

Ora anche **WEBZINE**  
[www.telecomitalia.com/notiziariotecnico](http://www.telecomitalia.com/notiziariotecnico)



# SPECIALE: TRENDS

notiziario **tecnico**



**1/2014**

**TELECOM**  
ITALIA





Caro Lettore,

da quest'anno il **Notiziario Tecnico** di Telecom Italia è diventato un nuovo **webzine social** ([www.telecomitalia.com/notiziariotecnico](http://www.telecomitalia.com/notiziariotecnico)), in cui è possibile discutere in realtime con gli autori i vari temi trattati negli articoli, leggere la rivista ricca di hyperlink multimediali, accedere ai canali social più diffusi; tutto questo continuando ad essere una rivista aumentata, cioè arricchita da contenuti speciali interattivi.

Con l'APP in Realtà Aumentata "**L'Editoria+**" di Telecom Italia, è infatti possibile, sul proprio device mobile, visionare videointerviste ad esperti del settore ICT, ricevere approfondimenti multimediali, consultare photo gallery aggiuntive sui vari articoli della rivista.

Per accedere a tutti i contenuti aumentati del Notiziario Tecnico è sufficiente:

- 1) scaricare gratuitamente sul proprio smartphone l'APP "**L'Editoria+**" di Telecom Italia, disponibile su Apple Store, Google Play (Android) e TIM Store



- 2) cercare nella rivista l'icona sottostante presente sia sulla copertina del **Notiziario Tecnico**, che in molte pagine interne;



- 3) attivare l'APP "**L'Editoria+**" e, tenendo il telefonino a circa 20-30 cm di distanza, inquadrare con la fotocamera l'immagine di proprio interesse.

Con questi pochi passi puoi così visualizzare varie icone 3D, che, cliccate singolarmente, ti faranno accedere a un mondo tutto da esplorare.

# EDITORIALE

Il termine “Comunicazione” non è più sufficiente a descrivere il nostro settore.

Non è comunicazione la molteplicità di usi, applicazioni e servizi resi possibili dall'enorme flusso di dati che miliardi di dispositivi ogni secondo generano ed utilizzano, che unità di elaborazione e memoria custodiscono e trasformano, che connessioni di tutti i tipi raccolgono e distribuiscono.

La comunità degli operatori di rete ha capito in ritardo questa trasformazione. Abbiamo continuato a seguire paradigmi consolidati legati all'accesso ed al traffico e tutti i nuovi servizi sono nati al di fuori del nostro sistema di business ed ai bordi delle nostre reti.

Le cause di ciò sono diverse ma sicuramente hanno influito la chiusura e l'autoreferenzialità tipiche del nostro mondo, la nostra attitudine a confrontarci prevalentemente con noi stessi e con i nostri simili. Oggi è avvertita da tutti la necessità di guardare al di fuori dei nostri recinti, di comprendere per tempo gli impatti di nuove tecnologie, nuovi utilizzi, nuovi modi di far business anche lontani dal nostro core.

Per questo motivo nel primo numero del Notiziario Tecnico del 2014 abbiamo voluto passare in rassegna alcuni trend di innovazione che in genere sono poco presenti nel radar screen degli Operatori.

Si inizia con un interessante approfondimento sulle nanotecnologie che sono, a ragione, giudicate la base della terza rivoluzione industriale. Accanto ad un inquadramento storico, l'articolo descrive lo stato attuale e le prospettive di evoluzione dei nuovi materiali. Molto interessante l'impatto atteso sulla struttura dei processori, sulle reti ottiche e sulla sensoristica.

Un successivo contributo è dedicato alla robotica con un focus particolare sui droni, sul loro possibile utilizzo nella nostra industry e sulle sperimentazioni che Telecom Italia Lab sta conducendo.

A seguire siamo tornati sulla consumer electronics con un primo articolo sulla TV ad altissima definizione che sarà, insieme ai modelli di fruizione social e multiscreen, il driver di migrazione dei contenuti video sulle reti in cavo e con un secondo articolo sui dispositivi più innovativi come occhiali, orologi (le cosiddette *wearable user interfaces*) e le stampanti 3D.

Nei numeri precedenti della rivista è stato più volte trattato il tema dei servizi finanziari abilitati dalla SIM (*mobile payments*, NFC, etc.). In questo numero si è dato invece spazio ad un inquadramento generale del tema delle monete virtuali con un approfondimento specifico su Bitcoin, che è la moneta virtuale più diffusa e con alcune suggestioni sui possibili modelli di business per gli Operatori.

Nella parte finale si torna sui due trend innovativi di maggior rilievo per il modello di business degli Operatori: il software e i dati.

Nel primo viene ben descritto il ruolo che la padronanza del software ha avuto nel successo dell'ecosistema degli OTT contrapponendolo all'approccio *follower e vendor dependent* degli Operatori. La prospettiva delle reti “*software defined*” con intelligenza e prestazioni virtualizzate nei cloud impone un ripensamento complessivo ed una trasformazione profonda dell'ingegneria delle reti e dei servizi.

Nell'articolo sui big data, a valle di un richiamo sul valore dei dati e sul loro potenziale di trasformazione per tutti i settori dell'economia, viene fornito un quadro sintetico, ma molto chiaro, delle tecnologie abilitanti che sono oggi alla base delle più interessanti applicazioni.

Come sempre...

**Buona Lettura!**

Oscar Cicchetti



SPECIALE SMART CITY



## NANOTECNOLOGIE: NANO-DIMENSIONI PER GIGA-BUSINESS

Valter Bella, Valentina Cauda, Marco De Bortoli, Angelantonio Gnazzo

**PAG. 4**

SPECIALE SMART CITY



## OLTRE LA TV AD ALTA DEFINIZIONE

Diego Gibellino, Daniele Mazzoni

**PAG. 26**

SPECIALE SMART CITY



## IL VALORE DEI BIG DATA NELLA DATA-DRIVEN SOCIETY

Fabrizio Antonelli, Luigi Artusio, Corrado Moiso

**PAG. 38**

SPECIALE SMART CITY



## EVOLUZIONE DEI DISPOSITIVI DELLA CONSUMER ELECTRONICS

Gianni Fettareppa, Luca Lamorte, Gianluca Zaffiro

**PAG. 54**





## UN TREND EMERGENTE DELLA ROBOTICA DI SERVIZIO: I DRONI

Marcello Chiaberge, Gian Piero Fici, Marco Gaspardone, Antonio Toma

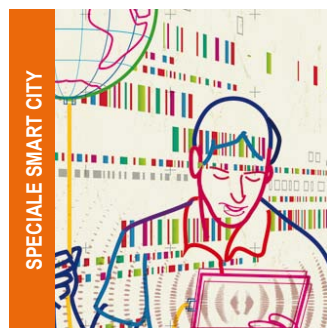
**PAG. 64**



## IL FENOMENO DELLE MONETE VIRTUALI: OPPORTUNITÀ PER TELECOM ITALIA

Katia Colucci, Corrado Moiso

**PAG. 76**



## IL SOFTWARE COME FATTORE DI CAMBIAMENTO PER L'OPERATORE

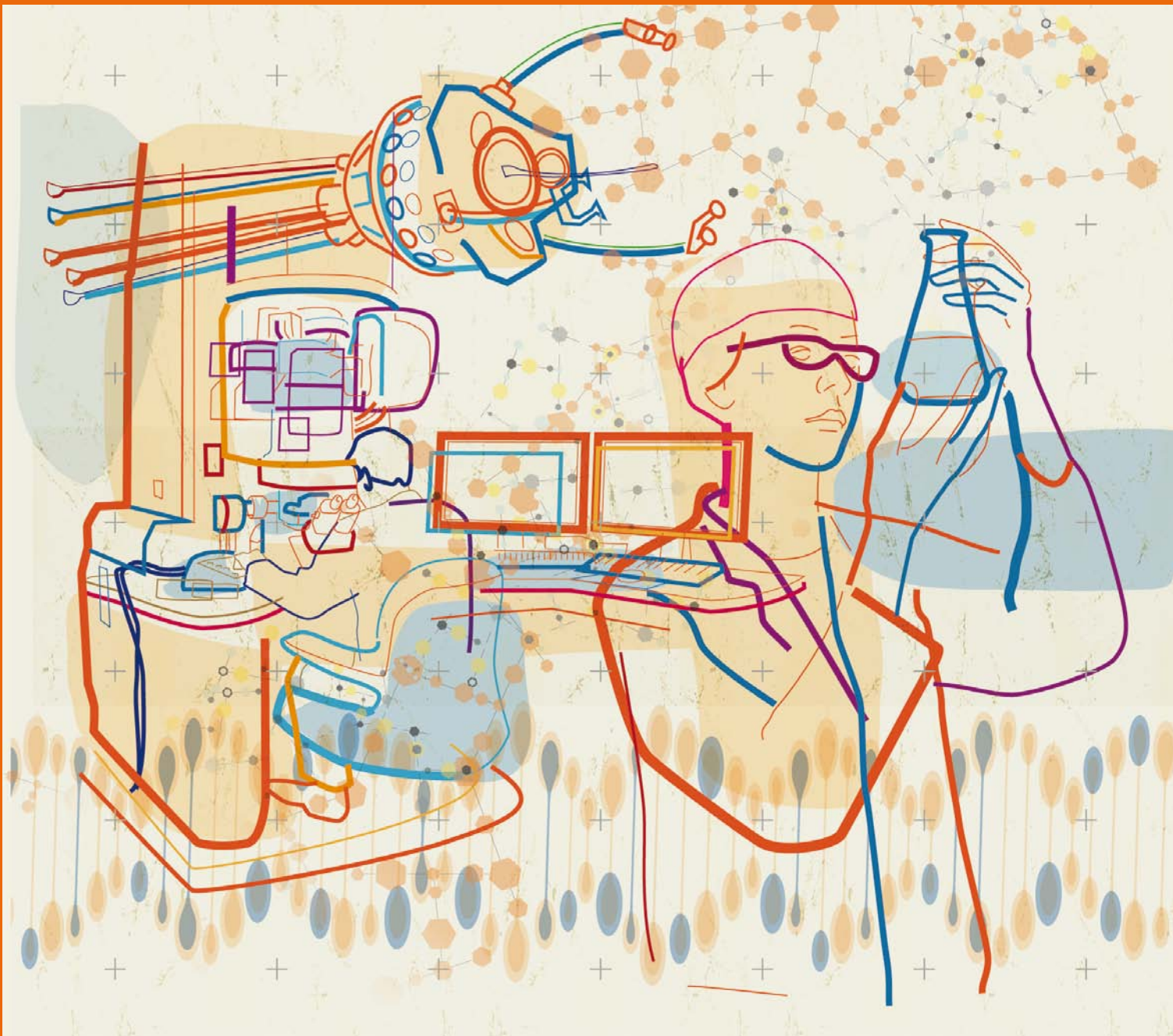
Roberto Minerva

**PAG. 90**



# NANOTECNOLOGIE: NANO-DIMENSIONI PER GIGA-BUSINESS

Valter Bella, Valentina Cauda, Marco De Bortoli, Angelantonio Gnazzo





**U**na breve introduzione sul mondo delle nanotecnologie, in forte sviluppo, che trovano già oggi impiego in molti settori industriali (dall'edilizia alla meccanica, dalla robotica alla farmaceutica ...). Senza volersi addentrare negli aspetti fisico-chimici, in questo articolo si offre una panoramica generale sulle nanotecnologie, portando anche alcuni significativi esempi di applicazione più vicini al settore delle telecomunicazioni.

## 1 Introduzione

Le Nanotecnologie (dal greco *nanos*, nano) sono quel ramo della scienza applicata e della tecnologia che si occupa del controllo, della progettazione e della realizzazione di dispositivi e materiali su scala dimensionale inferiore al micrometro, compreso normalmente fra 1 e 100 nanometri (si ricorda che 1 nanometro è pari ad un milionesimo di millimetro o a un miliardesimo di metro).

Per meglio comprendere le dimensioni di cui stiamo parlando possiamo fare riferimento ad alcuni esempi. In pratica il rapporto fra 1 nanometro ed 1 metro corrisponde circa al rapporto di grandezza che esiste tra il diametro di una pallina da tennis ed il diametro del pianeta terra. Tuttavia il mondo delle nanotecnologie non offre solo i vantaggi legati alla riduzione delle dimensioni ma, aspetto questo fondamentale del mondo nanotech, consente di ottenere veri e propri cambiamenti delle proprietà fisiche, chimiche strutturali e così via che risultano intrinseci nel passare da mate-

riali nella loro forma naturale e quella nanometrica.

Di conseguenza il comportamento dei diversi tipi di materia a livello nanometrico può risultare estremamente differente, e non sempre prevedibile, da quello che il materiale possiede nelle sue dimensioni originali.

Ad esempio l'oro ha nella sua forma massiva il classico colore giallo che lo contraddistingue mentre quando è sintetizzato in forma di aggregati di nanoparticelle posto in soluzione cambia colore a seconda della loro dimensione e forma. Proseguendo con gli esempi con dimensioni macroscopiche la temperatura di fusione del ghiaccio non cambia: un iceberg ed un cubetto di ghiaccio fondono alla stessa temperatura. La situazione è ben diversa in condizioni nanoscopiche: i nanocristalli di CdSe (*Seleniuzo di Cadmio*) fondono a 700 gradi Kelvin mentre i cristalli macroscopici a 1678 gradi Kelvin. Per comprendere tali fenomeni può essere di aiuto ad esempio la teoria legata alle nanoparticelle dove un parametro fondamentale è il rapporto esistente tra l'area delle superfici ed il loro volume. Ne-

gli oggetti macroscopici (con un piccolo rapporto area/volume) le proprietà fisiche e chimiche sono essenzialmente determinate dalla struttura del solido, mentre negli oggetti più piccoli (con un elevato rapporto area/volume) le caratteristiche della superficie diventano determinanti e vanno ad influenzare le proprietà chimiche e fisiche. Con le Nanotecnologie cambia quindi il rapporto tra particelle interne e di superficie e si vengono a modificare di conseguenza le proprietà e le caratteristiche fondamentali del materiale.

A parità di composizione chimica il solido nanostrutturato possiede migliori proprietà rispetto al solido con una normale struttura: i metalli migliorano le loro proprietà meccaniche, i materiali ceramici la loro tenacità, i polimeri le proprietà elettriche e così via. La sintesi ed il controllo dei materiali effettuata su scala nanometrica consente di migliorare le proprietà strutturali e funzionali. Con le Nanotecnologie nascono quindi una nuova serie di materiali e di dispositivi con proprietà insospettite a livello massivo che aprono nuovi interessanti e

dirompenti scenari sostanzialmente in tutti i settori applicativi della chimica, dell'edilizia e delle costruzioni, della medicina, della elettronica e così via.

Anche se molti dispositivi nanotech sono già oggi disponibili e trovano ampia applicazione siamo sicuramente in una prima fase della ricerca nel settore: le potenzialità offerte da questa scienza sono enormi e ancora in buona parte da investigare. Secondo alcuni studiosi il mondo delle nanotecnologie ha espresso sino ad oggi solo il 10% delle sue potenzialità.

Appare interessante riportare alcune citazioni che arrivano dal mondo scientifico ed accademico secondo le quali "... la nanotecnologia sarà il motore della terza rivoluzione industriale" o "... una tecnologia con prospettive gigantesche, in grado di cambiare sostanzialmente il modo di vita degli individui" ed ancora più semplicemente "la tecnologia del futuro".

La nanotecnologia costituisce un ambito d'investigazione altamente multidisciplinare che coinvolge molteplici indirizzi di ricerca che vanno dalla biologia molecolare alla chimica, dalla scienza dei materiali alla fisica fino all'ingegneria meccanica ed elettronica.

## 2 Un po' di storia

L'idea di ridurre le dimensioni degli apparati e di aumentarne le prestazioni non è certo una idea dei giorni nostri.

Prendiamo ad esempio il mondo dei calcolatori. Nella *Figura 1* è riportato ENIAC il primo computer elettronico, sviluppato negli Stati Uniti intorno al 1945. Possiamo

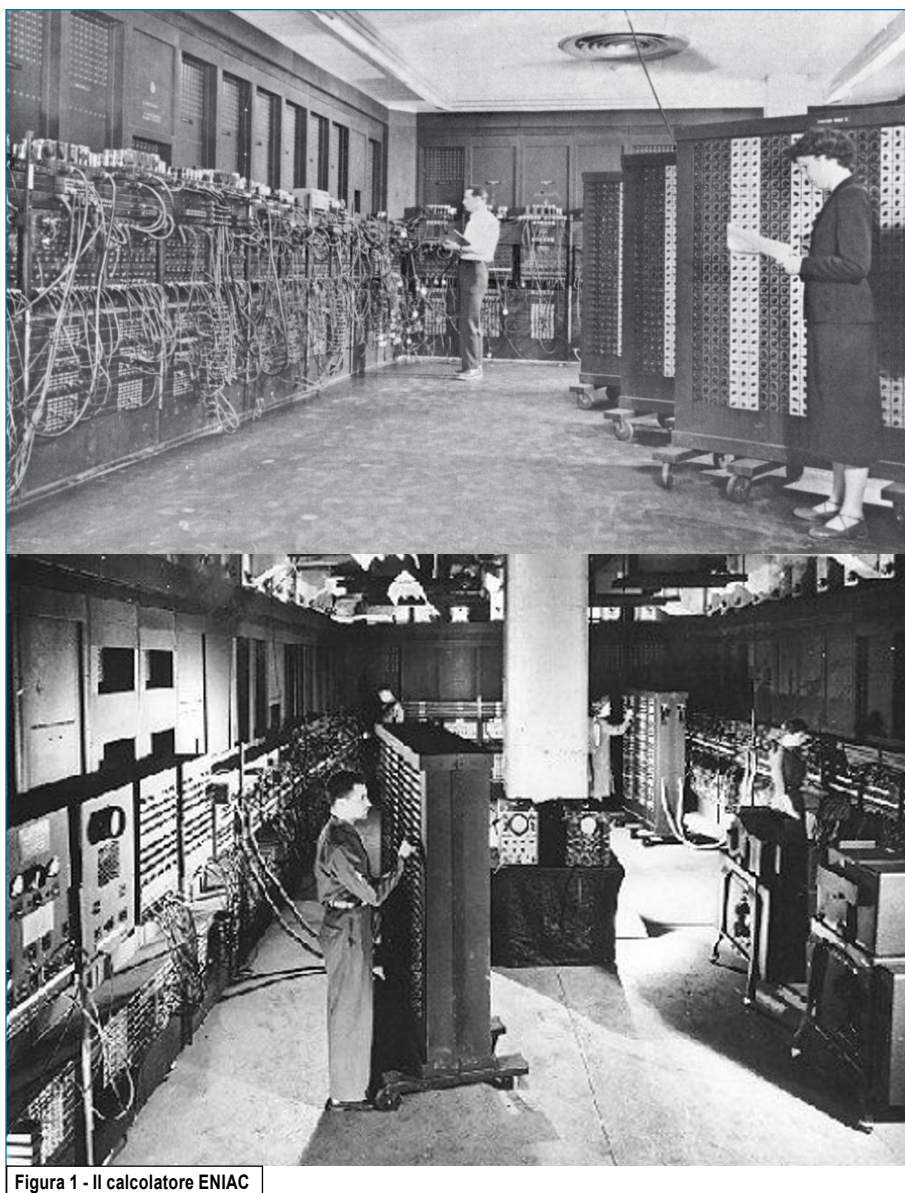


Figura 1 - Il calcolatore ENIAC

dargli molte definizioni ma non certo quella di un computer portatile.

Realizzato nel 1945 ENIAC aveva un peso complessivo di circa 30 tonnellate, il consumo energetico era elevatissimo visto che era costituito da circa 20mila valvole con un consumo stimato di 200 KW. ENIAC richiedeva uno spazio di 180 m<sup>2</sup> e ben 30 persone per turno di lavoro erano necessarie per un suo corretto funzionamento. Pochi anni dopo ecco arrivare

il suo successore EDVAC che rappresenta un timidissimo tentativo di, se possiamo chiamarla così, "miniaturizzazione": operativo dal 1949 EDVAC era costituito da 6mila valvole con un consumo "ridotto" a 56 KW, un peso pari a 7,8 tonnellate e "solo" 45 m<sup>2</sup> di spazio occupato.

Al di là di questi esempi storici i progressi conseguiti nel tempo verso le soluzioni tecnologiche del mondo estremamente piccolo e ad elevata efficacia ed efficienza



sono stati, come tutti ben sappiamo, enormi.

Da allora abbiamo visto costantemente ridursi le dimensioni degli elaboratori elettronici ed aumentare in modo significativo le loro prestazioni.

Questa tendenza può essere sintetizzata con la ben nota legge di Moore, famoso tecnologo e cofondatore di Intel. La legge di Moore, presentata per la prima volta nel 1965, sostanzialmente prevede che ogni 18 mesi le dimensioni dei dispositivi elettronici elementari tendono a dimezzarsi e, conseguentemente, la densità dei dispositivi presenti per unità di superficie quadruplicano. Allo stesso tempo la legge prevede anche un analogo incremento nella velocità di elaborazione. Nel corso del tempo abbiamo quindi avuto dispositivi sempre più piccoli ma sempre più efficaci e potenti.

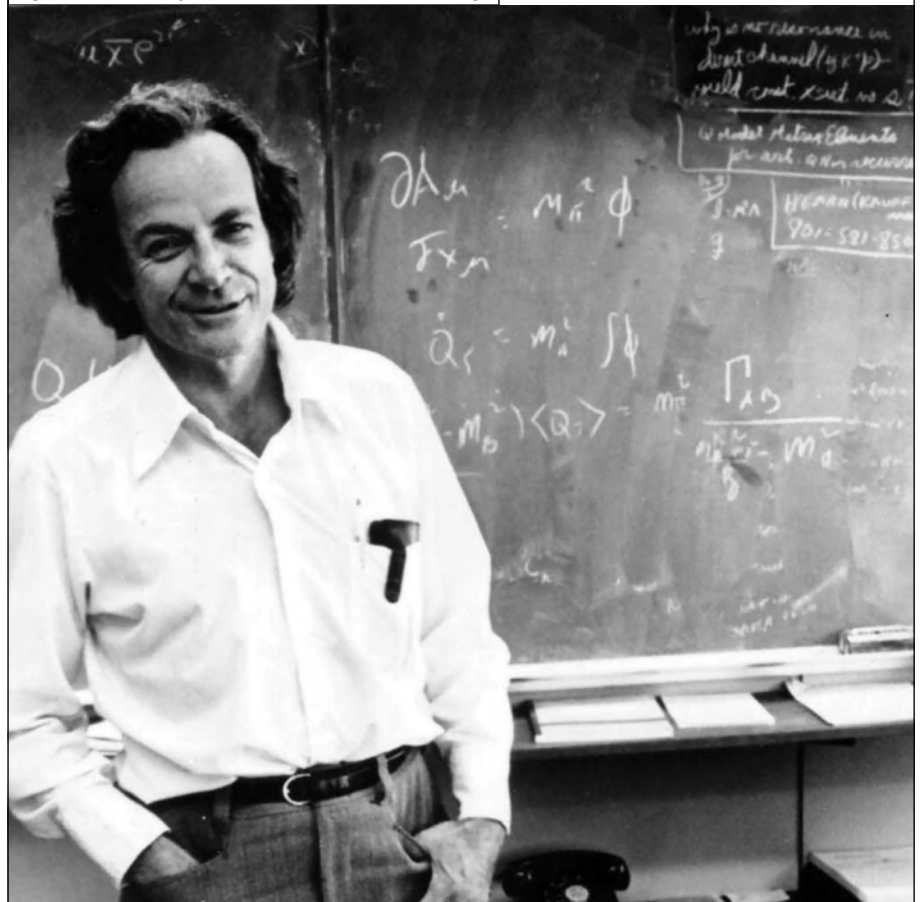
Questo trend è stato sostanzialmente rispettato sino ad oggi conducendo ad un'evoluzione dei dispositivi microelettronici che tutti ben conosciamo. I costi di ricerca e di innovazione sostenuti nel mondo per arrivare a questi risultati sono stati elevatissimi (e lo saranno ancor di più in futuro) e solo poche aziende sono riuscite a reggere il ritmo di questa impressionante evoluzione tecnologica. Più recentemente si è affacciata nel settore una nuova straordinaria soluzione, quella delle Nanotecnologie. La nascita di questa disciplina può essere fatta risalire al 29 dicembre del 1959 nel corso di una riunione dell' American Physical Society. In quella occasione il fisico americano *Richard Feynman* (1918-1988) (uno degli scienziati più straordinari dello scorso secolo) descrisse i suoi studi e le sue intuizioni nel settore del mondo infinitamente piccolo.

Nel suo intervento e nel suo testo "*There's Plenty of Room at the Bottom*" e cioè "*Esiste un sacco di posto libero là sotto*", Feynman (considerato il padre delle nanotecnologie ed ispiratore del computer quantistico) propose le sue intuizioni ed i suoi studi volti a introdurre metodologie e tecniche di manipolazione diretta di atomi e molecole. In quella occasione Feynman (*Figura 2*) lanciò quella che apparve una provocazione: quella di scrivere sulla punta di uno spillo tutta la Enciclopedia Britannica. Per questi studi Feynman ricevette nel 1965 il Premio Nobel per la fisica. L'enorme interesse destato dall'intervento di Feynman ebbe come conseguenza un forte impegno negli studi e nella ricerca di set-

tore condotti nei principali centri di ricerca e laboratori del mondo. Il termine Nanotecnologia venne coniato nel 1974 dal fisico giapponese Taniguchi e ripreso in seguito da Eric Drexel che, due anni dopo, definì le nanotecnologie come "...una tecnologia a livello molecolare che ci potrà permettere di porre ogni atomo dove vogliamo. Chiamiamo questa capacità Nanotecnologia perché funziona su scala del nanometro, cioè un milionesimo di metro".

Un'altra tappa significativa nel mondo delle Nanotecnologie è quella della ideazione e costruzione, da parte dei ricercatori IBM di Zurigo, del primo microscopio (strumento questo indispensabile della ricerca nell'ambito delle nanotecnologie) a scansione che

Figura 2 - Richard Feynman, l'inventore delle Nanotecnologie



costituì il primo vero strumento della scienza e della ricerca nel settore. Successivamente Eigler (IBM) scrisse il nome della propria azienda con 35 atomi di Xenon. In tempi più recenti è da ricordare la scoperta e la realizzazione dei primi nanotubi di carbonio nel 1991 (che apriranno la strada ad una vastissima area di applicazioni) mentre nel 2001 venne realizzato il primo circuito logico a base di nanotubi ed un anno dopo venne messo a punto il primo nanomotore.

Potremmo considerare questa data come quella di svolta delle nanotecnologie: dalla fase di studio e ricerca sperimentale, alla disponibilità dei primi dispositivi commerciali in un tempo di sviluppo sorprendentemente rapido per una tecnologia così complessa.

### 3 Nanotecnologie: gli esempi in natura

Se le Nanotecnologie rappresentano una tecnologia relativamente recente, in natura esempi di soluzioni nanotech sono ben presenti da tempo. Prendiamo l'esempio del *geco*. Il geco si arrampica su qualsiasi superficie (anche vetro) senza cadere mai anche se nelle sue zampe non ci sono ventose, aculei, sostanze oleose.... Questo animale ha un peso di circa 50 grammi, ma resiste a trazioni di 20 Newton.

Le regole che guidano l'adesione del geco alle superfici sono una scoperta recente<sup>1</sup>, e sono legate alle caratteristiche delle sue zampe che risultano essere "nanostrutturate": hanno infatti una dimensione pari a una moneta di 1 cent formate da fitta peluria: 15mila setole per cm<sup>2</sup>. Ogni setola (Figura 3) si suddivide in cen-

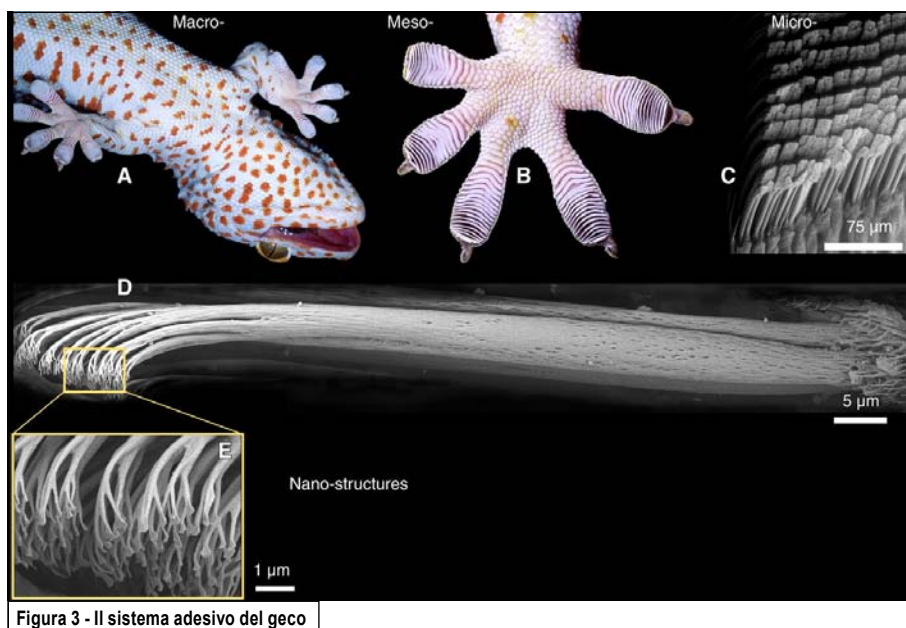


Figura 3 - Il sistema adesivo del geco

tinaia di filamenti con diametri dell'ordine del nanometro e superficie troncata.

Date le dimensioni ogni setola si avvicina alla parete stabilendo una particolare debole reazione che moltiplicata per i miliardi di setole costituisce una forza significativa, che consente all'animale di aderire a qualsiasi superficie senza fatica. Per staccare la zampa il geco non fa fatica: basta cambiare l'inclinazione delle setole e la forza di adesione viene a mancare. L'esempio del geco è stato in qualche modo recepito dai nanotecnologi che hanno realizzato, ad esempio, diverse soluzioni adesive con ottime proprietà.

Un altro esempio ci arriva dal *fiore di loto*. Le foglie del loto hanno una struttura delle foglie a livello nanometrico che le rende idrorepellenti e le mantiene costantemente pulite ed asciutte nonostante il loro habitat sia particolarmente umido.

Il meccanismo naturale di pulizia è legato alla alta tensione superficiale della struttura ruvida a livello nanotecnologico, maggiormente

idrorepellente rispetto alle superfici piatte e in grado di consentire alle gocce di umidità e di pioggia di rotolare sulle superfici per rimanere costantemente asciutte. Anche in questo caso la natura ha fornito lo spunto per applicazioni pratiche: attualmente sono disponibili materiali idrorepellenti realizzati anche con grado idrofobico controllabile (es: mediante controllo elettrico o termico dell'angolo di contatto) che trovano applicazioni nel settore delle costruzioni, tessile e aereo-spaziale. Come ultimo esempio in natura, parliamo dei mitili. I mitili sono maestri nell'arte di aderire a superfici bagnate e soggette a forze continue, mutevoli (intensità, direzione) e di notevoli intensità quali ad esempio le onde del mare quando si infrangono sugli scogli. L'adesione alle superfici viene effettuata mediante l'unione di filamenti (il bisso) di dimensioni nanometriche (elemento ad alta resistenza alla tensione ed alla trazione) e potenti sostanze adesive ed impermeabili ricoperte da materiali idrorepellenti e resi-

<sup>1</sup> 2003 Università di Berkeley



stenti. Sono infatti elementi allo stesso tempo duri, elastici e resistenti alla tensione. Le proprietà del bisso sono note da tempo e con esso sono stati realizzati in passato numerosi manufatti quali corde per la navigazione e reti per la pesca o tessuti di pregio.

#### 4 Fotografie dal mondo delle Nanotecnologie

La disponibilità di microscopi ad elevatissime prestazioni (ingrandimenti, qualità delle immagini,...) offrono l'opportunità di investigare con accuratezza il mondo delle nanotecnologie of-

frendo anche delle immagini curiose ed affascinanti.

Potremmo definire queste due fotografie (*Figura 4 e Figura 5*) storiche del mondo nanotech: sono state infatti realizzate negli anni novanta. Entrambe riportano il confronto tra i primi dispositivi nanotecnologici e rispettivamente una formica ed un acaro.

Il mondo delle nanotecnologie fornisce immagini suggestive come nei due casi seguenti. La prima immagine riguarda un esempio di applicazione delle nanotecnologie alla farmaceutica: si mostra un piccolo complesso di molecole che sono state essiccate a spruzzo - una

tecnica comunemente usata nell'industria farmaceutica - per migliorare la loro solubilità. Si notano gusci (*Figura 6*) secchi attorno a una sfera di materiale umido. Come si diffonde l'umidità residua ed evapora la sfera si sgretola e libera il proprio contenuto.

La seconda immagine, *Figura 7*, riporta alcune sfere di nichel in una struttura di diamante per multi-connessioni in strutture nanotecnologiche.

Secondo alcuni ricercatori "le Nanotecnologie rivendicano anche la loro valenza creativa ed ispirano la fantasia di nanoscultori ed artisti nanotech (*Figura 8*).

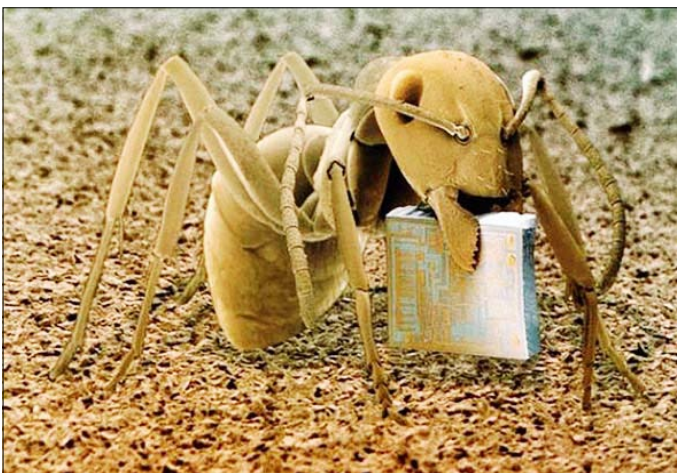


Figura 4 - Una formica trasporta un microchip

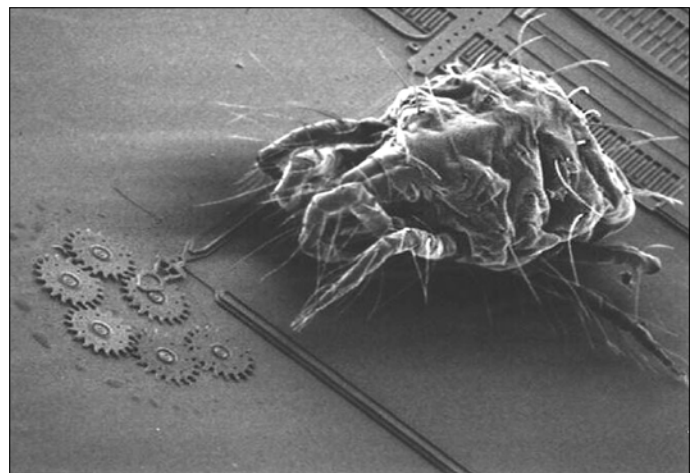


Figura 5 - Un acaro osserva un motore nanotech

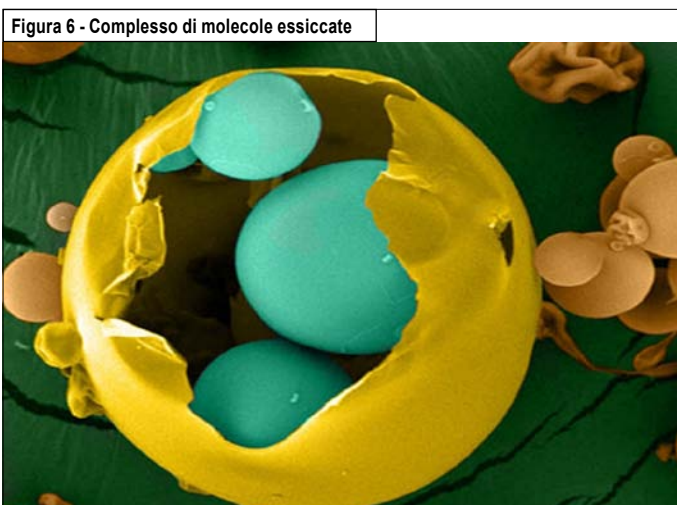


Figura 6 - Complesso di molecole essiccate

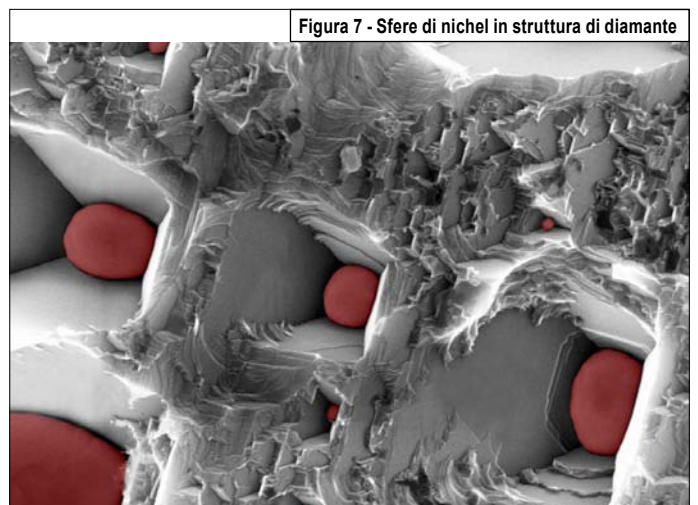


Figura 7 - Sfere di nichel in struttura di diamante

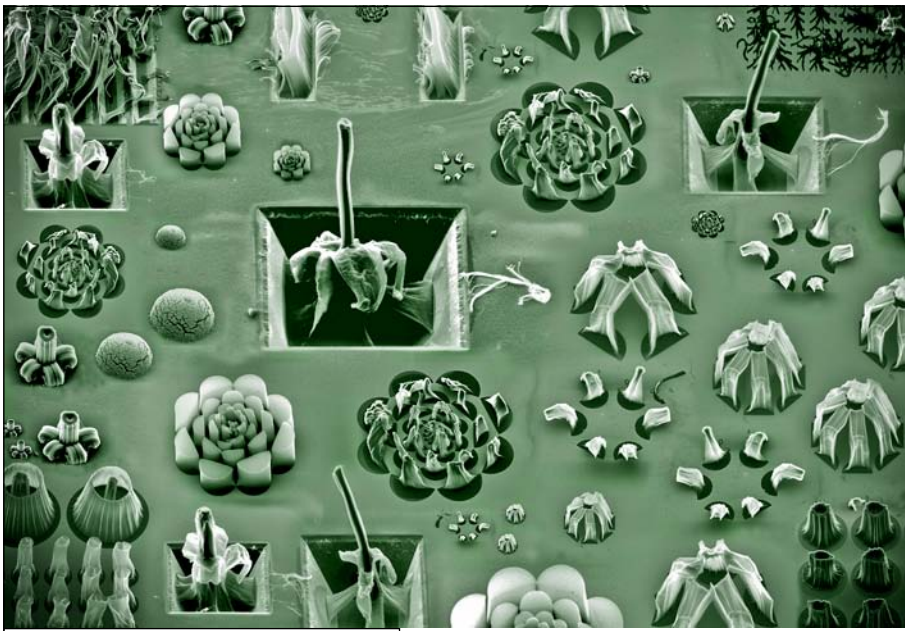


Figura 8 - Il "NanoEden" (Fonte: Università del Michigan)

Quale migliore avanguardia artistica se non la Nanotecnologia per rinnovare ed innovare lo stupore?!".

Quali le dimensioni raggiungibili con i prossimi passi? Il dibattito internazionale è aperto.

## 5 Le principali aree applicative delle Nanotecnologie

Come ricordato in precedenza i dispositivi nanotecnologici hanno già trovato oggi un'ampia applicazione in molti settori. Vediamone alcune.

### 5.1 Elettronica e Tecnologia della Informazione

E questo sicuramente uno dei settori che maggiormente ha beneficiato delle nanotecnologie e che ha consentito di ottenere una classe di dispositivi, che ha modificato positivamente la vita quotidiana di ognuno di noi. A grandi linee il livello di integrazione ha seguito recentemente le seguenti tappe<sup>2</sup>: 32 nm nel 2009, 22 nm nel 2011, 14 nm come previsione a fine nel 2014.

### 5.2 Reti di Telecomunicazioni

Possiamo segmentare il concetto di rete di telecomunicazioni in tre parti:

- generazione dei segnali;
- trasmissione;
- rilevazione/elaborazione dei segnali.

In questa catena, la fotonica è quella dove maggiormente si sta investendo a livello mondiale, anche se per il rilegamento di utenze residenziali si sta "spremendo" sempre più il doppino rame che originariamente forniva solo il servizio voce.

Le elevate prestazioni non si ottengono solo con un mezzo trasmissivo ideale quale può essere la fibra ottica, ma servono sempre più componenti efficienti di generazione, rilevazione ed elaborazione dei segnali: i cosiddetti circuiti fotonici.

È ampiamente riconosciuto, che solo i circuiti fotonici possono assolvere al ruolo di elevate prestazioni. Uno dei limiti maggiori per conseguire questo obiettivo è il livello di integrazione attualmente raggiungibile con i circuiti fotonici che possono svolgere solo poche funzioni sullo stesso chip. La ragione principale è la dimensione dei componenti fotonici, che si estende tipicamente in alcuni mm.

Le nanotecnologie possono superare gli attuali limiti dimensionali dei circuiti di elaborazione.

Ricordiamo brevemente che in un sistema ottico i segnali vengono trasmessi sotto forma di fotoni (luce) che non hanno carica elettrica e quindi non possono essere influenzati da campi elettrici e magnetici. Inoltre attraverso i fotoni si esclude qualsiasi forma di cross talk (diafonia): i segnali ottici non interferiscano con altri provenienti da fibre poste in prossimità. Il confinamento del segnale all'interno della fibra garantisce inoltre l'impossibilità di intercettazione dall'esterno per tutta la lunghezza del collegamento, e quindi la sicurezza della comunicazione. L'uso delle fibre ottiche per le reti di comunicazione elimina i problemi legati all'esigenza di contatti di terra (tipici di una rete metallica) e i rischi di scricche (scintille) ed inoltre offre un ottimo rapporto resistenza-peso dei cavi. Il completo isolamento elettrico, la struttura e i metodi di accoppiamento delle fibre ottiche consentono l'inserimento in molti fluidi e un'ottima resistenza in molteplici condizioni meteorologiche. Una proprietà fondamentale è l'incremento della banda passante e la diminuzione delle perdite di trasmissione in alta frequenza rispetto ai cavi coassiali.

<sup>2</sup> Source: Intel



Negli anni '90, l'esplosione di Internet aveva portato ad una domanda di banda che andava ad impegnare principalmente i livelli della rete ottica relativi ai collegamenti a lunga distanza, tale domanda di banda era supportata dal concomitante sviluppo di una nuova tecnologia denominata fotonica. La fotonica di prima generazione era basata sulla tecnologia del WDM (*Wavelength Division Multiplexing*), ossia sull'utilizzo della fibra ottica, la quale mediante il transito di molte lunghezze d'onda concomitanti, rendeva possibile la moltiplicazione delle capacità di trasporto della rete contenendo nel contempo la sua espansione fisica. Ad inizio degli anni '90 fu commercializzato da parte di Pirelli, un dispositivo fondamentale per la fotonica: il primo amplificatore ottico terrestre. Attualmente i nuovi servizi basati su DSL richiedono da un lato l'aumento di banda e dall'altro un sostanziale adeguamento della rete ottica, anche in considerazione che quest'ultima è rimasta praticamente immutata rispetto agli anni '90. L'adeguamento della rete, diversamente da quanto accadde nella scorsa decade, riguarderà soprattutto i livelli metropolitani e quelli di accesso e sarà pertanto percepito in modo molto evidente dal cliente finale.

L'ottenimento di componenti ottici a basso costo può essere realizzato sia utilizzando materiali a basso costo, sia diminuendo le dimensioni critiche dei percorsi circuitali essenzialmente costituiti da guide d'onda planari. Per quanto riguarda i materiali a basso costo la scelta cade sull'uso del silicio e dei suoi composti, mentre mediante l'ausilio di tecniche di progettazione, che utilizzino l'elevato salto d'indice di rifrazione,

per le guide d'onda possiamo diminuire le dimensioni critiche dei percorsi circuitali.

Alla fine del 2012, IBM ha annunciato un progresso nelle comunicazioni ottiche, verificando in ambiente di produzione la possibilità di utilizzare la luce, anziché i segnali elettrici, per trasmettere le informazioni nei computer del futuro.

La tecnologia rivoluzionaria, chiamata "nanofotonica in silicio" (*Figura 9*) consente l'integrazione su di un unico chip di silicio di diversi componenti ottici fianco a fianco con circuiti elettrici, utilizzando per la fabbricazione, per la prima volta, una tecnologia inferiore a 100 nm.

La nanofotonica in silicio sfrutta gli impulsi luminosi per la comunicazione e fornisce una superautostrada, su cui grandi volumi di dati possono spostarsi, a velocità elevate, tra i chip dei computer, nei server, nei grandi data center e nei supercomputer, attenuando così le limitazioni poste dalla congestione del traffico di dati e dai costi elevati delle interconnessioni tradizionali.

"Questa rivoluzione tecnologica è il risultato di più di dieci anni di

ricerca pionieristica - spiega il Dr. John E. Kelly, Senior Vice President e Director di IBM Research - e ci consente di trasferire la tecnologia della nanofotonica in silicio nell'ambiente di produzione reale, con un impatto su una vasta gamma di applicazioni".

La quantità di dati creati e trasmessi attraverso le reti aziendali continua a crescere e la nanofotonica in silicio, ormai pronta per lo sviluppo commerciale, può consentire al settore di tenere il passo con la sempre più impegnativa domanda di prestazioni dei chip e di potenza di calcolo.

Le imprese stanno entrando in una nuova era dell'informatica, che richiede ai sistemi la capacità di elaborare e analizzare in tempo reale enormi volumi di informazioni. La tecnologia della nanofotonica in silicio fornisce una risposta alle sfide poste dai Big Data, collegando senza soluzione di continuità varie parti dei grandi sistemi, sia che si trovino a pochi centimetri o a chilometri di distanza, e spostando terabyte di dati mediante impulsi luminosi attraverso le fibre ottiche.

Su sito de "Le scienze" del 14 Gennaio 2014<sup>3</sup>, intitolato "Verso un

Figura 9 - Esempio di chip nanofotonico



3 [http://www.lescienze.it/news/2014/01/14/news/calcolatore\\_fotonico\\_metamateriale-1958139/](http://www.lescienze.it/news/2014/01/14/news/calcolatore_fotonico_metamateriale-1958139/)

calcolatore fotonico basato su metamateriali”, viene spiegato in modo sintetico ed esauriente come questo dispositivo, che nel suo funzionamento è concettualmente più simile ai primi calcolatori meccanici che a quelli digitali, potrebbe essere miniaturizzato e integrato in dispositivi di calcolo automatico più ampi e complessi basati sulla trasmissione fotonica dei segnali.

Difatti il calcolo fotonico rappresenta una sorta di ritorno al passato analogico del calcolo automatico perché non ha bisogno che il problema da risolvere venga tradotto in un apposito linguaggio.

Nella *Figura 10*<sup>4</sup> si mostra lo schema di funzionamento del calcolatore fotonico: attraversando il metamateriale a multistrato, il profilo dell'onda viene trasformato nella sua derivata prima o seconda.

In Italia, al Laboratorio Nanoscienze del Dipartimento di Fisica dell'Università di Trento<sup>5</sup>, sono stati realizzati amplificatori ottici, risonatori ottici, diodi elettroluminescenti ed altri componenti grazie alle nuove proprietà risultanti dal confinamento spaziale di portatori di carica e di fotoni.

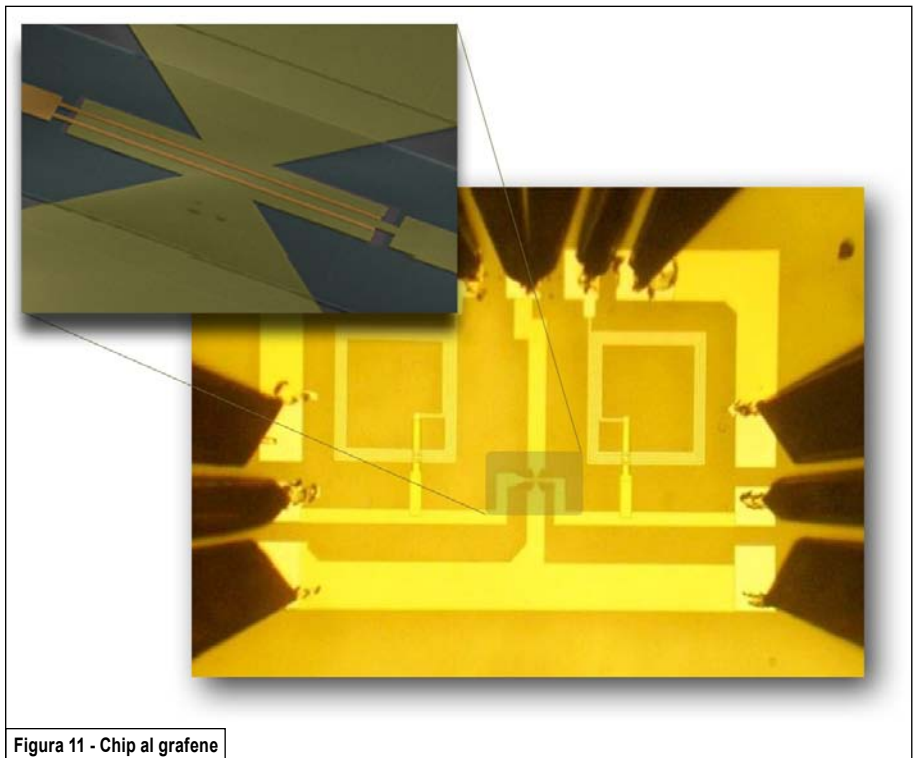


Figura 11 - Chip al grafene

Merita inoltre fare un cenno anche sulle tecnologie wireless basate su componenti di nanotecnologie. Sempre IBM, nel 2011, hanno annunciato un chip (*Figura 11*) basato sul grafene (quindi carbonio invece di silicio) che opera a frequenze fino a 10 GHz.

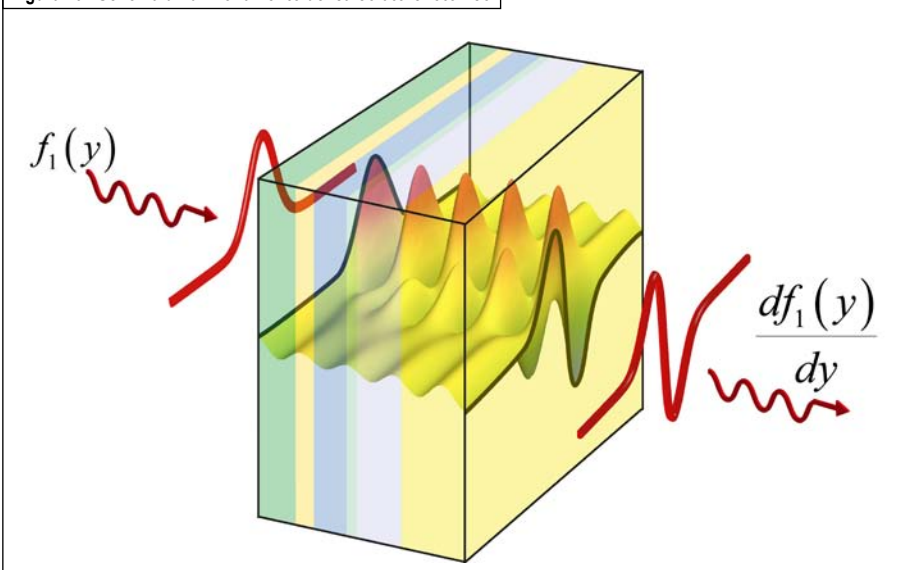
A titolo di esempio infine in *Figura 12* si riportano due esempi di circuiti nanoelettrici.

## 5.3 Sanità

I settori della sanità, della farmacologia e del wellness sono quelli dove le nanotecnologie hanno trovato le prime applicazioni, tra le quali: la disponibilità di nuovi farmaci nanostrutturati (focused drug delivery), che offrono nuove modalità ed opportunità di somministrazione ed impiego (Es. insuline intelligenti, gel cicatrizzanti,...) anche con “risposta a comando” (triggered response).

Da citare anche nuovi materiali con elevate prestazioni (dalle protesi ai cerotti, odontoiatria,...), i sensori ad alta efficienza-prestazioni e minore invasività (Es.: cicatrizzanti intelligenti, rilevatori di cellule cancerogene,...). Interessanti applicazioni

Figura 10 - Schema di funzionamento del calcolatore fotonico



<sup>4</sup> (Fonte: Alexandre Silva dell'Università della Pennsylvania)

<sup>5</sup> (<http://www.unitn.it/dphys/7419/nanoscienze>)

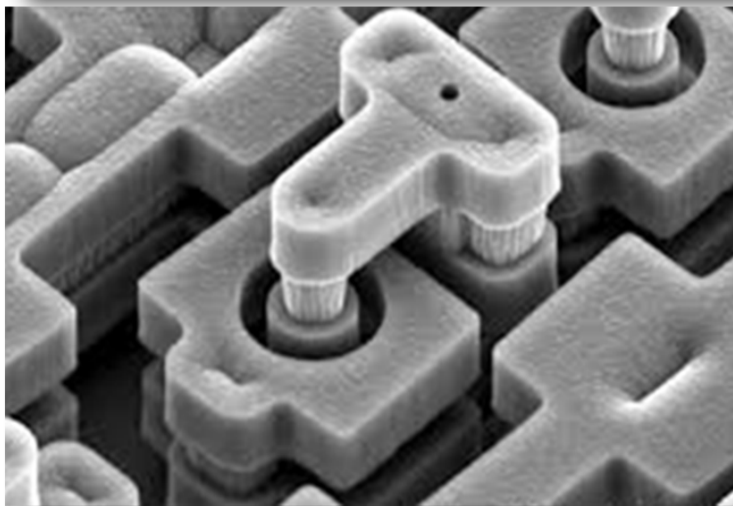
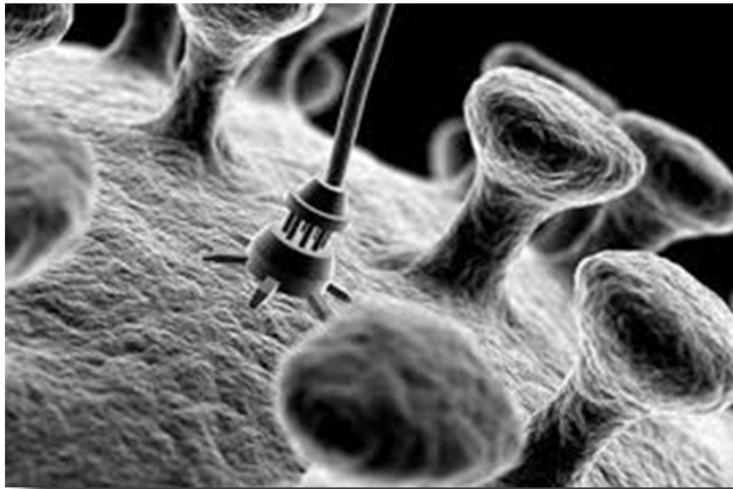


Figura 12 - Nano-circuiti elettrici

limitati effetti legati ad eventuali danni vandalici, parti del motore e delle carrozzerie ultraleggere e resistenti agli stress meccanici e termici, maggiormente resistenti alla corrosione, meno inquinanti (vedi ad esempio le marmitte catalitiche di ultima generazione); il tutto basato sull'impiego delle nanotecnologie. Da non dimenticare la prevista massiccia introduzione di nanosensoristica avanzata nelle vetture che presumibilmente cambierà in modo radicale il funzionamento delle auto nei prossimi anni (vedi ad esempio, *Figura 13*, un esempio di "self driving car") .

Anche nel settore del trasporto aereo, come in quello aerospaziale, i prodotti nanotecnologici sono largamente ed utilmente impiegati da tempo: la realizzazione di velivoli più leggeri e sicuri consente, ad esempio, di ridurre sensibilmente i costi dei carburanti, aumentare la sicurezza e le prestazioni dei velivoli.

## 5.5 Settore Agricolo ed alimentare

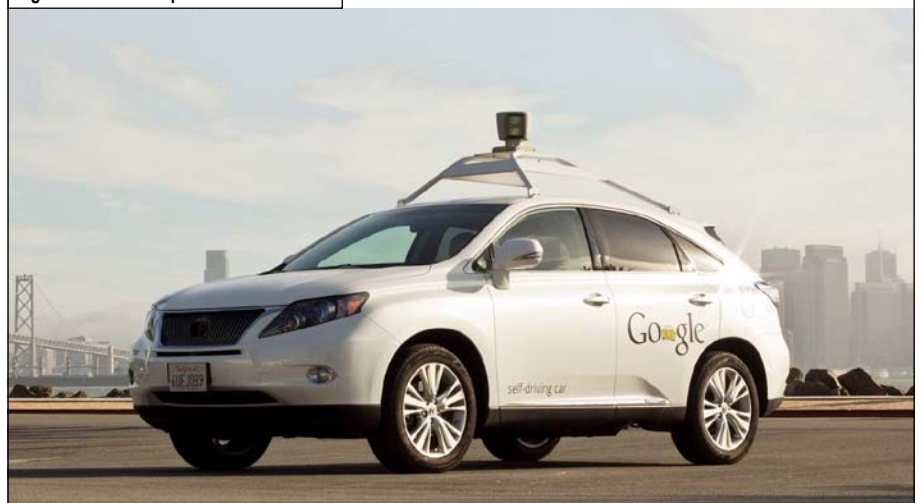
In questo ambito si ricordano applicazioni legate alla Nanosenso-

anche nel settore della nano-micro chirurgia e strumenti chirurgici innovativi, nel settore degli esami di laboratorio (Es. speed DNA evaluation, fluorescenza molecolare,...), nei prodotti di cosmesi e nella sensoristica avanzata.

## 5.4 Trasporti

Il settore dell'auto vede già oggi largamente impiegati i vetri autopulenti ed antiriflesso, le carrozzerie delle vetture antigraffio e con

Figura 13 - Un esempio di driverless car





## La parola all'Istituto Italiano di Tecnologia: i nanowires di Zinco

Tra i tanti traguardi raggiunti dalla ricerca scientifica nel campo delle nanotecnologie uno dei risultati più importanti riguarda l'ambito del recupero e generazione di energia elettrica da fonti rinnovabili.

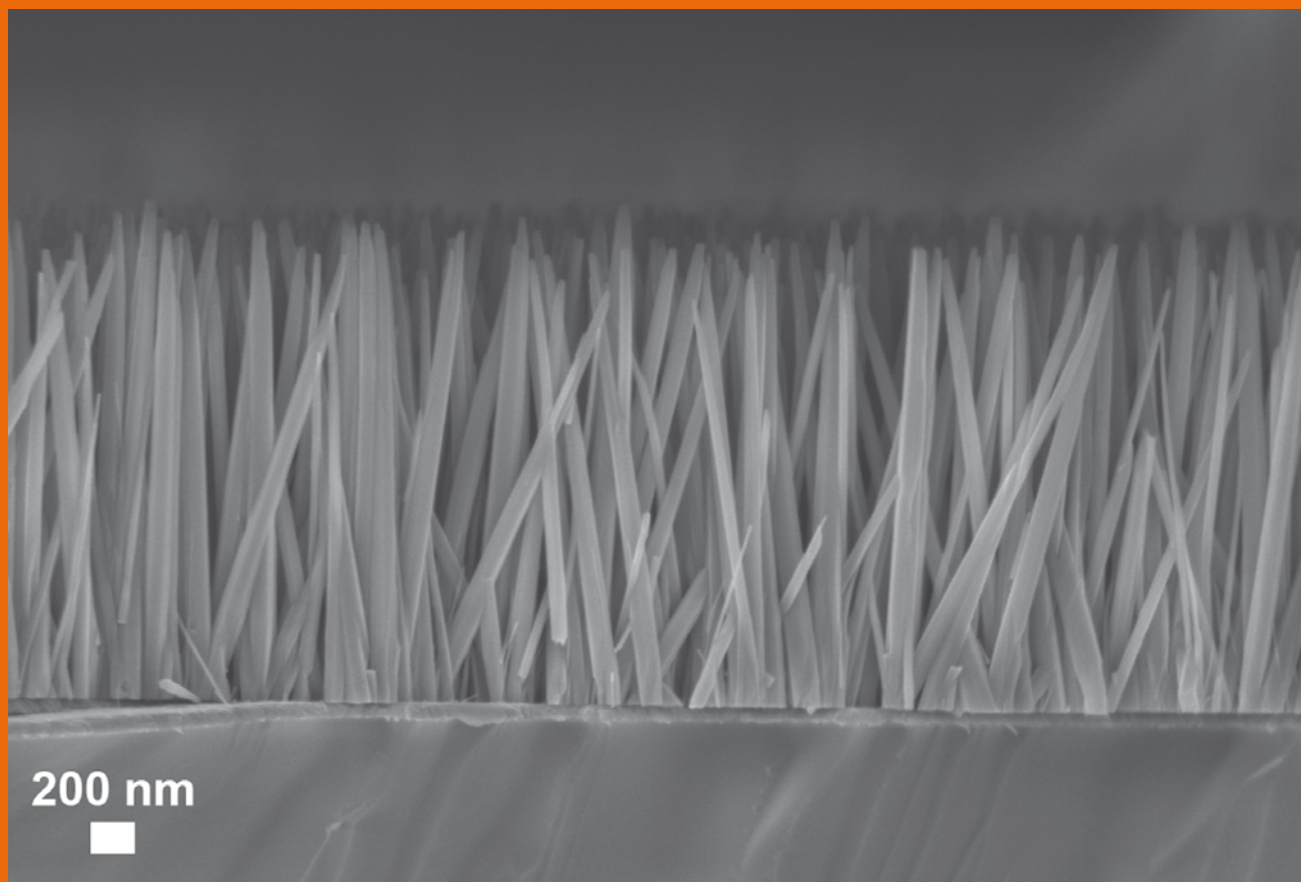
Tra questi i cosiddetti Energy Harvester, ovvero letteralmente "immagazzinatori di energia" costituiti da nanowires (dall'inglese, "nanofili") di ossido di zinco, materiale sul quale si sta ampiamente lavorando all'IIT (*Istituto Italiano di Tecnologia*) nella sede di Torino, il Center for Space Human Robotics.

L'ossido di zinco (ZnO) è un materiale estremamente versatile, essendo sia un semiconduttore sia un materiale piezoelettrico. Dal punto di vista chimico è anche molto semplice da sintetizzare e

può essere preparato in modo rapido e poco costoso con svariate tecniche e le caratteristiche opportunamente modificate a seconda dell'applicazione finale. In particolare, nella forma di nanowires, il diametro è di scala nanometrica (circa 50-100 nm), mentre la lunghezza può essere variata a piacimento a seconda della durata della sintesi tra i 100 nm fino a 50  $\mu\text{m}$  [1].

Quando è sottoposto ad uno stress meccanico, come una compressione o un piegamento laterale, lo ZnO genera una differenza di potenziale. Collegato quindi ad un opportuno circuito elettrico che formi a uno dei due capi del nanowire un contatto di tipo Schottky (ovvero un diodo, dove la corrente può passare solo

in un verso), lo ZnO deformato è in grado di produrre un flusso di elettroni nel circuito esterno che compensa lo squilibrio di cariche elettriche all'interno del materiale. Si genera pertanto della corrente elettrica. La presenza della barriera di Schottky ad un capo del nanowire fa sì che gli elettroni non possano fluire dal circuito elettrico allo ZnO, generando pertanto un accumulo di carica che viene liberato con un improvviso flusso di elettroni e quindi un picco di tensione (e di corrente), quando la deformazione presente nel nanowire viene eliminata. In particolare si è visto che il movimento di cariche elettriche generato è proporzionale allo sforzo meccanico applicato. L'idea interessante è quella di fabbricare



tanti nanowires di ZnO tutti dritti ed allineati tra loro, come le setole di una spazzola, vincolati ad una base comune di materiale conduttivo e collegati elettricamente anche dalle loro punte. Applicando una sollecitazione meccanica di qualunque tipo, ad esempio in compressione sulla testa dei nanowires o ponendo in oscillazione le loro punte, ed avendo a disposizione milioni di nanowires allineati verticalmente, la quantità di tensione elettrica generata può raggiungere valori notevoli, dell'ordine di qualche V [2].

È indispensabile tuttavia fabbricare un circuito elettrico adatto in grado di raccogliere e immagazzinare questa energia prodotta. Si può ad esempio utilizzare un semplice circuito di read-out (ovvero di lettura) della corrente generata e ottenere l'informazione sulla pressione meccanica applicata. In questo caso il dispositivo a base di ZnO funziona da sensore piezoelettrico di pressione. Se il circuito elettrico è opportunamente studiato con dei condensatori in grado di accumulare la carica elettrica generata dallo sforzo meccanico applicato, il dispositivo diventa un Energy Harvester, in grado di accumulare la carica e di rilasciarla a richiesta per l'alimentazione di piccole utenze, quali piccoli display LCD, lampadine a LED, eccetera. In particolare si è scoperto che all'aumentare della lunghezza dei nanowires di ZnO, ad esempio da circa 1.5  $\mu\text{m}$  a 5  $\mu\text{m}$ , la quantità di energia prodotta da una sollecitazione meccanica in compressione aumenta da circa 10 nJ a 35 nJ [2].

I dispositivi che derivano da queste proprietà possono quindi essere usati come nano-generatori di corrente elettrica. Immaginiamo di poter possedere un tale dispositivo che anche alle minime sollecitazioni, appunto perché fatto di oggetti nanoscopici, generi corrente elettrica: è un dispositivo che può essere indos-

sato e attivato dai movimenti involontari del corpo umano, quali la respirazione, il battito cardiaco, oppure può essere inserito nella suola di una scarpa e sollecitato ad ogni passo.

A questo proposito i ricercatori dell'IIT di Torino hanno presentato, alla Notte dei Ricercatori il 26 settembre 2013, un dispositivo innovativo costituito da nanowires di ZnO dispersi in una matrice di gomma siliconica. Il composito ottenuto, altamente flessibile e conformabile alle superfici su cui viene applicato, è in grado di generare dei picchi di tensione, che opportunamente immagazzinati in un circuito elettrico di harvesting, permettono l'accensione di uno o più led [3].

Questo dispositivo flessibile è ancora sotto studio per essere utilizzato sia in veste di sensore come pelle artificiale, da applicare sulla superficie di robot umanoidi, o come Energy Harvester, in grado di raccogliere e accumulare energia dalla compressione meccanica, ad esempio come soletta inserita in una scarpa.

La carica elettrica che ne viene generata può essere utilizzata per alimentare dispositivi miniaturizzati e portatili, che monitorino parametri biometrici come la pressione sanguigna o la concentrazione di glucosio nel sangue di un soggetto diabetico. In alternativa questi dispositivi possono generare una quantità di energia sufficiente per ricaricare un cellulare o un dispositivo GPS da polso durante una performance sportiva o una gita in montagna, rendendoci indipendenti dall'utilizzo di batterie o dalla disponibilità di prese elettriche.

In un altro esempio, i ricercatori del gruppo del Professor Wang dell'Università della Georgia hanno anche dimostrato che un singolo nanowire di ZnO lungo circa 500  $\mu\text{m}$  e con diametro compreso tra i 100 e gli 800 nm, montato su un sup-

porto flessibile e collegato elettricamente ai due capi su tale supporto, è in grado di essere sollecitato meccanicamente dal battito cardiaco di un topo e generare circa 3 mV e 30 pA ad ogni battito [4].

È evidente come questi dispositivi a base di ossido di zinco siano in grado di recuperare energia dall'ambiente, dal movimento più o meno volontario e regolare, dalle vibrazioni anche a bassa frequenza. Sono sistemi altamente versatili, portatili e miniaturizzati che permettono di generare energia da fonti rinnovabili, quindi un'energia pulita e sostenibile ■

- [1] M. Laurenti, V. Cauda, R. Gazia, M. Fontana, V. Fariás Rivera, S. Bianco, G. Canavese "Wettability control on ZnO nanowires driven by seed layer properties", EUROPEAN JOURNAL OF INORGANIC CHEMISTRY, 2013, Vol. 2013 (14), pp. 2520-2527.
- [2] V. Fariás Rivera, F. Auras, P. Motto, S. Stassi, G. Canavese, E. Celasco, T. Bein, B. Onida, V. Cauda "Length-dependent charge generation from vertical arrays of high-aspect ratio ZnO nanowires" CHEMISTRY: AN EUROPEAN JOURNAL, 2013, Vol. 19 (43), pp. 14665-14674.
- [3] [piemonte.nottedeiricercatori.it/index.php/programmi/torino/155-lana-philosophica](http://piemonte.nottedeiricercatori.it/index.php/programmi/torino/155-lana-philosophica)
- [4] Z. Li, G. Zhu, R. Yang, A.C. Wang, Z. L. Wang "Muscle-Driven In Vivo Nanogenerator" ADVANCE MATERIALS, 2010, Vol. 22, pp. 2534-2537.

ristica diffusa e localizzata applicata alla agricoltura (smart farm), nei sistemi di somministrazione di pesticidi, fertilizzanti (nanodispenser), nel controllo e localizzazione a distanza delle colture (precision farm), nel rilevamento del grado di purezza delle sostanze (Es. nano barcode), nella conservazione e monitoring alimentare, nel packaging intelligente (Es. rilevamento batteri), nei processi di purificazione dei liquidi (Es. acqua), nelle applicazioni nel settore della bonifica agricola, nel settore ecologico e controllo dell'ambiente.

## 5.6 Tessile, abbigliamento e sport

Numerose le applicazioni in questo settore, alcune disponibili già da molti anni, quali ad esempio il famoso tessuto Goretex (1980), precursore di una nuova classe di tessuti più moderni ed efficaci, costituito da pori del tessuto 20mila volte più piccoli delle particelle dell'acqua (ma permette la respirazione e la traspirazione). Si ricordano inoltre i tessuti/film/fibre idrorepellenti, autopulenti, antibatterici, isolanti, traspiranti, antimacchia, anti UV, antistatici, resistenti ai lavaggi, antifiamma, con colori mutanti e le applicazioni nel settore sport, lavoro, antinfortunistico come i polimeri anticontraffazione MPID (*Materiali Plastici Informativi Decodificabili*). Anche il settore della oggettistica sta fortemente beneficiando dei materiali in arrivo dal mondo della nanotecnologia con ad esempio le lampade ad illuminazione e purificazione aria o il settore della orologeria.

## 5.7 Costruzioni

Si ricordano in questo ambito i nuovi materiali quali le leghe a memoria di forma SMA (*Shape Memory Alloys*), le strutture portanti con nanotubi con elevatissime prestazioni meccaniche, gli additivi per materiali edili (calcestruzzo) ad alta resistenza, i siliceni termicamente conduttivi, i materiali anticorrosione, autopulenti, idrorepellenti, isolanti, antiscivolo. Interessanti applicazioni si riscontrano anche nel settore dei materiali per il recupero di edifici storici (Es. Progetto Nanomat<sup>6</sup>) o nella realizzazione dei magazzini di scorie nucleari. Particolarmente interessante l'area dei materiali impiegati in edilizia quali i materiali per rivestimenti costituiti da microscopiche sfere cave di ceramica immerse in supporto acrilico con innovative caratteristiche fisiche, quali alta riflettività nello spettro della radiazione solare dall'infrarosso fino all'ultravioletto, alta impenetrabilità da parte di agenti esterni (acqua, smog, batteri, muffe, alghe), elevata traspirabilità e resistenza all'invecchiamento.

## 5.8 Applicazioni nel settore dei Beni Culturali

In questo ambito sono da citare: l'impiego di nuovi materiali nelle operazioni di restauro/consolidamento degli edifici storici ed architettonici, delle opere d'arte, dei monumenti (es.: nanocalcinanosi per consolidamento di edifici (interni-esterni), le soluzioni pulenti, anti umidità e anti smog, la protezione ai raggi solari ed elementi inquinanti, le pellicole protettive nella valutazione

dello stato di conservazione di immobili e nella datazione ed autenticazione delle opere d'arte.

## 6 Nanotecnologie per la futura Smart City

La Smart City può essere vista come un ambiente che fa uso capillare e intensivo delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT). Quest'ultime, a loro volta, sono strettamente dipendenti dalle tecnologie di base, ossia quell'insieme di materiali e metamateriali [2], le cui caratteristiche consentono la realizzazione di dispositivi sempre più performanti. Vediamone alcuni.

### 6.1 Grafene, nanotubi, stanene e meta-materiali

Un punto di svolta (*turning point*) sulla tecnologia del carbonio si è avuto nel 2004 quando Andre Geim e Konstantin Novoselov, due ricercatori dell'Università di Manchester, mentre prelevavano campioni di grafite utilizzando dei nastri adesivi, scoprirono quasi per caso il grafene [3], ossia il materiale più sottile del mondo, costituito da un solo strato di atomi di carbonio.

Molto semplicemente, Geim e Novoselov osservarono che quando staccavano il nastro adesivo dal blocco rimaneva su di esso una patina di grafite; iterando questa operazione, che tecnicamente si chiama esfoliazione, si arriva ad un foglio di spessore atomico che è appunto il grafene. Esso è talmente sottile che viene considerato bidimensionale: per arrivare a un millimetro di spessore occorrono tre milioni di fogli di grafene sovrapposti.

<sup>6</sup> [http://www.torinoscienza.it/dossier/piemonte\\_nanotech\\_impresa\\_e\\_centri\\_di\\_ricerca\\_fanno\\_squadra\\_il\\_progetto\\_nanomat\\_4407](http://www.torinoscienza.it/dossier/piemonte_nanotech_impresa_e_centri_di_ricerca_fanno_squadra_il_progetto_nanomat_4407)



La sua sottigliezza non deve però trarre in inganno: il grafene (Figura 14) è cento volte più resistente dell'acciaio e sei volte più elastico, conduce calore ed elettricità, ha una struttura esagonale stabile e regolare ed è quasi trasparente. La scoperta del grafene, da alcuni ribattezzato il “*materiale delle meraviglie*”, valse a Geim e Novoselov il premio Nobel nel 2010.

Le proprietà del grafene e del nanotubo, sono impressionanti e i primi risultati confermano le aspettative nei settori più disparati: aerei più leggeri, connessioni Internet ancora più veloci, chip ultraveloci, retine artificiali, sequenziamento del DNA più rapido, applicazioni mediche e ambientali ritenute impossibili in precedenza, pannelli solari ad alta efficienza, batterie più compatte e durature per le auto elettriche, ecc.

Se il grafene può fregiarsi del titolo di “*materiale delle meraviglie*”, un altro nanomateriale da poco scoperto dagli scienziati della Stanford University non è da meno: si tratta dello stanene [4]. A dispetto del nome poco attraente, una combinazione della parola latina *stannum* (ossia *stagno*) e la desinenza *-ene*, Figura 15a) presenta una conducibilità elettrica prossima al 100%, assai superiore al grafene.

In altre parole ciò significa disporre della tanto ambita “*superconduttività a temperatura ambiente*”, una proprietà che i fisici definiscono isolamento topologico, indicando con essa la peculiarità di un materiale di non permettere il passaggio dell'elettricità al proprio interno e, contestualmente, non opporre alcuna resistenza al passaggio della medesima sulla sua superficie o lungo i suoi bordi.

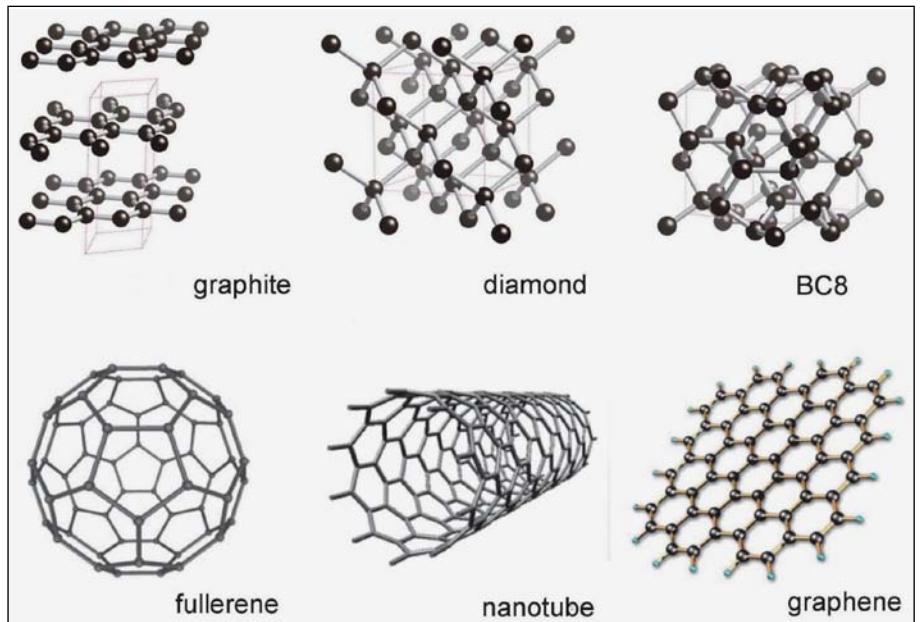
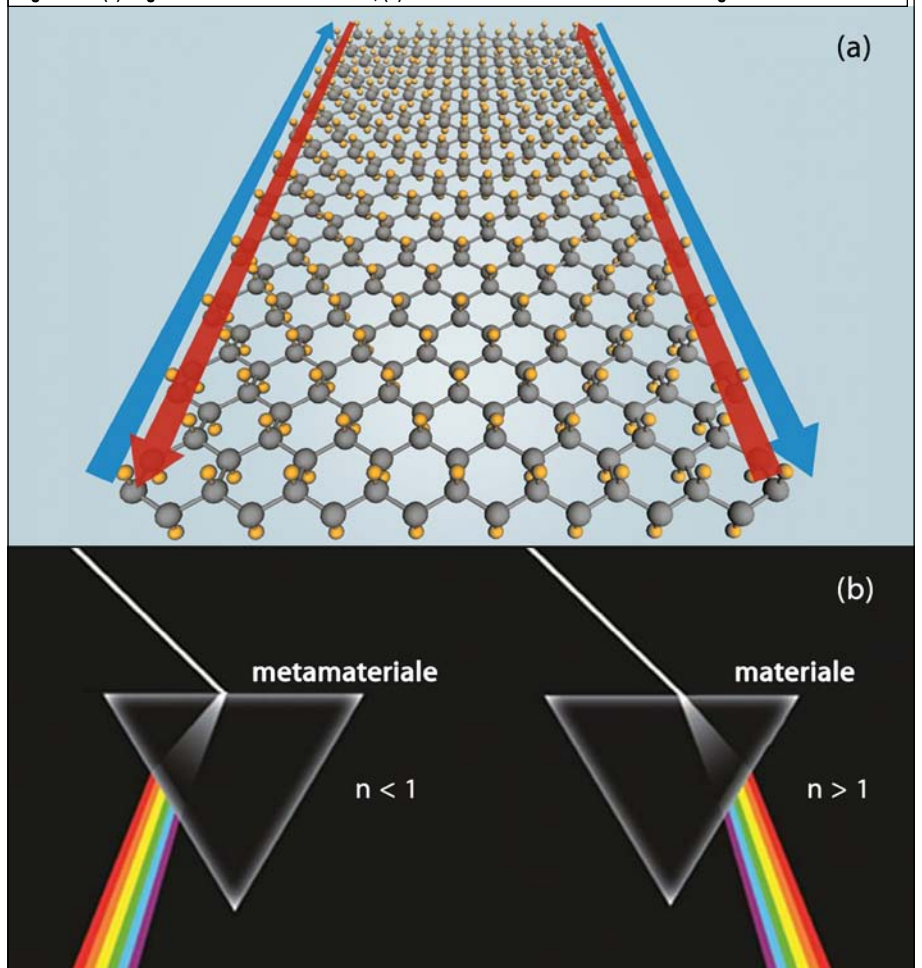


Figura 14 - Forme allotropiche del carbonio

Figura 15 - (a) Foglio monoatomico di stanene, (b) Metamateriale ad indice di rifrazione negativa carbonio



Nella comunità scientifica, questo bizzarro comportamento è conosciuto come "effetto Hall quantistico di spin" [5], un fenomeno per cui gli elettroni che circolano sulla superficie di un isolante topologico si muovono tutti nella stessa direzione senza esercitare frizione come se, in levitazione, seguissero un flusso continuo di energia.

In sintesi lo stanene potrebbe rivoluzionare il mondo della microelettronica, consentendo la realizzazione di microprocessori assai più performanti, nei quali le interconnessioni in stanene consentiranno agli elettroni un'elevatissima velocità di propagazione unitamente ad una bassissima dissipazione di potenza, in virtù della superconduttività a temperatura ambiente. Tutto ciò, utilizzando un materiale di partenza come lo stagno che è abbondante in natura e che non minaccia l'ecosistema.

Recentemente, l'uomo è stato anche in grado di produrre i metamateriali, ossia nuovi materiali costituiti da sostanze tradizionali, come metalli o semiconduttori, ma organizzati in schemi alternati in grado di modificare le proprietà collettive. In altri termini, un metamateriale acquisisce le sue proprietà dalla sua struttura piuttosto che direttamente dalla sua composizione chimica; in particolare, i meta-materiali consentono di manipolare la radiazione elettromagnetica in modi impensabili per i materiali convenzionali.

Aspetto precipuo dei metamateriali è la loro capacità di rifrangere le radiazioni elettromagnetiche in senso inverso rispetto a quelli naturali, ossia sono materiali a rifrazione negativa (Figura 15b). Per questa peculiarità, i metamateriali consentono la realizzazio-

ne di dispositivi elettromagnetici dalle caratteristiche e dimensioni impossibili da conseguire con i materiali ordinari e il loro impiego è strategico in un campo di frequenze molto vasto che si estende dalle microonde fino al dominio ottico.

L'indice di rifrazione negativa dei metamateriali consente ad esempio la realizzazione di lenti per dispositivi ad infrarossi che sono assai più piccole delle lenti tradizionali; questo consente ad esempio un'integrazione più spinta dei sensori e dei dispositivi elettro-ottici impiegati nei sistemi di telecomunicazioni. Sempre nell'ambito delle telecomunicazioni, i metamateriali hanno finalmente consentito di operare nella *Terahertz band* [6], una porzione dello spettro radio ( $300 \text{ GHz} \div 10 \text{ THz}$ ) molto promettente in ambito Smart City, che non poteva essere gestita dalle apparecchiature elettroniche convenzionali per via della frequenza eccessivamente elevata ma nel contempo presentava frequenze troppo basse per essere gestite dalle apparecchiature ottiche.

In ambito Smart City, le lenti a metamateriale hanno consentito una rivoluzionaria metodologia per il monitoraggio della qualità dell'aria che respiriamo. In particolare, nell'ambito del progetto MIRTHE (*Mid-Infrared Technologies for Health and the Environment*) [7] si stanno sviluppando microsensori che misurano la quantità delle tracce di determinati gas, sia nell'atmosfera che nella respirazione umana. Tali sensori utilizzano, per la parte analitica, anche dei laser a infrarossi. In precedenza, una capillare distribuzione sul territorio dei suddetti sensori era improponibile per via delle loro notevoli dimensioni delle lenti;

ora, con l'adozione dei microsensori a lente in metamateriale, il problema è risolto.

Vi è anche una notevole attenzione sui risultati ottenuti da alcuni ricercatori della Duke University [8] che hanno realizzato un sensore "fotografico" a metamateriale capace di comprimere le immagini già in fase di acquisizione in modo più efficiente di quanto non facciano gli attuali algoritmi JPEG. Attualmente, il nuovo sensore a metamateriale è capace di registrare immagini statiche e sequenze a 10 fps (*fotogrammi per secondo*); il fatto che la compressione avvenga nella primissima fase di acquisizione, direttamente nell'hardware anziché in una successiva fase di post-elaborazione software, elimina la necessità di altro hardware dedicato e riduce i costi legati alla memoria ed alla trasmissione delle informazioni.

## 6.2 Super accumulatori a grafene e nanotubi per il veicolo elettrico

Un team di ricercatori della Rice University [9] ha ottenuto un perfetto connubio tra un substrato di grafene e dei nanotubi fatti crescere a partire dal medesimo. Questa struttura rappresenta ad oggi il miglior materiale di interfaccia disponibile per la realizzazione degli elettrodi da impiegare nello stoccaggio dell'energia elettrica. Il team è riuscito a far crescere con successo una fitta rete di nanotubi di carbonio, che si ergono dal foglio base di grafene, estendendosi in altezza fino a  $120 \mu\text{m}$  (Figura 16a).

Questi nanotubi che si ergono dal grafene, offrono una grandissima superficie di immagazzinamento, il fattore chiave per molti impieghi, come ad esempio, la realiz-

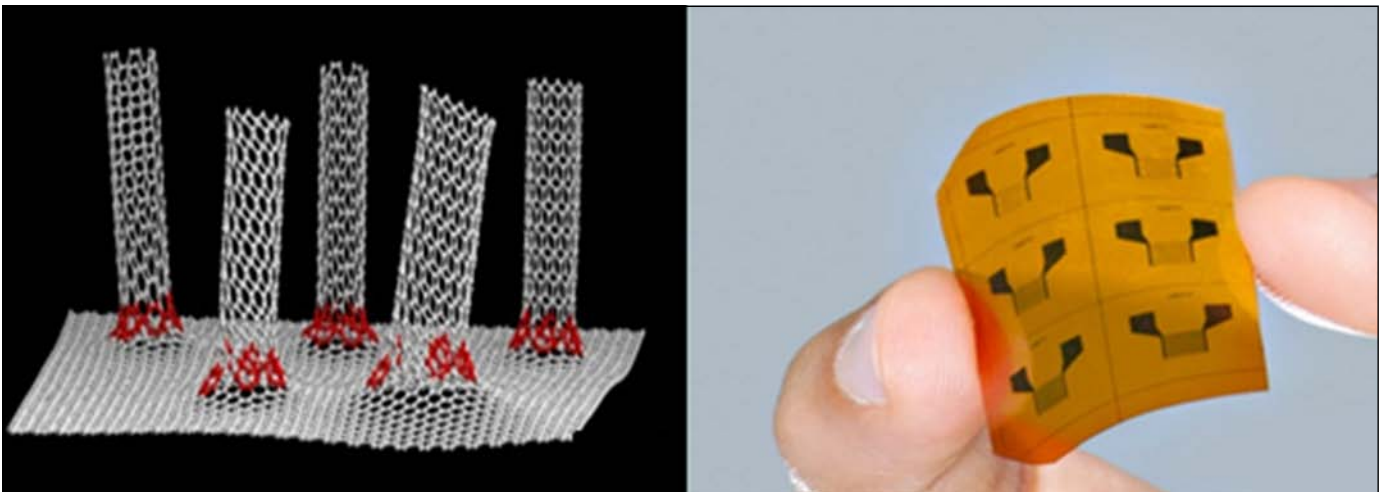


Figura 16 - (a) crescita di nanotubi, (b) batterie flessibili a nanotubi

zazione dei ultra-condensatori [10] di stoccaggio dell'energia per l'auto elettrica. Per dare un'idea di cosa si intenda per “*grandissima superficie di immagazzinamento*”, basti pensare che la struttura in questione è dell'ordine dei micron, ossia milionesimi di metro, ma, per ogni suo grammo di peso, essa offre una superficie, di oltre 2000 metri quadrati!

I ricercatori del NJIT (*New Jersey Institute of Technology*) [11] hanno già dimostrato la fattibilità delle batterie flessibili a nanotubi di carbonio (*Figura 16b*) che dovranno alimentare i futuri dispositivi elettronici wearable, ossia indossabili e quindi flessibili, come ad esempio un bracciale-smart-phone da mettere al polso. Dette batterie sono basate su una semplice architettura a due strati di film sottile tra i quali è depositato un elettrolita; la funzionalità dell'elettrodo positivo e di quello negativo sono espletate da matrici nanotubi di carbonio.

Il passaggio da questi piccoli accumulatori per i terminali mobili del futuro a quelli di potenza per l'auto elettrica è incentrato su di una storia tutta italiana. Riccardo Signorelli [12], conterraneo di Ales-

sandro Volta, entrò nel 2003 al Laboratory for Electromagnetic and Electronic Systems del MIT per un dottorato con Joel Schindall, il mago degli ultra-condensatori.

La sfida, in termini di densità di energia, tra il carburante tradizionale e l'accumulatore elettrico affrontata da Signorelli è stata assai ardua: un litro di benzina contiene 35 volte l'energia accumulata in una batteria convenzionale al piombo e 6 volte quella di una batteria agli ioni di litio, la più usata nelle auto elettriche di ultima generazione. Signorelli, sotto la guida di Schindall, puntò tutto sulle nanotecnologie ed in particolare sui nanotubi di carbonio per ottenere una batteria con densità di energia pari a quella del litro di benzina. La cosa non passò inosservata al governo americano che finanziò con 7,5 milioni di dollari la neonata FastCap Systems [13] fondata appunto da Signorelli.

I risultati non si sono fatti attendere: è stato realizzato con successo Ulysses, un ultra-condensatore più potente, più economico, più sicuro e dieci volte più capace di quelli attuali.

Un ultra-condensatore [10] funziona in base a un principio fisi-

co, non elettrochimico come le batterie, per cui può caricarsi e scaricarsi istantaneamente, fino a un milione di volte. Massima potenza nel minimo lasso di tempo. E quindi possibilità di caricare in una manciata di secondi una vettura elettrica. Finora, il rovescio della medaglia dell' ultra-condensatore era che esso richiedeva grosse dimensioni fisiche perché l'energia stoccata è proporzionale alle superfici nelle quali si immagazzina il campo elettrostatico. Per aumentare la quantità di energia stoccata, quindi, bisogna estendere al massimo le superfici disponibili. A questo fine, gli ultra-condensatori di Signorelli utilizzano i nanotubi di carbonio fatti crescere da un substrato di grafene (*Figura 16a*); come già evidenziato in precedenza, un grammo di questi nanotubi offrono una superficie di 2000 metri quadrati.

### 6.3 Nanosensori, nanoattuatori e nanoradio: l'Internet delle nanocose per la Smart City

Col termine di nanosensore si intende un dispositivo, realizza-



to con nanotecnologie, che ha il compito di tradurre le informazioni fisiche che raccoglie dal mondo nanometrico in informazioni elettriche da restituire al nostro mondo macroscopico. Per nanoattuatore si intende invece un dispositivo, anch'esso realizzato con nanotecnologie, che ha il compito di tradurre le informazioni elettriche provenienti dal nostro mondo macroscopico in movimenti meccanici da effettuare nel mondo nanometrico.

La capacità delle nanotecnologie di realizzare questi dispositivi di sensoristica e di attuazione porterà ad una rivoluzione di Internet, che per l'occasione cambierà nome in "Internet delle nanocose" [14]. Questo perché l'uomo si è presto accorto che Internet è sì un immenso deposito di conoscenze del mondo, ma non ha nessuno dei cinque sensi umani necessari a percepire gli stimoli dell'ambiente circostante e tanto meno le articolazioni fisiche per reagire ai medesimi. Nanosensori e nanoattuatori faranno proprio questo, semplificandoci "fisicamente" la vita, magari attuando automati-

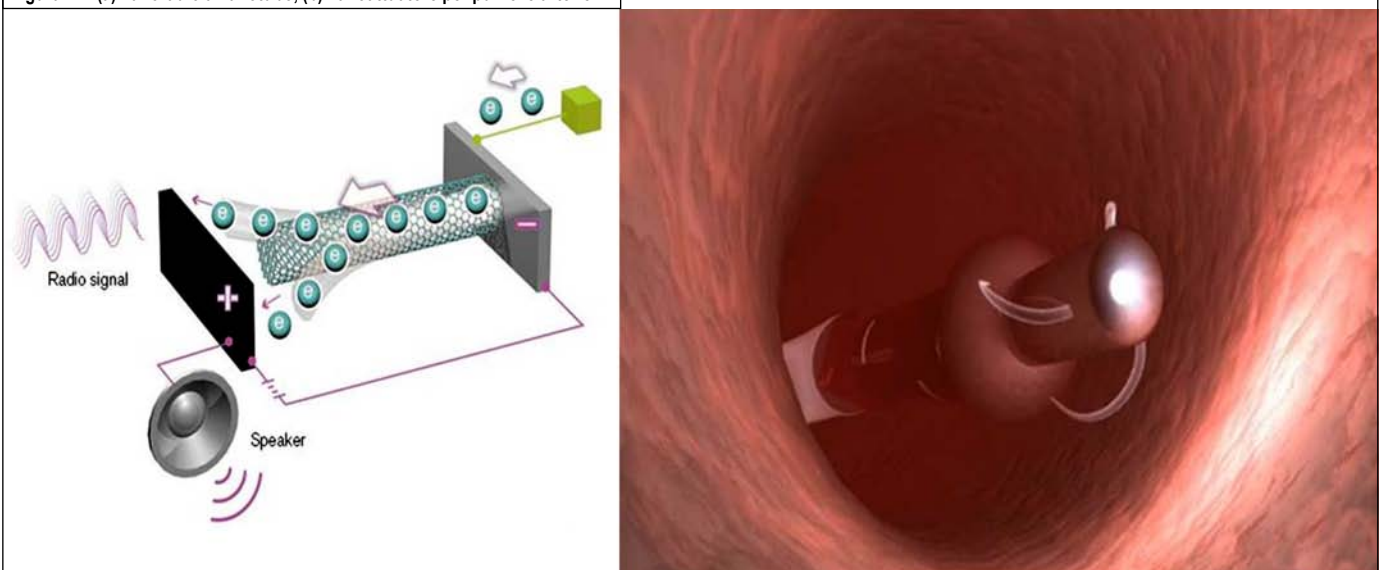
camente tutta una serie di operazioni tediose e ripetitive cui siamo costretti nel nostro vivere quotidiano. In altre parole, Internet si estenderà dal mondo virtuale al mondo degli oggetti e dei luoghi concreti.

Questa integrazione in rete fra mondo digitale e reale è in continua crescita; già oggi facciamo uso, in modo più o meno consapevole, di migliaia di sensori e attuatori implementati nelle automobili, nei gadget elettronici portatili, negli elettrodomestici ecc. Nel momento in cui questi dispositivi, comunemente chiamati "Embedded Systems" [15], interloquiranno tra di loro rappresenteranno il "sistema nervoso" della città e quindi della società. Conseguentemente, nanosensori e nanoattuatori dovranno comunicare tra di loro e col mondo esterno, motivo per cui si rende necessario anche un dispositivo "nanoradio". Fortunatamente, un nanotubo è già una nanoradio completa (Figura 17a), perché può funzionare come antenna, sintonizzatore, amplificatore e demodulatore. Per chi conosce le basi funziona-

li di un semplice ricevitore radio rimarrà sorpreso dalla semplicità del funzionamento. Il nanotubo non si comporta da antenna nel senso convenzionale del termine. Ciò vuol dire che, invece di catturare le onde elettromagnetiche elettricamente, le raccoglie in maniera meccanica. Ciò dipende dalla frequenza di risonanza naturale del nanotubo. Appena incontra delle onde radio che corrispondono a tale frequenza, il nanotubo inizia a vibrare all'unisono con le onde, sintonizzandosi su quel segnale radio.

Siccome il nanotubo è posto tra due elettrodi ai quali è applicata una tensione, le vibrazioni del nanotubo alterano la corrente tra i medesimi, e le vibrazioni meccaniche vengono così convertite in un segnale elettrico. Inoltre, questo meccanismo è per sua natura asimmetrico e permette alla corrente di fluire in una sola direzione, allo stesso modo dei diodi e rettificatori impiegati nei demodulatori radio. Quindi il nanotubo funge anche da demodulatore fornendo in uscita il segnale a bassa frequenza desiderato (es. musi-

Figura 17 - (a) nanoradio a nanotubo, (b) nanoattuatore per pulire le arterie



ca). Per sintonizzare una stazione diversa, è sufficiente cambiare la frequenza di risonanza del nanotubo, variando il voltaggio applicato tra gli elettrodi.

La convergenza tra Telco, Media ed Elettronica di Consumo sta portando sempre più alla necessità di interpretare come dispositivi in rete oggetti molto diversi e precedentemente non connessi tra loro. Grazie allo sviluppo delle nanoradio [16] e della sensoristica, gli oggetti acquisiscono la capacità di interagire tra loro, anche senza l'intervento dell'uomo e, necessariamente, aumentano le proprie capacità di autoconfigurarsi e autogovernarsi, guidati da informazioni prelevate autonomamente dal contesto nel quale operano (*Context Awareness*).

A titolo di esempio, una significativa applicazione dei nanoattuatori è stata ottenuta in ambito medicale da ricercatori australiani della Monash University di Melbourne [17]: si tratta di un dispositivo a forma di cilindretto (*Figura 17b*) che viene iniettato nell'arteria femorale: da qui si muove grazie ad un motore piezoelettrico. Grazie a una coda che si muove come se fosse un'elica, il nanoattuatore riesce quindi a "viaggiare" nel flusso sanguigno fino al punto desiderato. Dotato di microtelecamera e guidato da un chirurgo, può raggiungere il punto da operare e intervenire con grande precisione con i suoi nanostrumenti.

Per quanto concerne i nanosensori in un contesto "*Smart Cities*" è d'obbligo mostrare una loro applicazione nel campo del monitoraggio dell'inquinamento dell'aria e delle acque. È significativa a questo proposito l'innovazione condotta dall'ENEA per questi nanosensori basati su tecnologie

di film sottili che impiegano nanotubi di carbonio.

Sono questi componenti innovativi che hanno consentito alla centralina di monitoraggio *Nasus* di aumentare la capacità di rilevare un determinato inquinante, anche se presente a concentrazioni bassissime in tracce dell'ordine di qualche decina di parti per miliardo. Per esempio, con i sensori di *Nasus* è possibile misurare il livello di attenzione (100 ppb, parts per billion, parti per miliardo) ed il livello di allarme (200 ppb) dell'*NO2* (*biossido di azoto*) presente nell'aria secondo le normative italiane vigenti.

Le dimensioni dei nanosensori impiegati in *Nasus* permettono l'elevata reattività chimica con le specie gassose da rivelare in quanto le dimensioni molecolari sono paragonabili e quindi vi è alta interazione con il nanomateriale assorbente a base di nanotubi di carbonio.

## 6.4 Miliardi di nano-oggetti comunicanti: e le batterie?

Se ipotizziamo, probabilmente per difetto, che in un futuro nemmeno remoto ogni nucleo familiare potrebbe avere 1000 nano-oggetti connessi in reti ed una Smart City media potrebbe avere 5 milioni di abitanti (*media mondiale*) è ragionevole stimare una presenza di 5 miliardi di oggetti per città intelligente. Anche il più minimale di questi oggetti conterrà un nanosensore, un nanoprocessore ed una nanoradio e quindi richiederà una batteria. Sorge spontanea la domanda: quanto costano 5 miliardi di batterie in termini di produzione, manutenzione e smaltimento?

La risposta è semplice: non si useranno più le batterie, ma si ricorrerà all'*energy scavenging*, talvolta chiamata anche *energy harvesting*. Con questi termini si intende l'insieme di nanotecnologie atte a tradurre le forme di energia presenti nell'ambiente circostante (*luce, suoni, vento, vibrazioni, calore, campi elettromagnetici, ecc.*) in energia elettrica necessaria ad alimentare gli oggetti comunicanti.

In questo contesto, una promettente applicazione nanotecnologica proviene dal MIT di Boston [18], dove un gruppo di ricercatori ha utilizzato nanotubi di carbonio per produrre chimicamente un materiale in grado di immagazzinare nei legami molecolari una grande quantità di energia solare termica e trattenerla a lungo. Il meccanismo di base è noto da tempo: vi sono composti molecolari che, se colpiti dalla luce solare, cambiano conformazione, immagazzinando in tal modo l'energia ricevuta. Quando la si voglia recuperare, occorre stimolare i composti (tramite calore, luce, una reazione chimica o l'applicazione di una tensione, a seconda del caso), i quali vanno incontro ad una trasformazione che li riporta nel suo stato iniziale liberando l'energia.

L'innovazione introdotta dal team del MIT consiste nell'aver impiegato dei nanotubi di carbonio per intrappolare in modo vicino ed ordinato le molecole del composto deputato all'immagazzinamento energetico (*Figura 18a*), evitando così che quest'ultimo si disperda disordinatamente come accadeva in precedenza. Il team del MIT afferma che questa nuova struttura a nanotubi ha una densità energetica volumetrica, ossia una capacità di immagazzinare energia, 10.000



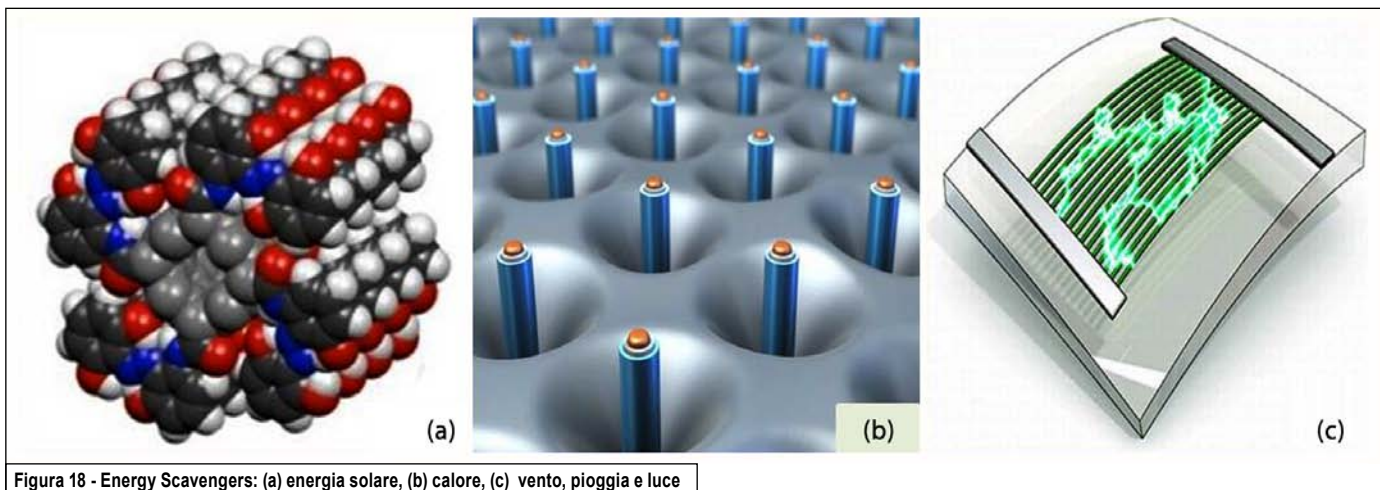


Figura 18 - Energy Scavengers: (a) energia solare, (b) calore, (c) vento, pioggia e luce

volte maggiore di quella ottenibile in passato con i soli composti molecolari non intrappolati: ciò è equivalente o addirittura superiore alla capacità di una moderna batteria a ioni di litio.

Per quanto riguarda la conversione del calore in energia elettrica esistono da molti anni dispositivi basati sull'effetto Seebeck, ossia un effetto termoelettrico per cui, in un circuito costituito da conduttori metallici o semiconduttori, una differenza di temperatura genera elettricità. Il problema di questi dispositivi è la bassa resa e, soprattutto il fatto che, in natura, la differenza di temperatura tra due punti ha come conseguenza l'instaurarsi di un flusso di energia termica dal punto caldo al punto freddo fino al raggiungimento dell'equilibrio termico.

Ovviamente, una volta raggiunto l'equilibrio termico non è più possibile ottenere energia elettrica per effetto Seebeck. Paradossalmente, l'ideale sarebbe disporre di un materiale che garantisca alta conducibilità elettrica, per abbassare la resistenza interna, e, al contempo, bassa conducibilità termica per mantenere il gradiente termico più alto possibile. Gli ultimi due requisiti sono tipica-

mente inconciliabili nei materiali tradizionali che, se sono dei buoni conduttori elettrici, sono anche buoni conduttori termici.

Grazie alle nanotecnologie, di recente sono stati sperimentati materiali nanostrutturati che mirano a raddoppiare l'efficienza rispetto ai dispositivi realizzati con materiali tradizionali. È il caso dei ricercatori del CALTECH (*California Institute of Technology*), che, guidati dal professore di chimica James Heath, hanno realizzato nuovi materiali [19] che possono incrementare l'efficienza dei dispositivi termoelettrici. In particolare, i ricercatori sono riusciti a separare la relazione tra conducibilità termica e quella elettrica riducendo in modo significativo la conducibilità termica dei fili nanometrici di silicio (*Figura 18b*) senza ridurre in modo apprezzabile la loro conducibilità elettrica.

Altrettanto promettenti i risultati conseguiti presso l'IMRI (*Institute for Materials Research and Innovation*) dell'Università britannica di Bolton [20], dove è stato creato un dispositivo di scavenging ibrido, in grado di catturare l'energia da tutti e tre gli elementi atmosferici, vento pioggia e luce,

per alimentare gli oggetti posti all'aperto (*Figura 18c*).

Questo dispositivo, flessibile come un nastro, è composto da diversi elementi nanostrutturati sovrapposti. Il rivestimento polimerico esterno del dispositivo, in PVDF (*fluoruro di polivinilidene*), quando è stimolato dal vento o dalle gocce di pioggia trasmette il movimento ai materiali ceramici piezoelettrici sottostanti che portano alla generazione di elettricità. Lo stesso nastro è poi ricoperto con un pellicola fotovoltaica ultra sottile e flessibile a nanotubi ed è completato dalla presenza di due elettrodi alle estremità. Contestualmente, il team l'IMRI sta realizzando indumenti rivestiti da questo dispositivo flessibile, grazie al quale è possibile produrre energia elettrica con i movimenti del corpo, e ricaricare dispositivi mobili come cellulari, tablet o altro.

In una Smart City, sia in ambiente indoor che outdoor, vi è poi ampia disponibilità di vibrazioni: elettrodomestici, macchinari industriali, mezzi di trasporto e strade presentano frequentemente vibrazioni con un livello energetico tale da rendere interessante una loro conversione in elettricità tramite degli *energy scavenger*, che pos-

sono essere di tipo piezoelettrico, elettrostatico ed elettromagnetico. In altri termini, le vibrazioni meccaniche vengono convertite in energia elettrica. Ad esempio, in diverse città europee sono già presenti delle pedane stradali: quando vi transitano le automobili, il loro peso comprime le pedane che, grazie a sistemi a dinamo, o a placche piezoelettriche oppure elettrostatiche, generano una rimarchevole quantità di energia che è poi destinata all'alimentazione dei sensori e degli attuatori che gestiscono la viabilità intelligente.

Infine, è anche possibile estrarre energia dai campi elettromagnetici che oggi risultano molteplici e pervasivi: basti pensare ai campi elettromagnetici irradiati dalle trasmissioni radio-televisive, dal GSM, UMTS nonché dalla banda ISM [21] a 2.4GHz che include tecnologie quali il Wi-Fi, il Bluetooth, lo ZigBee ecc. Questa estrazione di energia elettrica dai campi elettromagnetici circostanti è resa possibile grazie all'impiego di un dispositivo chiamato *rectenna* [22], contrazione di "rectifying antenna". Essa è sostanzialmente composta da un diodo Schottky collegato tra i dipoli di un'antenna. Il diodo rettificata la corrente indotta sull'antenna dal campo elettromagnetico incidente convertendola in corrente continua. L'energy scavenging tramite *rectenne*, è una tecnologia a basso costo e impatto ecologico e ambientale nullo, con innumerevoli risvolti applicativi nell'internet delle nanocose.

## 7 Le problematiche legate al settore delle nanotecnologie

Le nanotecnologie però non devono essere viste come una pa-

nacea; esistono delle problematiche, come ad esempio il fatto che dispositivi nanotecnologici sono piccoli, piccolissimi, poco visibili e trattabili con difficoltà. Ciò può portare a possibili rischi per la salute e per l'ambiente. I rischi legati alle dimensioni nano possono essere così sintetizzati:

- dispersione nell'ambiente, assorbimento, contatto, tossicità, estrema reattività...;
- trattamento delle scorie e del loro smaltimento;
- sicurezza nei processi produttivi ed all'impiego di prodotti nanotech;
- rischi legati all'intero ciclo di vita dei dispositivi nanotech;
- aspetti etici ("la Nanotecnologia divide, è una tecnologia dei ricchi e aumenta il technology Divide").

E inoltre da ricordare che a livello internazionale cresce la consapevolezza delle problematiche connesse ad un corretto approccio al mondo delle nanotecnologie e sono in corso studi per approfondire le conoscenze nel settore ed ottenere ad esempio metodi comuni per misurare l'eventuale tossicità dei nanomateriali o il loro impatto lungo l'intero ciclo di vita, piuttosto che valutare come "mescolare" il nanoelemento con sostanze neutre senza "problemi".

## Conclusioni

In questo articolo si è brevemente introdotto il mondo delle nanotecnologie che già oggi trovano impiego in molti settori industriali. In particolare, ci si è soffermati sul mondo della nano-elettronica e delle reti di TLC, dove i circuiti elettro-fotonici possono svolgere un ruolo prestazionale rimarche-

vole in termini di velocità di trasmissione dei segnali e della loro elaborazione.

Fino a ieri, uno degli ostacoli maggiori per conseguire questo obiettivo era rappresentato dal basso livello di integrazione fisica degli attuali circuiti fotonici (*dimensioni di alcuni millimetri*) che, conseguentemente, erano presenti in numero ridotto all'interno in un chip, svolgendo così un numero limitato di funzioni. Grazie all'avvento dei nanotubi di carbonio e dei metamateriali, oggi questo problema è stato ovviato, producendo così chip elettro-ottici sempre più compatti e performanti in termini di velocità e capacità di elaborazione.

Le recenti nanotecnologie stanno inoltre rendendo disponibili nanosensori e nanoattuatori a basso costo ed elevata affidabilità, trasformando così Internet da come la conosciamo all'Internet delle cose (IOT), ossia la trasmissione della medesima dal mondo virtuale a quello degli oggetti e dei luoghi concreti. Questa integrazione in rete fra mondo digitale e reale è in continua crescita; già oggi facciamo già uso, in modo più o meno consapevole, di migliaia di sensori e attuatori implementati nelle automobili, nei gadget elettronici portatili, negli elettrodomestici ecc.

Di fatto, le nanotecnologie stanno operando un mutamento concettuale e radicale dell'ambiente fisico che ci circonda e del nostro futuro stile di vita: nanosensori, nanoattuatori e nano-elettronica di processamento diverranno sempre più pervasivi e microscopici, tanto che già si parla di "Internet delle nano-cose".

Nell'Internet delle nano-cose, telefonini, videocamere e quant'altro potrebbero letteralmente

“sparire”, nel senso che le loro nano-dimensioni li rendono invisibili all’occhio umano, ma allo stesso tempo essi saranno ovunque attorno a noi. Interloquiranno con noi e interloquiranno tra di loro al fine di offrire in tempo reale la miglior risposta alle nostre precise esigenze.

Infine, le nanotecnologie stanno provvedendo anche alle modalità con cui questa miriade di nano-oggetti dovranno essere alimentati; è infatti impensabile l’uso di miliardi di batterie in termini di costo, manutenzione e smaltimento. Già oggi, oggetti nanotecnologici eseguono l’*energy scavenging*, ossia catturano l’energia ambientale circostante, presente sotto forma di *luce, suoni, vento, vibrazioni, calore, campi elettromagnetici, ecc.*, e la convertono in energia elettrica ■



## Bibliografia

- [1] Smart Grid, [http://it.wikipedia.org/wiki/Smart\\_grid](http://it.wikipedia.org/wiki/Smart_grid)
- [2] Metamateriale, <http://it.wikipedia.org/wiki/Metamateriale>
- [3] Grafene, <http://it.wikipedia.org/wiki/Grafene>
- [4] Stanene, <https://www6.slac.stanford.edu/news/2013-11-21-tin-super-material-stanene.aspx>
- [5] Effetto Hall quantistico di spin, [http://it.wikipedia.org/wiki/Effetto\\_Hall\\_quantistico](http://it.wikipedia.org/wiki/Effetto_Hall_quantistico)
- [6] Bella Valter, “Raggio t: proprietà e applicazioni della Terahertz band”, Notiziario tecnico Telecom Italia, n°2 – 2013 - <http://www.telecomitalia.com/tit/it/innovation/notiziario-tecnico.html>
- [7] MIRTHER project: <http://www.mirthecenter.org/>
- [8] “Metamaterial Apertures for Computational Imaging”, Science 18 January 2013, Vol. 339 no. 6117 pp. 310-313, <http://www.sciencemag.org/content/339/6117/310>
- [9] “A seamless three-dimensional carbon nanotube graphene hybrid material”, Nature Communications 3, Article number: 1225, Published 27 November 2012 <http://news.rice.edu/2012/11/27/james-bond-a-graphenenanotube-hybrid/>
- [10] Ultra-condensatore, <http://it.wikipedia.org/wiki/Supercondensatori>
- [11] “Researchers at NJIT have developed a flexible battery made with carbon nanotubes”, New Jersey Institute of Technology <http://www.njit.edu/features/faculty/flexible-battery.php>
- [12] Riccardo Signorelli, [http://www.fastcapsystems.com/about\\_us/our-team](http://www.fastcapsystems.com/about_us/our-team)
- [13] FastCap Systems, <http://www.fastcapsystems.com/>
- [14] Ian F. Akyildiz, Josep Miquel Jornet, “The Internet of Nanothings”, Georgia Institute Of Technology, <http://www.ece.gatech.edu/research/labs/bwn/surveys/nanothings.pdf>
- [15] Embedded System, [http://en.wikipedia.org/wiki/Embedded\\_system](http://en.wikipedia.org/wiki/Embedded_system)
- [16] Nanoradio. <http://en.wikipedia.org/wiki/Nanoradio>
- [17] Monash University, Melbourne, Australia, <http://www.monash.edu.au/>
- [18] Marco Bernardi, Jeffrey C. Grossman “Optimal Sunlight Harvesting in Photovoltaics and Photosynthesis”, [http://zeppola.mit.edu/pubs/Marco\\_JPCC\\_2013.pdf](http://zeppola.mit.edu/pubs/Marco_JPCC_2013.pdf)
- [19] “Nuovi materiali nanostrutturati per aumentare l’efficienza dei convertitori termoelettrici”, <http://blog.crit-research.it/?p=1846>
- [20] IMRI (Institute for Materials Research and Innovation) - <http://www.bolton.ac.uk/IMRI>
- [21] ISM (Industrial, Scientific and Medical radio bands), [http://en.wikipedia.org/wiki/ISM\\_band](http://en.wikipedia.org/wiki/ISM_band)
- [22] Rectenna, <http://it.wikipedia.org/wiki/Rectenna>

valter.bella@telecomitalia.it  
 valentina.cauda@iit.it  
 marco.debortoli@telecomitalia.it  
 angelantonio.gnazzo@telecomitalia.it





### Valter Bella

è diplomato in Telecomunicazioni ed ha una laurea in Fisica. Fino al 2000, presso il Centro Ricerca di Telecom Italia, si è occupato di microelettronica per applicazioni radio, partecipando a numerosi progetti di ricerca in ambito nazionale ed europeo. Successivamente si è occupato di nuove tecnologie wireless e contestualmente ha affrontato lo studio delle nanotecnologie MEMS e delle antenne frattali. Dal 2006 è attivo, presso la funzione "Research & Prototyping", sul tema delle reti di sensori ed attuatori wireless con particolare riferimento alla parte radio ed alle tecnologie alternative alle batterie quali l'*energy scavenging* e la *wireless power transmission*. È autore di parecchie pubblicazioni e brevetti internazionali.



### Valentina Cauda

ingegnere chimico con Dottorato di Ricerca in Scienza e Tecnologia dei Materiali al Politecnico di Torino, dopo un breve periodo all'Università di Madrid, ha trascorso tre anni come ricercatrice presso l'Università di Monaco di Baviera lavorando sulle nanoparticelle per il rilascio controllato di farmaci. Dal 2010 è ricercatrice Post-Doc presso la sede di Torino dell'IIT (Istituto Italiano di Tecnologia), Center for Space Human Robotic. Si occupa della sintesi chimica di nanomateriali e del loro studio per applicazioni in ambito sensoristico, fotovoltaico e di generazione di energia. Per la sua attività di ricerca ha ricevuto nel 2010 il premio per giovani ricercatori dei Dipartimenti di Chimica e Biochimica dell'Università di Monaco di Baviera, e nel 2013 ha vinto il primo premio della 2<sup>a</sup> Edizione di Giovedì Scienza. È autrice di oltre 50 pubblicazioni su riviste scientifiche internazionali ad alto impatto.



### Marco De Bortoli

perito elettronico in telecomunicazioni, entra in Azienda nel 1973, dove ha sviluppato ricerca sui sistemi di trasmissione in fibra ottica per applicazioni sia in rete di accesso sia per lunga distanza, partecipando a numerosi progetti internazionali (Race ed Eurescom). Si è impegnato inoltre nella standardizzazione internazionale sulle reti di accesso sia in ambito ITU sia in ambito ETSI anche in veste di coordinatore nazionale del gruppo di esperti del settore, per poi concentrarsi sullo studio degli aspetti connessi alle reti di accesso di prossima generazione NGAN (Next Generation Access Network), con particolare attenzione al benchmarking internazionale, all'introduzione di nuove tecnologie ed ai trend evolutivi della rete e dei servizi. Successivamente ha operato, nelle funzioni Strategy e Innovation, nelle attività di valutazione dei trend tecnologici e dei servizi ICT per gli sviluppi di business nel settore Telco.



### Angelantonio Gnazzo

fisico, entra in Azienda nel 1988, dove, fino al 1996, ha lavorato nel campo delle tecnologie per le fibre ottiche, contribuendo alla realizzazione di fibre ottiche speciali e alla realizzazione di dispositivi selettivi in lunghezza d'onda, di modulatori di potenza e di amplificatori ottici. Fino al 2000, la sua attività ha riguardato gli aspetti di misura sui portanti fisici e sugli impianti di telecomunicazione. Da allora sta lavorando su tematiche di home networking, con particolare attenzione alle attività riguardanti lo studio e l'integrazione delle reti e dei terminali nell'ambito di scenari di servizio multi-play. Ha inoltre partecipato a diversi progetti nazionali ed europei, nonché seguito gruppi di normativa, in ambito sia Access Network sia Home Network. È autore/co-autore di circa 60 lavori tra memorie ed articoli scientifici ed è IEEE Senior Member.



# OLTRE LA TV AD ALTA DEFINIZIONE

Diego Gibellino, Daniele Mazzone



**N**egli ultimi anni si è verificato un cambiamento epocale nel settore della produzione cinematografica e televisiva con l'avvento dei formati digitali. Si è trattato di una vera e propria rivoluzione che ha coinvolto l'intera filiera di confezionamento dei prodotti multimediali, incidendo non solo sull'industria dell'audiovisivo in senso stretto, ma anche su quella della *consumer electronics* e delle reti di comunicazione e aprendo nuove opportunità di convergenza e sviluppo.

Come nel campo della fotografia, la qualità delle immagini digitali in movimento è cresciuta costantemente, puntando ad emulare la ricchezza cromatica e la resa dei dettagli tipiche della pellicola. Con i formati ad altissima risoluzione e le tecnologie di fabbricazione dei *display* introdotte recentemente, di cui il 4K e gli schermi OLED sono esempi di successo, la rincorsa sembra giunta al termine. Il presente articolo fa il punto sugli ultimi sviluppi evidenziandone le grandi potenzialità<sup>1</sup>.

## 1 I formati del video digitale

### 1.1 Dall'analogico al Full HD

Storicamente il segnale televisivo digitale è stato rappresentato in vari formati caratterizzati da risoluzioni via via crescenti:

- **LDT** (*Low Definition TV*): formato a risoluzioni più basse di quella standard e spesso comparabile in termini di resa all'analogico;
- **SDTV** (*Standard Definition TV*): formato con *frame* interlacciati in modalità 480i o 576i e aspect ratio 4:3, presenta lo stesso aspetto della tradizionale TV analogica (a meno delle immagini "nevose" e dei rumori statici dovuti alla trasmissione);
- **EDTV** (*Enhanced Definition TV*): formato a 60 fps o 50 fps

progressivi, con 480 o 576 linee e sovente *aspect ratio* 16:9;

- **HDTV** (*High Definition TV*): formato con risoluzione e qualità dell'immagine apprezzabilmente superiori e aspect ratio 16:9, diffuso in tre sottoformati:

- **1920×1080i**, compatibile con molti televisori a monitor CRT (*Cathode-Ray Tube*);
- **1280×720p**: compatibile con i primi dispositivi a schermo piatto, plasma e LCD (*Liquid Crystal Display*);
- **1920×1080p**: denominato anche True HD o Full HD.

### 1.2 L'Ultra HD

Risoluzioni superiori a quella della TV HD vengono indicate col termine generico di *UHD TV*, il

sistema televisivo del futuro le cui sperimentazioni si sono succedute fino ad oggi introducendo miglioramenti progressivi della qualità visiva e acustica. L'obiettivo è arrivare a trattare immagini con una risoluzione 16 volte maggiore dell'HDTV, quindi pari a 7680×4320 pixel, in un formato classificato come 8K. Le risoluzioni oggi comunemente accettate per il cinema digitale sono tuttavia quelle dei formati 2K (2048×1080 px) e 4K (4096×2160 pixel); quest'ultimo, in particolare, presenta sostanzialmente una risoluzione quadrupla rispetto a quella del Full HD (*Figura 1*).

Per le applicazioni dell'alta definizione si usa attualmente il formato 1920×1080 4:2:2 (le componenti di cromaticità Cb e Cr sono sottocampionate di un fattore due rispetto alla luminanza Y): per ogni linea vi sono cioè 1920 cam-

<sup>1</sup> L'articolo costituisce la sintesi di uno studio prodotto dall'ing. Fabio De Lazzari nell'ambito di uno stage effettuato presso Telecom Italia a conclusione di un Master universitario di II livello in Innovazione di reti e servizi nel settore ICT



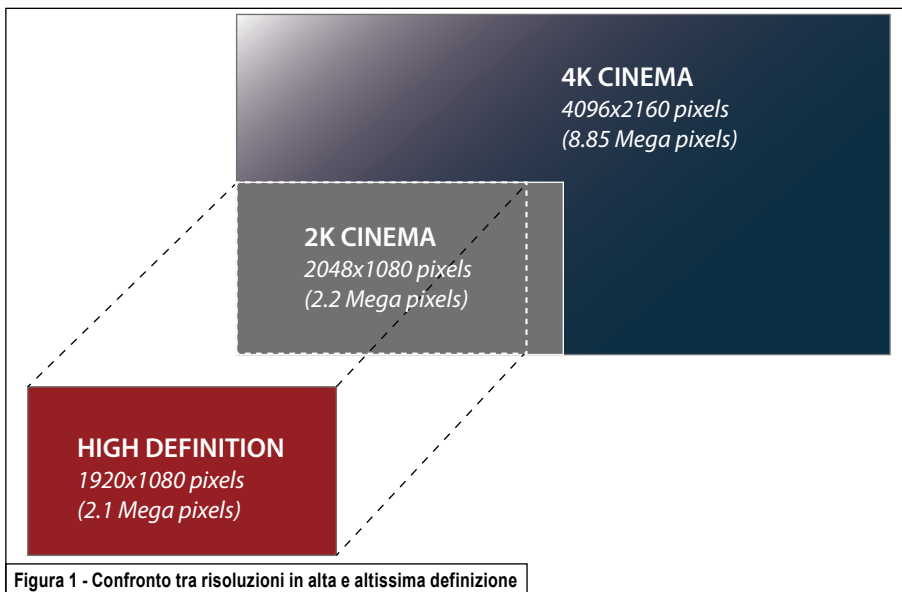


Figura 1 - Confronto tra risoluzioni in alta e altissima definizione

pioni (*sample*) Y e 960 ciascuno per Cb e Cr, in totale 3840 campioni; ogni *frame* contiene quindi  $3840 \times 1080 = 4.147$  Msample e, se si adotta un campionamento a 10 bit, occupa 5.18 Mbyte di memoria.

Con una frequenza di 30 *frame* al secondo (60 *field*) si producono 155 Mbyte/s e un'ora di registrazione richiede 560 GB. Nel caso del formato 2K (4:4:4, 10 bit *sampling* in spazio colori RGB, risoluzione  $2048 \times 1080$  a 24 fps) un *frame* occupa circa 12 MB e un'ora di registrazione circa 1.04 TB.

Poiché il formato 4K ha dimensioni lineari doppie rispetto a quello 2K, il numero di *pixel* dell'immagine e l'occupazione di memoria si quadruplicano.

## 2 Gli standard per la codifica delle immagini

### 2.1 Evoluzioni di MPEG

Se i principali fattori tecnologici alla base dello sviluppo del cinema digitale (strumenti per il trat-

tamento dei segnali ad alta risoluzione ai vari stadi della catena produttiva, aumento delle capacità di *storage* e di trasferimento dati) sono in via di consolidamento, ancora in fase di definizione appaiono le normative riguardanti i livelli di qualità e le specifiche standard propedeutiche ad un pieno dispiegamento commerciale. Nel 2013 è stato ufficialmente pubblicato il nuovo standard HEVC (ISO/IEC 23008 Part 2: *High Efficiency Video Coding*) definito dal gruppo congiunto ITU-T (*ITU Telecommunication Standardization Sector*) e ISO/IEC MPEG denominato JCT-VC. È caratterizzato in particolare da due profili di tipo Main ad 8 o 10 bit di profondità di colore, indirizzati a varie applicazioni quali *broadcast* TV, IPTV (TV su rete IP), videocomunicazione, telepresenza e comunicazione mobile. HEVC è stato definito per offrire un risparmio di banda del 40-50% rispetto a H.264/AVC a parità di qualità dell'immagine, introducendo nuove tecnologie di compressione (*tool*) specifiche per contenuti a risoluzione HD e oltre. Nel complesso, HEVC propone un

compromesso ottimale tra complessità computazionale, tasso di compressione, robustezza agli errori e ritardi di *processing* e introduce significativi passi avanti sul fronte della qualità dell'immagine espressa in termini di *range* dinamico, *gamut* e *noise reduction*; si presenta quindi come soluzione ideale per la televisione ad alta definizione e oltre, essendo per di più in grado di gestire risoluzioni che vanno dal QVGA (*Quarter Video Graphics Array*) al 1080p, fino a risoluzioni di  $8192 \times 4320$  *pixel* e *frame rate* fino a 300 fps.

### 2.2 Evoluzioni di HDMI

Un elemento importante verso il supporto di risoluzioni oltre l'HD è la disponibilità della nuova interfaccia standard della consumer electronics HDMI (*High-Definition Multimedia Interface*) 2.0: questa, rilasciata nel settembre 2013 durante l'IFA 2013 a Berlino, offre 18 Gbit/s di banda passante massima totale (6 Gbit/s per canale) e supporta, tra l'altro, la risoluzione 4K (2160p) a 60 fps (30 fps in 3D). Le nuove specifiche HDMI 2.0 non includono la definizione di nuovi cavi o connettori; gli attuali cavi "HDMI High Speed" e "HDMI High Speed with Ethernet" consentono infatti già l'aumento di banda passante richiesto dalle nuove risoluzioni introdotte.

### 3 Le tecnologie di ripresa e di registrazione

Negli ultimi tempi notevoli sviluppi da parte di grandi firme dell'industria cinematografica hanno fatto compiere parec-

## I formati video MPEG

Il Moving Picture Experts Group è un gruppo di lavoro ISO/IEC (*International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission*) che si occupa dello sviluppo di standard internazionali per la compressione, la decompressione, l'elaborazione e la codifica di immagini in movimento e di audio per una svariata serie di applicazioni. Ha iniziato i suoi lavori nel 1988 sotto la guida di 25 esperti, coordinati da Leonardo Chiariglione, elaborando standard di elevata efficienza per il video digitale che sono stati poi adottati nei formati impiegati per il DVD e la DTT (*Digital Terrestrial Television*), aprendo così la strada alla rappresentazione di immagini compresse ad alta qualità.

Lo standard MPEG-1 produce filmati compressi a 1.2 Mbit/s ed è indirizzato al video su CD-ROM; il formato compresso MPEG-1 Audio Layer 3 (MP3) viene invece utilizzato nei più vari contesti ed è molto diffuso su Internet. Lo standard MPEG-2 comprende una serie di specifiche per la compressione *intra* e *inter-frame* imperniata su algoritmi DCT applicati a blocchi di *pixel* e con funzioni di quantizzazione simili a quelle

in uso nello standard JPEG, organizzate per 'livelli' e 'profili', che garantiscono qualità adatte a diverse applicazioni, da quella del video VHS (*Video Home System*) fino all'HDTV.

Per la DTT e il DVD, in particolare, si utilizzano *bitrate* intorno ai 4 Mbit/s, con un guadagno enorme rispetto ai 180 Mbit/s del video non compresso. Lo standard MPEG-4/AVC (conosciuto anche con la sigla H.264) copre le aree della televisione digitale ad alta definizione, della grafica interattiva (immagini di sintesi) e della multimedialità su Web; sfrutta algoritmi di compressione simili a quelli di MPEG-2, ma più potenti e capaci di produrre *bitrate* molto bassi. Storicamente, le caratteristiche di MPEG-2 sono risultate adatte a coprire le necessità del mercato del video digitale per molti anni, tuttavia nuovi algoritmi di compressione si sono resi necessari con il superamento da parte delle tecnologie di visualizzazione dei limiti dei display 1920×1080.

Nel 2010, MPEG e ITU-T hanno creato un JCT-VC (*Joint Collaborative Team on Video Coding*) per la definizione di un nuovo codec denominato HEVC, con

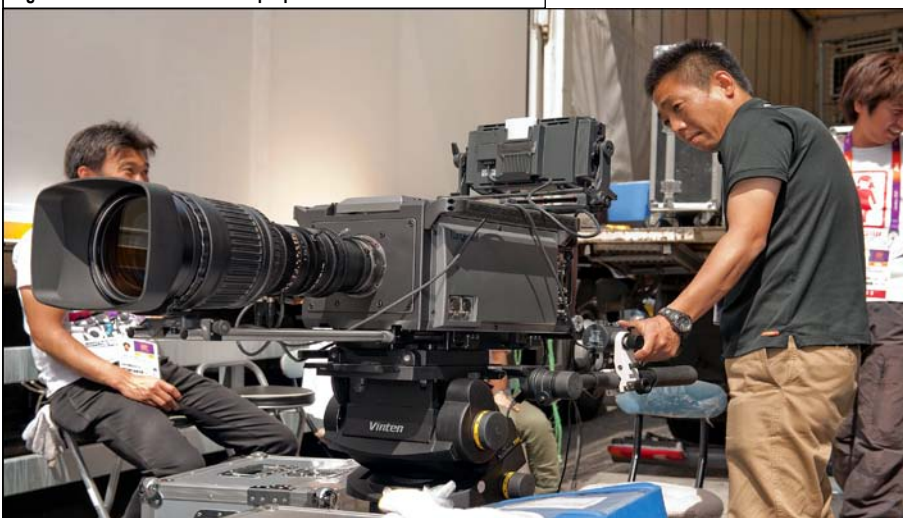
l'obiettivo di ridurre del 40-50% il *bitrate* necessario a pari qualità rispetto alla codifica AVC/H.264. HEVC introduce per la prima volta un insieme di strumenti di compressione progettati per contenuti ad alta risoluzione e tecniche normative per la parallelizzazione delle operazioni di decodifica su piattaforme *multi-core* e *multi-processor*.

Nel Gennaio 2013 lo standard HEVC è stato finalizzato nella sua prima versione, dieci anni dopo la pubblicazione di AVC/H.264. HEVC sta riscuotendo un enorme interesse da parte dell'*industry*: *broadcaster*, operatori, OTT *service provider* e *manufacturer* hanno presentato, sin da metà 2013, i primi prototipi basati su implementazioni *software* e li hanno utilizzati in *trial* ed eventi dimostrativi.

È prevista una graduale introduzione di HEVC in servizi commerciali nel corso del 2014, principalmente per servizi OTT VoD via Internet. La disponibilità di *chipset* con supporto alla decodifica HEVC in *hardware* nel corso del 2014 dovrebbe permetterne poi una diffusione sostanziale nel mercato dei ricevitori televisivi (*connected TV* e STB) a partire dalla *lineup* di prodotti 2015 ■

chi passi avanti sul piano del *workflow* di produzione, del peso e dell'ergonomia delle attrezzature, delle tecnologie di storage e della qualità di archiviazione del girato. Fino a pochi anni fa, infatti, la nozione di immagine a risoluzione 4K fungeva da puro termine di paragone per valutare quanto il materiale acquisito in digitale da una macchina da presa avesse caratteristiche vicine a quelle della pellicola 35 mm in termini di risoluzione spaziale e gli apparati richiesti erano ingombranti e costosi (Figura 2).

Figura 2 - Videocamera UHDTV preparata al BBC Television Centre



## Il 3D e l'UHD TV

Il 3D è stato il primo passo con cui il digitale, una volta superata la fase iniziale di adozione, ha puntato a nuovi standard di qualità nella fruizione, obiettivo rispetto al quale il 4K offre un percorso di evoluzione parallela e complementare. Sebbene si annoverino molte tecniche per la creazione di immagini 3D, esistono due classi di dispositivi per la proiezione: quelli che impiegano occhiali polarizzati passivi e quelli che utilizzano occhiali con commutatori attivi. La principale differenza fra i due tipi di proiezione è legata all'entità del 'residuo' dell'immagine di *ghosting* (il fenomeno per cui l'occhio sinistro vede una parte del segnale destinato al destro e viceversa): gli occhiali attivi sono più efficienti nel limitare il problema.

Gli occhiali passivi sono tuttavia molto robusti ed economici e hanno quindi larga diffusione, mentre quelli attivi, oltre ad essere più costosi, necessitano di una minima cura. Independentemente dalla tecnologia, l'uso degli occhiali ha sinora limitato fortemente la diffusione del video 3D, a fronte di soluzioni per la visione 3D autostereoscopica, che impongono una riduzione drastica nella risoluzione dell'immagine.

È possibile tuttavia utilizzare l'altissima definizione di un pannello 4K per visualizzare contemporaneamente le due immagini bidimensionali, che costituiscono un'immagine tridimensionale autostereoscopica ad alta risoluzione (Full HD), rendendo non apprezzabile ad occhio nudo la perdita di qualità.

In questo senso l'abbinamento con il 3D potrebbe costituire un fattore di stimolo all'adozione di massa della tecnologia 4K, impiegata per veicolare al grande pubblico il 3D in versione autostereoscopica ■

### 3.1 Videocamere

Nel 2010 e nel 2011 sono apparse le videocamere compatte *Red Epic-M* e *Epic-X*, dotate di un sensore *Misterium* a 14 Megapixel, e la *Red Scarlet*, molto simile alla *Epic*. Lo spettro delle risoluzioni supportate da questi modelli include l'1K a 120 fps, il 4K a 24 fps e il 5K a 12 fps. Sempre nel 2011 *Sony* ha presentato il suo nuovo prodotto di punta della categoria *CineAlta*, la *F65*, pubblicizzata con lo slogan "True 4K and beyond", il cui sensore da 20 Megapixel con un fotosito dedicato al colore verde in ogni pixel genera immagini 4K e 8K fino a 60 fps e 120 fps. Interessante anche la soluzione messa a punto dall'azienda *GoPro* con il prodotto *Hero3 Black Edition*, una videocamera ad alta definizione indossabile che oltre al formato 1080p a 60fps supporta il 4K nella doppia risoluzione 3840x2160 e 4096x2160 a 15 e 12 fps rispettivamente; in scenari di servizi convergenti questo modello apre la strada all'altissima definizione nel mondo della realtà aumentata e virtuale.

### 3.2 Supporti

Per quanto concerne l'archiviazione delle immagini, con la progressiva digitalizzazione della catena produttiva sia in ambito amatoriale che professionale si è passati dall'uso di supporti magnetici all'impiego di memorie ottiche e allo stato solido via via più capienti. Al DVD (con capacità di 4.7 GB nella versione *single-layer* e di 9 GB in quella *double-layer*), che fa uso della codifica MPEG-2, si è affiancato il disco *Blu-Ray* che utilizza i

codec H.264 e AVC per comprimere filmati 1080p e 3D, le cui evoluzioni dovrebbero garantire almeno 100 GB per layer abbattendo i relativi costi<sup>2</sup>. Un filmato non compresso a risoluzione UHD TV può richiedere fino a 24 TB di spazio d'archiviazione, che si riducono a circa 360 GB con la compressione H.264. Ulteriori progressi in questo senso sono attesi con l'avvento della codifica HEVC e l'introduzione di supporti ottici ad alta densità. Le videocamere HD sopra citate impiegano attualmente *hard-disk* rimovibili o a stato solido.

## 4 I contenuti

### 4.1 Cinema

Come si è visto, apparati per la produzione di video 4K sono già presenti sul mercato professionale. Tuttavia, la creazione di contenuti sta ancora muovendo i suoi primi passi e rimangono da definire offerte commerciali per il pubblico in un contesto tuttora focalizzato sul raffinamento tecnologico delle componenti materiali della catena del valore. Negli ultimi tempi contenuti prodotti originariamente in 4K hanno comunque cominciato a fare la loro comparsa nelle sale cinematografiche, benché spesso dopo essere stati sottoposti a *downscaling*, a causa del numero limitato di strutture attrezzate per gestire il formato pieno nei diversi paesi. Il prodotto più atteso del 2012 è stato il film *'Lo Hobbit'*, primo capitolo di una trilogia firmata dal regista Peter Jackson, che ha scelto di collocarsi all'avanguardia del cinema digitale: per le riprese si è orientato verso la stereoscopia nativa 4K a 48 fps (HFR o High

<sup>2</sup> [http://www.avmagazine.it/news/dvd/il-blu-ray-e-adatto-anche-al-4k\\_7056.html](http://www.avmagazine.it/news/dvd/il-blu-ray-e-adatto-anche-al-4k_7056.html)



Frame Rate), con un frame rate doppio rispetto a quello usuale per garantire alle immagini maggiore fluidità e avvicinarne la percezione a quella che l'occhio umano ha della realtà (a 55 fps non distingue più le singole immagini)<sup>3</sup>.

## 4.2 Televisione

A Torino, nella prima metà del 2012, sono state invece effettuate presso il centro di produzione RAI una serie di riprese in 4K a 50 fps finalizzate alla realizzazione di sequenze di test in formato UHD TV, con il supporto di EBU e di partner industriali come Sony, DVS, Astro Design, TV Logic, CW Sonderoptic e TCP<sup>4</sup>. Tutto il materiale è stato acquisito nel formato RAW della videocamera F65 e sottoposto a *post-processing* a Zurigo.

## 4.3 Internet

Dall'estate del 2010 anche YouTube mette a disposizione video a risoluzione nativa 4K, benché la fruizione su PC o smartphone non consenta in pratica di apprezzare la differenza rispetto al formato 1080p. In prospettiva questo si presenta comunque come un interessante canale di distribuzione per contenuti UHD TV.

## 5 La distribuzione

### 5.1 Apparati

Il codec HEVC sembra la soluzione più efficiente per trasmettere contenuti delle dimensioni richie-

ste dalla tecnologia 4K e quindi dalla UHD TV, in quanto la riduzione del *bitrate* a parità di qualità percepita rispetto all'H.264 è considerevole; tuttavia si pone un problema per quanto riguarda l'*hardware* che deve elaborare la notevole mole di dati da codificare in fase di produzione e decodificare durante la fruizione. Benché esistano già *smartphone* dotati di *chipset* in grado di trattare il video 4K, come il Samsung Galaxy Note III, una *workstation* ben equipaggiata rappresenta in pratica oggi una scelta obbligata in ambito professionale per la riproduzione di filmati ad altissima risoluzione, mentre le prestazioni richieste dalla codifica impongono requisiti ancora più stringenti: 60 minuti di filmato non compresso occupano circa 1.44 TBytes a 400 MBytes/s; sono quindi indispensabili ampie bande di I/O che indirizzano la scelta verso architetture ad elevato parallelismo e di tipo RAID. La dotazione *software* necessaria per la postproduzione deve poi includere programmi professionali per l'*editing* di materiale in alta definizione, come Adobe Premiere CS6 o Vegas Pro 12.

## 5.2 Infrastrutture

Nel mercato del cinema digitale il *canale satellitare* rappresenta in questa fase un veicolo efficiente per la distribuzione commerciale dei contenuti UHD se si rispettano alcune condizioni che permettano di sfruttare al meglio la sua costosa capacità di banda, coinvolgendo un numero di sale sufficiente a rendere economicamente conveniente la trasmissione: un singolo film può infatti superare i 200 GB e richiedere un *datarate* di

100 Mbps. Sul versante della distribuzione all'utenza residenziale i principali operatori hanno invece lanciato servizi sperimentali: in particolare Eutelsat ha iniziato nel gennaio del 2013 la trasmissione di contenuti 4K codificati in MPEG-4/AVC a 50 fps su quattro canali affasciati, per un *bitrate* complessivo di 40 Mbps<sup>5</sup>.

La distribuzione di un contenuto 4K in modalità VoD (*Video on Demand*) su *rete IP* pone requisiti sulla banda minima disponibile, in quanto *bitrate* inferiori ai 20 Mbps con codifica MPEG-4/AVC non garantiscono una qualità di fruizione adeguata. Al momento sono quindi rari i servizi in *streaming* ad altissima definizione (tra questi quello già menzionato di YouTube, che agisce come un pioniere in questo mercato, mentre Netflix ha avviato una sperimentazione limitata al territorio statunitense), benché le più innovative soluzioni commerciali per la connettività residenziale *broadband* come l'FTTCab (*Fiber to the Cabinet*) siano potenzialmente in grado di garantire *data-rate* superiori ai 30 Mb/s ad un'utenza di massa.

## 6 La fruizione

### 6.1 Consolidamento del mercato

Il video digitale, già disponibile da tempo ai clienti residenziali attraverso la TV digitale terrestre, i dischi ottici e l'IPTV, con la comparsa di nuovi apparati di *consumer electronics* in grado di ricevere materiale in formato 4K su connessioni *ultrabroadband* impiegando algoritmi di decodifica molto efficienti, renderà

<sup>3</sup> <http://www.supergacinema.it/film/approfondimenti/10023-lo-hobbit-un%E2%80%99esclusiva-e-lunghissima-intervista-a-peter-jackson-sui-rapporti-tra-le-sue-due-trilogie.html>

<sup>4</sup> <https://tech.ebu.ch/testsequences>

<sup>5</sup> <http://www.eutelsat.it/news/eutelsat-lancia-il-primo-canale-europeo-in-ultra-hd-4k/#hideIFrame>

possibile una visione dei contenuti analoga a quella del cinema o dell'evento *live*. In questo contesto *Intel* si è fatta portavoce di una crescente domanda di maggiore risoluzione dei pannelli presenti nei dispositivi di uso quotidiano, indicando come obiettivi schermi a 5 pollici con una definizione pari a 1280×800 per gli *smartphone*, a 10 pollici con risoluzione di 2560×1440 per i *tablet*, a 11 e 13 pollici con risoluzioni di 2560×1440 e 2800×1800 rispettivamente per gli *ultrabook*, a 15 pollici per i *notebook* e a 21 pollici con definizione 3840×2160 per i *PC desktop*.

Sul fronte prettamente televisivo, la Consumer Electronics Association americana su proposta dell'ITU ha imposto ai produttori di pannelli TV di utilizzare il logo *Ultra HD* per identificare tutti gli schermi, videoproiettori o *monitor* con risoluzione nativa almeno pari al Quad Full HD (3840×2160 pixel) e dotati di almeno un ingresso HDMI in grado di ricevere segnali a tale risoluzione<sup>6</sup>. Quest'ultimo punto è d'importanza fondamentale perché esclude la possibilità di commercializzare come dispositivo Ultra HD un *display* dotato di una semplice funzione interna di *upscaling*. L'approccio non risolve però tutti i problemi di standardizzazione degli apparati in grado di gestire nuovi formati: i *display* 8K rientrano nella categoria dei dispositivi Ultra HD esattamente come i 4K, in quanto entrambi possono vantare 'almeno' una risoluzione di 3840×2160 *pixel*; unitamente al fatto che non vengono definiti in maniera univoca parametri come il *frame rate* e non si specifica se il segnale video sia interlacciato o progressivo, ciò induce una certa confusione.

## 6.2 Prodotti in commercio

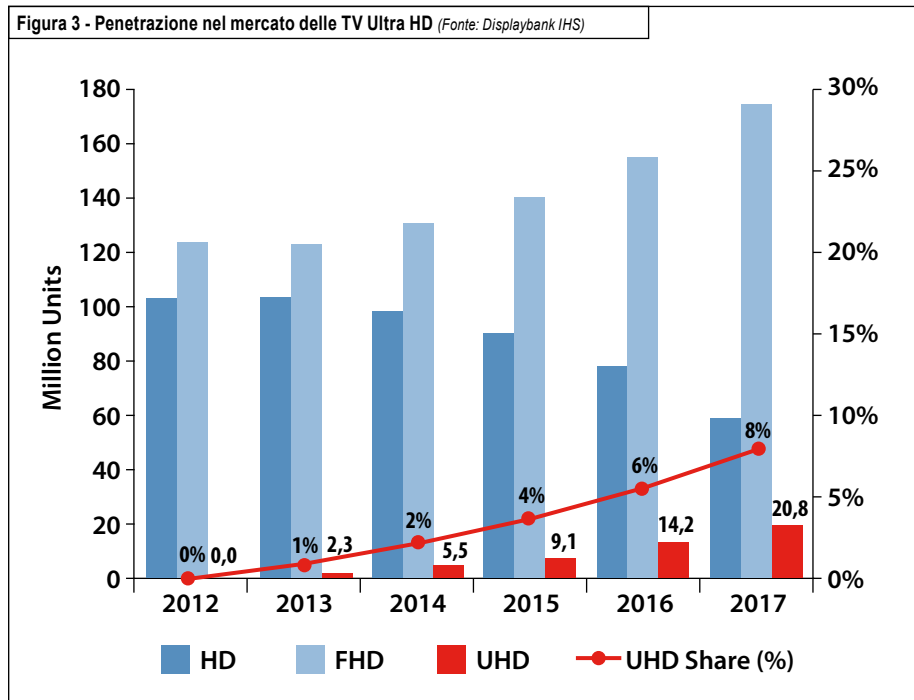
In ambito commerciale i primi pannelli 4K sono stati presentati nell'autunno del 2012, mentre il 2013 è stato l'anno della diffusione iniziale dell'altissima definizione presso alcuni segmenti selezionati di clientela. L'iniziativa è stata assunta ancora una volta principalmente da Sony, che ha annunciato, a fine 2012, l'arrivo del suo TV LCD Bravia 4K (3840×2160) da 84 pollici con 52 ppi (pixel per pollice), che oltre ad essere in grado di visualizzare contenuti 4K nativi come quelli inclusi in bundle da Sony su hard-disk (si tratta di filmati di circa 50 GB l'uno) può mostrare video 3D, mantenendo per ciascuna delle due immagini destinate all'occhio destro e sinistro la risoluzione Full HD e interagire con la Play Station per gestire foto e video 4K. Recentemente anche gli altri principali costruttori, da LG a Philips, a Samsung, hanno presentato al

pubblico i propri pannelli 4K, con dimensioni comprese tipicamente tra 55" e 85". Si prevede che la penetrazione nel mercato mondiale delle Smart TV dei display Ultra HD avverrà comunque in modo piuttosto graduale: a partire da 2.3 milioni di pezzi venduti nel 2013, Displaybank IHS stima 9.1 milioni nel 2015 e oltre 20 milioni nel 2017, con un effetto traino esercitato principalmente dal mercato cinese (Figura 3).

## 7 Gli scenari applicativi

### 7.1 Smart Home

L'altissima definizione in generale trova impiego in scenari centrati sulla compenetrazione fra mondo reale e virtuale, all'interno di *smart environment* di cui gli spazi dedicati all'*intrattenimento* costituiscono solo l'esempio più evidente. Le alte risoluzioni



6 [http://www.avmagazine.it/news/televisori/cea-tv-4k-vanno-siglato-ultra-hd\\_7341.html](http://www.avmagazine.it/news/televisori/cea-tv-4k-vanno-siglato-ultra-hd_7341.html)

## Uno standard per l'UHD TV

Nel settembre del 2012 il Digital Video Broadcasting Project (DVB) ha rilevato l'esigenza di definire requisiti commerciali e in seguito specifiche tecniche per un profilo di TV *broadcast* Ultra HD che consentisse trasmissioni con risoluzione pari a 3840×2160 pixel (4K), denominate complessivamente UHD TV. Tale esigenza si è fatta più pressante con la comparsa sul mercato, nel corso del 2013, di *display* 4K prodotti dai maggiori *manufacturer* e con l'emergere della necessità da parte dei *broadcaster* di disporre di piattaforme interoperabili in grado di ricevere i futuri servizi UHD TV.

La specifica di riferimento pubblicata da ITU-R come Recommendation BT.2020, selezionata come base per i successivi lavori in DVB, si focalizza sulla definizione di *color space*, possi-

bili risoluzioni spaziali e *frame rate* per l'Ultra HD. L'obiettivo delle attività in DVB è la definizione di uno o più profili industriali che selezionino le migliori opzioni possibili per i servizi *broadcast* Ultra HD e definiscano altri elementi non considerati dalla specifica ITU-R, come la tecnologia di compressione video o i sistemi audio supportati.

Il gruppo CM-UHDTV di DVB, in collaborazione con l'European Broadcasting Union (EBU), ha deciso di procedere alla definizione di requisiti commerciali per due fasi distinte e successive.

L'UHDTV 4K, denominato anche UHD-1 di Fase 1, sarà compatibile con i ricevitori disponibili nel 2015/2016, utilizzerà la codifica HEVC e garantirà *frame rate* fino a 60Hz con *color space* Rec.709, lo stesso utilizzato per l'HD. L'approvazione dei relativi requisiti

commerciali è prevista per il primo trimestre del 2014, con l'obiettivo di sfruttare al meglio le piattaforme attualmente in fase di produzione e distribuzione da parte dei principali costruttori. In parallelo sono state avviate le attività per la definizione dei requisiti per l'UHD-1 di Fase 2, la cui disponibilità in termini di servizi e prodotti è prevista per il 2017/2018.

La Fase 2, sempre basata sulla codifica HEVC, dovrebbe includere ulteriori importanti caratteristiche quali *frame rate* elevati fino a 120 fps, tecnologie High Dynamic Range (HDR) per migliorare la resa di particolari scene con forti componenti luminose o scure, *color space* più ampio fino a BT.2020 e audio 3D ■

giungono infatti ad annullare la percezione del *medium*, al punto che non fa più differenza per il nostro occhio guardare un paesaggio fuori dalla finestra o un'immagine su uno schermo. Si possono così ipotizzare situazioni in cui la visione 4K abbia luogo su un'intera parete, divenendo parte di un *arredamento digitale* aggiornabile secondo i gusti e le esigenze dell'utente, interattivo perché dotato di interfacce *touch* e portabile in altri ambienti. Ciò sarà reso possibile anche dall'integrazione della tecnologia OLED in pannelli che, non richiedendo retroilluminazione, risulteranno molto sottili, efficienti, flessibili e trasparenti<sup>7</sup>. Il 4K si innesta per esempio naturalmente in scenari di *videocomunicazione*, in cui la componente video destinata ad uno schermo ad altissima defini-

zione provoca un effetto di scomparsa della distanza.

### 7.2 Contesti business

Nell'ambito della *teledidattica* la risoluzione 4K è già utilizzata per applicazioni su smartboard, o lavagna elettronica, centrate su schemi di fruizione che comportano l'interazione con immagini grandi e dettagliate (ad esempio in aule universitarie o per condividere tra studiosi geograficamente distanti modelli fisici che non possono essere spostati a causa di impedimenti di natura logistica o legale). Trova poi impiego in servizi di *videosorveglianza* in cui si richiede la maggiore fedeltà d'immagine possibile, con immagini dalla chiarezza e nitidezza tali da per-

mettere il riconoscimento di forme o singoli oggetti in movimento (nascono ovviamente in questo caso importanti questioni di *privacy* legate all'identificazione delle persone).

Nel caso della *videoconferenza* l'altissima risoluzione riveste invece un interesse per l'effetto telepresenza garantito dalla qualità percepita simultaneamente da tutti i partecipanti, anche quelli più vicini allo schermo: in una tipica sessione le persone sono disposte a distanze variabili dal pannello con diversi campi visivi, similmente a quanto accade in una sala cinematografica; la risoluzione 4K permette una distanza minima (oltre la quale si riconoscono i *pixel*) del 50% inferiore assicurando inoltre con *display* da 70-80 pollici un'ottima visione d'insieme (figura 4)<sup>8</sup>.

<sup>7</sup> La tecnologia OLED, acronimo di Organic Light Emitting Diode, permette di realizzare display a colori con la capacità di emettere luce propria; questi pannelli, non necessitando di un sistema di illuminazione esterno, possono essere resi di spessore minimo e quindi risultano pieghevoli e arrotolabili e presentano consumi ridotti.

<sup>8</sup> <http://www.nojitter.com/post/240001484/video-conferencing-the-real-4k-display-opportunity?pgno=2>



La *telemedicina* sfrutta infine da alcuni anni il video digitale essenzialmente in due contesti: da una parte immagini ad alta definizione di interventi chirurgici vengono trasmesse a gruppi di studenti per finalità didattiche; dall'altra vi sono chirurghi che effettuano operazioni a distanza nell'ambito della cosiddetta chirurgia laparoscopica, cioè quella realizzata nell'addome senza apertura della parete ma tramite microincisioni attraverso cui veicolare strumenti e sonde collegate a monitor esterni. Nella maggior parte dei casi queste due varianti confluiscono in un'unica applicazione, per la quale il 4K apporta evidenti vantaggi sia dal punto di vista degli studenti, che riescono ad apprezzare dettagli non visualizzabili altrimenti, che del chirurgo, il quale, operando da remoto tramite sistemi meccanici, necessita di un'altissima fedeltà di riproduzione delle immagini<sup>9</sup>.

## 8 I percorsi di sperimentazione in Telecom Italia

Nel centro di ricerca di Telecom Italia si è iniziato nel 2012 ad occuparsi di video digitale 4K nell'ambito degli studi condotti sui servizi residenziali abilitati dalle reti *broadband* di nuova generazione (NGAN), installando una serie di postazioni dimostrative per la fruizione di contenuti ad altissima definizione come parte integrante di *INnovation LAB*, la *showroom* di Telecom Italia Lab allestita nella sede del centro a Torino.

Nella zona dedicata ai servizi di intrattenimento sono stati successivamente posizionati un *videowall* Barco composto da quattro pannelli 55" Full HD (*Figura 5*) e due TV UHD, un LG da 84" (*Figura 6*) e un Sony da 65". Vediamo come si sono utilizzati questi schermi.

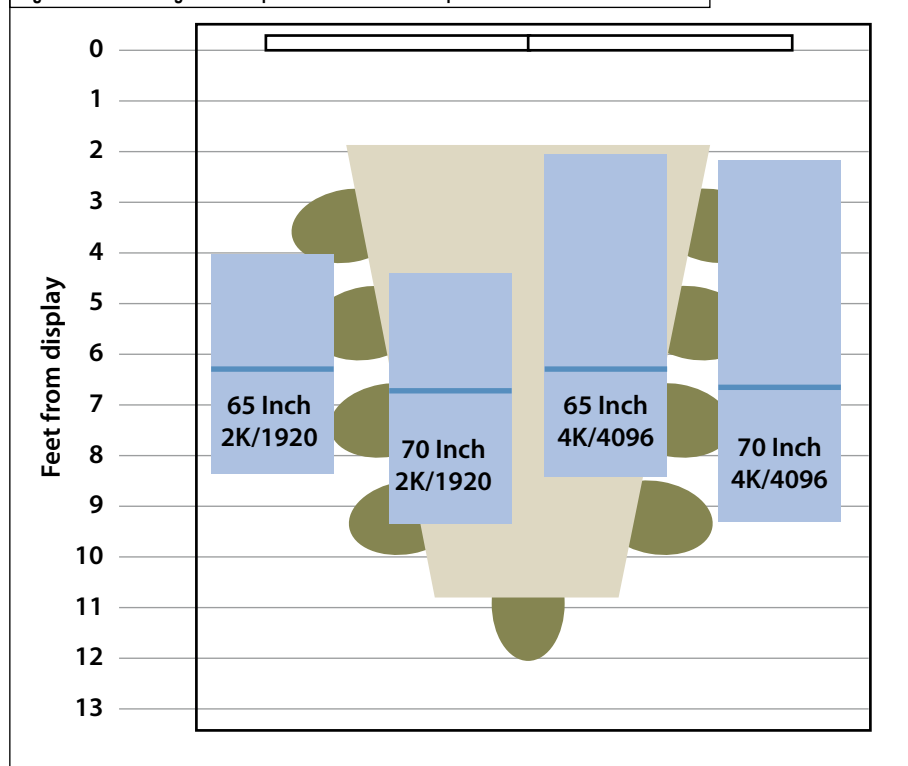
## 8.1 Streaming 4K su linee NGAN

Per la sperimentazione della tecnologia 4K, considerata una delle innovazioni chiave per l'incremento della qualità dei contenuti multimediali veicolati da Telecom Italia, si è allestita una catena prototipale completa di produzione, trasporto e fruizione di filmati ad altissima definizione, comprensiva di un *server* Web in grado di erogare in Internet in modalità VOD (*Video On Demand*) sequenze con *bitrate* variabili tra 13 e 35 Mbps codificate sia in formato MPEG-4/AVC che HEVC, trasmesse su tratte d'accesso FTTH/FTTCab con protocollo *progressive* HTTP per alimentare i terminali presenti in *INnovation LAB* (*Figura 6*). Si è così potuta verificare sia l'efficienza della compressione HEVC, che mantiene la qualità costante rispetto ad AVC dimezzando la banda necessaria alla trasmissione, sia la compatibilità di un servizio basato su queste tecnologie con l'attuale offerta commerciale di connettività alla clientela residenziale e *business* e in particolare con i profili che riutilizzano le linee in rame.

## 8.2 Materiali autoprodotti

La scarsa disponibilità di materiali di qualità in rete ha suggerito di integrarli ricorrendo a una catena di produzione semplificata, anche alla luce dei costi elevati delle attrezzature cinematografiche professionali e della necessità di conoscenze specialistiche per il loro utilizzo. Si è quindi scelto di impiegare una fotocamera digitale SIGMA SD1 Merrill per ottenere singole immagini a risoluzione 4K

Figura 4 - Visual range 2K e 4K per schermo da 65 e 70 pollici in una stanza di 4x5 metri



<sup>9</sup> <http://www.prnewswire.com/news-releases/long-island-doctor-shows-first-4k-ultra-high-definition-surgery-66453962.html>

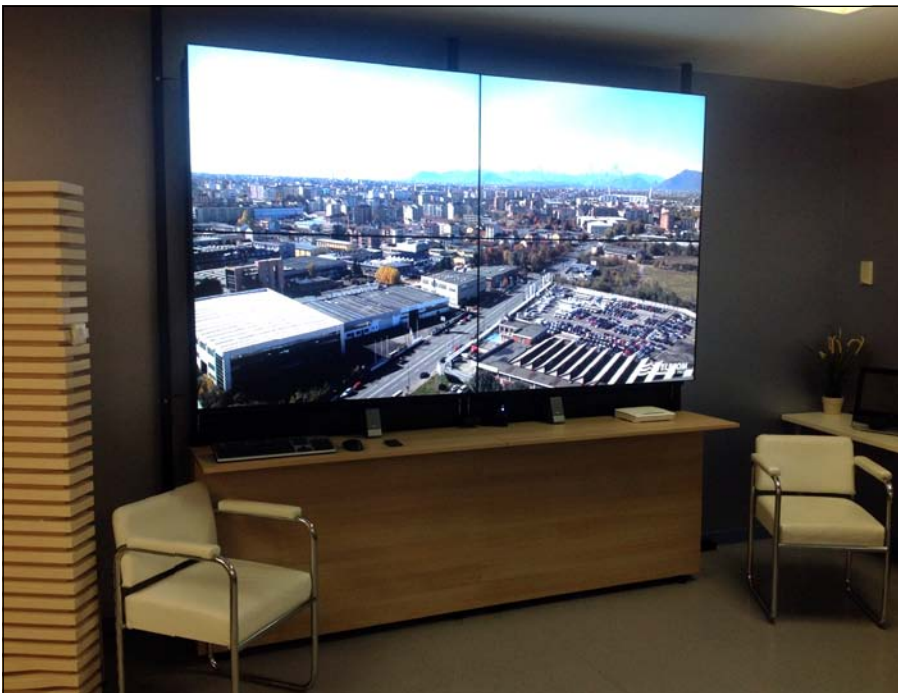


Figura 5 - Videowall Barco 4K da 110" in INnovation Lab

da unire con le tecniche del *time lapse* e dello *stop-motion*.

La prima consiste nell'acquisizione di una sequenza di fotogrammi a una frequenza molto

inferiore al *frame rate* di proiezione; nel filmato montato il tempo sembra quindi scorrere più velocemente. La seconda si basa invece sulla manipolazione fisica

di oggetti per creare un effetto di animazione, applicando minimi spostamenti fra un lo scatto di fotogramma e il successivo, in modo che la sequenza riprodotta a velocità normale dia l'idea del movimento.

Per il montaggio finale dei filmati si è fatto ricorso ad Adobe Premiere Pro CS6, un *software* di *editing* in grado di gestire materiale 4K, appoggiandosi alla medesima *workstation* HP Quadcore impiegata in fase di ripresa; il *rendering* di una sequenza di qualche minuto ha richiesto poco meno di un'ora.

## Conclusioni

Il formato televisivo 4K si inquadra nell'ambito di una catalogazione delle immagini digitali impostasi fin dagli anni '80 nel settore della cinematografia e rappresenta una tappa della naturale evoluzione in termini di risoluzione spaziale che ha portato dal primo standard HD (*High Definition*) al successivo Full HD e infine all' UHD (*Ultra High Definition*) 4K e 8K appunto.

Il formato 4K costituisce in particolare una delle due soluzioni, attraverso le quali l'immagine digitale si propone di raggiungere una qualità comparabile a quella della pellicola 35 mm, agendo sulla percezione visiva in due modi: da una lato, avvicinandola a quella dell'occhio umano che guarda da una finestra, grazie all'incremento di definizione, dall'altro, rendendola più immediata e coinvolgente con l'utilizzo di tecniche 3D e stereoscopiche di alto profilo.

Il 4K rappresenta al momento un nuovo standard emergente nel mercato televisivo e la tecnologia

Figura 6 - TV LG Ultra HD da 84" in INnovation Lab



attuale ne permette l'utilizzo a costi ancora mediamente elevati.

Risultano problematiche soprattutto la produzione dei contenuti e la loro distribuzione, a causa del notevole peso in termini assoluti dei dati coinvolti, che impone l'impiego di canali trasmissivi ad alta capacità.

Ciononostante, è plausibile che l'avvento di reti di nuova generazione, l'aumento esponenziale della capacità di calcolo dei processori dedicati alla riproduzione del video e l'introduzione di al-

goritmi per la compressione delle immagini di accresciuta efficienza diffondano in pochi anni la Ultra High Definition TV presso il grande pubblico.

L'altissima definizione trova infatti applicazione non solo nel settore dell'intrattenimento, per il cinema o la televisione, o in quello della fruizione di contenuti culturali, ma si presta a molteplici usi anche in campo medico, nell'ambito dei servizi erogati dalla pubblica amministrazione, per la gestione del traffico e la videosorveglianza.

Il fatto che i primi dati di vendita dei pannelli UHD superino le più ottimistiche previsioni sembra indicare che l'obiettivo dei produttori di rinnovare entro pochi anni il parco terminali, sostituendo gradualmente con il 4K l'HD come risoluzione di riferimento per il mercato di massa, appare realisticamente raggiungibile, anche alla luce delle sinergie previste con il 3D e con l'altra grande novità tecnologica del momento rappresentata dai pannelli OLED ■

**diego.gibellino@telecomitalia.it**  
**daniele.mazzoni@telecomitalia.it**





### **Diego Gibellino**

ingegnere informatico con Master in telecomunicazioni, dal 2001 è in Telecom Italia, dove inizialmente si è occupato di videocomunicazione e della progettazione e sviluppo di piattaforme di encoding e streaming video su reti IP. Oggi lavora alla definizione, prototipazione e ingegnerizzazione di nuove tecnologie media per le soluzioni video su IP di Telecom Italia, con particolare riferimento all'evoluzione dei servizi broadband per la piattaforma televisiva digitale nazionale. Coordina attività di innovazione e progetti cofinanziati sui temi rilevanti. Partecipa anche alle attività tecniche di diversi gruppi di standardizzazione, rappresentando Telecom Italia in ISO/IEC MPEG, DVB, HD Forum Italia ed Open IPTV Forum. Dal 2011 è il capo delegazione per il National Body Italiano in ISO/IEC MPEG e co-chair del gruppo di lavoro Requirements Open IPTV Forum. Coordina il gruppo di lavoro Broadband del Joint Technical Group creato da HD Forum Italia, Confindustria Radio e Tv e Tivù per la definizione delle specifiche dei ricevitori per il mercato digitale televisivo Italiano.



### **Daniele Mazzoni**

dal 1977 opera in Azienda dove ha svolto inizialmente attività di progettista hardware, conducendo campagne di misura e test su apparati RF. Dal 1996 si è occupato di tematiche inerenti alla rete di accesso, contribuendo al progetto SOCRATE con la realizzazione di un test-plant e la progettazione e il collaudo di soluzioni finalizzate all'introduzione di reti dati Cable Modem. Dal 2002 ha lavorato nel campo dell'Home Networking, partecipando alla realizzazione di un laboratorio di test e alla progettazione di apparati innovativi per l'utente finale. Attualmente si occupa di analisi progettuale delle reti domestiche e di scouting di dispositivi per la condivisione e distribuzione dei contenuti multimediali all'interno dell'abitazione.



# IL VALORE DEI BIG DATA NELLA DATA-DRIVEN SOCIETY

Fabrizio Antonelli, Luigi Artusio, Corrado Moiso



**M**el futuro prossimo, secondo alcuni entro il 2020 [1], tutto sarà connesso in rete: persone, cose, macchine e processi operativi contribuiranno quotidianamente a realizzare un canale permanente tra il mondo reale e le dimensioni virtuali abilitate da Internet.

La quantità di dati generati da queste connessioni sarà enorme, "Big Data" appunto, e la loro analisi e sfruttamento consentiranno la nascita di una nuova società e di una nuova economia fondate sul valore dei dati digitali, la "Data-driven Society". Vediamo come.

## 1 Introduzione

Secondo recenti studi [2] la convergenza fra il sistema industriale globale, le avanzate capacità elaborative dell'ICT, il decrescente costo dei sensori e l'ubiquità delle reti di comunicazione renderà possibile la nascita e lo sviluppo della terza onda di innovazione negli ultimi 200 anni, la cosiddetta "Industrial Internet", preceduta dalla "Internet Revolution" e dalla "Industrial Revolution". La profonda integrazione fra il mondo digitale e quello delle macchine implicherà una forte trasformazione sia del settore industriale sia della nostra vita quotidiana.

La "Data-driven Society" sarà caratterizzata da un significativo aumento della produttività: ad esempio, General Electric stima che negli Stati Uniti la sola Industrial Internet potrebbe incrementare la produttività di oltre 1 punto percentuale all'anno [2].

L'attuale innovazione tecnologica rende questo scenario concreto ed economicamente perseguibile. Il primo elemento abilitante è l'ac-

cesso pervasivo alla rete Internet, garantito dalle reti broadband fissa e mobile. Il secondo elemento è costituito dalla possibilità di generare, a basso costo ed in modo più o meno conscio, grandi quantità di dati digitali tramite sensori, wearable personal computer, smartphone, tablet, ... Inoltre, l'IT (*Information Technology*) ha fatto enormi progressi in termini di capacità di memorizzazione ed elaborazione di grandi masse di dati, grazie all'evoluzione del cloud computing e degli strumenti di analisi dei dati. A tutti questi ingredienti va aggiunta la propensione umana alla generazione di dati digitali ed alla loro condivisione tramite gli strumenti offerti dal mondo globale dei social networks.

Tuttavia, il processo di trasformazione delle imprese e del relativo business richiede necessariamente tempo ed investimenti. Recenti analisi internazionali hanno evidenziato luci ed ombre, come è naturale che avvenga in situazioni di cambiamento dirompente. Ad esempio, secondo un'indagine condotta su un campione di oltre

600 società solo il 12% dei dati in loro possesso veniva utilizzato a fine 2012 [4]. Nel medesimo periodo una nota società di consulenza indiana ha realizzato un sondaggio internazionale, che ha evidenziato che il 53% del campione analizzato nel 2012 aveva in corso progetti di sfruttamento e valorizzazione dei dati disponibili in azienda [5]. Uno studio recente dal Politecnico di Milano [6] illustra uno scenario italiano positivo, sebbene ancora in stato di sviluppo iniziale: il 67% dei CIO italiani intervistati credono nell'innovazione derivante dall'utilizzo dei Big Data.

Un aspetto fondamentale nel processo di trasformazione verso la "Data-driven Society" è l'utilizzo etico dei Big Data che, essendo molto spesso riferiti a persone, devono essere raccolti, memorizzati, difesi ed utilizzati nel rispetto dei principi e delle regole stabilite dalle direttive nazionali ed internazionali relative alla protezione dei dati personali.

I nuovi usi dei Big Data, dei relativi modelli di business e degli sce-



## La privacy nel mondo dei Big Data

I big data offrono prospettive molto promettenti, non solo per le aziende, ma anche nell'ambito di iniziative e progetti di utilità sociale: basti pensare alle ricerche nel campo medico e farmacologico o alle applicazioni finalizzate a migliorare le infrastrutture ed i servizi a vantaggio dei cittadini.

Questi aspetti positivi non sono però disgiunti da rischi, principalmente connessi ad un'indebita invasione della privacy e ad un utilizzo improprio di informazioni concernenti la sfera privata degli individui. Alcuni di questi rischi sono immediatamente percepibili: la quantità stessa dei dati disponibili e la possibilità di correlazione tra fonti anche molto eterogenee, lo squilibrio nei rapporti di forza tra le aziende ed i consumatori, le maggiori possibilità di controllo da parte dei governi... Altri rischi, come la possibilità di giungere a risultati inaccurati o discriminatori, sono meno evidenti, ma non per questo meno significativi. Ad esempio, le inferenze statistiche individuate da un algoritmo potrebbero aggravare i problemi di esclusione e stratificazione sociale, se indebitamente utilizzate per guidare decisioni rilevanti per un individuo (l'assunzione per un lavoro, la concessione di un mutuo e così via).

Occorre quindi trovare modalità di sfruttamento dei big data compatibili con il rispetto delle normative previste a tutela dei dati personali e dei diritti degli interessati. Peraltro, alcuni dei principi fondamentali previsti dalla normativa privacy europea, e da quella italiana che la recepisce, sembrano quasi antitetici allo sfruttamento dei big data, che per sua natura presuppone flessibilità nella raccolta ed elaborazione dei dati. In particolare, non è consentito accumulare e conservare dati personali senza una finalità ben definita a priori, oppure trat-

tarli per finalità diverse dalla esecuzione del contratto stipulato con il cliente senza il relativo consenso. Ad esempio, è necessario un consenso specifico degli interessati per trattare i dati relativi ai servizi di telecomunicazioni (anagrafiche dei clienti, traffico telefonico...), per analisi di profilazione dei clienti con finalità di marketing. Anche la bozza del nuovo Regolamento UE sul trattamento dei dati personali, attualmente all'esame del Consiglio Europeo, sembra confermare questa impostazione.

Tale quadro offre tuttavia possibili aperture che, se correttamente attuate, consentirebbero di bilanciare i legittimi interessi delle aziende e la tutela dei diritti dei cittadini. Ciò riguarda in particolare il trattamento di dati resi anonimi o l'utilizzo della pseudonimizzazione (cioè la sostituzione dei dati identificativi con codici che non consentono di individuare i singoli interessati, attraverso meccanismi crittografici irreversibili), nell'ambito di analisi aventi il solo scopo di identificare trend e correlazioni tra le informazioni, senza ricadute verso i singoli individui.

A questo proposito, il gruppo di lavoro che riunisce i Garanti Privacy dei 28 stati membri della UE (il cosiddetto Working Party 29, che prende il nome dall'art. 29 della Direttiva 95/46/CE, che lo ha istituito), sul concetto di "dato personale" ha indicato, nel 2007, tra l'altro, "che i dati pseudonimizzati con sistema tracciabile possono essere assimilati a informazioni su persone identificabili indirettamente; in questo caso, i rischi per gli interessati saranno per lo più bassi, consentendo un'applicazione delle norme più flessibile che nel caso di informazioni su persone direttamente identificabili".

Sviluppando ulteriormente questa linea di pensiero, il Working Party 29, in un

successivo parere del 2013, ha chiarito che per i big data possono presentarsi due scenari. Nel primo caso, se l'analisi è finalizzata ad informare misure o decisioni da prendere nei confronti degli interessati (esempio: profilazione dei clienti per finalità commerciali), occorre il relativo consenso esplicito, cioè il cosiddetto opt-in. Quando invece l'analisi ha solo lo scopo di identificare trend e correlazioni tra le informazioni, senza ricadute verso i singoli individui (esempio: studi statistici su dati anonimi e aggregati), la capacità di rispettare il principio di "separazione funzionale" può giocare un ruolo chiave, nel determinare se le analisi possano considerarsi lecite o meno. A tal fine, i dati analizzati non devono essere disponibili per supportare misure o decisioni da prendersi nei confronti dei singoli interessati. Devono perciò essere adottate misure per garantire la sicurezza dei dati; ad esempio i meccanismi di completa o parziale anonimizzazione ed accorgimenti tecnici ed organizzativi che scongiurino la possibilità di re-identificazione degli interessati.

È quindi necessario che i progetti di utilizzo dei big data siano attentamente valutati anche sotto il profilo del rispetto della privacy, tenendo in considerazione non solo gli aspetti più strettamente tecnici, quali ad esempio le misure per la sicurezza dei dati o la robustezza dei meccanismi crittografici, ma anche la natura dei dati utilizzati, le modalità della loro acquisizione e del successivo trattamento ed i possibili impatti verso gli individui ■

stefano.tagliabue@telecomitalia.it

nari competitivi richiedono che chi opera sul mercato, i governi e le istituzioni siano tutti consapevoli delle opportunità e anche delle minacce derivanti dallo sviluppo del nuovo ecosistema digitale e che, conseguentemente, vengano ridefinite le politiche industriali ed il sistema delle regole in modo coerente con il nuovo contesto.

## 2 Dalla scienza al business

Fino a pochi anni fa i Big Data potevano essere analizzati e sfruttati principalmente per la ricerca scientifica (astronomia, geofisica, genomica, ...) o per finalità militari. Tuttavia, gli enormi progressi compiuti dall'IT nell'ultimo decennio hanno consentito di abbassare i costi di memorizzazione e di elaborazione dei Big Data, aprendo nuove opportunità per le aziende e per le amministrazioni pubbliche.

Le prime puntano primariamente ad accrescere la produttività e ad aumentare i margini operativi sfruttando, oltre i tradizionali dati strutturati, anche i nuovi dati non strutturati o semi-strutturati provenienti dai blog dai social media o da strumenti di comunicazione (testi, immagini, video, audio, likes, e-mail,...); a questi si aggiungono i dati generati dalle macchine e dai sensori che già oggi sono in grado di comunicare dati. Un'inchiesta di Capgemini ha recentemente evidenziato che le aziende che hanno sfruttato i Big Data nei propri processi hanno ottenuto un miglioramento medio del 26% delle prestazioni, rispetto ai tre anni precedenti e prevedono un ulteriore miglioramento del 41% nei prossimi 3 [7].

Anche le pubbliche amministrazioni si attendono risultati significativi dall'utilizzo sistematico dei Big Data, soprattutto nei settori delle finanze e della sanità pubblica. Infatti, l'analisi dei Big Data potrebbe consentire di ridurre l'evasione fiscale ed il passaggio da un sistema sanitario che interviene per curare, ad uno che prevede e previene le malattie. Si stima che i Big Data potranno far risparmiare al sistema sanitario americano 300 miliardi di dollari all'anno ed al settore pubblico europeo 250 miliardi di euro [8].

Un modo pragmatico per misurare lo stato di adozione dei Big Data nel business può essere quello di quantificare gli investimenti delle aziende; un'indagine condotta da Tata Consulting Services ha rivelato che sul campione delle società investigate la mediana di spesa nel 2012 è stata di 10 milioni di dollari, pari a circa lo 0,14 della mediana dei loro ricavi [5]. In Italia, secondo il Politecnico di Milano, gli investimenti su sistemi e soluzioni per l'analisi dei dati risulta in forte crescita nel 2013 (+22% YoY), a fronte di un mercato ICT in flessione di circa il 4% [6].

Per entrare nel mondo dei Big Data, le imprese, oltre agli investimenti per le tecnologie abilitanti, devono fare fronte ad alcune sfide non trascurabili. La prima, di tipo organizzativo e culturale, consiste nel convincere le business unit a condividere le informazioni oggi rigidamente organizzate secondo un modello verticale e chiuso. La seconda è di tipo semantico, ossia acquisire la capacità di selezionare i dati giusti in funzione del problema di business che si intende risolvere. Infine, ultima, ma non meno importante, è la necessità di sviluppare le competenze spe-

cialistiche in grado di valorizzare al meglio il patrimonio dei dati aziendali, i "data scientist", dei quali già oggi si prevede la carenza entro breve tempo [9].

Entrando, invece, nel tema delle opportunità di business, vi sono esempi concreti di aziende che utilizzano i Big Data [10] oltre naturalmente ai noti casi, che non tratteremo nel seguito, delle aziende del Web (Google, Amazon, Facebook, Twitter, ...) che hanno basato il loro modello di business proprio sui Big Data.

Un primo ambito di applicazione dei Big Data è relativo alle *aree del marketing e delle vendite*, ove i principali obiettivi strategici sono orientati al miglioramento della relazione con il cliente alla crescita della reputazione aziendale ed al perfezionamento delle pratiche di customer intelligence. Un esempio di rilievo in questo ambito è rappresentato dalla americana Walmart [11], pioniera nell'applicazione di tecnologie per il trattamento dei Big Data, finalizzato al miglioramento delle vendite di prodotti di consumo. Walmart ha sviluppato nei propri laboratori alcune applicazioni, quale Shoppycat, che analizza i gusti ed i desideri degli amici di un cliente e, conseguentemente, propone a quest'ultimo i migliori regali che egli potrebbe fare agli amici. In Italia, nel 2011, il Gruppo Ferrovie dello Stato ha iniziato a sviluppare la propria presenza sui social networks, al fine di monitorare e analizzare le opinioni espresse dalle persone sui servizi ferroviari [6].

L'elaborazione dei Big Data può essere messa a valore nell'ambito dell'*efficientamento dei processi aziendali e della riduzione di costi*. Un originale esempio di applicazione in questo contesto è offerto

da McDonald's, che ha sostituito l'ispezione manuale della corretta produzione dei propri panini (forma, doratura, distribuzione dei semi) con l'analisi automatizzata delle foto dei panini in cottura. La società petrolifera messicana Pemex, invece, ha ridotto il tempo di fuori servizio dei propri impianti di raffinamento ed ha trasformato i propri processi di manutenzione da ciclici a preventivi, grazie all'analisi di indicatori relativi ai livelli dell'acqua, alla pressione, alla temperatura, alla vibrazione dei motori e delle pompe [12].

Anche nel campo della *gestione del rischio e dell'identificazione delle frodi* i Big Data trovano molteplici ambiti di applicazione. La società assicurativa americana Infinity ha migliorato il tasso di successo di identificazione delle richieste fraudolente di risarcimento danni dal 50% al 88%, grazie all'utilizzo di strumenti di analisi predittiva applicati su dati relativi a richieste di risarcimenti, dichiarazioni dei carrozzieri, coperture dei sinistri accumulate negli anni [12]. Le società delle carte di credito (es. Visa) e le società di credito (es. Citigroup, Zestcash, Kabbage, Lendup) traggono significativi vantaggi dallo sfruttamento dei Big Data in termini di riduzione dei rischi di insolvenza e di frode [12].

L'elaborazione dei Big Data abilita *la creazione di nuovi prodotti e l'innovazione dei servizi*. La società inglese Hailo offre ad esempio un servizio di prenotazione dei taxi in near-realtime basato sull'elaborazione dei dati di localizzazione dei clienti e dei taxi disponibili [13]. In America la società Streetline offre il primo servizio in realtime, su smartphone e su sistemi di navigazione, per la ricer-

ca veloce di un parcheggio, grazie all'elaborazione dei dati di localizzazione degli automezzi e dei dati provenienti da sensori allocati presso i posteggi [14]. Sempre in America, la General Electric nel 2011, con un investimento di un miliardo di dollari, ha lanciato un progetto per la realizzazione di un centro, in grado di sviluppare ed esercire soluzioni per la gestione dei dati digitali resi disponibili da sensori ed altri dispositivi digitali integrati nelle macchine prodotte: i motori aeronautici, le turbine elettriche, i treni, le apparecchiature mediche,... [2]. L'enorme mole di dati prodotti sarà raccolta ed elaborata da General Electric, ai fini di fornire benefici ai propri clienti (es. manutenzione preventiva delle macchine, riduzione dei consumi energetici, miglioramento dei processi operativi) e di migliorare i propri prodotti ed i relativi processi produttivi. In pratica, General Electric sta creando i presupposti per l'Industrial Internet.

La *monetizzazione dei dati* è un ulteriore modello di business reso possibile dai Big Data. In termini tecnici, stiamo parlando del "data marketplace", cioè della vendita di dati, opportunamente aggregati e pre-elaborati, ad organizzazioni interessate al loro acquisto e sfruttamento. La società Nielsen offre alle emittenti TV servizi basati sulla raccolta ed analisi dei messaggi Twitter, che consentono di migliorare la fidelizzazione degli spettatori [12]. Recentemente si sta sviluppando un nuovo approccio, definito "user-centric", per la commercializzazione dei dati personali, che riconosce agli individui la possibilità di sfruttare i propri dati ed il diritto di stabilire le regole e le modalità di commercializzazione dei medesimi. La

società inglese The Data Exchange, ad esempio, già oggi offre una piattaforma attraverso la quale gli utilizzatori possono memorizzare i dati personali, gestirli ed, eventualmente, offrirli in vendita secondo le proprie regole [15].

### 3 Quali opportunità per gli Operatori?

Gli operatori di telecomunicazione dispongono di grandi quantità di dati provenienti dalle loro reti, dai processi operativi implementati e dai loro clienti; questi asset possono essere valorizzati sia per il rafforzamento del business tradizionale, sia per la creazione di nuovi servizi per le imprese e gli individui. In entrambi i casi gli Operatori devono realizzare nuove infrastrutture tecniche, sviluppare nuove competenze ("data scientist") e rivedere l'organizzazione ed i processi interni.

Vi sono già dei casi concreti di Operatori che utilizzano i Big Data per migliorare il business tradizionale; l'Operatore giapponese KDDI, ad esempio, impiega tecniche di analisi realtime dei dati per migliorare la relazione con i clienti in caso di malfunzioni o disservizio, nonché per ottimizzare la manutenzione preventiva degli impianti e la pianificazione tempestiva degli investimenti. Anche Deutsche Telekom utilizza l'analisi dei Big Data per migliorare il customer care, applicando tecniche di "voice analytics", nonché per ridurre i rischi per gli acquisti on-line [10].

Per il mercato business si assiste alla crescita di offerte di soluzioni e servizi "cloud-based" che abilitano l'analisi dei Big Data "as-a-service"; esempi in questo senso sono costituiti dall'europea



T-Systems [16], in partnership con Cloudera, e dalla nipponica NTT Data [17]. Sempre nel mondo business si registra un trend di crescita per i ricavi provenienti dalla vendita di servizi professionali specializzati nella valorizzazione degli asset informativi delle società acquirenti.

Un'altra area di applicazione delle tecniche di analisi dei Big Data che trova sempre maggiori consensi fra gli Operatori è quella relativa all'aggregazione di dati endogeni, di difficile replicazione da parte di altri attori, ed esogeni (es. mappe, eventi pubblici, dati atmosferici), finalizzata alla vendita di dati e loro analisi ad organizzazioni operanti in settori quali retail, advertising, healthcare, automotive, smart city e finance. NTT Docomo, in collaborazione con Pioneer, sta oggi sviluppando una soluzione per la raccolta dei dati di localizzazione provenienti da oltre 61 milioni di dispositivi dalla cui elaborazione è possibile controllare il traffico nel paese. La piattaforma consentirà, tramite API aperte, a sviluppatori esterni di realizzare nuove applicazioni basate su tali dati, mentre la stessa NTT offrirà sia servizi realtime a supporto dei guidatori, sia servizi ed applicazioni alle compagnie assicurative ed alle flotte [18]. Interessante il piano dichiarato nel 2013 dalla coreana SK Telecom, che prevede il rilascio pubblico di dati anonimizzati raccolti da oltre 27 milioni di cellulari appartenenti ai propri clienti. Questo permetterà di realizzare applicazioni sia a SK Telecom sia a sviluppatori esterni, eliminando ogni controversia sull'abuso di posizione dominante di SK Telecom relativamente all'utilizzo di dati personali derivati dalla fornitura dei servizi di telecomunicazione [19].

Verizon Wireless [20], Telefonica Dynamic Insights [21], Orange [22] e SFR [23] anonimizzano i dati di localizzazione provenienti dai device mobili dei propri clienti e li aggregano con altri dati esogeni, al fine di offrire ad organizzazioni pubbliche e private servizi ed analisi dei flussi della popolazione; tali informazioni possono essere utili, ad esempio, per determinare i percorsi dei visitatori in luoghi pubblici (es. stazioni, aeroporti, centri commerciali, centri congressi), per migliorare le congestioni del traffico, o per accrescere il turismo ed il commercio. Infine, Deutsche Telekom [24], da sempre attenta agli aspetti della privacy e della sicurezza dei dati, sta supportando una startup high-tech nella realizzazione di una soluzione per l'aggregazione e la condivisione dei dati personali delle persone, secondo un modello "user-centric"; la piattaforma offre a ciascun individuo la possibilità di memorizzare e gestire le proprie informazioni personali secondo i propri desideri e bisogni, di stabilire le regole di condivisione e di trarre benefici economici dalla loro commercializzazione.

#### 4 Le tecnologie abilitanti

Sui "Big Data" è possibile condurre differenti classi di elaborazioni, ognuna delle quali è abilitata da una diversa tecnologia. Esempi sono:

- elaborazioni "on-line", tramite cui applicazioni possono reperire e/o modificare dati organizzati in tabelle di grandi dimensioni;
- elaborazioni di tipo batch, ad es. per l'estrazione di nuovi dati o di nuova conoscenza;

- elaborazioni interattive, ad es. per permettere alle persone di eseguire "query" o estrarre report da grandi moli di dati strutturati;
- elaborazioni su flussi di dati in real-time, ad es. per filtrare o inoltrare eventi secondo modelli "pub-sub".

Elemento abilitante è costituito dai File System distribuiti, in grado di memorizzare file dell'ordine dei gigabyte/terabyte in maniera affidabile, tramite replicazioni, all'interno di un cluster di nodi. Un esempio è fornito da HDFS (*Hadoop Distributed File System*) [25]. Operando su hardware di tipo "commodity", questi File System hanno un rapporto costo per byte estremamente basso ed offrono una velocità di accesso ottimizzata (es. 2 gigabit per secondo per nodo) per le elaborazioni. Tali File System sono utilizzati per la raccolta di dati "raw" prima di essere elaborati e/o trasformati dagli algoritmi di analisi. Essi sono impiegati anche per gestire le risorse di memoria necessarie per realizzare database in grado di strutturare grandi moli di dati in tabelle, come quelle usate per memorizzare i dati necessari per servizi on line: ad esempio, i repository per la gestione di profili d'utente o le tabelle di reverse-index a supporto di search. Tali database adottano modelli di memorizzazione di tipo non relazionale, (es. "key-value", "column-family", "document-oriented" [26]), adatti per organizzare in maniera flessibile grosse quantità di dati anche multimediali. Essi offrono operazioni per eseguire interrogazioni e modifiche dei dati, ma realizzano un supporto limitato alle transazioni di tipo "ACID" (cioè quelle richieste dalle applicazioni di tipo bancario). In genere, sulla base

del "CAP Theorem" [27], questi sistemi privilegiano la scalabilità (per mezzo del partizionamento dei dati) e l'affidabilità a scapito della "piena" consistenza, sostituita da forme di consistenza "debole" e da un design accurato delle applicazioni e dei modelli dei dati. Esempi di database per le elaborazioni on line sono Dynamo (Amazon), Cassandra (Facebook), PNUTS (Yahoo!), HBASE e MongoDB (open source) [28].

Map-Reduce, sviluppato originariamente da Google [29], è sicuramente il modello più noto per le elaborazioni di tipo batch ed è usato in un'ampia gamma di scenari, tra cui: ricerche su grafi, simulazioni, elaborazioni di immagini, data mining (ad es. tramite la libreria Mahout [30]).

Il nome deriva dalle due fasi principali, in cui si struttura un'elaborazione (Figura 1). Nella fase di Map ogni partizione di un file è elaborata da una procedura *Pm*,

che produce coppie intermedie nel formato (*key, value*). Nella fase di Reduce, tutte le coppie con una stessa *key* sono aggregate secondo la logica definita da una procedura *Pr*. Uno sviluppatore deve solo programmare le procedure *Pm* e *Pr*, in quanto tutte le altre funzioni sono fornite dal sistema.

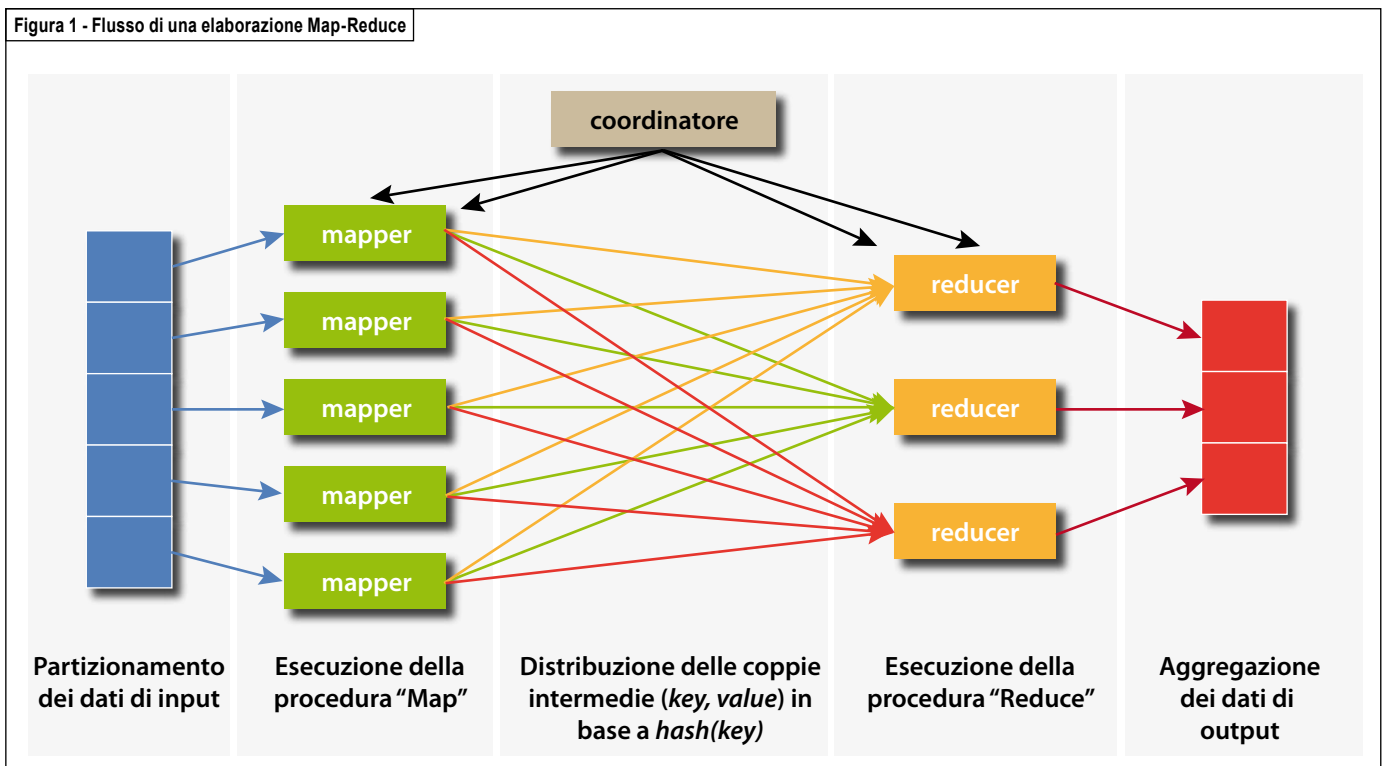
Il modello Map-Reduce presenta numerosi vantaggi, tra cui fault-tolerance, anche su hardware a basso costo, e scalabilità su architetture multi-processore, grazie allo sfruttamento del parallelismo nell'elaborazione dei dati. Soffre anche di svantaggi, tra cui spreco di energia e risorse dovuto al suo approccio di tipo "forza bruta" ed un modello di programmazione molto rigido, che richiede elevate competenze per trasformare elaborazioni complesse in sequenze di Map-Reduce.

Per superare questi limiti sono state proposte numerose estensioni. Ad esempio, sono stati

sviluppati modelli di tipo "data flow" come Tez [31]: l'elaborazione è definita da un insieme di task interconnessi tramite un grafo aciclico, che definisce i flussi di scambio di dati. Inoltre, sono stati proposti linguaggi di script (es. Pig [32] e Hive [33]), spesso ispirati ad SQL, con l'obiettivo di allargare la base di programmatori, in grado di sviluppare elaborazioni data-intensive. In genere le tecniche compilative di tali script sui grafi di task hanno raggiunto tali efficienze che gli script possono essere utilizzati anche per condurre elaborazioni di tipo interattivo.

È opportuno citare che accanto a Map-Reduce sono stati sviluppati modelli di elaborazioni alternativi. Ad esempio, Google, la "patria" di Map-Reduce, utilizza anche Pregel, un modello per l'analisi di grafi di nodi di grandi dimensioni [34]. Un'altra classe di elaborazioni di Big Data è quella denominata

Figura 1 - Flusso di una elaborazione Map-Reduce



# L'ecosistema Hadoop nel mondo enterprise

Hadoop, la principale tecnologia Big Data emersa in ambito open source, utilizzata su larga scala da Yahoo! e Facebook, si sta gradualmente diffondendo anche nel mondo enterprise.

I colossi del web hanno impiegato Hadoop principalmente in ambiti operazionali, a diretto contatto con i processi di business. Nel mondo enterprise Hadoop trova più spesso collocazione nel contesto dell'infrastruttura di data warehouse, a supporto di applicazioni strategiche di reportistica e di business intelligence.

Qui Hadoop è stato inizialmente confinato a silos deputato all'integrazione delle emergenti tipologie di dati non strutturati (Figura A), per poi assumere il ruolo di piattaforma paritetica, anche al contemporaneo aumentare della disponibilità di connettori per le principali soluzioni commerciali di data warehouse (Figura B).

Il successo di Hadoop deriva anche dal fatto che il suo file system permette di archiviare a costi ragionevoli enormi volumi di dati, senza necessità di procedere ad aggregazioni o limitazioni dell'orizzonte temporale. Emerge qui il concetto di data lake, un "mare" di dati grezzi di natura eterogenea, che supera il paradigma di

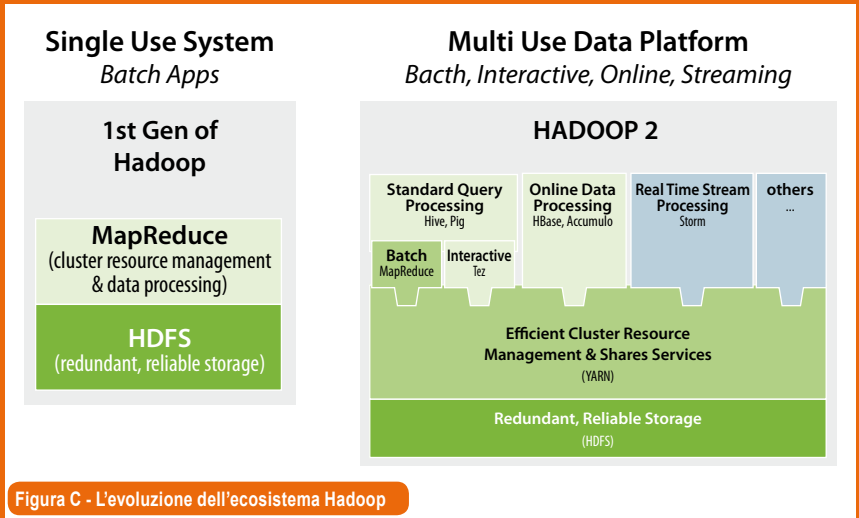


Figura C - L'evoluzione dell'ecosistema Hadoop

data warehouse strutturato. Con Hadoop i dati depositati sul file system conservano il formato originale e il modello informativo viene definito solo al momento dell'elaborazione in base ai criteri di processing ("schema-on-read"). Il paradigma tradizionale si fonda invece su un modello dati definito a priori, sorta di mappa della conoscenza aziendale che solidifica le logiche di accesso alle informazioni e richiede un laborioso processo di integrazione al momento dell'ingresso dei dati in archivio ("schema-on-write"). Resta così sullo sfondo la possibilità che Hadoop sia destinato ad ospitare tutte le tipologie di dati aziendali, facilitando lo sviluppo di applicazioni data-driven trasversali ai sistemi sorgenti, marginalizzando l'infrastruttura di data warehouse preesistente.

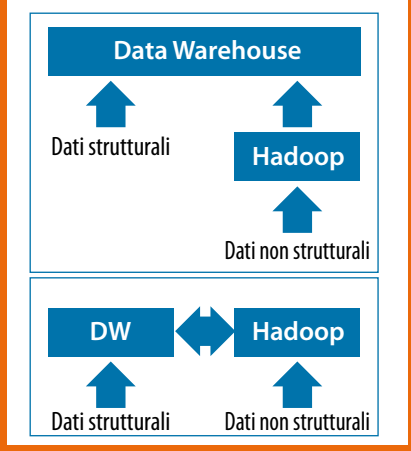
Hadoop rimane un ecosistema in evoluzione. Il modello computazionale Map-Reduce, come si è detto, nasce come sistema batch, e non è così efficiente da fornire risposte immediate. L'interattività delle query sulla scala dei petabyte è di interesse prioritario, applicandosi sia agli scenari di real-time business intelligence, sia al mondo del data warehouse, quando Hadoop viene utilizzato come archivio online su cui effettuare

query ad-hoc. Un altro storico limite di Hadoop è il non totale supporto del linguaggio SQL da parte di Hive (che converte delle query SQL-like in elaborazioni batch Map-Reduce). Per risolvere tali problemi sono progressivamente comparsi sul mercato degli engine alternativi a Map-Reduce, che ottengono significativi vantaggi prestazionali interagendo direttamente con il file system HDFS e che sono pienamente compatibili con l'ANSI SQL: Impala di Cloudera, Presto di Facebook (entrambi open source) e HAWQ di Pivotal.

La release 2.0 (Figura C) di Hadoop ha introdotto YARN, sistema operativo che disaccoppia il file system distribuito HDFS da Map-Reduce e permette la coesistenza su un cluster condiviso di più engine di elaborazione parallela come quelli appena citati (il ramo "Others" di Figura C). La community - capitanata da Hortonworks - ha anche sviluppato un proprio framework interattivo, Tez (innescato da Hive, dunque non ancora del tutto SQL-compatibile), che si affianca all'ambiente di gestione dei dati in streaming (Storm) e ai database NoSQL di tipo colonnare (HBase e Accumulo) ■

umberto.trincher@telecomitalia.it

Figura A, B - L'evoluzione del ruolo di Hadoop nell'enterprise





"Complex Event Processing", la quale permette di analizzare in real-time stream di (big) data. Un esempio rinomato è Storm [35], una piattaforma sviluppata e resa open source da Twitter. Storm è in grado di elaborare stream di dati prodotti in tempo reale, con una ridotta latency, come ad esempio richiesto dalle elaborazioni sui flussi di Twitter. Storm realizza una scalabilità orizzontale, sfruttando la possibilità di parallelizzare le elaborazioni, e, grazie alle sue caratteristiche di fault-tolerance, può essere dispiegato su cluster di nodi a basso costo.

## 5 Il Joint Open Lab SKIL di Telecom Italia

I Big Data e le relative applicazioni sono al centro delle attività che Telecom Italia porta avanti all'interno del laboratorio SKIL di Trento<sup>1</sup> che, nato nel 2011, lavora in stretta sinergia con le eccellenze accademiche italiane e straniere per lo sviluppo di soluzioni che valorizzino il patrimonio di dati che Telecom Italia e i suoi partner possiedono.

Le due iniziative più rilevanti realizzate oggi in SKIL sono il progetto Mobile Territorial Lab ed il progetto CitySensing.

### 5.1 Il progetto Mobile Territorial Lab

Il progetto Mobile Territorial Lab<sup>2</sup> sviluppato insieme a MIT Media Lab, Telefonica e Fondazione Bruno Kessler (Trento), ha l'obiettivo di analizzare le dinamiche ed il valore nella correlazione dei dati personali di diversa natura, al fine di realizzare servizi e applicazioni personal data-oriented [36]. Esso

prevede il coinvolgimento di 150 giovani famiglie sul territorio trentino che sono state dotate di uno smartphone, una SIM con credito prepagato e del software a bordo. La piattaforma software sviluppata permette di raccogliere e analizzare qualsiasi dato generato dalla sensoristica a bordo dello smartphone o di device ad esso connessi (es. bracciale con parametri fisiologici). Seguendo un approccio scientifico, vengono organizzate campagne di raccolta e analisi di dati, che valutano, ad esempio, l'impatto della mobilità e delle comunicazioni sullo stress quotidiano, la prevedibilità dei profili di spesa sulla base del comportamento in mobilità, oppure la predisposizione alla condivisione dei dati personali. In questo percorso è di fondamentale importanza il contributo che viene dai partner accademici, in particolare dal gruppo Human Dynamics

di MIT che oggi è considerato uno dei gruppi più rilevanti al mondo sul tema dell'analisi del comportamento da Big Data grazie anche al suo direttore, Prof. Sandy Pentland, uno dei sette scienziati più influenti al mondo [37].

Il MTL trae spunto e indicazioni dalle campagne di raccolta per lo sviluppo ed il test di servizi che fanno un uso massivo di Personal Big Data. Tra questi vi sono Familink e SecondNose. Familink è un servizio che permette ad una comunità iper-locale di famiglie (come quella coinvolta nel progetto) di condividere e scoprire le opportunità sul territorio, attraverso una condivisione avanzata dei propri dati personali ed una esperienza di interazione ed integrazione fra persone che vivono il territorio (Figura 2).

SecondNose è invece un servizio che, attraverso la condivisione a

Figura 2 - Il servizio Familink sviluppato all'interno di MTL



1 <http://skil.telecomitalia.com>

2 MTL - [www.mobileterritoriallab.eu](http://www.mobileterritoriallab.eu)

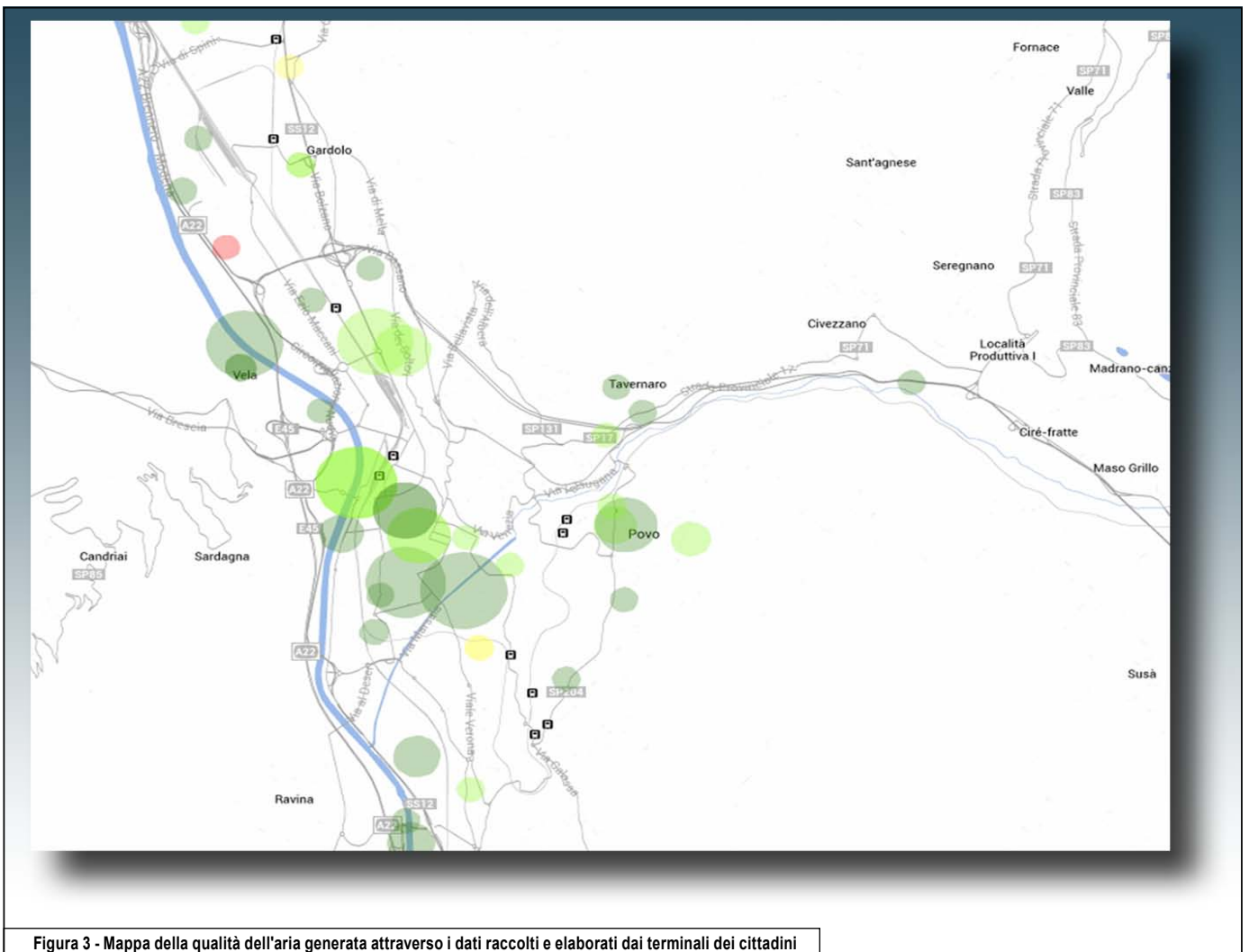


Figura 3 - Mappa della qualità dell'aria generata attraverso i dati raccolti e elaborati dai terminali dei cittadini

livello territoriale della propria posizione e dei parametri di qualità dell'aria raccolti attraverso un piccolo sensore portatile, permette di creare una mappa partecipata della qualità dell'aria della città, trasformando i cittadini in sensori del territorio e mettendo la comunità al centro dello sviluppo delle città intelligenti (Figura 3).

Le tecnologie sviluppate all'interno di MTL, per una gestione non frammentata dei dati personali del cittadino, abilitano una moltitudine di servizi che, in prospettiva, potranno rappresentare un cambio sostanziale nell'offerta ai cittadini e nel ruolo

che l'operatore telefonico ricopre all'interno dell'ecosistema. A tal proposito, affinché la valorizzazione del dato personale diventi un'opportunità e non una minaccia per l'utente, sono in fase di sviluppo tecnologie di gestione trasparente del dato personale: lo strumento si chiama Personal Data Store, (Figura 4), una piattaforma software, ospitata all'interno del cloud di Telecom Italia, attraverso cui ogni singolo utente, per mezzo di una semplice applicazione web o mobile, può controllare la raccolta, l'accesso, la condivisione, la cancellazione di ogni suo singolo dato per-

sonale. Il Personal Data Store di MTL è stato citato nel 2013 come uno dei casi di riferimento dal rapporto sui Personal Data del World Economic Forum [38].

Al Personal Data Store si associano altre soluzioni che hanno l'obiettivo di aumentare la sensibilità sul tema della gestione dei dati personali da parte degli smartphone. Ne è un esempio l'applicazione TIM CheckApp [39], sviluppata dall'esperienza di MTL, che permette agli utenti Android di conoscere e scoprire l'utilizzo che le applicazioni installate sul proprio dispositivo fanno dei dati generati dal telefono stesso.

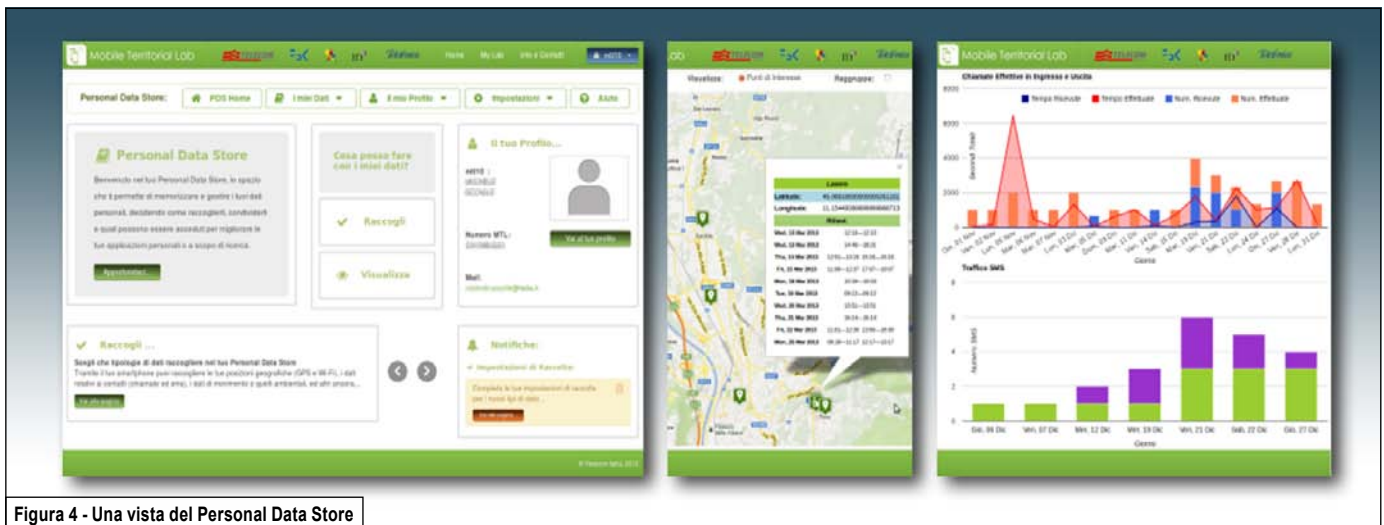


Figura 4 - Una vista del Personal Data Store

## Big Data Challenge

C'è un mondo là fuori fatto di designer, sviluppatori e ricercatori, ricco di competenze e di idee che può diventare una nuova risorsa per le grandi aziende, come Telecom Italia, che competono in un mercato profondamente cambiato, con dinamiche nuove e tempi di vita dei servizi estremamente ridotti. A quel mondo l'Azienda si è rivolta attraverso il lancio di una sfida aperta ad idee sul tema Big Data; e così è nata l'iniziativa Telecom Italia Big Data Challenge. Il modello delle challenge sta diventando un riferimento per chi fa innovazione oggi nel mondo, come dimostrano le molte iniziative lanciate (vedi ad esempio la D4D challenge di Orange [40], o la InnovaChallenge di BBVA [41]), perché permettono di richiamare, condividere e confrontarsi con una platea ampia di esperti, su temi ancora molto innovativi, come quello dei Big Data. Realtà che, a loro volta, spesso sono alla ricerca di occasioni di confronto come queste e di legami con contesti applicativi nuovi, abilitati dall'accesso a grandi basi dati. Per Telecom Italia la scelta di lanciare una challenge segna un passaggio importante, perché ha significato condividere una parte del proprio patrimonio informativo, finora gelosamente conservato, per aprir-



si ad un mondo, fatto di giovani risorse e startup, che sarà il suo interlocutore privilegiato nei prossimi anni. Ma entriamo nel dettaglio della Telecom Italia Big Data Challenge. Il concorso ha messo a disposizione degli iscritti un pacchetto di dati anonimi eterogenei (telecomunicazioni, consumo energetico, social, mobilità privata, ecc.) proveniente dalla rete Telecom Italia o da suoi partner. I dati sono relativi all'ultimo bimestre 2013 e geo-referenziati per i territori di Milano e Trentino e sono accessibili mediante API o download attraverso la piattaforma Dandelion, messa a disposizione da SpazioDati [42]. A partire dai dati contenuti nel

pacchetto, i partecipanti possono sviluppare la propria idea per provare ad aggiudicarsi i premi messi in palio. Ciascun partecipante può concorrere, singolarmente o in team, in una delle tre track disponibili: sviluppo applicazioni, data analytics o visualizzazione dati. Le iscrizioni si sono chiuse il 14 febbraio 2014 e hanno visto una partecipazione di oltre 1000 persone provenienti da tutto il mondo. Un comitato d'eccezione, di cui fanno parte tra gli altri Sandy Pentland (MIT), Gianni Riotta (Princeton, RAI) e Riccardo Luna (Wired), ha valutato le proposte pervenute con la premiazione il 3 aprile a Trento in occasione degli ICT Days<sup>3</sup> ■

3 <http://www.telecomitalia.com/bigdatachallenge>



# Big Data Cross Platform

Per mettere in esercizio un sistema informatico atto ad elaborare grosse moli di dati, un'organizzazione dovrebbe dotarsi di un'infrastruttura tecnologica con caratteristiche simili a quelle di un data center, sebbene in scala ridotta nella fase iniziale. Inoltre per raggiungere l'operatività, tale infrastruttura necessita di essere alimentata dai differenti data source di interesse, di essere monitorata costantemente e di essere mantenuta sia in via preventiva che correttiva. Al fine di supportare tutte queste attività, l'azienda deve dotarsi di competenze specializzate investendo sul personale interno o su servizi professionali esterni. Questi aspetti possono rappresentare delle criticità, ma allo stesso tempo un'opportunità di business per Telecom Italia.

In Azienda è stato realizzato il prototipo evoluto di una piattaforma distribuita per il processing dei Big Data che, una volta ingegnerizzato, potrà erogare strumenti e servizi alla clientela sia interna (diversi dipartimenti presenti in TI) che esterna in modalità "as-a-service", fornendo un'interfaccia visuale ed una serie di strumenti atti ad astrarre la complessità tecnologica lasciando al cliente il focus sul business.

La piattaforma è logicamente rappresentabile come in Figura, in cui si evidenziano i principali layer architetturali deputati all'ingestion, allo storage, al

processing (batch e real-time), alla presentation dei dati ed alla gestione.

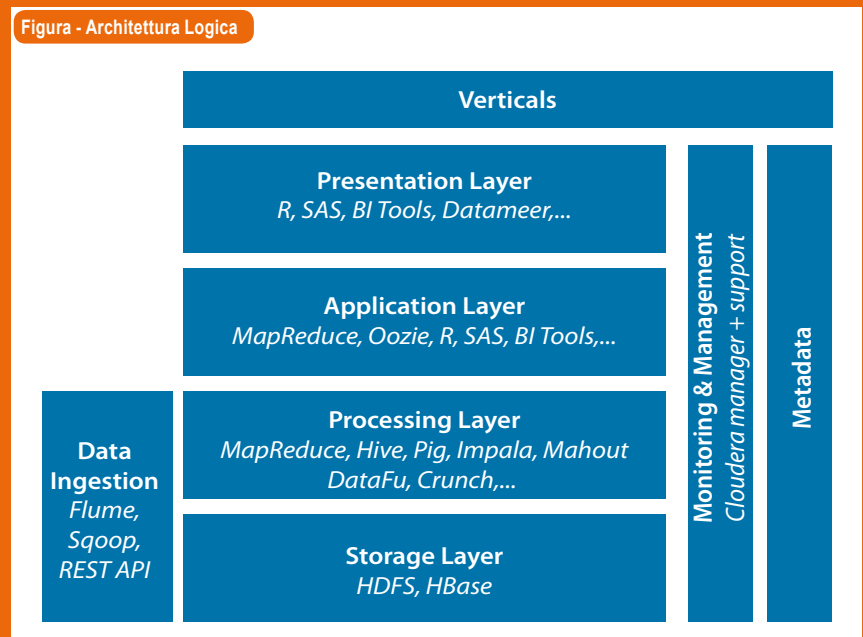
Mediante il prototipo di piattaforma sono stati implementati diversi concept, che dimostrano come i servizi possano essere erogati sia a livello PaaS, in cui gli utilizzatori interagiscono sfruttando le funzionalità di base mediante un'interfaccia grafica dedicata, sia a livello SaaS in cui gli utilizzatori fruiscono dei servizi evoluti come Business Intelligence as a Service (BlaaS).

Sulla piattaforma è possibile innestare in fasi successive applicazioni come, ad esempio, il Data Marketplace, mediante

il quale sarebbe possibile effettuare la compravendita di dataset abilitanti nuovi "actionable insights". Anche il patrimonio di dataset di Telecom Italia, con gli opportuni vincoli di privacy, potrebbe trovare posto nel Data Marketplace e quindi essere monetizzato. La piattaforma, in modo del tutto analogo, può abilitare molteplici applicazioni verticali rivolte a specifici mercati (utilities, finance, assicurazioni, ecc.) ■

roberto.pagnin@telecomitalia.it  
fabrizio.verroca@telecomitalia.it

Figura - Architettura Logica



## 5.2 Il progetto CitySensing

Il progetto CitySensing, sviluppato in collaborazione con il Politecnico di Milano, ha invece l'obiettivo di monitorare le dinamiche di un territorio attraverso l'analisi e la correlazione di

dati anonimi geo-referenziati ed eterogenei. In particolare, oggi a Trento si stanno analizzando i dati provenienti dalla rete Telecom Italia (chiamate, sms, connessioni dati) e dai social network (es. Twitter). Il risultato è una mappatura dinamica

della città, focalizzata sui grandi eventi cittadini, che mostra la presenza di persone, i contenuti più discussi, la provenienza e la distribuzione socio-demografica dei partecipanti, il sentiment (gradimento) espresso sui social network ...



Tale mappatura rappresenta una sorgente quanto mai precisa e chiara per capire l'evoluzione dei territori, delle città o l'impatto degli eventi che su di essa hanno luogo. In questo senso è possibile sfruttare i Big Data per analizzare macro e micro fenomeni prima invisibili o non catturabili su larga scala.

La piattaforma CitySensing, che è in rapida evoluzione e ancora una volta ospitata nel cloud di Telecom Italia, è stata istanziata in diverse città e per diversi eventi. La versione più completa, (Figure 5a e 5b), è quella implementata su Milano, dove ad oggi sono stati "monitorati" gli eventi del Salone del Mobile e Fashion Week e dove verrà mappato l'impatto di EXPO 2015 sulla città attraverso lo tsunami di dati che esso porterà con sé.

La piattaforma di raccolta e analisi dei flussi sviluppata nel progetto CitySensing apre a innumerevoli opportunità di servizi di monitoraggio e analisi delle dinamiche cittadine, anche al di là di quelle strettamente legate a singoli eventi: dall'analisi dei flussi turistici a quella della pianificazione urbana, alla previsione del rischio o della sicurezza urbana,...

Nei prossimi anni, dunque, i Big Data rappresenteranno così una parte dell'infrastruttura delle città, al pari della rete di illuminazione pubblica o della metropolitana, sulla base della quale i cittadini, le imprese e l'amministrazione potranno fare affidamento per lo sviluppo dei servizi di Smart City.

offre innumerevoli opportunità alle organizzazioni pubbliche e private sia per ottimizzare i processi interni ed incrementare il business tradizionale, sia per sviluppare nuovi prodotti e servizi per la "Data-driven Society".

Il processo di trasformazione delle imprese e del relativo business richiede necessariamente tempo ed investimenti per il dispiegamento di infrastrutture tecniche innovative e per lo sviluppo delle competenze richieste ai "data scientist".

L'approccio ai Big Data, di sua natura trasversale, richiede una rivisitazione delle politiche di gestione dei dati all'interno delle organizzazioni, per valorizzare i medesimi come un asset aziendale condiviso. Inoltre è funzionale che i progetti di utilizzo dei Big Data prevedano nativamente sempre il coinvolgimento delle funzioni aziendali responsabili degli aspetti legali e di privacy, per assicurare che gli stessi progetti siano valutati e correttamente indirizzati.

In questo scenario gli operatori di telecomunicazione oltre a trarre beneficio diretto dallo sfruttamento delle grandi moli di dati di cui dispongono, possono anche giocare il ruolo di abilitatori della "Data-driven Society", offrendo prodotti, servizi e competenze a quelle organizzazioni che intendono intraprendere tale percorso di trasformazione ■



#### Bibliografia

- [1] Big Data Public Private Forum, "Big Data roadmaps for the industry", Big Data World Congress, Monaco, dicembre 2013
- [2] General Electric, "Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines", novembre 2012
- [3] Gartner, "Information 2020: Beyond Big Data", 2013
- [4] Forrester, "Forrsights Strategy Spotlight: Business Intelligence and Big Data", 2013
- [5] Tata Consulting Services, "The emerging big returns on big data", 2013
- [6] Politecnico di Milano, Osservatori. Net ICT & Management, "Big Data: come orientarsi nel labirinto?", dicembre 2013
- [7] MIT Technology Review, "Big Data", edizione italiana, 4/2013
- [8] McKinsey Global Institute, "Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity", giugno 2011
- [9] Zurich University of Applied Sciences, Big Data World Congress, Monaco, dicembre 2013
- [10] Telecom Italia, "Big Data - State of the art and opportunities", dicembre 2013
- [11] <http://www.bigdata-startups.com/BigData-startup/walmart-making-big-data-part-dna/>
- [12] Gartner, "Big Data and Analytics Art of the Possible", 2012
- [13] <https://www.hailocab.com/>
- [14] <http://www.streetline.com/>
- [15] <http://arthurm.com/selling-data/>
- [16] <http://www.t-systems.com/news-media/t-systems-and-cloudera-offer-joint-cloud-based-solutions-for-big-data-analysis/1067634>
- [17] <http://www.nttdata.com/global/en/services/bds/index.html>
- [18] [https://www.nttdocomo.co.jp/english/info/media\\_center/pr/2013/0513\\_00.html](https://www.nttdocomo.co.jp/english/info/media_center/pr/2013/0513_00.html)
- [19] [http://english.khan.co.kr/khan\\_art\\_view.html?artid=201305091950107&code=710100](http://english.khan.co.kr/khan_art_view.html?artid=201305091950107&code=710100)
- [20] <http://business.verizonwireless.com/content/b2b/en/precision/precision-market-insights.html>
- [21] <http://dynamicinsights.telefonica.com/>
- [22] <http://www.orange.com/en/press/press-releases/press-releases-2013/>

## Conclusioni

In conclusione, appare evidente che lo sfruttamento dei Big Data



*Flux-Vision-Orange-Business-Services-launches-its-first-Big-Data-offer-for-businesses-public-authorities*

- [23] <http://www.telecoms.com/50865/customer-data-creating-revenue-opportunities-in-unlikely-places/>
- [24] <http://www.laboratories.telekom.com/public/english/netzwerk/pages/siliconplatz.aspx>
- [25] K. Shvachko, H. Kuang, et al., "The hadoop distributed file system". In Proceedings 26th Symposium on Mass Storage Systems and Technologies (2010), 1-10.
- [26] R. Padhy, R. Manas, et al., "RDBMS to NoSQL: Reviewing Some Next-Generation Non-Relational Databases". International Journal of Advanced Engineering Science and Technologies (2011), 15-30.
- [27] S. Gilbert, Seth, N. Lynch, "Brewer's conjecture and the feasibility of consistent, available, partition-tolerant web services". In ACM SIGACT News (2002), 51-59.
- [28] J. Han, E. Haihong, et al., "Survey on NoSQL database". In Proceedings of 6th international conference on Pervasive computing and applications (2011), 363-366.
- [29] J. Dean, G. Sanjay, "MapReduce: a flexible data processing tool", Communications of the ACM (2010), 72-77.
- [30] G. Ingersoll, Introducing Apache Mahout. (2009).
- [31] Apache Software Foundation, Tez Project Incubator, <http://incubator.apache.org/projects/tez.html>
- [32] C. Olston, B. Reed, et al., "Pig latin: a not-so-foreign language for data processing". In Proceedings of the 2008 ACM SIGMOD international conference on Management of data (2008), 1099-1110.
- [33] A. Thusoo, J. Sarma, et al., "Hive: a warehousing solution over a map-reduce framework". In Proceedings of the VLDB Endowment (2009), 1626-1629.
- [34] G. Malewicz, M. Austern, et al., "Pregel: a system for large-scale graph processing". In Proceedings of the 2010 ACM SIGMOD International Conference on Management of data (2010), 135-146.
- [35] Storm, Distributed and fault-tolerant realtime computation, <http://storm-project.net/>
- [36] M. Vescovi, C. Moiso, et al. "Toward Personal Big Data passing through user Transparency, Control and Awareness: a Living-Lab experience", In Proceedings of. European Data Forum (2014).
- [37] <http://www.forbes.com/pictures/lmm45emkh/6-alex-sandy-pentland-professor-mit/>
- [38] [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_IT\\_UnlockingValuePersonalData\\_CollectionUsage\\_Report\\_2013.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_IT_UnlockingValuePersonalData_CollectionUsage_Report_2013.pdf)
- [39] <https://play.google.com/store/apps/details?id=it.telecomitalia.timcheckapp>
- [40] <http://www.d4d.orange.com/home>
- [41] <https://www.centrodeinnovacionbbva.com/en/innovachallenge>
- [42] <http://www.spaziodati.eu>

**fabrizio.antonelli@telecomitalia.it**  
**luigi.artusio@telecomitalia.it**  
**corrado.moiso@telecomitalia.it**



### Fabrizio Antonelli

informatico, con uno scholarship presso l'Arizona State University. Inizialmente in Azienda si è occupato di tecnologie di recommendation basate su testi, sistemi di classificazione automatica e knowledge discovery. Attualmente è direttore del Semantics and Knowledge Innovation Lab (SKIL) di Telecom Italia a Trento, con l'obiettivo di progettare e investigare servizi innovativi data-driven.

I progetti che coordina sono sulla correlazione di big data eterogenei e sull'analisi delle dinamiche e dei profili delle persone a partire dai dati personali. Quest'ultima attività, prevedendo lo sviluppo di tecnologie per la protezione dei dati personali, nel 2013 è stata citata come caso di riferimento presso il World Economic Forum.



### Luigi Artusio

informatico, dal 1989 è in Azienda. Nei primi anni ha approfondito gli aspetti di gestione delle reti e dei servizi di telecomunicazione, operando sia negli enti standardizzazione, sia nei progetti di ingegnerizzazione dei sistemi di gestione, assumendo diversi ruoli di responsabilità. Ha poi sviluppato esperienze di program e vendor management, contribuendo alla messa in esercizio di soluzioni innovative sia di rete, come quella di Voice over IP "Alice voce", che di gestione. Attualmente sviluppa ricerche sui trend evolutivi del mercato ICT, per proporre nuove possibili opportunità economiche per il Gruppo



### Corrado Moiso

laurato in Scienze dell'Informazione, è in Azienda dal 1984. Inizialmente ha studiato linguaggi logici e funzionali, l'elaborazione distribuita ad oggetti ed il loro uso in TMN. Dal 1994, con diversi ruoli di responsabilità, ha investigato l'introduzione di IT nell'Intelligenza di Rete, contribuendo alla sperimentazione di TINA, allo standard Parlay ed all'introduzione di SOA e di soluzioni autonome nelle piattaforme di servizio. Attualmente investiga come soluzioni IT innovative possono abilitare nuovi scenari applicativi per gli operatori di Telecomunicazione. Ha collaborato a progetti finanziati da EC ed Eurescom; è autore diverse pubblicazioni, nonché di brevetti su sistemi e metodi per servizi.



# EVOLUZIONE DEI DISPOSITIVI DELLA CONSUMER ELECTRONICS

Gianni Fattarappa, Luca Lamorte, Gianluca Zaffiro





La recente evoluzione dei dispositivi di Consumer Electronics va nella direzione di potenziare la capacità cognitiva e di azione delle persone; il riferimento è agli smart objects veri protagonisti anche al CES 2014. Vediamo alcuni e analizziamone le potenzialità di sviluppo nel contesto ICT.

## 1 L'elettronica indossabile

Le interfacce indossabili, o “wearable user interface”, sono sistemi elettronici che si posizionano sul corpo umano in modo non intrusivo e aiutano le persone a “mediare” il loro ambiente. Tipicamente sono interfacce non occludenti, sempre accese e connesse che forniscono informazioni contestuali. Fanno parte di questa categoria gli occhiali per la realtà aumentata, gli orologi smart, i biosensori, i tessuti elettronici, ecc. Tra le tecnologie che caratterizzano e sono alla base delle interfacce indossabili ci sono i sensori inerziali, le interfacce touch, a controllo gestuale e con lo sguardo, la realtà aumentata (AR), il riconoscimento del parlato. Sono prodotti

fortemente influenzati dallo stile e dalla moda, che fanno parte dell’Internet of Things e potranno contribuire ad abilitare applicazioni del tipo context aware.

### 1.1 Occhiali per la realtà aumentata

I Google Glass rappresentano l’oggetto indossabile per eccellenza, grazie anche alla forte campagna promozionale di Google [11] avviata con il lancio di Sergey Brin all’evento GoogleIO 2012<sup>1</sup>. Finora solamente poche persone hanno potuto indossare questo dispositivo innovativo e farsi un’idea concreta delle sue effettive potenzialità. Oltre ad essere una mossa di Google per creare l’hype nel mercato di massa, ciò è dovuto anche

al fatto che i Glass sono ancora in “beta version” e quindi un prototipo. Ad oggi sono stati consegnati esclusivamente ai partecipanti del progetto Glass Explorer, ovvero persone residenti negli Stati Uniti che durante la GoogleIO12 si sono iscritti al programma, versando un contributo di 1500 dollari. A inizio 2013 sono apparsi i primi video di un-boxing dei Google Glass con le relative recensioni e descrizioni (Figura 1).

I Google Glass Explorer beta non sono in realtà degli occhiali veri e propri, bensì una montatura stilizzata senza lenti, sulla cui asta destra è installato un dispositivo Android miniaturizzato dotato di connettività Wi-Fi e Bluetooth: la prima per accedere ai servizi Cloud e per trasferire e sincronizzare ogni immagine e contatti con

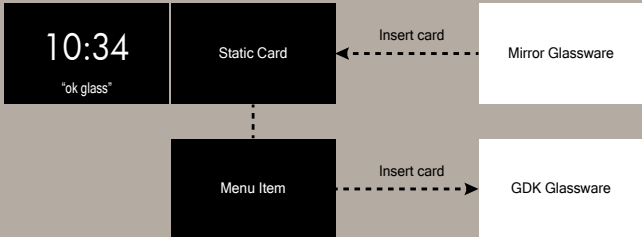
Figura 1 - Sergey Brin con i Google Glass, particolare frontale con il prisma ottico e l'occhiale sezionato



<sup>1</sup> Il video di un-boxing dei Google Glass: <http://www.youtube.com/watch?v=D7TB8b2t3QE>

il proprio Google+ (G+) Account; la seconda per comunicare con il proprio smartphone e quindi ricevere chiamate, SMS e hang-out<sup>2</sup> direttamente sui propri Glass. Il dispositivo è dotato di una fotocamera da 5Mpx e un display a colori che sfrutta un prisma ottico per proiettare immagini sulla parte superiore dell'occhio destro (Figura 1). Completano la dotazione un auricolare "bone" (a conduzione ossea del suono), un giroscopio e una memoria da 16GB.

Quando indossati, i Glass rimangono in "stand-by" e display spento, finché non sono "svegliati" da un'azione esplicita dell'utente. Ciò avviene attraverso un "tap" sul touchpad posto sull'asta destra della montatura, oppure attraverso un movimento della testa verso l'alto (captato da sensori interni). Quando è attivo, lo schermo suggerisce le operazioni che l'utente può effettuare in una determinata situazione tramite alcune scritte. Ad esempio, al primo tap appare la scritta "ok glass" che rappresenta il comando di start del dispositivo, l'equivalente del tasto di avvio di Windows. A questo punto, dopo che l'utente ha pronunciato la frase "ok glass", appare la lista delle operazioni che è possibile eseguire (Figura 2). Usando il touchpad, è anche possibile scorrere, con un movimento da destra a sinistra e viceversa, le varie Card,

I Google Glass	
<b>Le azioni</b>	Oltre alle più note azioni "Take a picture", "Record a Video", "Google" e "Google Now" meritano una menzione particolare "Direction to" e "Translate". <b>Direction to</b> è un navigatore che mostra la mappa su tutto il display congiuntamente alla direzione da seguire e integra la navigazione con la voce nei punti principali. <b>Translate</b> è una funzione che si attiva inquadrando coi Glass un testo, un cartello o qualsiasi scritta in una lingua straniera, e che restituisce sovrapposta alle parole riconosciute l'immediata traduzione nella propria lingua.
<b>Configurazione</b>	I Glass possono lavorare in piena autonomia, essendo un vero e proprio dispositivo Android; come tale, per poter sfruttare appieno le proprie funzionalità, richiedono una connessione alla rete (Wi-Fi). La configurazione Wi-Fi può essere realizzata con l'applicazione MyGlass, scaricabile da Google Play ed Apple Store, oppure attraverso la pagina <a href="http://google.com/myglass">http://google.com/myglass</a> . L'operazione è facilitata dalla generazione tramite MyGlass App o dall'omonima pagina web di un QR code che contiene il nome SSID e la password della propria rete Wi-Fi: inquadrando coi Glass il QR code generato, il dispositivo si collegherà automaticamente alla rete e potrà eseguire la prima sincronizzazione, diventando attivo ed operativo [1].
<b>Mirror API e GDK</b>	Oltre alle funzioni base offerte dai Glass, è possibile sviluppare i propri servizi o costruire le proprie funzionalità direttamente sul dispositivo e creando applicazioni denominate Glassware. A questo scopo si possono usare le Mirror API, che consentono di creare servizi web-based per i Glass, o il Glass Development Kit, ovvero un add-on di Android SDK per sviluppare App eseguite direttamente sui Glass. 

ovvero le istantanee delle azioni/operazioni eseguite e le singole funzioni disponibili con i Glass. Tale funzionalità viene visualizzata come una giostra circolare di diapositive, che scorrono nello spazio generato dal display in cui l'utente può rivedere operazioni o eventi ricevuti sui Glass, nonché

eseguire le azioni base senza utilizzare i comandi vocali.

Nonostante il promettente ecosistema, sono già passati due anni ed il progetto Explorer tarda a passare da beta allo stadio di prodotto commerciale. Tale ritardo potrebbe, ovviamente, essere spiegato con il desiderio di Google di capire come una tale novità potrebbe essere accolta. In generale, l'entusiasmo e l'attesa nei confronti dei Glass stanno creando un'inspiegabile necessità di qualcosa che ancora non si conosce completamente. Quando il prodotto arriverà nelle mani del pubblico, si solleveranno certamente le prime critiche e verranno imposte le prime limitazioni all'uso, soprattutto per quanto riguarda gli aspetti le-

Figura 2 - Le videate sui Google Glass quando l'occhiale è attivato dall'utente con un comando vocale o toccando l'astina



<sup>2</sup> Hang-out è la modalità di videocomunicazione multi-utente di G+

gati alla privacy per la fotocamera - infatti allo stato attuale è facile scattare foto o girare video senza essere notati - e le situazioni di rischio per la distrazione che può generare il display. Sono noti i casi di un guidatore multato per averli indossati alla guida della propria auto o degli Explorer allontanati da cinema, ristoranti e bar perché indossavano i Google Glass<sup>3</sup>. È indubbio che a livello legislativo sarà necessario definire come e quando gli smart glass potranno essere indossati. Per ora non resta che attendere la loro commercializzazione, ipotizzando che sia questo 2014 l'anno dei Glass.

Altre aziende presenti al CES 2014 hanno realizzato soluzioni di occhiali intelligenti sulla scia dei Google Glass, le cui caratteristiche salienti sono presentate di seguito.

**Vuzix** [12] è un'azienda americana da tempo attiva nel settore degli smart glass per applicazioni business, come per esempio la telemanutenzione, che propone a 1000 dollari il modello *M100*. Questo occhiale è concettualmente molto simile ai Google Glass: la visualizzazione avviene su visore monoculare LCD - non trasparente e posto in alto rispetto al campo visivo - ed è dotato di videocamera. Si basa su Android e comunica con BLE o Wi-Fi. Le applicazioni in AR sono sviluppabili tramite la soluzione di Metaio e una libreria SDK. In roadmap è previsto il controllo gestuale e vocale (come per i Google Glass). Vuzix ha anche presentato l'occhiale *M2000AR*, dotato di una lente trasparente su cui, tramite un sistema innovativo a guida di luce, si forma l'immagine in sovrapposizione al campo visivo, realizzando una vera e propria visione in AR. In dotazione ha una fotocamera da 5Mpx, giro-

scopio, e è fornito assemblato su un casco. Al momento si connette via cavo ad una cintura su cui è posta l'interfaccia di controllo. Il prezzo è di 5200 euro.

Anche **Samsung** [13] sta lavorando ad un modello di smart glass atteso per fine 2014 che si chiamerà probabilmente *Galaxy Glass*. Samsung ha il vantaggio rispetto a Google di poter realizzare la parte ottica con la sua divisione Samsung Display. È probabile che l'occhiale lavorerà in simbiosi con uno smartphone - così come fa attualmente l'orologio smart Samsung Galaxy Gear - visualizzando notifiche sulle lenti e consentendo agli utenti di ricevere e effettuare telefonate, ascoltare musica. [6]

Una tecnologia alternativa è quella di **Innovega** [14], azienda americana che ha brevettato un sistema chiamato iOptik in cui la visualizzazione dei contenuti virtuali avviene indossando lenti a contatto speciali e occhiali HD. Poiché la soluzione richiede l'uso di lenti a contatto sarà necessaria l'approvazione della FDA prima del lancio previsto nel 2015. Se da un lato il dover indossare delle lenti a contatto è certamente un limite di questa scelta tecnologica, l'esperienza visiva promette di essere di molto superiore a quelle ottenibili con lenti trasparenti a guida ottica [2].

## 1.2 Braccialetti intelligenti

Il 2014 è anche l'anno della cosiddetta "*wrist revolution*", una nuova tendenza che riguarda i braccialetti intelligenti, come i ben noti Jawbone [15], Fitbit [16] e Nike [17] FuelBand, già sul mercato da qualche tempo. Altri se ne sono

affiancati al CES 2014, come ad esempio il Life Band Touch di LG Electronics [3] e il Vivofit di Garmin [4]. Secondo una ricerca della CEA [18], l'interesse dei consumatori americani per l'acquisto di dispositivi dedicati e indossabili per il fitness si è quadruplicato nel 2013 al 13%, partendo da appena il 3% nel 2012. I dati di vendita di elettronica elaborati da CEA per gli Stati Uniti mostrano una forte crescita nel settore del fitness e dei dispositivi di "*activity tracking*": i ricavi negli USA hanno raggiunto nel 2013 quasi i 900 milioni di dollari, con un aumento del 32% rispetto all'anno precedente, e si prevede di superare il miliardo di dollari nel 2014. Il numero di dispositivi posseduti indossabili e dedicati al fitness è triplicato dal 2012 al 2013, raggiungendo il 9%. Il 75% dei consumatori online negli USA ha dichiarato di possedere un prodotto tecnologico per il fitness. I contapassi rimangono la tecnologia di fitness posseduta più popolare (37%), seguiti da videogame per il fitness (26%) e misuratori di pressione sanguigna portatili (21%) [5].

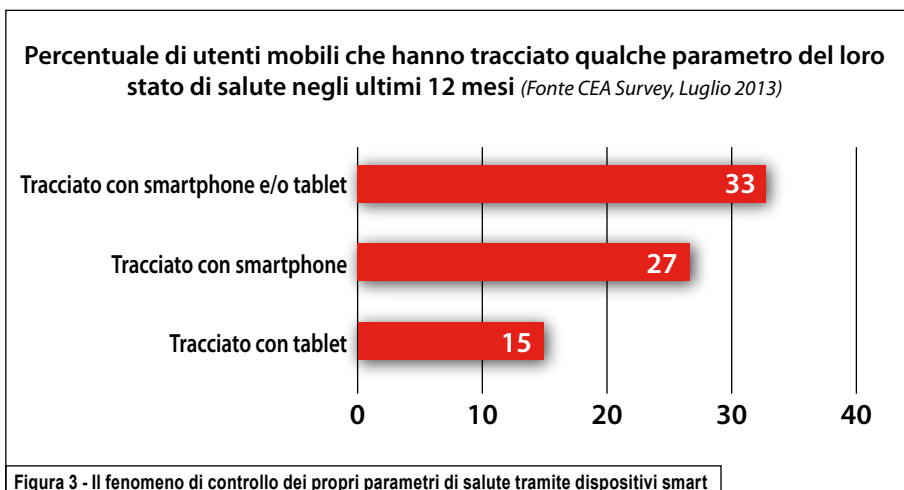
Oltre al fenomeno della tecnologia da "*polso*", anche la moda "*funzionale*" sta cambiando il modo in cui le persone usano e interagiscono con la tecnologia. Oggi la tecnologia indossabile e "*embeddable*" è disegnata per migliorare molti aspetti della vita quotidiana, che includono la comunicazione, la salute, l'intrattenimento, lo sport.. In questo filone si inserisce **FashionTeq** [19], un'azienda che propone una collezione di gioielli ad alta tecnologia chiamata Zazzi. La linea comprende anelli, orecchini e braccialetti che appaiono come pezzi di gioielleria (Figura 4) ma sono disegnati per introdurre un modo riservato di riceve-

<sup>3</sup> [http://www.cbsnews.com/news/seattle-restaurant-bans-google-glass-wearers/;](http://www.cbsnews.com/news/seattle-restaurant-bans-google-glass-wearers/)

<http://www.dailytech.com/California+Woman+Cited+for+Wearing+Google+Glass+While+Driving+Beats+Ticket/article34159.htm;>

<http://www.digitaltrends.com/mobile/entitled-acting-tech-nerd-kicks-google-glass-ban-controversy/>





re notifiche dal telefono quando questo è lasciato nella borsetta. Per identificare un chiamante si possono personalizzare diverse modalità di vibrazione. In questo modo Zazzi diviene una soluzione per le persone che desiderano essere sempre raggiungibili pur mostrandosi socialmente educate.

### 1.3 Smart Watch

Nell'ambito degli oggetti da indossare al polso, il segmento degli orologi "smart" sta attirando

sia grandi aziende che piccole start-up. Gli analisti prevedono che questo mercato continuerà a crescere in modo significativo nei prossimi anni.

Grandi nomi come **Samsung** con **Galaxy Gear** e **Sony** con **SW2** [20] sono già presenti in questo settore, e da poco anche **Qualcomm** [21] ha iniziato a vendere ai consumatori un suo modello, il **Qualcomm Toq**, dotato di schermo *Mirasol* - una speciale tecnologia Qualcomm di inchiostro elettronico a colori a bassissimo consumo. Tra le aziende che si sono presentate al CES 2014 pro-

ponendo nuovi modelli di smart watch ci sono Adidas, Magellan, Neptune e Pebble (v. box a lato).

In questa categoria di prodotti il successo deriva dal proporre un design accattivante, avere il maggior numero di App a disposizione e naturalmente costare meno rispetto ai 200-300 dollari di oggi. Non è sufficiente infatti puntare tutto sulla praticità di poter usare l'orologio al posto di un *phablet* o *tablet* quando questo è riposto in borsa o in tasca.

## 2 Stampanti 3D

### 2.1 La Terza Rivoluzione Industriale

Chris Anderson, ex direttore di Wired USA, *guru* e padre del concetto della "coda lunga - long tail" ha recentemente pubblicato un libro intitolato "Makers: The New Industrial Revolution" [7], in cui evidenzia l'emergere di un nuovo paradigma, il "manufacturing the world of things": la possibilità che ogni utente finale con un'idea possa costruirsi a casa il proprio oggetto personalizzato e unico. Le stampanti 3D stanno entrando nelle abitazioni e abilitando la distribuzione on demand di oggetti e la ratio dietro questo fenomeno è la riduzione dei costi delle stampanti 3D, diminuiti del 90% rispetto a quattro anni fa.

La stessa **Nokia** [22] ha iniziato a distribuire, gratuitamente, le specifiche tecniche necessarie per stampare a casa la cover posteriore e i propri accessori per il Lumia 820. L'idea è quella di permettere a chiunque di costruirsi la propria cover con colori e caratteristiche diverse da quelle fornite di serie o nella vendita di

Figura 4 - I gioielli "funzionali" Zazzi, per ricevere messaggi senza disturbare



**Gli Smart Watch**

*Di seguito alcuni dei nuovi prodotti presentati quest'anno al CES 2014*

<p>Echo di Magellan <a href="http://www.magellangps.com/Echo">www.magellangps.com/Echo</a></p>	<p>Magellan, fornitore di navigatori GPS, aggiunge alla sua gamma Echo, un nuovo modello di smart watch per il fitness. Echo utilizza numerose App per lo sport, tra cui golf, escursionismo e sci, per mostrare in tempo reale le proprie prestazioni. L'orologio sarà venduto a \$150, sensore cardio a parte che costa altri \$50. Con l'orologio si può inoltre controllare la musica e visualizzare messaggi dello smartphone.</p>
<p>miCoach Smart Running di Adidas <a href="http://www.adidas.it/micoach-smart-run">www.adidas.it/micoach-smart-run</a></p>	<p>Usa una tecnologia ottica per misurare le variazioni di volume del sangue, da cui si estrae il ritmo cardiaco senza dover indossare una fascia toracica. Un accelerometro conta ogni passo. L'orologio è dotato di GPS per tracciare percorso e velocità dell'allenamento, mentre si può controllare la musica in modo wireless. Prezzo €400.</p>
<p>Neptune Pine <a href="http://www.neptunepine.com">www.neptunepine.com</a></p>	<p>Il Neptune Pine è, con un neologismo, un "watchblet", un incrocio tra smart watch e tablet. Infatti a differenza di altri smart watch lavora anche senza collegarsi allo smartphone. È basato su Android, funziona come social-media hub, fitness lab, video game console, media player ed è dotato di due fotocamere, il tutto in un dispositivo da 2.4" da polso. La cassa può essere staccata dal cinturino e usata a due mani o per effettuare videochiamate. Lo schermo supporta una tastiera QWERTY e i comandi vocali. È dotato di sensori per il fitness quali GPS, accelerometro, pedometro e bussola; inoltre può tracciare il ritmo cardiaco tramite App apposita. Pine usa un processore Qualcomm Snapdragon S4 da 1.2GHz. La parte radio include 2G/3G GSM, Wi-Fi e BLE. Ha memoria di 32GB e slot per la micro SIM. Prezzo \$335, disponibilità dal 2Q2014.</p>
<p>Pebble Steel <a href="https://getpebble.com/steel">https://getpebble.com/steel</a></p>	<p>È la versione aggiornata dello smart watch con schermo a carta elettronica lanciata lo scorso anno da una start-up del crowdfunding. L'enorme successo ottenuto (raccolti \$3.3 milioni dopo i primi cinque giorni su Kickstarter) ha portato l'azienda al lancio del secondo esemplare con un look rinnovato: cassa d'acciaio, display Gorilla Glass, l'introduzione di LED e cinturino a scelta tra pelle e acciaio. Il peso è stato ridotto a 45 grammi mentre le funzionalità sono state migliorate. Pebble Steel consente ora di eseguire vere App sul dispositivo. La connessione con lo smartphone avviene via BLE. Venduto a \$250.</p>



accessori (Figura 5). Nel mondo della moda, il designer israeliano Ron Arad ha lanciato a Milano la sua nuova collezione di occhiali realizzati con stampanti 3D. Gli occhiali presentati in occasione del salone del mobile sono stati realizzati per il marchio **PQ Eyeware** [23], di cui è co-fondatore. La montatura degli occhiali è stata realizzata con un pezzo unico. Una stampante 3D consente per esempio di materializzare un oggetto realizzando una prototipazione rapida ad uso prevalentemente privato-dimostrativo o pubblico-divulgativo (Figura 6). I macro campi di utilizzo includono oltre al contesto domestico/consumer (hobbyisti, early adopters, appassionati di nuove tecnologie) anche quello didattico (scuole ed enti pubblici, medico scientifici e sociali) e professionale (architetti, studi di design).

Figura 5 - Marketability delle stampanti 3D oggi



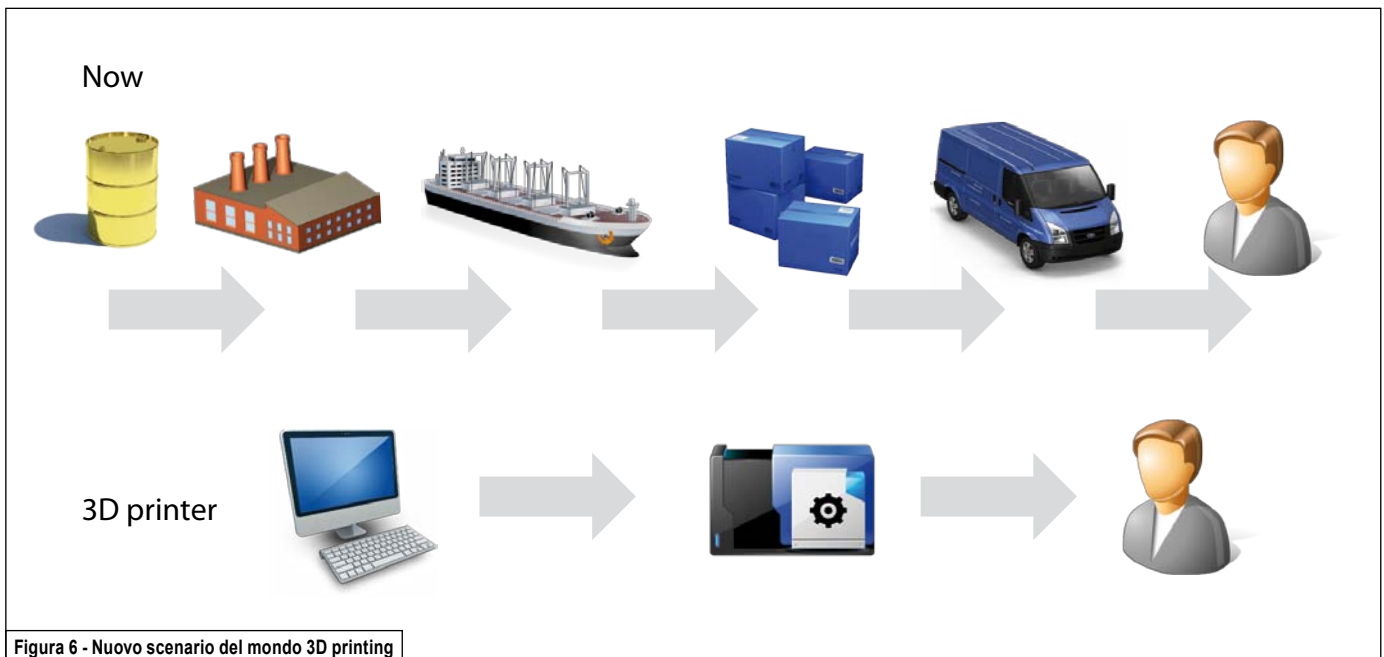


Figura 6 - Nuovo scenario del mondo 3D printing

Tra gli oggetti che si possono realizzare con questa tecnologia sono compresi:

- cover per telefoni;
- giocattoli personalizzati;
- accessori (anelli, bracciali...);
- pezzi di ricambio;
- mobili / complementi d'arredo;
- intrattenimento per adulti;
- prototipazione rapida e modelli architettonici;
- prodotti personalizzati "Do It Yourself".

## 2.2 Come funziona la Stampante 3D

La stampa 3D permette di avere la riproduzione reale di un modello realizzato con un software di modellazione 3D. La produzione è "additiva" dato che la creazione di oggetti tridimensionali avviene sovrapponendo strati di materiale successivi.

Abilita stampa e assemblaggio di parti composte da diversi materiali con diverse proprietà e colori tramite filamenti plastici,

ABS and PLA, da utilizzare con le stampanti 3D:

- ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*): è una plastica che produce oggetti più rigidi.
- PLA (*Polylactic Acid o Polylactide*): è una plastica che produce oggetti più flessibili.

## 2.3 Il Business e il mercato

La stampa 3D sta rivoluzionando e accelerando le fasi di design, prototipazione e realizzazione di nuovi prodotti. **Gartner** [8] prevede che entro il 2016 le stampanti 3D di classe *enterprise* saranno accessibili a prezzi inferiori ai 2000 dollari o tramite "service di stampa". A tendere il dispositivo potrà stampare anche circuiti elettronici stampati, nonché parti in metallo (come le stampanti industriali).

Secondo la **Wohlers Associates**, la vendita di servizi connessi alla stampa 3D ha raggiunto i 2,2 miliardi di dollari nel 2012, con un

aumento pari al 28,6% rispetto al 2011 [9].

Si stima che si genererà da oggi al 2025 un mercato del valore di 200-600 miliardi di dollari l'anno [10].

## 2.4 Dall'"App store" al concetto di "model-store"

Esistono già dei "Model Store" affermati da cui scaricare, gratuitamente o a pagamento, progetti da stampare in 3D. Sono dei veri e propri *marketplace* di modelli, analoghi all'*App Store* di **Apple** [24] o a **Google Play**, in cui l'utente sfoglia un catalogo di prodotti, sceglie un prodotto di interesse, può in molti casi personalizzarlo e infine lo scarica in locale dove può immediatamente stamparlo in 3D.

- Il valore del progetto è funzione del design del prodotto che verrà stampato e quindi si giustificano anche prezzi significativi<sup>4</sup>.

Il marketplace di 3DSystems [25], Cubify, è anche una vera e pro-

<sup>4</sup> Esempi di model store sono: [www.thingiverse.com](http://www.thingiverse.com); [www.turbosquid.com](http://www.turbosquid.com); [www.shapeways.com](http://www.shapeways.com)



pria community che permette agli utenti esperti (*Cubify Artist*) di creare modelli, fare “upload and share” di creazioni 3D e renderli disponibili gratuitamente o a pagamento in *revenue share* con *Cubify*.

Oltre al *marketplace* dei progetti da stampare, nel mondo *consumer* è recentemente emersa la tipologia “*service di stampa*”, che consiste nell’abilitare l’utente a selezionare un oggetto, modificarlo, richiederne la stampa 3D professionale da un *provider* e ricevere a casa il prodotto. *Sculpteo* [26] è un servizio online di stampa 3D: una volta ricevuto il progetto dagli utenti stessi (che non rimangono dunque solo utilizzatori finali ma diventano così co-creatori), elabora una rapida prototipazione e produce l’oggetto, recapitandolo direttamente a casa. *Sculpteo* sta lavorando per sviluppare la stampa 3D in tre diverse direzioni: arte, customizzazione di massa, prodotti finali.

Per facilitare il tutto, è possibile anche creare il proprio oggetto con una semplice mobile App per smartphone.

## 2.5 La stampa additiva vista nel prossimo futuro

Il diffondersi delle stampanti 3D consumer *low cost* di nuova generazione fa nascere nuovi scenari d’utilizzo e di servizio: queste stampanti sono acquistabili a meno di 1000 dollari, offrono qualità sia per la risoluzione che la rapidità di stampa, e sono affidabili nel risultato di realizzazione. *3DSystems* rilascia quest’anno **Sense 3D Scanner**, uno scanner consumer al costo commerciale di circa 330 euro con il quale l’utente finale può catturare la

realtà, riprodurla in scala e modificarla prima di stamparla. Con questo sistema la frase “*take your world from physical to digital with 3D scanning*” diventa realtà (Figura 7).

In futuro tramite occhiali smart glass si inquadrerà un oggetto e lo si manderà in stampa 3D a casa.

Un altro trend è quello relativo alla diffusione dei FAX 3D: le stampanti includeranno uno scanner 3D e potranno interagire tra loro. Il primo modello disponibile sul mercato sarà probabilmente Zeus di AIORobotics [27] annunciato al CES di quest’anno. Un utente potrà scansionare un oggetto in una nazione / città e inviare la scansione ad una stampante 3D in un’altra nazione / città che riprodurrà l’oggetto.

La stessa **Microsoft** [28] ha rilasciato **3D Builder**, la sua prima App per la stampa 3D per Windows 8.1. L’ecosistema è già formato e i player del settore si stanno

posizionando per avere ognuno la propria fetta di mercato come nel mondo delle *mobile App*, *digital music/video* e dei *digital book*.

## Conclusioni

L’impatto delle tecnologie indossabili e personali riguarda i dispositivi connessi, l’Internet delle cose, le soluzioni per mercati verticali quali la salute, il *wellness*, il turismo, l’autoproduzione di oggetti e le soluzioni *Cloud based*.

Tra gli aspetti che le rendono particolarmente interessanti per il mercato c’è la potenzialità di abilitare applicazioni ad oggi inesplorate e la capacità di attrarre alti investimenti da parte di grandi player dell’ICT come gli OTT, la CE e i Telco stessi; inoltre queste tecnologie stimolano e richiedono la contaminazione costrutti-

Figura 7 - Scanner 3D



va tra moda, tecnologia, servizi e funzionalità.

Tra i problemi da affrontare invece si citano i timori per le violazioni della *privacy* e la criticità di gestione dei dati personali. Infatti uno scenario possibile è quello in cui indossando oggetti intelligenti si possano registrare audio, video e immagini in modo ancor meno evidente di quanto avviene oggi. Inoltre questi oggetti sono in grado di immagazzinare moltissime informazioni sensibili delle persone che li possiedono (si pensi ai braccialetti per il fitness o agli smart watch che tracciano dati sulla salute o che memorizzano i percorsi fatti): la loro gestione va quindi considerata con attenzione. I dati di mercato tuttavia indicano una reazione entusiasta degli early adopter e il CES 2014 ha confermato il trend di consolidamento tecnologico su questi prodotti, tracciando la strada verso il mercato di massa ■



#### Acronimi

<b>3D</b>	Tridimensionale
<b>API</b>	Application Programming Interface
<b>App</b>	Applicazione
<b>BLE</b>	Bluetooth 4.0 Low Energy
<b>CE</b>	Consumer Electronics
<b>CEA</b>	Consumer Electronics Association
<b>FDA</b>	Food and Drugs Association
<b>GDK</b>	Glass Development Kit
<b>GPS</b>	Global Positioning System
<b>HD</b>	High Definition
<b>ID</b>	Identificativo
<b>Mpx</b>	megapixel
<b>OTT</b>	Over The Top
<b>SDK</b>	Software Development Kit
<b>SSID</b>	Service Set Identifier



#### Bibliografia

- [1] Glass Development Kit website, <https://developers.google.com/glass/develop/gdk/index>
- [2] [http://news.cnet.com/8301-11386\\_3-57616459-76/augmented-reality-contact-lenses-to-be-human-ready-at-ces/](http://news.cnet.com/8301-11386_3-57616459-76/augmented-reality-contact-lenses-to-be-human-ready-at-ces/)
- [3] LG Life Band Touch website, <http://www.lg.com/us/fitness-activity-trackers/lg-FB84-BM-activity-tracker>
- [4] Garming Vivofit website, <http://sites.garmin.com/vivo>
- [5] VV.AA., "CES News Dailies", TWICE, 2014
- [6] [http://www.koreatimes.co.kr/www/news/tech/2014/01/133\\_150500.html](http://www.koreatimes.co.kr/www/news/tech/2014/01/133_150500.html)
- [7] Anderson, C., Makers "The New Industrial Revolution", Crown Business, 2012
- [8] Basiliere, P., "How 3D Printing Disrupts Business and Creates New Opportunities", Gartner, 2013
- [9] VV.AA., "Wohlers Report 2013, Additive Manufacturing and 3D Printing State of the Industry", Wohlers Associates, 2013
- [10] Kneissl, W., "3D Printing Materials 2014-2025: Status, Opportunities, Market Forecasts", IDtechEx, 2013
- [11] [www.google.com/intl/it/about/company](http://www.google.com/intl/it/about/company)
- [12] <http://www.vuzix.com>
- [13] <http://www.samsung.com>
- [14] <http://innovega-inc.com>
- [15] <https://jawbone.com>
- [16] <http://www.fitbit.com>
- [17] <http://www.nike.com>
- [18] <http://www.ce.org>
- [19] <http://fashionteq.com>
- [20] <http://www.sony.com>
- [21] <http://www.qualcomm.com>
- [22] <http://www.nokia.com>
- [23] <http://www.pq-eyewear.com>
- [24] <http://www.apple.com>

- [25] <http://www.3dsystems.com>
- [26] <http://www.sculpteo.com>
- [27] <http://www.airobotics.com>
- [28] <http://www.microsoft.com>

giannunzio.fettarappa@telecomitalia.it  
 luca.lamorte@telecomitalia.it  
 gianluca.zaffiro@telecomitalia.it



### **Gianni Fettarappa**

economista, entra in Azienda nel 2001. Si è principalmente occupato di analisi di scenari di Media Digitali e di nuovi paradigmi di comunicazione, con particolare attenzione alle comunità virtuali, social network, a sistemi di messaging e di comunicazione/ collaborazione person to person. Ha poi seguito l'impatto della digitalizzazione delle informazioni personali, la cosiddetta "ombra digitale", nel contesto ICT.. Oggi, in Strategia e Innovazione, in qualità di PM si occupa di servizi per i device connessi della consumer electronics.



### **Luca Lamorte**

ingegneria informatico, entra in Azienda nel 2003. Si è principalmente occupato di servizi di Video-Comunicazione, Context Awareness e Mobile Advertising, specializzandosi su piattaforme mobile. Ha partecipato a diversi progetti europei quali C-CAST e Societies, oltre che allo standard W3C. Oggi in Strategia ed Innovazione si occupa di Augmented Reality, coordinando le attività per la realizzazione di SDK ed Applicazioni mobile che sfruttano la piattaforma di Realtà Aumentata. Da luglio 2013 è inserito nel Joint Open Lab S-Cube (Smart Social Space) di Milano, dove segue tematiche relative ai Wearable e agli Smart Objects per interagire o abilitare scenari di Smart Space.



### **Gianluca Zaffiro**

ingegneria elettronico con Master in Telecomunicazioni, entra in Telecom Italia nel 1994. Attualmente si occupa di elaborare scenari innovativi di medio/lungo periodo di impatto sul business. È responsabile per Telecom Italia dell'Industry Landscape and Liaison nella azione di coordinamento internazionale IST FP7 UrbanxD.eu, per la ricerca sull'Interaction Design come elemento di innovazione dei servizi delle Smart Cities. Già responsabile per Telecom Italia dell'azione di coordinamento IST FP6 Peach per la ricerca sulla Presence. In precedenza ha collaborato ad attività di scouting sulla Convergenza Fisso-Mobile, all'innovazione strategica dell'area Mobile Services di TIM, al lancio del servizio di Mobile Instant Messaging TIMCafè, alla sperimentazione su dispositivi per reti in fibra ottica.





# UN TREND EMERGENTE DELLA ROBOTICA DI SERVIZIO: I DRONI

Marcello Chiaberge, Gian Piero Fici, Marco Gaspardone, Antonio Toma



## **R**obot con le ruote, robot umanoidi, robot a forma di animali o insetti e i più affascinanti di tutti: robot volanti. Cosa c'è già? Cosa manca? Scopriamolo assieme.

### **1** Un trend tecnologico emergente: i droni

Nel campo della robotica, in particolare nel campo della robotica denominato "robotica di servizio", i robot stanno uscendo dai laboratori di ricerca e dal ristretto ambito dell'automazione industriale per iniziare ad affacciarsi in altri contesti (come l'ufficio, la casa, la *smart city*) e le loro caratteristiche intrinseche (la capacità di interagire con il mondo fisico, la flessibilità d'utilizzo, l'aiuto che possono fornire nello svolgimento di lavori pericolosi o in condizioni di emergenza) portano molti esperti a considerarli come uno tra i più promettenti trend tecnologici emergenti, uno di quelli che può cambiare la nostra vita quotidiana al pari, se non di più, della diffusione dei PC e della telefonia cellulare.

Sebbene la robotica di servizio sia una tematica in cui le innovazioni tecnologiche sono sorprendenti ed i risultati notevoli (si va dalle *self-driving car*, all'esplorazione di Marte, dai servizi di telepresenza in ambito aziendale, alla robotica ludica ed educativa a casa e a scuola), c'è un suo sottoinsieme che attira ancora di più l'attenzione e le

aspettative del grande pubblico, ed è quello dei droni sempre più protagonisti sulle pagine dei giornali, anche di quelli non specialistici.

Vero è che però bisogna ridimensionare alcune notizie lanciate sui canali di informazione, perché l'imminente realizzazione di servizi basati su droni in grado di portarci libri e pacchetti direttamente sul balcone di casa non sembra proprio dietro l'angolo, considerando le sfide tecnologiche ancora da superare per il conseguimento di tali obiettivi. Ma anche se non si può dire che tutto sia ormai risolto, è sicuramente vero che risultati straordinari nel campo del volo autonomo siano già stati ottenuti e oggetti di questo tipo siano già disponibili a tutti.

Infatti già da qualche tempo nei reparti di elettronica sono venduti prodotti che permettono a chiunque di far volare un quadricottero tramite app per *smartphone* o *tablet* dal funzionamento facile ed intuitivo, nei quali la concentrazione di tecnologia è notevole. Il loro software di controllo, nonostante le prestazioni limitate delle CPU *embedded*, è in grado di analizzare i dati di numerosi

sensori (accelerometri, giroscopi, magnetometri, ecc.) e di gestire in tempo reale tutti i motori dell'aeromobile in modo da eseguire i comandi ricevuti pur mantenendo un volo stabile (riuscendo perfino a controbilanciare eventuali perturbazioni dell'assetto). Se si considera l'esperienza necessaria ad un aeromodellista per far volare un elicottero radiocomandato e la si paragona alla facilità con cui chiunque può ottenere un risultato perfino migliore con questi quadricotteri, si comprende il loro contenuto tecnico.

Questi mezzi possono essere utilizzati con buoni risultati per riprese aeree con qualità HD o per divertimento ed acrobazie (sono disponibili perfino giochi che usano la realtà aumentata), ma lo sviluppo di vere e proprie applicazioni robotiche è ostacolato da alcuni fattori: il *payload* e la navigazione. La capacità di carico è estremamente modesta perché, per contenere i costi, i motori non forniscono sufficiente potenza per sollevare un peso superiore a quello del velivolo stesso e la navigazione è possibile sostanzialmente solo a vista, perché il limitato angolo visuale ottenibile tramite le ottiche

a bordo non consente di rilevare ostacoli posti lateralmente.

Queste limitazioni non sono però dovute a problematiche inerenti la tecnologia, bensì alla scelta commerciale di fornire un prodotto adatto ad una distribuzione di massa a costi limitati, infatti droni più professionali forniscono prestazioni decisamente superiori. In particolare possono essere dotati di motori più potenti o in numero maggiore (si possono avere configurazioni a sei, otto o più motori) per permettere il trasporto di carichi più pesanti (ad esempio telecamere professionali dotate di cestelli motorizzati per direzionare le riprese indipendentemente dal movimento del volo). Nel caso di questi droni è anche possibile l'integrazione di altri sensori (come sensori per il monitoraggio di parametri ambientali o videocamere termografiche) o canali di comunicazione (ad esempio con tecnologia LTE) rendendoli adattabili a diversi tipi di applicazioni.

Un'ulteriore caratteristica dei droni di alto livello è la disponibilità di sistemi di pilotaggio automatico simili a quelli utilizzati dagli aerei. Questi sistemi permettono il tracciamento di una rotta tramite posizioni GPS, dopodiché sono in grado di controllare il drone autonomamente (a meno che si voglia intervenire direttamente nel caso si verifichino situazioni critiche), reagendo anche alle condizioni ambientali e ad eventi imprevisti. Ma benché molte limitazioni possano essere superate utilizzando prodotti più performanti o architetture software più aperte, esistono ancora delle problematiche su cui devono essere compiuti sostanziali passi in avanti, prima di poter sviluppare applicazioni effettivamente utilizzabili in campo. In particolare due aspetti specifici

devono essere considerati con attenzione: l'autonomia di volo e la legislazione sui droni.

Una caratteristica fondamentale dei droni per sperimentazioni scientifiche sono le dimensioni ridotte, normalmente il peso è limitato a pochi chilogrammi. Questo è dovuto fondamentalmente al fattore costo: un velivolo piccolo costa meno sia per la costruzione, sia per la manutenzione, e in questo modo si può dimostrare che un'applicazione realizzata con i droni è più efficiente e meno costosa della stessa realizzata con un aeromobile tradizionale (ad esempio un elicottero).

Però le limitazioni di peso portano anche ad una limitazione dell'autonomia. I motori più adatti per i droni sono quelli elettrici, purtroppo però le batterie, pur costituendo il peso maggiore di tutto l'apparecchio, non consentono autonomie di molto superiori ad un'ora. L'utilizzo di una configurazione ad ala fissa porta a consumi inferiori, ma in ogni caso non si superano le poche ore di volo.

Esistono diverse soluzioni al problema, ma devono ancora essere compiutamente realizzate, ad esempio dotare il velivolo di una fonte di energia più leggera e duratura (come le celle a combustibile miniaturizzate), oppure estendere l'autonomia con stazioni di auto-ricarica che possano essere utilizzate autonomamente dal drone (soluzione comunemente adottata dai robot aspirapolvere).

La legislazione è un altro aspetto delicato, dato che tutti gli oggetti volanti sono soggetti ad una normativa per questioni di sicurezza e i droni non fanno eccezione, ma il fatto che fino a poco tempo fa tali oggetti non esistessero ha fatto sì che in molti paesi si sia venuto a creare un "buco" legislativo che

rende difficoltosa la sperimentazione al di fuori dei laboratori di ricerca (ovverosia al di fuori di ambienti cosiddetti "segreati"). L'Italia è però un'eccezione positiva, dato che a fine 2013 è stato emesso un regolamento specifico per i mezzi aerei a pilotaggio remoto. Questo ci pone in una posizione di avanguardia e permette di iniziare a progettare lo sviluppo di applicazioni che tengano conto anche delle norme di legge.

Nonostante questi aspetti è indubbio che i droni abbiano notevoli potenzialità di sviluppo. La capacità di ignorare la conformazione del terreno ne permette l'utilizzo anche in situazioni di emergenza (alluvioni, terremoti, catastrofi), la possibilità di coprire dall'alto una fetta considerevole di territorio consente di destinarli a compiti di monitoraggio e di ispezione (mappatura del terreno, scansione di edifici e strutture), la grande libertà di movimento, soprattutto all'aperto, che forniscono dà la possibilità di portare una telecamera, o strumenti di misura, in luoghi altrimenti inaccessibili o difficilmente raggiungibili. Per questi motivi si possono immaginare molteplici applicazioni di piccoli droni, sia in città (ad esempio a supporto della mobilità e della sicurezza), sia in ambienti naturali (ad esempio per il soccorso o l'agricoltura), che ci prospettano scenari in cui tale tecnologia può essere di grande utilità.

## 2 Le tipologie di droni

La denominazione più generalmente riconosciuta per ciò che chiamiamo "drone" è UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), oppure, con una definizione più recente,



RPA (*Remotely Piloted Aircraft*). Con queste sigle si intendono gli aeromobili che non vengono controllati da un pilota a bordo. Quindi il velivolo può essere guidato o da un pilota remoto (posizionato a terra o a bordo di un altro velivolo) oppure da un sistema autonomo. Quest'ultimo caso è quello di cui si occupa la robotica di servizio, dove la presenza di un pilota viene normalmente destinata ad una funzione di supervisione o di intervento in situazioni critiche (in questo caso il pilota ha più un significato di "garanzia", piuttosto che di guida del velivolo). Gli UAV, come gli aeroplani, si sono evoluti in differenti configurazioni allo scopo di sviluppare caratteristiche di volo diverse che potessero essere sfruttate per vari usi. Una semplice categorizzazione è quella basata sulla forma del velivolo, la quale prevede 4 diverse tipolo-

gie: ala rotante, ala fissa, dirigibili ed ala battente (*Figura 1*).

I droni ad ala rotante utilizzano una tecnologia simile a quella degli elicotteri, ma, invece di avere un rotore principale per il sostentamento e l'avanzamento ed un rotore di coda per il contrasto al movimento rotatorio provocato dal rotore principale, i droni utilizzano coppie di rotori controrotanti per ottenere la stessa stabilità senza necessitare del rotore di coda. La configurazione più comune è quella a 4 rotori, denominata quadricottero, ma sono possibili anche configurazioni a 6, 8 o più rotori (esacottero, ottocottero, ecc.).

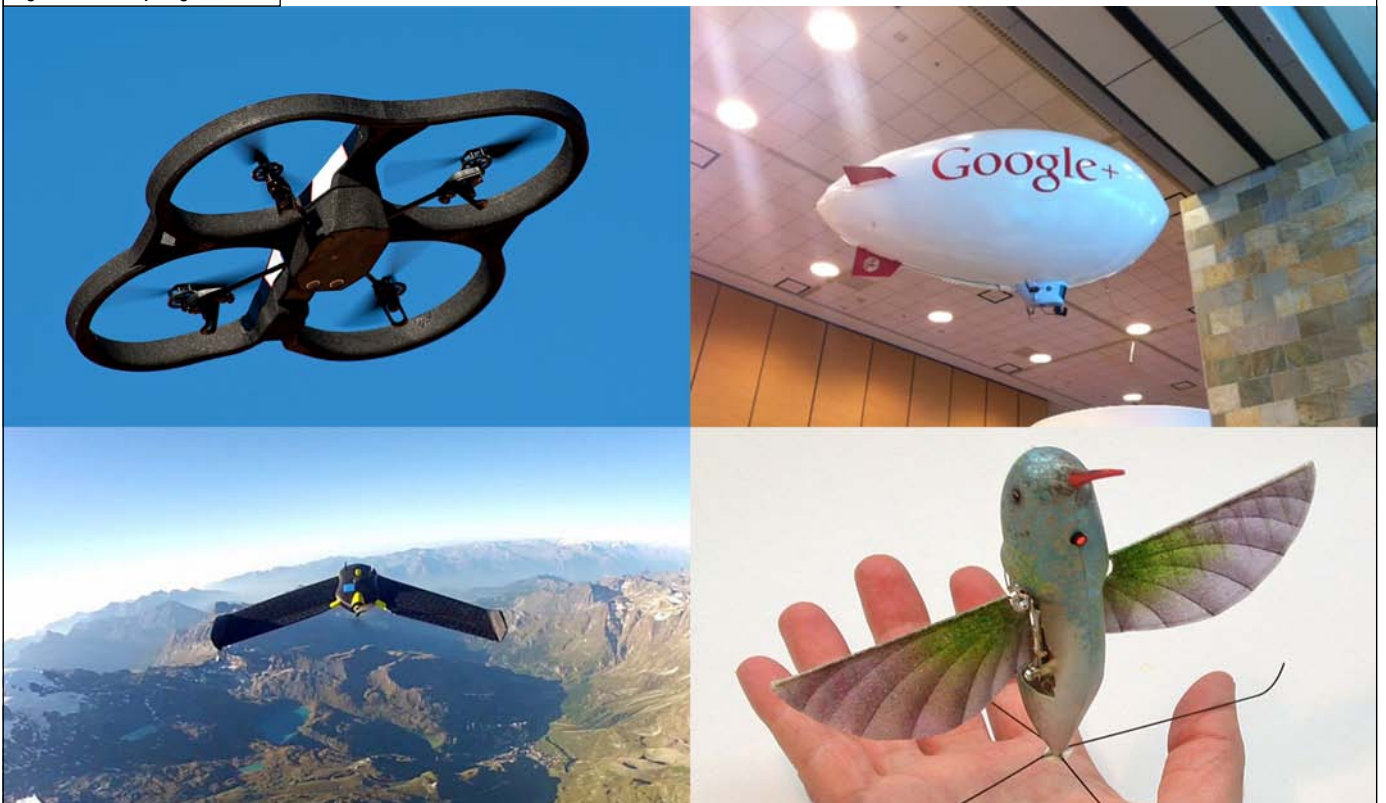
Le caratteristiche principali di questa tipologia di droni sono il decollo e l'atterraggio verticali e la capacità di stazionamento in volo (*hovering*). Inoltre il controllo singolo di ognuno dei motori e

la forma simmetrica del velivolo permette di far volare facilmente questi droni in tutte le direzioni (in avanti, all'indietro e di lato) senza limitazioni. Questo grande controllo del volo viene però ottenuto a scapito dell'autonomia, dato che in questo caso non esiste una portanza aerodinamica che aiuti il sostentamento.

I **droni ad ala fissa** sono sostanzialmente simili agli aeroplani in scala usati nell'aeromodellismo, la differenza sta tutta nella stazione di controllo (o *ground station*): completamente manuale nel caso dell'aeromodello, con il tramite di un'applicazione di controllo nel caso del drone.

Questo tipo di droni ha sempre bisogno di uno spazio abbastanza ampio per l'atterraggio ma per il decollo non sempre necessitano di una pista di rullaggio, dato che la leggerezza e l'efficienza aereo-

Figura 1 - Varie tipologie di droni



dinamica di alcuni modelli è talmente grande che possono essere direttamente lanciati in volo a mano, o tramite piccole catapulte. Le ali fisse forniscono portanza aerodinamica e quindi, a parità di peso e potenza dei motori, permettono di allungare la durata operativa del volo rispetto a quella di un drone ad ala rotante. Ciò li rende adatti ad applicazioni nelle quali sia necessario coprire zone abbastanza ampie di territorio, come ad esempio rilevamenti fotogrammetrici a supporto di opere di ingegneria, studi sulla conformazione geologica del terreno, monitoraggio delle condizioni di colture agricole, ecc.

Un'ulteriore tipologia di droni è quella dei **dirigibili**, cioè velivoli più leggeri dell'aria. Le caratteristiche sono del tutto simili a quelle dei dirigibili normali, in particolare una lunga durata operativa, basse velocità di crociera e dimensioni voluminose, ma rispetto ai loro fratelli maggiori i droni dirigibili sono particolarmente adatti per l'utilizzo in spazi chiusi ed affollati. Infatti, sebbene ingombranti, la loro leggerezza li rende poco pericolosi per il sorvolo delle persone e la loro stessa conformazione scongiura cadute repentine e rovinose. Inoltre lo spazio chiuso aiuta a mantenere un maggior controllo del volo non

permettendo la presenza di forti correnti d'aria.

Per questi motivi le applicazioni principali di questo tipo di droni possono collocarsi all'interno di manifestazioni sportive o di fiere ed eventi importanti, con lo scopo di fornire sia un monitoraggio dei flussi di folla, sia un mezzo per la trasmissione di messaggi pubblicitari o di utilità.

I **droni ad ala battente**, infine, prendono ispirazione dalla natura e non hanno un corrispettivo nel mondo degli aeromobili tradizionali, perché sono proprio le loro ridotte dimensioni a rendere possibile questo tipo di locomozione.

Figura 2 - Lo SmartBird realizza il sogno del volo di Leonardo Da Vinci



L'esempio più famoso di drone ad ala battente è lo **SmartBird**, un gabbiano robotico realizzato nel 2012 dalla Festo.

Lo SmartBird nasce da uno studio del movimento delle ali degli uccelli molto simile a quello condotto da Leonardo da Vinci, in questo caso però la disponibilità di materiali resistenti e leggeri e di fonti di energia compatte ed efficienti ne ha permesso la realizzazione. Il cuore di questo drone è un insieme di ruote dentate e di eccentrici che trasforma il movimento rotatorio di un piccolo motore elettrico nel movimento battente che viene trasmesso alle ali.

L'efficienza aerodinamica è talmente elevata che il drone riesce a sollevarsi da terra autonomamente ed è anche in grado di sfruttare le correnti d'aria (proprio come fanno i gabbiani) per fermarsi in volo ed effettuare un morbido atterraggio controvento (Figura 2)

Esistono anche altre realizzazioni di droni ad ala battente, basati ad esempio sulla forma dei colibrì o delle libellule, ma al momento sono confinati nel contesto dei laboratori di ricerca. La prospettiva è quella di una loro introduzione all'interno di spazi naturali, in cui il drone si possa confondere con la fauna locale.

Questa categorizzazione dei droni basata sulla forma, sebbene utile per descrivere i loro possibili utilizzi in base alle caratteristiche, non è però del tutto esaustiva, dato che la ricerca sui velivoli volanti autonomi è particolarmente vivace e multiforme.

Ad esempio ci sono degli studi promettenti, sebbene al momento non ci sia ancora una realizzazione disponibile, di droni con ali a geometria variabile, cioè velivoli per i quali è possibile il decollo e

l'atterraggio verticali e lo stazionamento in volo, ma che sono anche in grado di modificare l'inclinazione dei rotori e la forma delle ali in modo da passare dal volo ad ala rotante al volo ad ala fissa. Ciò permetterebbe di ottenere in un solo velivolo entrambe le caratteristiche di controllo preciso del volo e di lunga durata operativa.

Vengono anche studiate soluzioni come i droni collegati alla *ground station* da un micro-filamento tramite il quale vengono veicolate sia le comunicazioni che l'energia elettrica<sup>1</sup>. La motivazione che sta alla base di questa configurazione da "drone al guinzaglio" è la possibilità di garantire una comunicazione con il drone sicura, non intercettabile e senza interferenze, e di consentire al contempo una durata operativa del volo virtualmente infinita.

Insomma questa breve panoramica sui diversi tipi di drone e sulle loro caratteristiche permette di dimostrare ciò che era già intuitivamente evidente, ovvero che la tecnologia dei droni è effettivamente molto versatile e le sue realizzazioni riescono a coprire una vasta gamma di utilizzi ed applicazioni.

### 3 Legislazione sui droni

Come già scritto tutti gli aeromobili sono soggetti ai codici della navigazione emessi dagli enti nazionali preposti al controllo del volo e quindi sono tenuti a seguire le norme stabilite nei regolamenti emessi da tali enti. A questo obbligo sono sottoposti anche i droni, che sono definiti come mezzi aerei, per i quali la guida non è effettuata da un pilota a bordo. Il problema è che per obbedire a

delle leggi il presupposto è che tali leggi esistano, mentre molto spesso, a causa della relativa giovinezza di questa tecnologia, la normativa sui droni in molti paesi non è ancora disponibile.

In questa situazione di "buco" legislativo si aprono due alternative: l'uso selvaggio dei droni (con la speranza che non si verifichino incidenti), oppure il fermo indiscriminato ai voli (come è successo durante recenti inondazioni negli Stati Uniti, quando il supporto gratuito fornito da una ditta produttrice di droni, per aiutare l'individuazione di persone in difficoltà, è stato rifiutato dopo un paio di giorni di operazioni proprio a causa della mancanza di norme a riguardo<sup>2</sup>).

In Italia la situazione è migliore, dato che a metà dicembre 2013 l'ENAC (*Ente Nazionale per l'Aviazione Civile*) ha emesso il regolamento "Mezzi Aerei a Pilotaggio Remoto" [1]. In questo documento vengono definiti i requisiti da soddisfare per l'impiego di SAPR (*Sistemi Aeromobili a Pilotaggio Remoto*), cioè l'insieme del drone vero e proprio più i componenti necessari per il suo controllo (*ground station e software*).

Lo scopo di queste norme non è quello di scoraggiare l'utilizzo di velivoli potenzialmente pericolosi, sia in termini di sicurezza che di privacy, bensì quello di consentirne la sperimentazione nell'ottica di supportare lo sviluppo di questa nuova tecnologia analogamente a quanto accadde negli anni '20/'30 nei confronti della nascente aviazione civile.

Prima di tutto la normativa distingue tra i SAPR e gli Aeromodelli, dove i primi sono destinati all'impiego in operazioni specializzate o in attività sperimentali, mentre i secondi possono essere utilizzati

1 Vedi i prodotti EASE e PARC della CyPhy Works

2 Vedi l'articolo del sito IEEE Spectrum "Falcon UAV Provides Colorado Flooding Assistance Until FEMA Freaks Out"



## La normativa a livello mondiale

Farsi largo tra le normative esistenti a livello mondiale sull'utilizzo dei mezzi senza pilota è arduo. Nell'attesa di dotarsi di strumenti adeguati molti Stati si sono limitati ad estendere al caso degli UAV le norme pre-esistenti per aeromobili con pilota a bordo (talvolta con deroghe per i soli usi ricreazionali o per le masse ridotte dei velivoli), coprendo di fatto un vuoto normativo palese ma anche "congelando" lo sviluppo di un mercato emergente che non ha solitamente le risorse per percorrere gli stessi iter certificativi ereditati dal mondo dell'aeronautica civile manned.

Il risultato finale è una caleidoscopica moltitudine di norme, guidelines, regolamenti e leggi.

Probabilmente il caso più significativo tra i regolamenti a supporto dell'utilizzo civile di "droni" è quello Australiano. Considerato che la prima proposta per un regolamento risale al 2000 (con il primo regolamento operativo a partire dal 2004), non sorprende che, l'Australia risulti il paese con l'impianto normativo più completo sull'utilizzo civile di mezzi aerei senza pilota (regolamento Part 101 promulgato dal CASA - *Civil Aviation Safety Authority*). Ad oggi il sito del CASA elenca 74 operatori UAS (*Unmanned Aerial System*) in possesso di regolare certificazione.

In Canada l'accento è posto sulla distinzione tra uso ricreazionale e uso com-

merciale (o più genericamente a scopo di lucro) dei droni. In quest'ultimo caso è sempre necessario ottenere il cosiddetto SFOC (*Special Flight Operations Certificate*), che, tuttavia, viene rilasciato gratuitamente dall'Ente Transport Canada presentando la necessaria documentazione.

Gli Stati Uniti hanno invece dimostrato sempre la massima cautela per quanto riguarda l'apertura all'utilizzo civile dei mezzi a pilotaggio remoto. Vi sono tre modi per volare con UAV negli USA: essere in possesso di una certificazione COA (*Certificate of Authorization rilasciato dalla Federal Aviation Administration*) oppure volare per scopi ricreazionali, con gli stessi vincoli di chi fa aeromodellismo (FAA AC 91-57). In entrambi i casi l'attività commerciale è fuori discussione dal momento che i COA non sono rilasciati a privati, ma solo ad agenzie governative e inoltre l'aeromodellismo non è compatibile con attività a scopo di lucro. La terza strada possibile è ottenere il Special Airworthiness Certificate - Experimental Category (SAC-EC con un lungo e impervio iter burocratico. Questa iniziale situazione sembra però oggi mutata: la FAA ha pubblicato, a Novembre 2013, la roadmap per l'Integrazione degli UAS civili nello spazio aereo nazionale e un mese dopo ha rilasciato un comunicato

stampa in cui vengono elencati i primi 6 operatori, responsabili di altrettanti siti per condurre test e attività di ricerca sugli UAV.

In Europa invece è stata la Francia, con il suo "Arrêté du 11 avril 2012 relatif à l'utilisation de l'espace aérien par les aéronefs qui circulent sans personne à bord" il primo paese a dotarsi di un regolamento dedicato agli UAV. Il documento distingue fra 7 diverse categorie di velivoli (divisi principalmente in base al peso) e 4 scenari di utilizzo.

La Francia ha anticipato di pochi mesi il Regno Unito, dove la "Civil Aviation Authority" ha promulgato nell'Agosto del 2012 delle linee guida per i mezzi UAV (CA Publication 722), fissando i limiti da rispettare - massimo 120 metri (400 piedi) di quota, 500 metri di distanza dal pilota - per poter ottenere il Permit to Fly e volare con velivoli sotto i 20 kg di massa al decollo; oltre i 20 kg l'iter è più complesso. Il quotidiano "The Guardian" ha stimato a 130 il numero di aziende e/o enti in possesso dei necessari permessi per operare con UAV per scopi civili a inizi 2013 nel Regno Unito.

Anche la Germania si è dotata recentemente (Gennaio 2014) di alcune linee guida. In questo caso la certificazione viene richiesta a partire da velivoli di massa maggiore di 5 kg<sup>3</sup> ■

esclusivamente per impiego ricreazionale e sportivo. Dopo questa iniziale distinzione il regolamento classifica i SAPR in base alla massa massima al decollo, che può essere minore di 25 kg oppure uguale o maggiore di 25 kg. Per la prima categoria (cioè quella dei droni normalmente utilizzati nel contesto della robotica di servizio) vengono definite le operazioni di volo

di tipo "critico" o "non critico", in base alle condizioni dell'ambiente in cui viene effettuato il volo, ma gli adempimenti che devono essere compiuti dall'Operatore (cioè l'entità che organizza le operazioni) sono gli stessi; la differenza sta nella necessità di una valutazione preventiva da parte dell'ENAC delle misure e dei documenti prodotti (nel caso di ope-

razioni di volo critiche), oppure nell'autocertificazione da parte dell'Operatore della rispondenza alle norme (nel caso di operazioni di volo non critiche). Per la seconda categoria (cioè quella dei droni con peso uguale o superiore a 25 kg) le differenze nel regolamento risiedono principalmente nelle caratteristiche del velivolo utilizzato, che in questo caso deve

3 Australia: <http://tinyurl.com/q37msqo>; Francia: <http://tinyurl.com/om96rlv>; Regno Unito: <http://tinyurl.com/psfpgm9>; Germania: <http://tinyurl.com/noxbuyj>; Canada: <http://tinyurl.com/74egk3o>; Stati Uniti: <http://tinyurl.com/78tmw97>.

## La normativa in Italia

A fine 2013 l'ENAC (*Ente Nazionale Aviazione Civile*<sup>4</sup>) ha emanato il regolamento per i mezzi aerei senza pilota [1]. Questo documento specifica i requisiti che un operatore è tenuto a soddisfare nell'utilizzo di tali velivoli per operare in sicurezza nei cieli italiani e, indirettamente, influenza un mercato che si è sviluppato esponenzialmente (e in maniera piuttosto selvaggia) negli ultimi anni intorno ad essi.

Al termine UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), ENAC preferisce inoltre il termine meno comune APR, cioè aeromobile a pilotaggio remoto, e con ciò mette implicitamente in evidenza il concetto che il pilota, pur non presente fisicamente a bordo del velivolo, continua a rappresentare una figura fondamentale nel controllo di questi mezzi.

Ma cosa distingue gli "APR" dai "droni" che è possibile auto-costruirsi o comprare in una qualunque catena di elettronica, come ad esempio il famoso AR.Drone? Tecnicamente nulla, se non il modo in cui essi vengono impiegati. Dal punto di vista della normativa infatti la differenza risiede nell'utilizzo che l'operatore fa del velivolo, e non da particolari soluzioni progettuali o tecniche. La distinzione è chiara già dalla definizione di aeromodello data dalla normativa: "Dispositivo aereo a pilotaggio remoto, senza persone a bordo, impiegato esclusivamente per scopi ricreativi e sportivi [...]"

Chi vuole utilizzare gli APR per attività diverse dal semplice passatempo invece

dovrà tenere a mente due importanti criteri definiti nel documento ENAC.

Il primo riguarda la massa dell'aeromobile al momento del decollo. APR sotto i 25 kg rispondono ad una normativa decisamente meno restrittiva rispetto ai loro fratelli più pesanti (massa maggiore o uguale a 25 kg), specialmente se chiamati a svolgere "operazioni specializzate non critiche".

Nel caso di APR con massa inferiore ai 25 kg (la grande maggioranza dei velivoli autonomi attualmente in commercio o in sviluppo), infatti ENAC fornisce un secondo criterio che distingue i possibili utilizzi di un drone in due categorie: operazioni critiche e non critiche.

Queste ultime non prevedono il sorvolo di aree congestionate, infrastrutture e impianti industriali o aree critiche per la sicurezza. Inoltre devono svolgersi ad adeguata distanza di sicurezza da zone congestionate e da persone e cose, di giorno, lontano dagli aeroporti e in spazi aerei non controllati. Le operazioni, al contrario, si definiscono "critiche", quando almeno uno di questi requisiti venga meno.

ENAC si prende quindi carico di attestare, nel caso di operazioni critiche, la capacità dell'operatore di rispettare il regolamento; nel caso di operazioni non critiche invece, tale capacità viene dichiarata direttamente dall'operatore ed ENAC ne prende atto. La dichiarazione deve includere i manuali di volo, delle operazioni e il programma di ma-

nutenzione dell'APR, una descrizione delle operazioni che si intende svolgere e l'analisi del rischio ad esse associate, oltre ai risultati dell'attività sperimentale propedeutica che ogni operatore è necessariamente tenuto a svolgere<sup>5</sup>.

È interessante l'apertura di ENAC<sup>6</sup> nei confronti dei velivoli sotto i 2 kg per i quali l'Ente si riserva la possibilità di definire procedure semplificate; tuttavia al momento la normativa non offre ulteriori dettagli in merito.

Per APR con massa compresa tra 25 kg e 150 kg (oltre i 150 kg la competenza passa all'EASA, cioè l'*Agenzia Europea per la Sicurezza Aerea*) la normativa diventa più restrittiva e l'iter più lungo. In questo caso è necessario ottenere un permesso di volo (o un certificato di navigabilità ristretto. Salvo revoche da parte di ENAC il primo ha validità massima pari a tre anni, il secondo ha validità illimitata. A completare il quadro normativo vi sono poi una serie di articoli di validità generale riguardanti il pilota (che dev'essere riconosciuto da ENAC nel caso di operazioni critiche o di mezzi con massa superiore ai 25 kg), l'assicurazione, le norme di comunicazione con ENAC, gli equipaggiamenti, la sicurezza e la protezione dei dati personali.

Il regolamento per gli APR è un documento fondamentale che ha reso l'Italia uno dei primi paesi al mondo a dotarsi di una normativa sull'utilizzo dei "droni", su cui, essendo all'inizio, molto è ancora da affinare ■

essere iscritto al Registro degli Aeromobili a Pilotaggio Remoto e viene considerato più vicino ad un vero e proprio aeroplano piuttosto che ad un apparecchio robotico di dimensioni limitate.

Questo regolamento è un primo passo essenziale verso la possibili-

tà di fornire servizi tramite droni, soprattutto in ambiente cittadino, ponendo i principali requisiti che devono essere soddisfatti per ottenere (o auto-dichiarare) l'autorizzazione al volo, ma presuppone comunque sempre la presenza di un Pilota, non prevedendo la pos-

sibilità che il sistema robotico sia completamente autonomo. Quindi uno dei punti fondamentali che sottopone all'attenzione di chi si occupa di questa tecnologia è se debbano essere sviluppati sistemi che includano sempre la supervisione umana, oppure possa essere

4 <http://www.enac.gov.it>

5 Articolo 8, comma 16

6 Articolo 8, comma 18

studiata una soluzione il più possibile automatizzata e che richieda solo sporadicamente un intervento umano.

#### 4 Attività di Telecom Italia

In Telecom Italia la tematica della robotica di servizio viene seguita nell'ambito delle attività del JOL (*Joint Open Lab*) CRAB (*Connected Robotics Applications lab*), che è stato recentemente costituito presso il Politecnico di Torino. Il mandato del JOL CRAB è quello di sviluppare tecnologie, prototipi e *concept* di servizio in cui i robot interagiscano con la rete da un lato (sfruttando le potenzialità dell'infrastruttura di Cloud Computing) e l'essere umano dall'altro. A questo scopo vengono affrontate le problematiche create dall'utilizzo della robotica di servizio, non solo dal punto di vista tecnologico, legale ed economico, ma anche da quello legato all'interazione tra uomo e macchina (*human-machine interaction*), cioè aspetti ergonomici, percettivo-cognitivi ed espressivi. Questi temi vengono affrontati con la collaborazione di diversi dipartimenti del Politecnico di Torino e con il Centro Nexa con cui in particolare si studiano gli aspetti legali e giuridici. Ulteriori collaborazioni coinvolgono altre università e centri di ricerca, ad esempio l'IEI-IT (*Istituto di Elettronica e di Ingegneria dell'Informazione e delle Telecomunicazioni*) del CNR ed il DEI (*Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione*) dell'Università di Padova, oltre a contatti con fornitori e costruttori di robotica sia in Italia che all'estero. L'obiettivo è quello di eseguire *trial* in campo, in cui provare concretamente e in ambienti reali l'uti-

lizzo di robot di servizio (siano essi robot terrestri, umanoidi o droni). In particolare questo viene realizzato perseguendo alcune linee portanti: l'applicazione del concetto di Cloud Robotics (ovvero l'approccio alla robotica, secondo il quale l'intelligenza del robot invece di rimanere a bordo del robot stesso viene spostata in rete, in modo da poter realizzare robot con maggiori prestazioni ad un minor costo) e l'utilizzo del *framework* ROS (*Robot Operating System*) per gli sviluppi *software* (cioè l'utilizzo di un ambiente di sviluppo per applicazioni robotiche che permette di astrarre la logica dell'applicazione dall'hardware su cui l'applicazione viene eseguita, con un approccio simile a Java o Android, *Figura 3*).

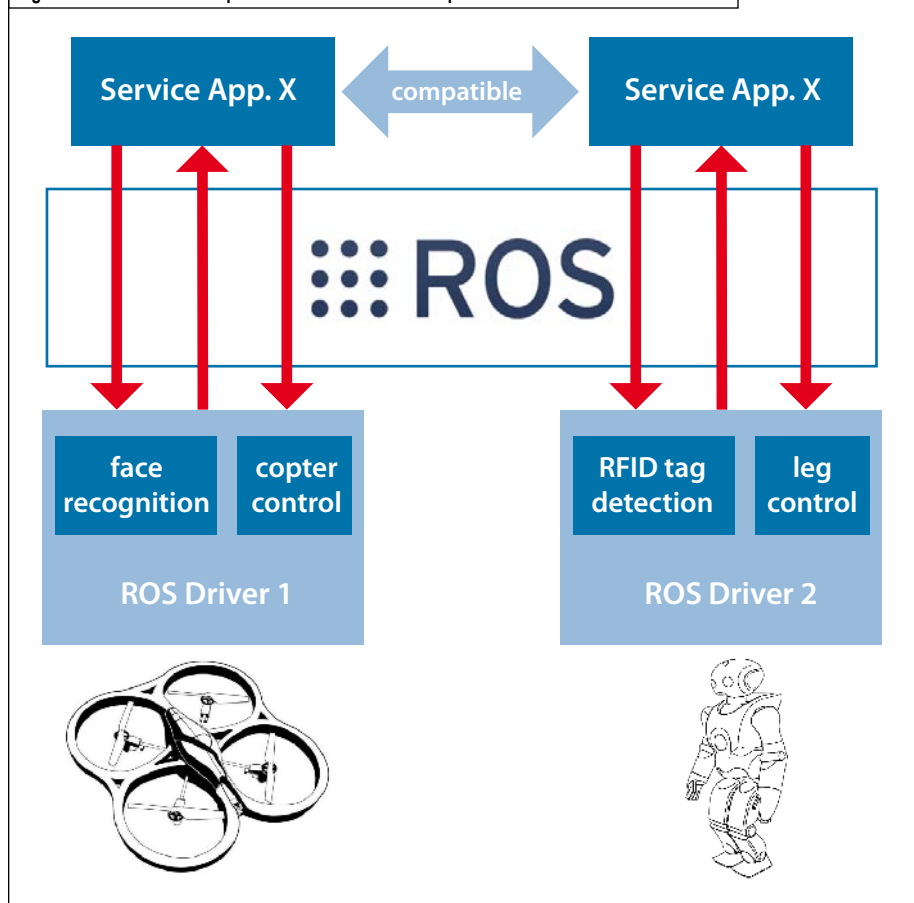
Tra le varie attività alcune in particolare sono relative alla tematica dei droni: la Cloud Robotics Network Platform per i droni e l'applicazione dei droni alle misure di antenne in campo.

#### 4.1 Cloud Robotics Network Platform

La Cloud Robotics Network Platform nasce con lo scopo di fornire funzionalità a disposizione di applicazioni robotiche accessibili tramite la rete.

L'architettura di questa piattaforma si basa sull'esposizione di API (*Application Programming Interface*), che possono essere utilizzate per lo sviluppo di applicazioni robotiche sia internamente sia

Figura 3 - Lo schema esemplifica come il modello ROS permetta l'astrazione dall'hardware





da parte di terze parti. Alcuni dei servizi messi a disposizione dalla piattaforma sono il WDS (*Watch Dog System*) ed il MDF (*Message Discovery Function*).

Il WDS permette di gestire il ciclo di vita dei nodi ROS, che sono i componenti atomici con i quali si possono sviluppare le applicazioni ROS. Tali nodi, essendo di solito in relazione con le componenti hardware dei robot, possono ricevere eventi sia attesi che inaspettati. Il compito del WDS è di prevenire accidentali fallimenti dovuti a cause inattese e di mantenere aggiornato lo stato di ogni nodo ROS. Questo stato si riferisce alle API dei nodi ROS (che permettono di utilizzare le funzionalità messe a disposizione dai nodi stessi), che possono essere abilitate o disabilitate tramite il MDF, il quale fornisce anche la possibilità di esplorare lo stato corrente dei nodi.

Un'applicazione già realizzata tramite questa piattaforma è la teleoperazione da remoto di robot, per mezzo della quale è possibile connettere un robot (di qualsiasi tipo, dai rover, agli umanoidi, ai droni, ma per il quale esista un driver ROS) alla piattaforma, ottenendo da essa una web application fruibile da browser, che consente di fornire comandi per dirigerlo da remoto e ricevere da esso lo streaming video. Un'altra applicazione riguarda la sicurezza e permette di gestire dei droni in modo che possano raggiungere autonomamente una posizione GPS, da cui sia stata inviata una richiesta di aiuto, tramite una app per smartphone, dando la possibilità ad un centro di controllo di valutare visivamente la situazione tramite la telecamera di bordo.

Queste applicazioni sono solo esempi di ciò che può essere svi-

luppato con l'ausilio della Cloud Robotics Network Platform, ma danno già un'idea delle sue potenzialità nel momento in cui una comunità di sviluppatori possa utilizzarla per realizzare applicazioni robotiche.

## 4.2 Droni e antenne

Ma per dimostrare più concretamente le possibilità di questa nuova tecnologia può essere utile proporre un'applicazione che tragga spunto dalle esigenze che un operatore di telefonia mobile può incontrare nel suo stesso ambito operativo, ad esempio la valutazione del comportamento radiativo delle antenne installate in campo (cioè i diagrammi d'irradiazione, ovvero l'andamento nello spazio della potenza irradiata), al fine di verificarne la corretta installazione e/o configurazione. Ciò ha ancora più valore con l'introduzione nelle reti 3G e 4G delle antenne attive, ovvero le antenne capaci di mutare il proprio diagramma d'irradiazione, attraverso tecniche di elaborazione numerica dei segnali, tanto su base settore quanto su base utente.

Questo genere di valutazioni è normalmente effettuato in campi di misura dedicati (all'aperto oppure in camera anecoica), dove l'antenna in esame viene fatta ruotare attorno ad un asse e si acquisisce il livello del segnale trasmesso/ricevuto da un'altra antenna di riferimento a distanza costante, ricavando così i diagrammi d'irradiazione dell'antenna nel piano orizzontale e in quello verticale.

Per eseguire lo stesso tipo di misura in campo, dove l'antenna in esame è installata su un traliccio a decine di metri di altezza da

terra ed in svariati contesti urbani e rurali, sarebbe invece necessario movimentare lo strumento di misura attorno ad essa ad una distanza costante. In questo caso l'impiego di un drone, con a bordo la strumentazione necessaria, potrebbe confermare in realtà un approccio (uso per le antenne attive) altrimenti puramente teorico. La difficoltà nel realizzare questa applicazione sta nella precisione richiesta per eseguire con adeguata accuratezza il controllo di posizione del drone, in modo da poter associare correttamente i livelli di segnale misurato con la posizione spaziale.

Essendo richieste precisioni dell'ordine di alcuni centimetri, non è possibile l'utilizzo del solo posizionamento GPS (che fornisce una precisione di circa 4 o 5 metri), però questo obiettivo può essere raggiunto con alcuni metodi, tra cui la correzione di posizione RTK (*Real Time Kinematic*). Inoltre bisogna gestire il disturbo agli apparati di bordo (sistemi di controllo del drone e strumenti di misura) dovuto al segnale elettromagnetico irradiato dalla stessa antenna in esame.

Quindi in Azienda oggi si sta lavorando sia per raggiungere l'obiettivo di un posizionamento di ordine centimetrico del drone, sia per superare le problematiche di interferenza elettromagnetica, realizzando un nuovo sistema che possa essere facilmente trasportato e utilizzato da tecnici specializzati opportunamente addestrati.

## Conclusioni

Le caratteristiche dei droni li rendono robot che possono affiancare l'uomo in una vasta serie di

situazioni, che possono andare dalle attività lavorative, alla sicurezza personale e del territorio, fino allo svago ed all'utilizzo in campo educativo (alcuni ipotizzano addirittura l'utilizzo di mini-droni per servizi di telepresenza). Le attività di ricerca in ambito accademico sono già molteplici ed anche le imprese puntano su questa tecnologia, prova ne è il numero di start-up che stanno sorgendo sullo sviluppo dei droni.

Nello specifico il lavoro che viene svolto nel JOL CRAB di Telecom Italia – Politecnico di Torino è proprio quello di studiare come superare le problematiche sulla durata operativa di un drone, le garanzie di sicurezza dell'intero sistema senza dimenticare la modalità di fruizione di un'applicazione basata su un drone (*human-drone interaction*). Il tutto per poter proporre dei servizi utilizzabile o da individui o da aziende ■



#### Bibliografia

- [1] ENAC, Mezzi Aerei A Pilotaggio Remoto, Delibera C.d.A. N. 42/2013, Edizione 1, 16.12.2013

marcello.chiaberge@polito.it  
gianpiero.fici@telecomitalia.it  
marco.gaspardone@telecomitalia.it  
antonio.toma@polito.it



### **Marcello Chiaberge**

ingegnere con dottorato in Ingegneria Elettronica, attualmente è professore aggregato presso il Dipartimento di Elettronica e Telecomunicazioni del Politecnico di Torino e uno dei responsabili del Laboratorio Interdipartimentale di Meccatronica LIM. I suoi interessi di ricerca includono l'implementazione hardware di reti neurali e sistemi fuzzy, l'implementazione hardware di architetture per sistemi di controllo real-time riconfigurabili, la progettazione di sistemi di controllo ibridi basati su dispositivi programmabili (DSP, FPGA e FPAA), l'implementazione di protocolli di comunicazione fault-tolerant e di reti basate su fibre ottiche plastiche (POF) e l'implementazione di stadi di potenza "non convenzionali" per la gestione di attuatori speciali nell'automazione industriale, nell'automotive e nelle applicazioni spaziali. Inoltre è membro IEEE, autore di più di 80 articoli accettati in conferenze internazionali e co-autore di 9 brevetti internazionali.



### **Gian Piero Fici**

informatico, nel 1988 entra in Azienda. Tra il 1990 e il 1993 è stato coinvolto nel progetto per l'introduzione della Rete Intelligente in Italia. In seguito ha lavorato in altri progetti su piattaforme e architetture per il supporto di servizi in rete (OSA-Parlay, Parlay X, ecc.) e sulla Service Oriented Architecture (Web Services, UDDI, REST, ecc.). Dal 2007 al 2010 ha seguito lo sviluppo della piattaforma WSNC (Wireless Sensor Network Center) per la creazione di applicazioni basate su WSN. Nel 2010 ha iniziato a seguire i lavori del Technical Committee di ETSI sulla tematica Machine-to-Machine (M2M), in cui è rapporteur del work item "Interworking between the M2M Architecture and M2M Area Network technologies". Attualmente è coinvolto nel progetto sulla Service Robotics.



### **Marco Gaspardone**

ingegnere delle Telecomunicazioni, inizia la sua attività in Telecom Italia nel 2001. Nei primi anni è stato coinvolto in progetti per la definizione di servizi sulla "Intelligent Network". Nel 2008 coordina la messa in esercizio della piattaforma di Energy Management per il monitoraggio delle centrali telefoniche Telecom Italia. Attualmente è il responsabile del centro di ricerca sulla robotica di servizio denominato Joint Open Lab CRAB. Negli ultimi anni ha conseguito la graduation per il "Executive Master in Technology and Innovation Management" (Alma Graduate School) e la certificazione PMP® del Project Management Institute. È anche co-autore di brevetti e pubblicazioni.



### **Antonio Toma**

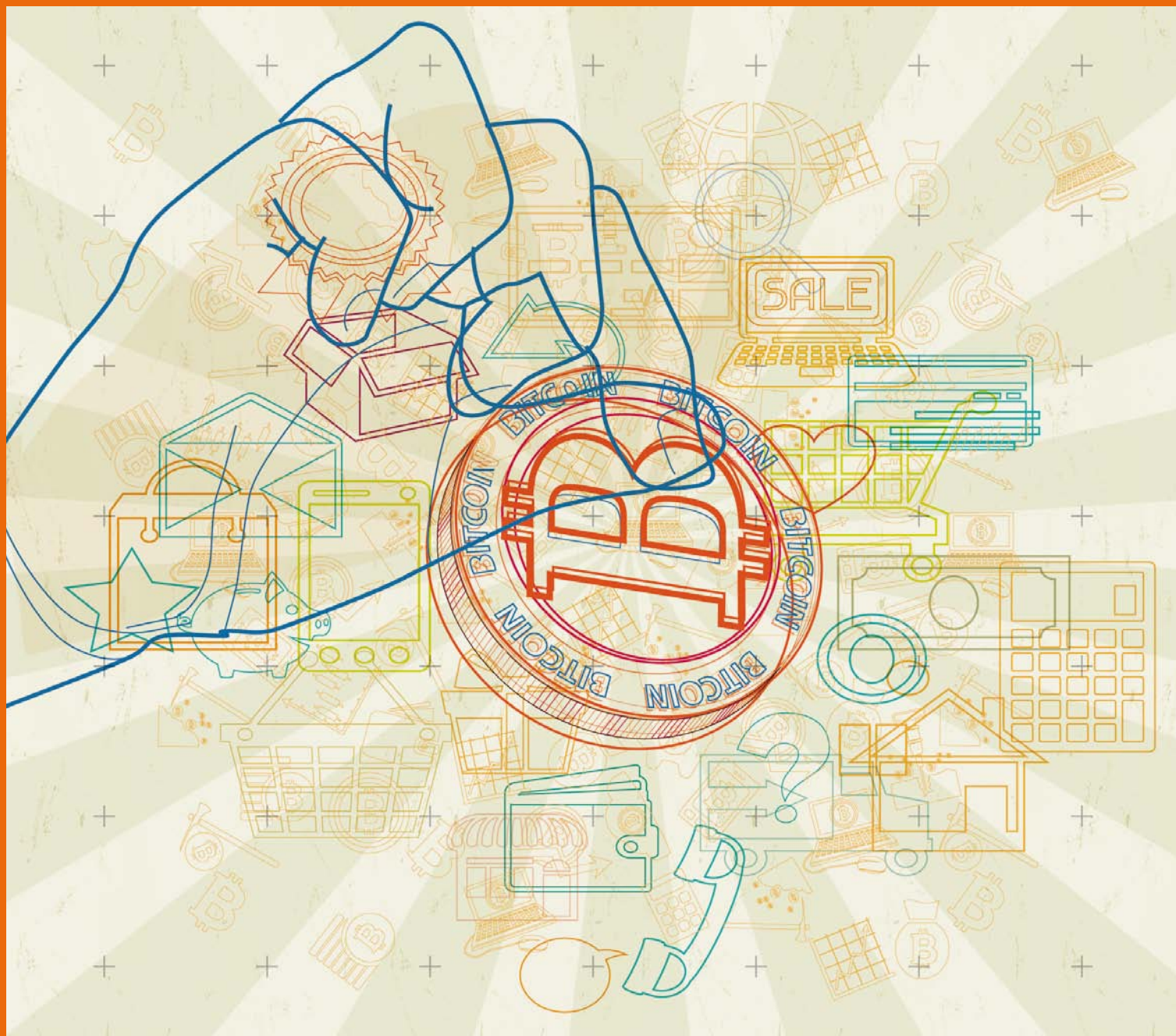
ingegnere meccatronico, al momento frequenta il terzo anno del corso di Dottorato presso il Laboratorio Interdipartimentale di Meccatronica del Politecnico di Torino. Impegnato nel settore dei velivoli senza pilota, si occupa principalmente di integrazione hardware, control system design e sviluppo software di basso livello. Attualmente è anche impegnato nello sviluppo di una piattaforma di Cloud Robotics, in collaborazione con il JointOpenLab CRAB di Telecom Italia, nell'ambito del progetto Fly4SmartCity.





# IL FENOMENO DELLE MONETE VIRTUALI: OPPORTUNITÀ PER TELECOM ITALIA

Katia Colucci, Corrado Moiso



**L**evidenza della stretta interconnessione tra le monete virtuali e l'economia reale sta suscitando un crescente interesse verso questo tipo di strumento.

Il "fenomeno" Bitcoin rappresenta solo una delle centinaia di monete virtuali esistenti, che vantano un'estrema eterogeneità di varianti sia nelle modalità di funzionamento, sia come finalità e conseguenti ambiti di applicazione.

Lo scopo di questo articolo è quello di inquadrare il fenomeno delle monete virtuali nella sua globalità, evidenziandone gli elementi che lo rendono di interesse per un soggetto come Telecom Italia.

## 1 Introduzione

Le monete virtuali negli anni recenti stanno conoscendo una crescente attenzione dai media grazie soprattutto a Bitcoin, la moneta virtuale creata nel 2009 da un misterioso Satoshi Nakamoto<sup>1</sup>, che in pochi anni ha generato un giro d'affari di soldi veri calcolato in centinaia di milioni di dollari.

È proprio questo giro d'affari considerevole e dunque l'evidenza di una stretta interconnessione con l'economia reale il motivo della sua popolarità e del crescente interesse dei media, delle autorità, dei singoli e del proliferare di iniziative gemelle<sup>2</sup>.

In realtà le monete virtuali non nascono con Bitcoin, ma sono uno strumento nato ben prima del 2009 (il WIR in Svizzera esiste dal 1934).

È tuttavia vero che negli ultimi anni il fenomeno è cresciuto enormemente, assumendo un rilievo che non può lasciare indifferenti, soprattutto per quanto riguarda i

suoi effetti sull'economia reale. Il collegamento con l'economia reale deve essere visto sotto un duplice aspetto:

- la convertibilità con il denaro reale, che per molte di queste valute esiste con tanto di tasso di cambio, abilita l'utilizzo di tali monete per lo scambio di beni, reali e virtuali, talvolta anche di valore considerevole;
- il crescente giro d'affari che ne deriva alimenta la nascita di nuove ruoli di business necessari al corretto funzionamento dell'ecosistema che ruota intorno alle monete virtuali.

Ma prima di procedere è opportuno fare chiarezza tra i termini denaro, moneta reale o corrente e moneta virtuale.

Il denaro ricomprende qualsiasi bene comunemente accettato come mezzo di pagamento sul mercato per lo scambio di beni e servizi. Nel tempo, in periodi sia precedenti sia successivi alla nascita della moneta, sono stati usati come denaro beni anche molto diversi quali: il sale (da cui il te-

mine salario), le barrette di ferro, i semi di cacao, il bestiame (da cui pecunia) e tantissimi altri beni, a cui, in virtù di un accordo più o meno tacito tra i membri di una data comunità, veniva riconosciuto un certo valore unitario e la legittimazione ad essere usato come bene intermedio per lo scambio di beni e servizi. Il denaro è dunque una convenzione sociale.

La moneta reale o corrente, quella che usiamo quotidianamente, è costituita da monete o banconote cartacee, che in un dato Paese hanno corso legale, cioè sono accettate per legge come mezzo di pagamento nel Paese di emissione. La moneta corrente, dunque, appartiene alla più ampia categoria del denaro finché ha corso legale. Le monete fuori corso, invece, non sono più denaro in senso stretto. L'altro elemento distintivo della moneta corrente è che essa è emessa da un ente pubblico centrale, a cui è affidata l'emissione e il controllo di tutta la circolazione monetaria nel Paese in cui ha giurisdizione. In Italia tale funzione

<sup>1</sup> Per lungo tempo l'identità del creatore di Bitcoin è rimasta segreta. Solo di recente il nome Satoshi Nakamoto, da sempre considerato uno pseudonimo o un nome collettivo, è stato associato a un fisico americano di origine giapponese ad oggi residente in California [U1].

<sup>2</sup> PPCoin, Litecoin, Freicoin, Terracoin, Liquidcoin sono solo alcuni esempi di valute virtuali simili a Bitcoin. Si parla infatti di circa un centinaio di cloni [B10].

è svolta dalla Banca d'Italia che emette le banconote in euro, in base ai principi e alle regole fissati nell'Euro-sistema.

La moneta virtuale è invece un mezzo di scambio accettato in pagamento, e dunque che funziona come moneta corrente, nella comunità di riferimento, senza però averne le caratteristiche qualificanti:

- le monete virtuali non hanno corso legale in nessuna giurisdizione e dunque l'accettazione come mezzo di pagamento è su base volontaria;
- le monete virtuali non sono regolate da enti centrali governativi, ma sono generalmente emesse e controllate dall'ente emittente secondo regole proprie, a cui i membri della comunità di riferimento accettano di aderire.

Per queste ragioni le monete virtuali non rientrano mai nella categoria della moneta corrente, ma possono rientrare nella categoria del denaro, se accettate come mezzo di pagamento per beni e servizi nell'economia reale. Dunque nel momento in cui una valuta virtuale è accettata da un esercizio commerciale in pagamento di un bene, diviene a tutti gli effetti denaro.

Un ultimo chiarimento rimane d'obbligo per non confondere il concetto di moneta virtuale con quello di denaro elettronico: quest'ultimo nasce come rappresentazione digitale della valuta corrente che può così circolare sia attraverso lo scambio fisico di monete e banconote, sia attraverso trasferimenti elettronici quali bonifici, pagamenti bancomat, pagamenti NFC (i cosiddetti servizi di pagamento elettronico). Tali servizi di pagamento possono essere applicati anche alle mo-

nete virtuali, che nella stragrande maggioranza dei casi nascono come elettroniche e solo in pochi casi hanno anche una loro versione cartacea.

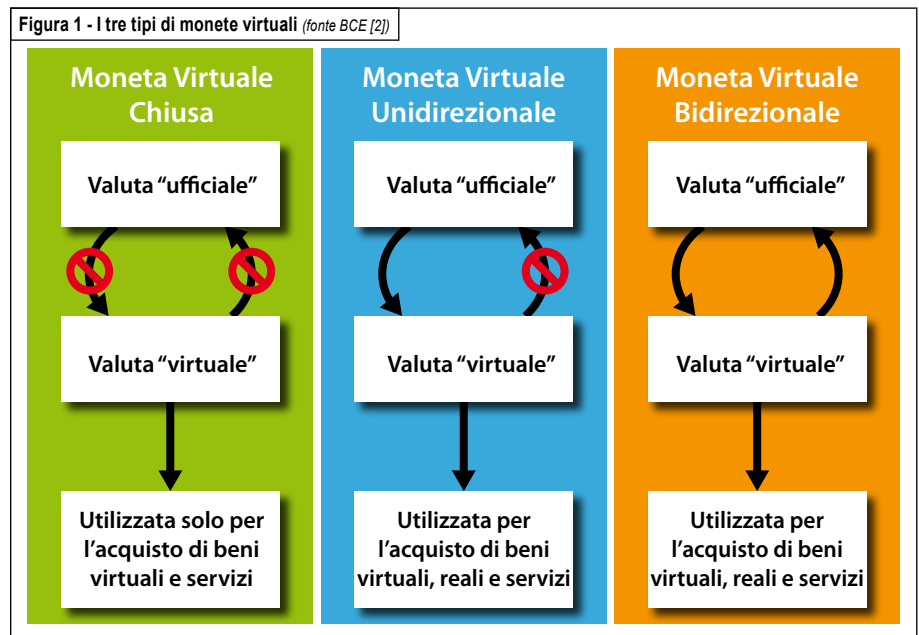
## 2 Classificazione delle monete virtuali

Come si è accennato la categoria delle monete virtuali è davvero molto ampia ed eterogenea poiché ognuna si dota di uno schema che ne regola l'utilizzo e che può differire sensibilmente da quello di altre monete virtuali. Un possibile modo per classificarle è quello proposto dalla BCE, che distingue tre tipi (Figura 1) basati sulla modalità di interazione con le monete correnti e con l'economia reale:

- 1) *Moneta Virtuale Chiusa (Tipo 1)*: identifica una moneta virtuale "pura" che non ha interazioni con l'economia reale; Non è previsto il suo acquisto o la sua conversione in denaro reale e può, dunque, essere acquisita unicamente

tramite attività "on-line" e può essere spesa solo per acquisti di beni virtuali o servizi offerti all'interno di una comunità virtuale (in genere quelle dei Multi-Media On-line Game)<sup>3</sup>;

- 2) *Moneta Virtuale Unidirezionale (Tipo 2)*: si riferisce ad una moneta virtuale che può essere acquistata anche con denaro reale ad un tasso di cambio fissato per essere utilizzata per acquistare beni o servizi virtuali o reali, ma che non può però essere convertita nuovamente in moneta reale. Esempi sono gli Amazon Coin, ma anche i punti delle carte fedeltà, per i quali è previsto anche l'acquisto con denaro corrente;
- 3) *Moneta Virtuale Bidirezionale (Tipo 3)*: indica una moneta virtuale pienamente convertibile che le persone possono acquistare o vendere secondo tassi di cambio ufficiali con le valute reali e che possono essere utilizzate per acquistare beni e servizi reali o virtuali. Esempi sono Linden Dollars,



<sup>3</sup> Un gruppo particolare di monete virtuali di questo tipo è costituito dalle cosiddette "Banche del Tempo" [U2]: queste "Banche" sono un particolare tipo di associazione di volontari che offrono ed fruiscono di servizi scambiandosi unità di valuta basta sul tempo impegnato.



Bitcoin, e le valute complementari locali.

Come si può notare, passando dal Tipo 1 al Tipo 3 si ha una progressiva "contaminazione" della moneta virtuale con il mondo "reale", che inevitabilmente porta una crescita degli interessi economici che ruotano attorno al denaro virtuale e delle correlate problematiche di natura valutaria, legale e fiscale. Inoltre, molto spesso, il tipo a cui appartiene una moneta virtuale evolve nel tempo, in maniera più o meno legale, in base al comportamento dei suoi utenti.

È il caso di alcune valute di Tipo 1, di alcuni giochi on line, per cui si è creato un mercato nero di compravendita di tali valute, trasformandole nei fatti da una valuta di Tipo 1 a una di Tipo 3.

All'interno di ogni tipo di moneta si potrà avere un diverso "schema" di funzionamento, che stabilisce le condizioni per la sua conversione, accumulo, utilizzo, e scambio tra le persone. La scelta dello schema è condizionata anche dalla finalità per cui la valuta è stata emessa. Ad esempio, tramite l'emissione di monete del Tipo 1, i service provider di giochi virtuali ottengono una nuova fonte di guadagno dalle quote di sottoscrizioni ed introducono meccanismi di raccolta di informazioni personali e di fidelizzazione. Questo tipo di monete ha in genere un limitato impatto sull'economia reale, essendo utilizzate unicamente all'interno di una comunità virtuale.

Chi emette monete del Tipo 2, oltre a realizzare meccanismi di raccolta di informazioni personali e di fidelizzazione, ottiene vantaggi dalla creazione di depositi di punti pre-pagati e dalla conseguente facilitazione di acquisto di beni virtuali attraverso la semplificazione delle transazioni di paga-

mento. Dal punto di vista dell'economia reale, queste monete abilitano dunque nuove opportunità di business legate all'acquisto di beni reali e virtuali.

Le monete virtuali del Tipo 3 possono essere distinte in due macrogruppi con differenti impatti sulla economia reale. Le monete globali, con una circolazione "worldwide", e le monete locali, legate all'economia di comunità locali (dall'ambito comunale a quello nazionale).

Le monete globali, di cui Bitcoin è l'esempio più noto, hanno l'obiettivo di competere con le valute gestite dalle Banche Centrali come mezzo di scambio globale. Queste monete immettono nell'economia moneta addizionale utilizzabile per le transazioni, per cui nel momento in cui la quantità di moneta introdotta dovesse essere rilevante in termini di controvalore in valuta corrente e dovessero diventare di uso di massa, si potrebbero porre delle questioni di politica monetaria, di politica fiscale e di tutela del cittadino e dei piccoli investitori. Sono questi i motivi della crescente attenzione da parte delle autorità su Bitcoin, che a causa della elevata volatilità<sup>4</sup> sta sempre più assumendo le caratteristiche di investimento speculativo ad alto rischio e che, facilitando l'anonimato delle transazioni, si presta come mezzo per il riciclaggio del denaro, per operazioni di compravendite illegali o per l'elusione delle tasse.

Le monete locali, invece, hanno l'obiettivo di essere un motore per lo sviluppo delle economie locali o regionali, in particolare in momenti di recessione [U3]. Non a caso la crisi economica degli ultimi anni ha visto nascere molte iniziative in tal senso. Le monete virtuali locali hanno un effet-

to positivo sull'economia locale, grazie ad un effetto di rilancio dei consumi sul territorio prodotto dall'azione concomitante di diversi fattori:

- in genere sono previsti sconti e bonus per cui le persone sono incoraggiate ad usare queste monete per i loro acquisti in quanto aumenta il loro potere di acquisto;
- per incoraggiare la circolazione della moneta in genere non si prevede la possibilità di produrre interessi sulle eventuali giacenze di moneta (anche nel caso in cui essa sia depositata in una banca); in talune occasioni sono previsti perfino interessi negativi ("demurrage") che il titolare del deposito deve pagare se il saldo supera una somma prestabilita;
- la valuta è accettata solo localmente e dunque i commercianti degli esercizi commerciali che la accettano potranno spendere la sola sul territorio alimentando il giro d'affari locale.

Dalla precedente descrizione e classificazione appare chiaro che le monete virtuali, pur con diversi schemi di funzionamento, svolgono come funzione primaria quella di mezzo di pagamento all'interno di una data comunità, con l'obiettivo di facilitare gli scambi e aumentarne il giro d'affari.

Nelle *Tablelle 1* e *2* sono descritte alcune monete virtuali, sia di Tipo 2 che di Tipo 3, in quanto interessanti per gli impatti sull'economia reale. La selezione è stata fatta per evidenziarne l'elevata eterogeneità. Per una visione più completa si rimanda al "*Data Base of Complementary Currencies in the World*" [U4]. In Italia ci sono più di 40 iniziative di monete virtuali, alcune anche promosse da amministrazioni comunali [U5].

<sup>4</sup> Come dimostrano anche le recenti vicende che hanno coinvolto MtGox, uno dei principali cambiavalute in Bitcoin la cui bancarotta ha causato forti oscillazioni della valuta virtuale

(<http://punto-informatico.it/4002844/PI/News/bancarotta-mtgox-fine-Bitcoin.aspx>).

Nome	Emittente	Descrizione
Amazon Coin	Amazon	Amazon ha emesso da Maggio 2013 Amazon Coin, una moneta virtuale per gli utenti di Kindle Fire. Un Coin che vale un centesimo di dollaro. La valuta può essere usata per comprare Apps, giochi e contenuti extra dallo Store di Amazon, con uno sconto del 10% sugli acquisti in dollari[U10].
QCoin	Tencent	QCoin è una moneta virtuale emessa da Tencent, uno dei principali operatori Telco in Cina. Inizialmente QCoin fu creata per l'acquisto di beni virtuali e servizi forniti da Tencent. Successivamente gli utenti iniziarono ad usarla su siti di negozi e giochi online ed a cambiarla illegalmente in Yuan, così da trasformarla in una valuta di Tipo 3. Questo fatto ha causato una reazione delle autorità cinesi che ne hanno limitato l'uso all'interno dell'operatore e che hanno emesso una normativa sull'uso delle monete virtuali [U11].
BeDollars	Vodafone	BeDollars è la moneta virtuale di Vodafone Be, che può essere utilizzato per accedere a sconti e promozioni. È possibile acquisire BeDollars anche attraverso Vodafone Be, un servizio che consente di trasformare la propria attività telefonica quotidiana in premi virtuali, sconti e promozioni, secondo il paradigma della gamification. Utilizzando BeDollars si possono acquistare smartphone e tablet a prezzi ridotti e usufruire di condizioni vantaggiose sui servizi Vodafone o sulle offerte di partner commerciali [U12] [U13].
VEN	Hub Culture	Ven è una moneta virtuale utilizzabile per acquistare e vendere servizi e beni reali o virtuali all'interno del mondo di Hub Culture un network sociale ad inviti che realizza servizi per il lavoro collaborativo e la condivisione di conoscenza che uniscono gli ambienti reali e virtuali [U14].
ArtMoney	BIAM (Bank of International Art Money)	ArtMoney è una moneta alternativa basata sullo sviluppo di "arte originale": gli artisti creano la loro propria moneta. Alla comunità partecipano più di 1000 artisti di 40 paesi e finora è stata emessa ArtMoney per un controvalore di circa \$80,000,000. Una "moneta" Artmoney deve misurare 12x18cm, essere originale e fatta a mano. Deve indicare l'anno di produzione, un numero seriale, il nome dell'artista, la nazione, la firma. Vale approssimativamente 27€, ma BIAM può variare il valore in base all'inflazione. Artmoney può essere usata presso negozi affiliati e dagli artisti stessi fino ad un valore del 50% dell'acquisto [U15].

Tabella 1 - Alcuni esempi di Monete Virtuali unidirezionali (Tipo 2)

Tabella 2 - Alcuni esempi di Monete Virtuali bidirezionali (Tipo 3)

Nome	Emittente	Descrizione
<b>Valute globali</b>		
Linden Dollars	Second Life	Linden Dollars è la valuta dell'economia del mondo virtuale di Second Life. In questa economia i residenti possono commerciare tra di loro usando i Linden Dollars. Inoltre, alcuni "residenti" di Second Life ricevono uno stipendio settimanale in Linden Dollars. I Linden Dollars sono convertibili in US Dollar ed altre monete "reali" e virtuali, secondo tassi di scambio di mercato abbastanza stabili (circa 260L\$ per 1\$), ed usando delle piattaforme di brokeraggio anche di terzi [U16] [U17].
Bitcoin	Satoshi Nakamoto	È la più nota valuta virtuale inventata da Satoshi Nakamoto. Le persone possono acquistare beni e servizi nel mondo reale ed in quello virtuale in un modo (quasi) totalmente anonimo. È convertibile anche in moneta reale (recentemente in Canada sono stati installati dei bancomat). Date le caratteristiche di Bitcoin è utilizzata spesso per transazioni illegali ed inoltre il suo tasso di cambio è soggetto ad improvvise e notevoli variazioni. Per questo motivo le autorità nazionali e bancarie hanno iniziato a considerare come "normare" il suo utilizzo [U18]
<b>Valute locali o regionali</b>		
Bristol Pound	Bristol Pound Community Interest Company e Bristol Credit Union	È una moneta complementare progettata per favorire le imprese indipendenti di Bristol (UK). Bristol Pound è utilizzabile sia mediante banconote sia tramite strumenti di pagamento elettronici operanti su conti gestiti da un istituto bancario di tipo "tradizionale". Inoltre, può essere adoperata per pagare tasse locali [U19].
ECO	Alto Congost	Eco è la moneta virtuale utilizzata dai residenti di nove villaggi nell'entroterra di Barcellona. Può essere utilizzata in mercati, negozi, per servizi locali online e per pagare alcuni servizi comunali. Può essere spesa anche tramite servizi di mobile payment. Eco opera con un sistema di crediti e debiti: i conti non possono crescere oltre un certo livello, perché la moneta è nata per essere spesa e scambiata con beni [U20].
WIR	WIR Bank	WIR è l'iniziativa di moneta locale di maggior successo. WIR è stato creato dal "Swiss Economic Circle" in Svizzera nel 1934, per rimediare all'insufficiente disponibilità di valuta nazionale a causa dell'eccessiva tesaurizzazione. Nel 1994 la comunità che gestisce il WIR ha creato una banca. Nel 2010 WIR è stato utilizzato da più di 60.000 aziende (principalmente PMI) per un totale di un giro di affari di circa 1627 milioni di Franchi Svizzeri [U21].

Si tenga presente che le monete virtuali sono caratterizzate da elevati tassi di nascita/mortalità, per cui tali data base devono essere continuamente aggiornati.

Terminiamo questa sezione esemplificando l'uso di una moneta virtuale e la sua evoluzione con un esempio ben noto nel passato (Figura 2). Il gettone telefo-

nico è stato emesso dalle compagnie telefoniche, ad esempio dalla SIP, per il pagamento delle telefonate effettuate dai telefoni pubblici. Anche se inizialmente

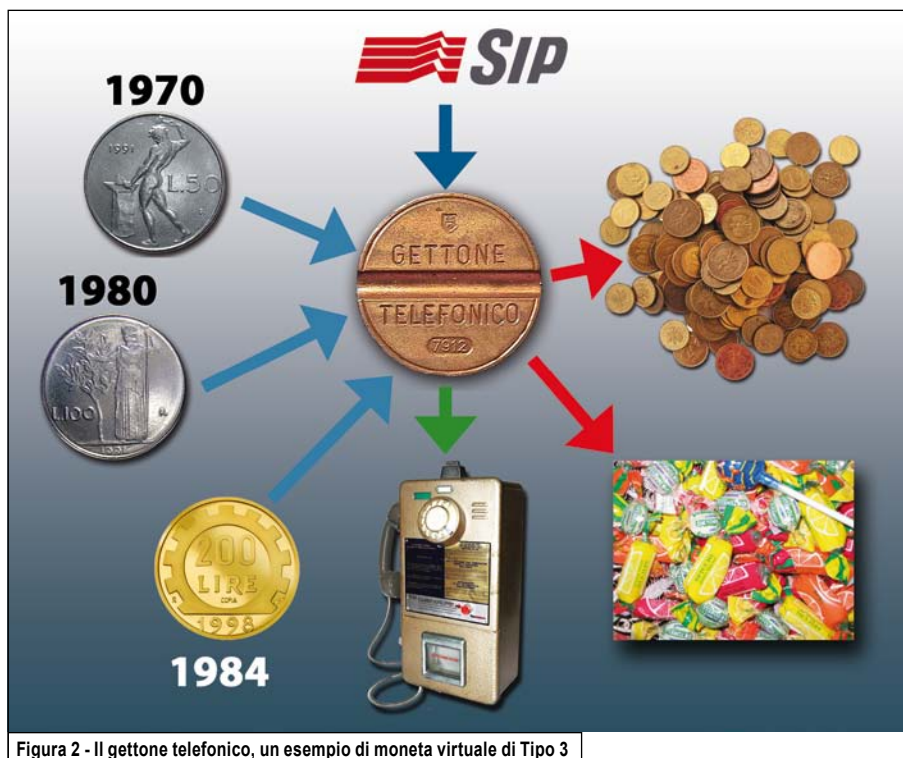


Figura 2 - Il gettone telefonico, un esempio di moneta virtuale di Tipo 3

era quindi una valuta di Tipo 2, ben presto, in base al comportamento delle persone, divenne una "moneta" di Tipo 3, utilizzata, ad esempio, per gli acquisti o per fornire i resti, con un tasso di cambio prefissato con la Lira, ma variabile nel tempo.

### 3 Soluzioni tecniche

Le differenti proposte di monete virtuali si differenziano anche dal-

le modalità con cui la moneta virtuale viene emessa. In alcuni casi la valuta virtuale viene "battuta" (almeno inizialmente), stampando delle banconote (es. ŠCEC), in altri casi la valuta virtuale ha unicamente una rappresentazione elettronica (es. Linden Dollars), in altri ancora si utilizza un modello misto, in cui le banconote sono affiancate a servizi di pagamento elettronico (es. Bristol Pound).

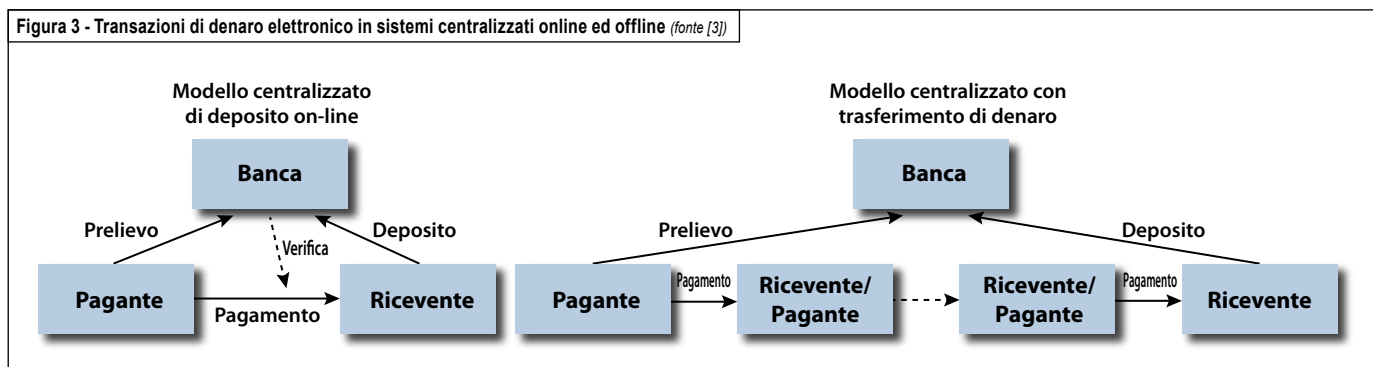
Questa sezione si sofferma sulle soluzioni tecniche possibili per la realizzazione di moneta virtuale

elettronica, le quali si differenziano a grandi linee in soluzioni centralizzate e soluzioni distribuite. Le prime si caratterizzano ulteriormente in soluzioni online ed offline.[3].

Le soluzioni centralizzate (Figura 3) sono gestite da un'entità, considerata "affidabile" tra chi adotta la moneta virtuale, che gioca un ruolo analogo ad una Banca Centrale. Nei sistemi online, tale entità è direttamente coinvolta nelle transazioni che richiedono un trasferimento di denaro virtuale, analogamente a quanto succede nei pagamenti con bonifico bancario o con carte di credito/debito; in tal modo essa ha il compito di garantire la validità e la quantità del denaro virtuale scambiato. Invece, nei sistemi centralizzati offline, l'entità che gestisce il sistema non partecipa direttamente alla transazione, analogamente a quanto succede nei pagamenti in contante: in tal modo è possibile trasferire moneta elettronica tra persone senza la necessità di coinvolgere un intermediario. L'entità "affidabile" è contattata solo quando una persona vuole prelevare o depositare moneta elettronica da o su un suo conto, oppure vuole convertirlo in un'altra valuta.

Nelle soluzioni distribuite, invece, il controllo sulla validità della moneta elettronica e sulle transazioni

Figura 3 - Transazioni di denaro elettronico in sistemi centralizzati online ed offline (fonte [3])





## Gli algoritmi e le tecniche principali di Bitcoin

Bitcoin è una rete Peer-to-Peer i cui nodi possono svolgere il ruolo di semplici originatori/beneficiari di transazioni finanziarie nella crypto-valuta bitcoin o svolgere anche il ruolo di miner cioè validatori delle transazioni altrui.

Per partecipare alla rete Bitcoin si può scaricare un software open source sul proprio pc o smartphone e creare un account [B1] dove raccogliere gli indirizzi associati ai propri bitcoin (BTC). Ogni account è associato sul proprio terminale a chiavi pubbliche (usate per calcolare i propri indirizzi) ed alle corrispondenti chiavi private (usate per firmare a scopo di autorizzazione le transazioni). Lo schema di firma digitale utilizzato in Bitcoin non richiede alcuna Certification Authority né certificato digitale e la generazione delle proprie chiavi è affidata al nodo stesso. È la capacità di firmare digitalmente con la chiave privata a consentire il trasferimento di bitcoin tra utenti [B2]. L'algoritmo di firma digitale è standard ed è ECDSA [B3].

Ogni transazione specifica un passaggio di BTC da un utente A ad uno B. La transazione, che include anche l'indirizzo di B, è autorizzata da A tramite la firma digitale della sua descrizione, usando la chiave privata associata ad un indirizzo pubblico di A; in tal modo si garantisce l'autenticità e la "non repudiation" della transazione. Si noti che, per ragioni di sicurezza e privacy, si consiglia al beneficiario di generare e comunicare un indirizzo differente per ciascuna transazione che intende ricevere. Per conoscere i nuovi indirizzi di un utente, cui trasferire i BTC, l'originatore di una transazione può utilizzare canali di comunicazioni indipendenti da Bitcoin. Utilizzare indirizzi sempre nuovi [B4] e una rete di anonymizer come TOR per le comunicazioni tra nodi sono i principali meccanismi per proteggere il loro stesso anonimato (privacy).

Una volta firmata digitalmente, la transazione deve essere ufficializzata per confermare il passaggio di BTC tra gli utenti coinvolti. L'ufficializzazione richiede che chi desidera effettuare la transazione la invii ad almeno un miner. Se si invia a più miner, la probabilità che la transazione sia ufficializzata in breve tempo aumenta. I miner che ricevono la transazione ne verificano l'autenticità (verificano la firma digitale) e la correttezza, aggiornano la propria copia del libro mastro (elenco completo di tutte le transazioni ufficializzate) e provvedono a inoltrare la transazione ad altri miner, in modo che possano aggiornare il libro mastro delle transazioni di cui ciascun computer della rete Bitcoin possiede una copia.

Tenere un libro mastro, cioè un registro veritiero con cui è possibile determinare il numero di bitcoin associato a ciascun indirizzo, senza dover riporre fiducia in alcun specifico soggetto, è essenzialmente l'obiettivo del sistema Bitcoin. Sorprendentemente Bitcoin realizza l'obiettivo utilizzando esclusivamente strumenti software e affidandosi al fatto che la maggior parte della potenza computazionale complessiva dei miner sia utilizzata secondo quanto specificato dai protocolli Bitcoin.

Nel caso delle banche tradizionali o di Paypal il libro mastro è tenuto e garantito da una singola entità o da un numero ristretto di entità. Il fatto che nel sistema Bitcoin il libro mastro sia invece tenuto da un gruppo molto numeroso presenta alcune importanti implicazioni:

- mentre con un libro mastro centralizzato la conoscenza delle proprie transazioni è riservata, in Bitcoin ciascuno è a conoscenza anche delle transazioni riguardanti gli indirizzi altrui;
- mentre con un libro mastro tenuto da una singola entità ci si fida di tale entità o è almeno possibile rivalersi su di essa, in Bitcoin l'anonimato di utenti e

miner esclude di riporre fiducia in alcun soggetto specifico.

Nel seguito descriviamo alcuni dei meccanismi che consentono a un gruppo di miner e utenti sconosciuti di gestire le transazioni finanziarie tra appartenenti al gruppo.

### Verifica della copertura delle transazioni

Contrariamente ai modelli tradizionali, in Bitcoin non viene mantenuta esplicitamente alcuna tabella a due entrate (Numero di conto, Saldo). Come fanno dunque i miner a verificare che chi emette una transazione possieda tutti i BTC necessari? Ogni transazione è univocamente identificata dall'originatore tramite un hash crittografico del contenuto della transazione stessa. Invece della verifica del saldo, il possesso di fondi è verificato grazie al riferimento a precedenti transazioni a favore dell'utente. Tali riferimenti sono specificati come input esplicitamente nella descrizione della transazione, realizzando dunque una Transaction Chain (*Figura A*). Tra i compiti dei miner c'è dunque anche la verifica che la somma dei BTC negli input non sia superiore al numero di BTC oggetto della transazione.

Per evitare truffe la verifica di validità della transazioni dovrebbe risalire ricorsivamente fino alla prima transazione, tale verifica completa non deve però essere rieseguita ad ogni verifica di validità.

### Che cosa convince i miner a partecipare alla rete Bitcoin

La *Figura B*, tratta da [B5], sono riportati i passi principali dell'attività dei miner. Mentre la rete Bitcoin nel suo complesso, per risolvere un blocco, impiega me-

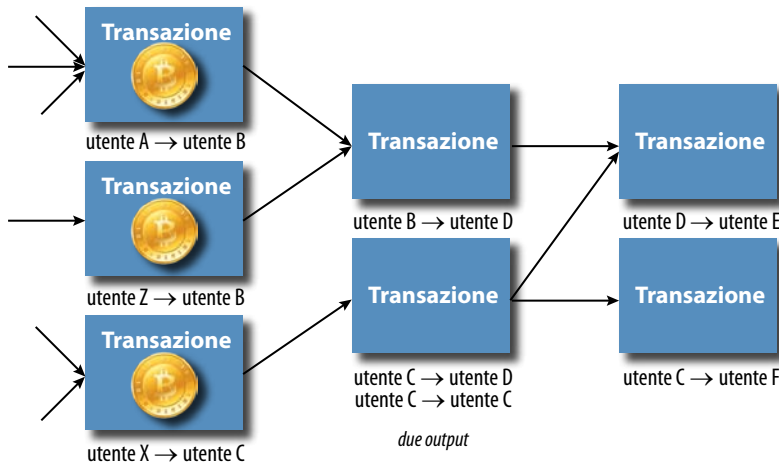
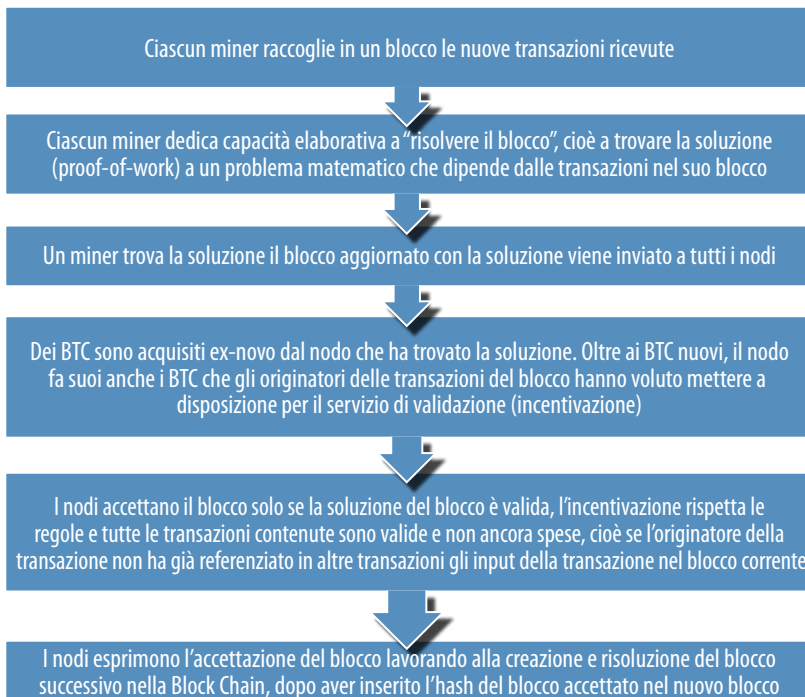


Figura A - Transaction Chain: sequenza dei cambiamenti di titolarità dei BTC

diamente 10 minuti, la probabilità, per un singolo miner, di risolvere un blocco e riuscire a inserirlo nella Block Chain è nel tempo divenuta sempre più bassa. Oggi esistono pool di miner, a cui aderire. In questo modo si mette a disposizione potenza elaborativa, in cambio di

un piccolo compenso relativamente certo e proporzionale alla propria capacità di calcolo. Secondo [B6], alla data del 5 marzo 2014, sulla base dei risultati dei precedenti 4 giorni, 4 pool detengono quasi il 70% della capacità computazionale della rete Bitcoin.

Figura B - I compiti dei miner



Il numero di nuovi BTC assegnati al miner, che risolve per primo un blocco, è predefinito, ma si dimezza ogni 4 anni (alla nascita di Bitcoin, nel 2009, il premio era di 50 BTC, ora è sceso a 25 e dal 2017 scenderà ulteriormente a 12,5). Attualmente il modello prevede che il numero di BTC creabili sia finito e pari a 21.000.000, di cui il 94% entro il 2024, mentre si stima che la produzione si concluda entro il 2140. (Fonte dei dati: [B7])

Si noti che il sistema Bitcoin utilizza la crittografia solo come meccanismo di validazione delle transazioni e non come strumento per "nascondere" informazioni, in [B8] sono infatti riportate tutte le transazioni Bitcoin. Nonostante le transazioni siano tutte pubbliche, la validazione rimane l'obiettivo più sfidante in considerazione della mancanza di un'autorità centrale che accerti la copertura delle transazioni prima di ufficializzarle (Double Spending). Per queste ragioni Bitcoin fa ricorso a ingegnosi protocolli (ad esempio descritti in [B9]) per permettere ai nodi di verificare sistematicamente l'operato dei miner e di escludere automaticamente le transazioni fraudolente. Questi protocolli sono ritenuti da molti la novità più rivoluzionaria di Bitcoin.

## Altre crypto-valute in alternativa a Bitcoin

Dopo il successo di Bitcoin altre crypto-valute sono state lanciate e cresciute rapidamente; in [B10] ne sono censite 100 e tra queste segnaliamo Litecoin e Dogecoin, dove il proof-of-work basato sull'algoritmo di hash SHA256 di Bitcoin è stato sostituito con l'algoritmo Scrypt [B11]. L'utilizzo di Scrypt presenta vantaggi e svantaggi. Tra i vantaggi ad oggi esiste il fatto che hardware a larga diffusione come le schede grafiche dei PC

...

...

sono sufficientemente competitive e la produzione di nuovo hardware specializzato dedicato al mining in Scrypt è più costosa di quello dedicato al mining in SHA256. Inoltre il tempo di conferma di una transazione Litecoin è di 2,5 minuti invece dei 10 di Bitcoin, rendendo così più veloci le conferme delle transazioni [B12].

Infine, alcuni aspetti sull'anonimato garantito da Bitcoin sono migliorabili. A questo proposito è stata proposta una soluzione denominata Zerocoin [B13]. Inizialmente Zerocoin è stata pensata per essere integrata in Bitcoin, mentre recentemente [B14] gli inventori di Zerocoin hanno abbandonato tale strada in favore della creazione di una crypto-

valuta totalmente separata, proprio per rispondere alla forte domanda degli speculatori pronti a scommettere su nuove crypto-valute.

[pierluigi.zaccone@it.telecomitalia.it](mailto:pierluigi.zaccone@it.telecomitalia.it)

è effettuata, in modalità peer-to-peer, attraverso una rete di attori, che sono interessati a cooperare per il corretto funzionamento del sistema. Il più famoso sistema distribuito è quello di Bitcoin.

Le transazioni in sistemi centralizzati offline ed in sistemi distribuiti operano attraverso scambi di moneta elettronica (e-cash o e-coin), cioè file codificati tramite tecniche di crittografia. Questi sistemi hanno la caratteristica di offrire diversi livelli di anonimato, proprio come le transazioni in denaro contante: si va dall'anonimato completo, all'anonimato condizionato, che permette di identificare una persona nel caso in cui commetta un'azione illegale.

Nei sistemi centralizzati offline, i file di e-cash sono generati dall'entità che gestisce il sistema, la quale ha il compito di "firmare" tali file per garantirne l'autenticità. Invece nei sistemi distribuiti la moneta elettronica viene generata dagli stessi partecipanti: il tempo di elaborazione per "cercare" nuovo denaro è analogo al tempo impiegato dai cercatori d'oro per estrarre nuove pepite!

Questi sistemi devono essere in grado di risolvere il problema del cosiddetto "double spending", cioè evitare che lo stesso file di e-cash sia speso due o più volte dalla stessa persona.

#### 4 Come funzionano le Virtual Currency nell'economia reale

Alla classificazione proposta dalla BCE se ne sono aggiunte altre che, con piccole differenze, si basano sempre sulla convertibilità o meno in valuta corrente. Quel tipo di classificazione tuttavia include in uno stesso insieme anche monete virtuali con finalità e schemi di funzionamento e dunque di interazione con l'economia reale molto diversi tra loro. In particolare, l'analisi degli schemi di funzionamento di alcune tra le principali e più note monete virtuali ha consentito l'individuazione di una classificazione basata sulle modalità di interazione con l'economia reale. Sulla base di questo criterio sono enucleabili 3 macro-gruppi:

- real money like scheme;
- mutual credit scheme;
- discount voucher scheme.

Le monete virtuali "real money like" vengono immesse in circolazione a seguito dell'acquisto con denaro reale (il cui tasso di cambio è deciso dal soggetto che la emette) e circolano nell'ecosistema di riferimento come denaro reale per acquistare beni e servizi. Per questo tipo di monete spesso intervengono soggetti che offrono servizi di conto corrente e servizi di pagamento analoghi a quelli

comunemente usati per il denaro reale. Un esempio significativo è BP (*Bristol Pound*), una valuta locale per la città di Bristol, emessa e gestita dalla Bristol Pound Community Interest Company (ente senza scopo di lucro) in collaborazione con il Bristol Credit Union (una banca etica locale). Chi voglia usare i BP deve aprire un conto presso la BCU (*Bristol Credit Union*) e "acquistarli" con un cambio fisso di 1 sterlina. Da quel momento chiunque potrà utilizzare i BP per i suoi acquisti presso tutti gli esercizi commerciali aderenti al circuito. I pagamenti avvengono on line o tramite sms (in quest'ultimo caso sono gravati da una commissione minima). Esiste anche una versione cartacea di tale valuta "acquistabile" in cambio di sterline presso la BCU o presso tutti gli esercizi commerciali che si sono detti disponibili a fungere da cash point.

Le monete virtuali riconducibili al "mutual credit scheme" invece non sono acquistate con denaro reale, ma la loro immissione nel sistema avviene tramite semplici scritture contabili: un'impresa che accetti questo tipo di moneta in cambio dei propri prodotti o servizi, al momento del pagamento, si vede iscritta sul suo conto corrente in valuta virtuale un credito per un importo pari alla quota parte che si



è stabilito avvenga in moneta virtuale. Questo credito potrà essere usato per pagare propri fornitori di beni e servizi che aderiscono allo stesso circuito. L'importo speso verrà scalato dal credito precedentemente accumulato. È chiaro che tutto il sistema si fonda sulla mutua fiducia tra i membri della comunità in cui tale valuta è accettata. Ad esempio il Sardex [U6], che insieme al WIR è tra gli esempi di maggior successo, funziona come una "camera di compensazione di crediti e debiti": ogni Sardex vale 1 euro. Quando un'azienda aderisce all'iniziativa ha a disposizione una soglia di debito fissata che rende da subito possibile gli acquisti: chi vende va in attivo e può spendere i propri Sardex entro un anno. Il successo del Sardex (nel corso del 2013 il Sardex era utilizzato da 1200 imprese ed è stato usato per pagare transazioni per un valore di circa 12 Milioni di Euro) ha incentivato iniziative simili in altre regioni d'Italia<sup>5</sup>.

L'ultimo gruppo, quello dei "discount voucher", include tutte quelle monete virtuali, tipicamente locali e costituite da buoni cartacei che possono essere utilizzati per pagare una quota del controvalore di beni e servizi. Ne è un esempio lo SCEC, fondato nel 2007 dall'associazione Arcipelago SCEC, che riunisce sotto un'unica regia alcuni esperimenti di monete locali italiane [U7]. L'associazione stampa i buoni SCEC, che vengono poi distribuiti gratuitamente agli iscritti dalle Associazioni locali aderenti. Ogni iscritto riceve 100 SCEC, che potrà spendere presso gli esercenti aderenti al circuito secondo la percentuale che quest'ultimo avrà precedentemente dichiarato come pagabile in SCEC (tra il 5 e il 30% del prezzo del prodotto o del servizio).

Una precisazione: se l'effetto finale per gli utilizzatori è quello di avere uno sconto, da un punto di vista legale e fiscale si tratta di un pagamento in forma differente, per cui gli "scontrini" devono riportare l'intero ammontare per evitare fenomeni di evasione fiscale. Arcipelago SCEC utilizza anche una piattaforma informatica, che gestisce le funzioni di contabilizzazione delle emissioni di SCEC ed i conti correnti in SCEC e realizza funzioni di mobile payment tramite QRCode.

Dall'analisi riportata in questa sezione emerge anche una sostanziale differenza sulle finalità delle tre macro-gruppi di monete virtuali: mentre le monete "real money like" possono avere le finalità più disparate, le monete "mutual credit" e "discount voucher" hanno principalmente finalità di supporto alla comunità locale attraverso il rilancio dei consumi e reciproco sostegno delle aziende tra loro. Si ispirano in sostanza ai principi della finanza etica, dove non esistono interessi e i soldi servono solo per scambiarsi qualcosa, permettendo alle aziende di finanziarsi reciprocamente e agli individui di avere un maggior potere di acquisto.

### **5** L'ecosistema delle monete virtuali: opportunità per un telco operator

Le monete virtuali possono "vivere" solo all'interno di un ecosistema in cui interagiscono non solo gli utilizzatori, cittadini negozi e imprese che hanno scelto di accettare quella moneta virtuale in pagamento, ma anche altri soggetti che forniscono beni e servizi ausiliari al funzionamento del circuito. Tipicamente si tratta di servizi di supporto tecnologico e dunque

rivolti al soggetto emittitore o servizi ausiliari per lo scambio/gestione della valuta e dunque tipicamente rivolti agli utenti.

Appartengono al primo gruppo i "platform provider", ovvero coloro che forniscono la piattaforma tecnologica che gestisce tutti gli aspetti relativi alla moneta virtuale. A volte i servizi di piattaforma fanno parte di un servizio più ampio, che include anche servizi di consulenza. Un riferimento in questo campo è Qoin [U8], un ente no profit con sede ad Amsterdam e operante in Europa, specializzata nel progettare e sviluppare monete virtuali. È attiva dal 1998 e da allora ha supportato pubbliche autorità, NGO, e imprenditori per la creazione di molte delle più note iniziative di monete virtuali<sup>6</sup>. I suoi servizi includono consulenza legale, finanziaria, fiscale, di sicurezza, privacy, e anche studi di fattibilità per la comprensione dei risvolti legati all'introduzione di una valuta virtuale nella comunità target.

La piattaforma di riferimento è sviluppata da Qoin, in collaborazione con la New Economic Foundation e il Transition Movement, due organizzazioni indipendenti con l'obiettivo di identificare e studiare l'applicabilità di nuovi modelli di sostenibilità dell'economia. Si tratta di una piattaforma open source, che offre supporto per la creazione e la gestione della moneta virtuale comprese funzionalità di on line payment, e-commerce, marketplace, e social media.

In altri casi la piattaforma è sviluppata e gestita dal soggetto emittente (è il caso, ad esempio, del Sardex).

Appartengono alla categoria dei provider di servizi ausiliari tutti quei soggetti che si propongono

<sup>5</sup> Alcune iniziative sono in fase già avanzata come il Sicanex in Sicilia, e il Piemex in Piemonte; altre sono ancora in fase di valutazione come il Lumbard in Lombardia.

<sup>6</sup> A titolo di esempio citiamo il Bristol Pound ed il Brixton Pound. La lista completa delle monete virtuali supportate da Qoin è riportata in [U9].

per fornire servizi di pagamento o di cambiavalute e più in generale servizi di tipo bancario. È chiaro che tanto più è appetibile il giro d'affari che cresce intorno ad una certa valuta, tanto più cresce il numero di soggetti che vanno a popolare l'ecosistema con questo ruolo. Non a caso molti dei più noti attori in questo campo operano nell'ecosistema Bitcoin, quali i portali che fungono da mercato di scambio<sup>7</sup>.

Altri ruoli molto importanti all'interno di un ecosistema di valute virtuali sono svolti da associazioni o fondazioni che si adoperano per la diffusione della valuta per cui sono nate.

I differenti ruoli richiesti perché l'intero ecosistema che ruota intorno ad una moneta virtuale funzioni, possono rappresentare delle opportunità di business per un Telecom Operator come Telecom Italia che potrebbe sia proporsi come partner tecnologico per supportare la nascita di nuove

monete virtuali, sia proporsi in ecosistemi già in essere come provider di servizi ausiliari.

L'attuale crisi economica sta facendo moltiplicare le iniziative di creazione di valute virtuali per il rilancio dell'economia locale. Un Telecom Operator, grazie alle sue caratteristiche di affidabilità e di competenze tecnologiche, potrebbe quindi proporsi per rivestire un ruolo di supporto a tali iniziative su più fronti:

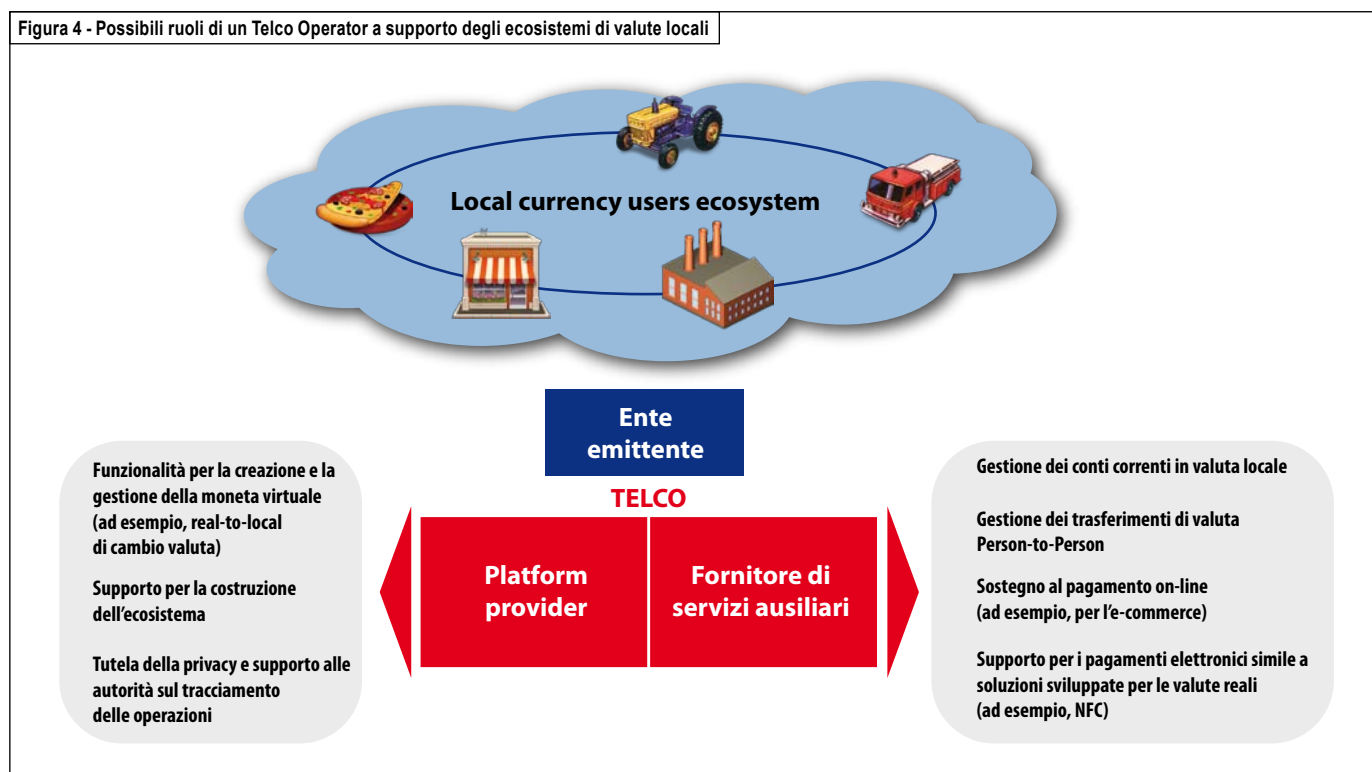
- supporto di tipo tecnologico (Trusted Platform provider, secondo il modello SaaS) verso i promotori dell'iniziativa (municipalità o associazioni di categoria, associazioni per lo sviluppo del territorio, ecc.) per il lancio e la gestione di nuove monete virtuali locali;
- fornitura di servizi di money transfer e gestione dei borsellini elettronici e gestione delle credenziali di accesso per gli utilizzatori;

- supporto agli esercenti per i pagamenti elettronici e on line;
- erogazione di servizi per le Autorità di tracciamento e tutela della privacy.

I possibili interlocutori per questo ruolo sono oltre le Pubbliche Amministrazioni (es. Regioni o Municipalità) le associazioni di imprese e quelle di categoria, ma anche le organizzazioni non-profit.

Più limitate sono invece le opportunità in ecosistemi già in essere, dove i possibili posizionamenti di business sono relativi principalmente alla fornitura di servizi ausiliari agli utilizzatori, individui o esercenti, come i servizi di tipo bancario e assicurativo, o i servizi di sicurezza quali la gestione delle credenziali di accesso. Tali ruoli sono però tipicamente già presidiati da soggetti in genere nati contestualmente alla moneta virtuale, o che fanno parte del circuito fin dai momenti di lancio.

Figura 4 - Possibili ruoli di un Telco Operator a supporto degli ecosistemi di valute locali



<sup>7</sup> Sul punto si segnala la già citata vicenda relativo al crack di MtGox, fino a poco tempo fa il più famoso portale di trading di Bitcoin, che agli inizi di marzo, dopo un periodo di inaccessibilità, ha dichiarato bancarotta dopo aver perduto le tracce di oltre 850.000 Bitcoin propri e dei propri clienti (<http://punto-informatico.it/4002844/PI/News/bancarotta-mtgox-fine-bitcoin.aspx>).

## Conclusioni

Le monete virtuali e gli ecosistemi di business che da esse si generano rappresentano un potenziale ambito di interesse per un Operatore soprattutto per un posizionamento come partner tecnologico per supportare la nascita di nuove monete virtuali ed erogazione di servizi ausiliari ad utenti e Autorità.

Meno attraente sembrerebbe invece l'ingresso in ecosistemi già attivi. Perché in questo settore un Operatore possa avere delle possibilità di business, occorre che il Telco trovi un posizionamento diverso, ad esempio come soggetto che offra servizi non limitati ad una sola moneta virtuale, ma trasversale a più comunità, quale, ad esempio, quello di fornire servizi di pagamento che supportino contemporaneamente più valute virtuali.

A queste opportunità legate al supporto dei gestori ed utilizzatori di monete virtuali, si aggiunge la possibilità di emettere una propria moneta virtuale. I Telco Operator non sono nuovi a questa possibilità. Abbiamo già citato il gettone telefonico, emesso a suo tempo per facilitare l'utilizzo della telefonia pubblica da parte dei clienti, ma esistono anche casi più recenti: nel 2009 Tencent, uno dei principali Operatori in Cina aveva emesso il QCoin, una valuta creata per l'acquisto di beni virtuali e servizi forniti dall'Operatore stesso [U11]. Si trattava di una moneta di Tipo 2 acquistabile con carta di credito o con il credito residuo su una carta prepagata al cambio fisso di 1 Yuan. La moneta ebbe molto successo, al punto che i clienti cominciarono ad usarla anche

negli scambi person-to-person e ad utilizzarla al posto della valuta corrente per gli acquisti presso i negozi che si rendevano disponibili ad accettarla. Si creò addirittura un mercato nero, in cui si poteva riconvertirla in Yuan, cosa che di fatto la trasformò in una valuta di Tipo 3 e al contempo causò la reazione delle autorità cinesi che bandirono il QCoin ed emisero una normativa per limitare l'uso delle monete virtuali.

Più di recente la stessa Vodafone ha emesso una sua moneta virtuale, seppur con finalità diverse da quella cinese: il Be Dollar. Questa moneta si guadagna utilizzando il servizio Vodafone BE e può poi essere utilizzata per accedere a sconti e promozioni [U12] [U13]. Utilizzando i BeDollars si possono acquistare smartphone e tablet a prezzi ridotti e usufruire di condizioni vantaggiose sui servizi Vodafone o sulle offerte di suoi partner commerciali. Si tratta dunque di una valuta di Tipo 2, che estende il meccanismo dei punti legati ad un programma di "Carta Fedeltà", ad esempio con meccanismi di "gamification", allo scopo di incentivare specifici comportamenti da parte di clienti, come: sottoscrizione a servizi e loro utilizzo, acquisto di beni digitali, concessione del consenso per l'uso dei dati personali, adesioni a campagne (es. presentazione di nuovi clienti, risposta a questionari o sondaggi).

Lo sviluppo di una moneta virtuale interna alla comunità dei propri clienti sembra dunque presentare delle opportunità interessanti per un Telco ma richiede un'attenta analisi di due aspetti principali: come acquisire e/o acquistare la moneta virtuale e come spenderla. Tale analisi deve in primis considerare gli

obiettivi che si vogliono ottenere dall'introduzione di tale moneta virtuale (es. fidelizzazione, aumento dell'utilizzo di servizi, incentivazione all'acquisto di contenuti digitali, raccolta di dati personali fruibili in maniera conforme alle regole di privacy), tenendo in considerazione anche gli eventuali impatti sull'ARPU ■



### Bibliografia

- [1] A. Bogliolo, F. Giglietto, P. Polidori, F. Stradini, "Il valore reale del denaro virtuale", NEUNET White Paper No. 12.001, marzo 2012, <http://www.neunet.it/doi/NEUNET.12.001.WTP.IT.pdf>
- [2] Banca Centrale Europea, "Virtual currency schemes", ottobre 2012, <http://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/other/virtualcurrencyschemes201210en.pdf>
- [3] I. Simplot-Ryl, I. Traoré, P. Everare, "Distributed architectures for electronic cash schemes: a survey", in International Journal of Parallel, Emergent and Distributed Systems, vol. 24, n. 3, 2009, 243-271.
- [4] Satoshi Nakamoto, "Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system", 2008, <https://Bitcoin.org/Bitcoin.pdf>.



### Urlografia

- [U1] [http://www.repubblica.it/economia/affari-e-finanza/2014/01/20/news/Bitcoin\\_al\\_via\\_la\\_corsa\\_dei\\_cloni\\_in\\_pista\\_ebay\\_amazon\\_e\\_facebook-76419452/](http://www.repubblica.it/economia/affari-e-finanza/2014/01/20/news/Bitcoin_al_via_la_corsa_dei_cloni_in_pista_ebay_amazon_e_facebook-76419452/)
- [U2] <http://qoin.org/time-banks/>
- [U3] <http://qoin.org/regiogeld/>
- [U4] [http://www.complementarycurrency.org/ccDatabase/les\\_public.html](http://www.complementarycurrency.org/ccDatabase/les_public.html)



- [U5] <http://www.mag4.it/rete/laboratorio-sul-denaro/librone-delloracolo/932-monete-locali.html>
- [U6] <http://www.sardex.net/>
- [U7] <http://scecservice.org/site/index.htm>
- [U8] <http://qoin.org/>
- [U9] <http://qoin.org/we-offer/>
- [U10] <http://www.amazon.com/gp/feature.html?docId=1001166401>
- [U11] [http://en.wikipedia.org/wiki/Tencent\\_QQ](http://en.wikipedia.org/wiki/Tencent_QQ)
- [U12] <http://news.vodafone.it/2013/10/08/nasce-vodafone-be-il-nuovo-servizio-gratuito-che-permette-di-giocare-con-telefonate-e-sms-sul-proprio-smartphone/>
- [U13] <https://xone.vodafone.it/it/products/vodafone-be/?UUID=53bd58f7-c554-46b7-8016-df7834119946>
- [U14] <http://venmoney.net/>
- [U15] <http://www.artmoney.org/>
- [U16] [http://it.wikipedia.org/wiki/Dollaro\\_Linden](http://it.wikipedia.org/wiki/Dollaro_Linden)
- [U17] [http://en.wikipedia.org/wiki/Economy\\_of\\_Second\\_Life](http://en.wikipedia.org/wiki/Economy_of_Second_Life)
- [U18] <https://Bitcoin.org/>
- [U19] <http://bristolpound.org/>
- [U20] <http://imaginationforpeople.org/es/project/eco-alt-congost/>
- [U21] <http://www.wir.ch/>



### Urlografia Box

- [B1] <https://bitcoin.org/en/protect-your-privacy>
- [B2] [https://en.bitcoin.it/wiki/Protocol\\_specification#Transaction\\_Verification](https://en.bitcoin.it/wiki/Protocol_specification#Transaction_Verification)
- [B3] <http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/FIPS/NIST.FIPS.186-4.pdf>
- [B4] <https://bitcoin.org/en/protect-your-privacy>
- [B5] [http://www.science.unitn.it/~sala/events2013/BITCOINslide\\_Pietro.pdf](http://www.science.unitn.it/~sala/events2013/BITCOINslide_Pietro.pdf)
- [B6] <https://blockchain.info/pools?timespan=4days>
- [B7] [https://en.bitcoin.it/wiki/Controlled\\_Currency\\_Supply](https://en.bitcoin.it/wiki/Controlled_Currency_Supply)
- [B8] <http://blockexplorer.com>
- [B9] <https://www.youtube.com/watch?v=Lx9zgZCMqXE>
- [B10] <http://coinmarketcap.com/>
- [B11] <http://en.wikipedia.org/wiki/Script>
- [B12] [https://litecoin.info/User:Iddo/Comparison\\_between\\_Litecoin\\_and\\_Bitcoin](https://litecoin.info/User:Iddo/Comparison_between_Litecoin_and_Bitcoin)
- [B13] <http://spar.isi.jhu.edu/~mgreen/ZerocoinOakland.pdf>
- [B14] <http://www.forbes.com/sites/andygreenberg/2014/01/13/bitcoin-anonymity-upgrade-zerocoin-to-become-its-own-cryptocurrency/>

**Katia Colucci**

dopo un'esperienza di docenza, svolta per quattro anni presso l'Università degli Studi dell'Aquila e la Scuola Guglielmo Reiss Romoli, dove ha tenuto corsi sugli aspetti economici e le TLC, nel 2001 è entrata in Azienda. In un primo periodo ha lavorato alla progettazione di sistemi di Contabilità Industriale, passando poi ad occuparsi di valutazioni economiche legate alle nuove tecnologie e di nuovi modelli di business del mercato ICT, approfondendo i settori del trasporto e dell'education. Attualmente studia gli aspetti di business legati ai nuovi scenari applicativi abilitati da innovazioni IT, collaborando sul tema anche in progetti finanziati EC.

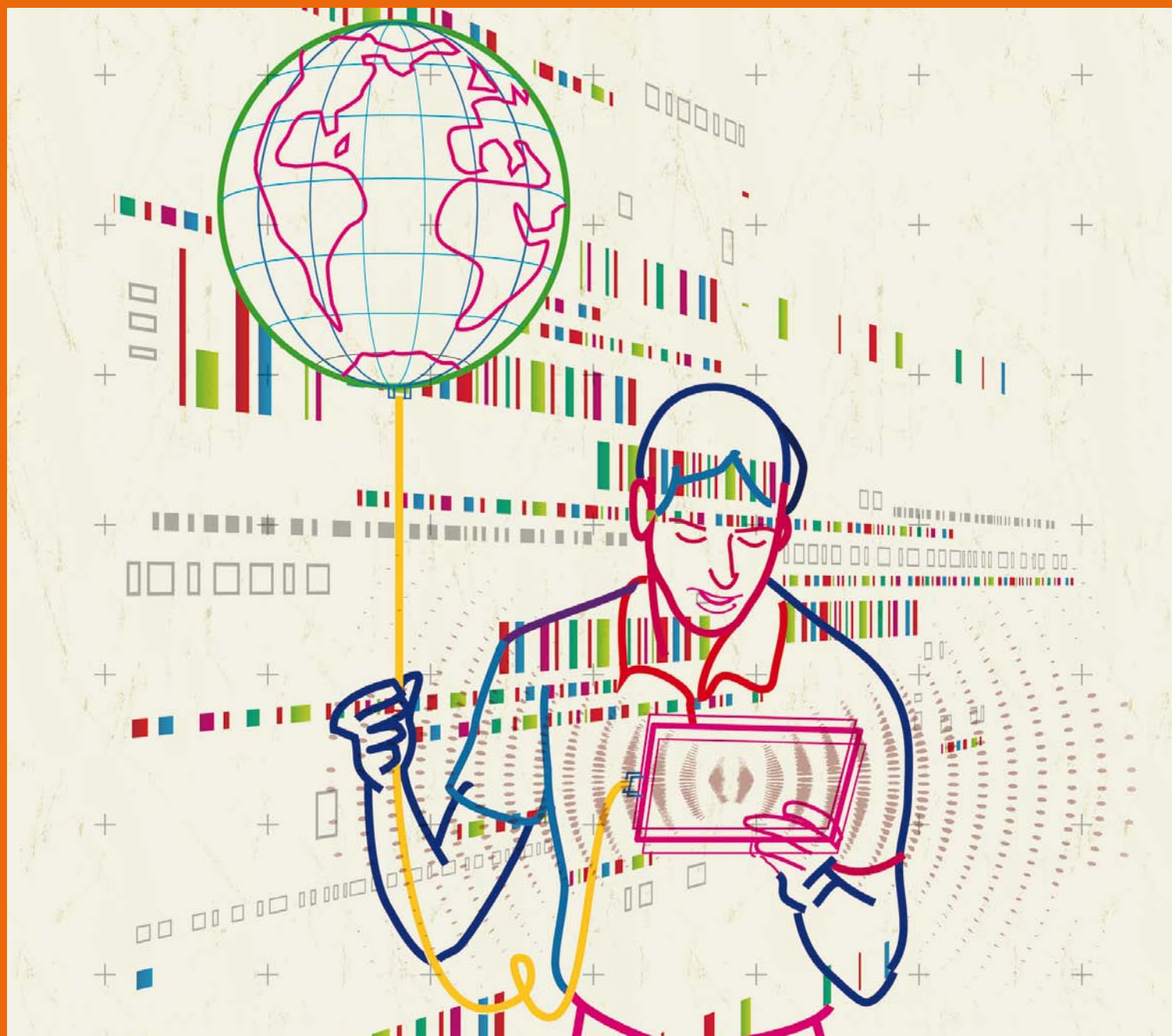
**Corrado Moiso**

laurato in Scienze dell'Informazione, è in Azienda dal 1984. Inizialmente ha studiato linguaggi logici e funzionali, l'elaborazione distribuita ad oggetti ed il loro uso in TMN. Dal 1994, con diversi ruoli di responsabilità, ha investigato l'introduzione di IT nell'Intelligenza di Rete, contribuendo alla sperimentazione di TINA, allo standard Parlay ed all'introduzione di SOA e di soluzioni autonome nelle piattaforme di servizio. Attualmente investiga come soluzioni IT innovative possono abilitare nuovi scenari applicativi per gli operatori di Telecomunicazione. Ha collaborato a progetti finanziati da EC ed Eurescom; è autore di diverse pubblicazioni, nonché di brevetti su sistemi e metodi per servizi.



# IL SOFTWARE COME FATTORE DI CAMBIAMENTO PER L'OPERATORE

Roberto Minerva



**M**olte industrie hanno visto cambiare radicalmente le tecnologie ed i propri modelli di business nel volgere di pochi anni. La differenziazione fra aziende innovatrici e quelle tradizionali si gioca sempre più spesso sulla capacità di sviluppare nuovi software, in grado di modificare gli equilibri di mercato o tecnologici.

Alcune aziende sono state artefici del cambiamento utilizzando il software come strumento per modificare gli equilibri del mercato (offrendo innovazione e qualità agli utenti), altre hanno subito la trasformazione, utilizzando il software essenzialmente come strumento di fornitura di servizi tradizionali e per l'ottimizzazione dei processi esistenti.

Ma che tipo di software bisogna sviluppare per essere innovativi? E come ?

### 1 Un mondo che cambia rapidamente grazie al software

Nell'agosto 2011, Marc Andreessen descriveva sul Wall Street Journal [1] uno scenario di cambiamento fortemente determinato dalla tecnologia Internet e dall'introduzione di soluzioni software in diverse industrie. La rapidità del cambiamento dello scenario descritto allora non è diminuita affatto e, semmai, ulteriori applicazioni del software stanno riscuotendo un consenso crescente fra gli utenti. I campi applicativi toccati profondamente dalla rivoluzione software sono i più disparati, come:

- la telefonia; essa è stata profondamente modificata dall'introduzione, avvenuta già da tempo, di tecnologie VoIP ed al successo di applicativi come Skype. A tali soluzioni si sono aggiunti nel tempo applicativi che stanno sostituendo gli sms (Whatsup) e permettono una comunica-

zione e la condivisione di contenuti multimediali fra utenti (ad esempio Facebook);

- l'industria multimediale; forse il settore che è stato più fortemente modificato è questo. Il modo di fruire ed anche acquistare la musica è stato rivoluzionato dalla possibilità di replicare con facilità il contenuto grazie alle tecniche di digitalizzazione. La replicabilità via software ha aperto la strada alla condivisione fra utenti di materiale audio-visivo, cambiando le regole del gioco di questo settore industriale e portando alla ribalta nuovi protagonisti (ad esempio Apple con iTunes o le applicazioni peer to peer di file sharing). In questo caso un fenomeno si è manifestato con particolare evidenza: il passaggio di valore dal contenuto (multimediale) al contenitore (lo smartphone, il player MP3, ...);
- l'industria televisiva; YouTube ha permesso la condivisione

fra milioni di utenti di filmati che possono essere acceduti in modalità Internet. Il passo successivo è stato quello di fornire contenuti di qualità (anche a pagamento) usufruibili mediante accesso ad Internet. Nuovi attori come Netflix, Hulu ed altri hanno acquisito importanza in questo nuovo tipo di mercato. Anche nel caso del settore televisivo, i terminali hanno beneficiato della trasformazione. Infatti i costruttori hanno iniziato ad offrire apparati televisivi di tipo Smart con la possibilità di interfacciarsi ad Internet o di scaricare applicazioni. In altri termini, un apparato televisivo odierno è un PC dotato di elevata capacità di processing, capacità comunicativa e un grande schermo;

- l'industria editoriale; l'introduzione degli e-book ha cambiato il modo di leggere per molti milioni di utenti ed è sintomatico

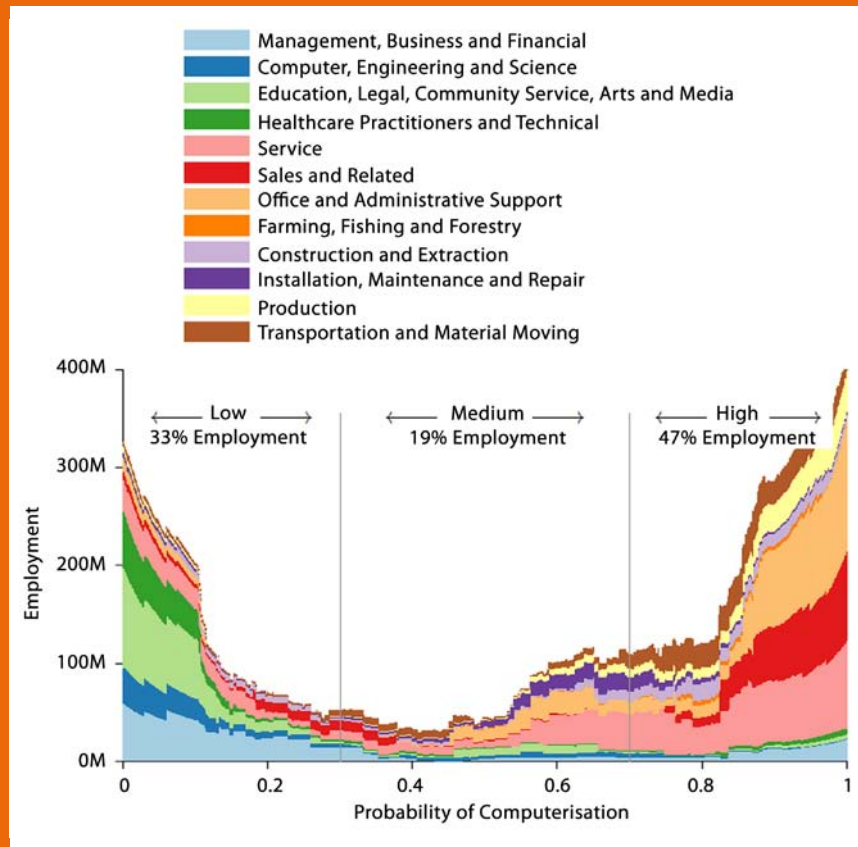


## La "Softwarizzazione" della Rete

L'aumento delle prestazioni dell'hardware standard, accompagnato dalla rapida riduzione dei costi, e lo sviluppo delle tecnologie di virtualizzazione, disponibili anche in Open Source permetteranno di sviluppare nuovi modelli di rete e di servizi [A1]. Ad esempio sarà possibile utilizzare una stessa infrastruttura fisica per realizzare più reti virtuali (che comprenderanno anche capacità di elaborazione e memorizzazione), oppure ottimizzare l'utilizzo di una stessa piattaforma hardware standard (quindi a basso costo) per realizzare più funzionalità di rete.

Mentre nei decenni passati si era assistito ad un progressivo spostamento di funzionalità negli apparati (forwarding, filtraggio del traffico, ...) verso realizzazioni in hardware, allo scopo di migliorare le prestazioni, ora potrebbero verificarsi le condizioni per un brusco cambio di paradigma basato sull'utilizzo dell'hardware non specializzato per eseguire funzionalità di rete, interamente sviluppate in software [A2]. Una transizione di questo tipo potrebbe avere un impatto determinante sul ruolo e sui modelli di business di un Operatore.

L'analisi delle prestazioni è uno dei principali quesiti aperti; se è vero che l'impiego di hardware non specializzato non permette ancora di raggiungere le attuali prestazioni di rete, tuttavia non si può escludere lo sviluppo futuro di architetture di rete dotate di maggiori risorse computazionali standard, ma complessivamente a più basso costo, più flessibili e programmabili. L'orchestrazione e la gestione di risorse virtualizzate, altamente dinamiche e pervasive, costituisce un'altra importante sfida che richiede lo sviluppo di nuove competenze. Carprire e dominare questa possibile "Softwarizzazione"



dei nodi e sistemi di rete è una sfida che permetterà agli Operatori più attivi in questo settore di cogliere per primi le opportunità di questa innovazione, per molti aspetti rivoluzionaria, soprattutto quando è accoppiata con la tendenza verso la "Componentizzazione" di sistemi (ad esempio, Open Compute Project [A3]) e terminali o le iniziative di "Crowdsourcing" (ad esempio, la campagna Phonebloks Thunderclap ha raggiunto circa 400 milioni di sostenitori) [A4].

In tal senso, la valorizzazione e lo sviluppo di competenze, con particolare riferimento alle tecnologie di Software Defined Network, Network Virtualization e Cloud Computing, potrebbero contribuire a creare il contesto ideale per sviluppare in forma sistemica studi, svi-

luppi e sperimentazioni e testing relativi a nuovi modelli di rete e relativi servizi.

Un concreto esempio di modalità di attuazione potrebbe essere la creazione di un'unica piattaforma aziendale di computing e networking di laboratorio, alla quale si possa accedere anche dall'esterno, e di strumentazione adeguata per simulazione/emulazione e sperimentazioni di prototipi/soluzioni di rete e servizi basati su Software Defined Networks e Virtualizzazione. Tale piattaforma, basata su hardware standard e software open source, potrebbe essere utilizzata da varie funzioni aziendali per i propri sviluppi, consentendo allo stesso tempo di avere un approccio sinergico e sistemico alle tematiche e di poter utilizzare internamente le soluzioni sperimentali.

Alcuni Operatori europei, come ad esempio Deutsche Telekom (DT), si stanno già muovendo in questa direzione, già oltre la partecipazione ai progetti europei H2020. Un esempio è costituito dallo sviluppo di rete alla SDN green-field (TeraStream) già dispiegata in Croazia da DT: un'architettura di rete punta a sfruttare la potenza di calcolo dei Data Centre dell'Operatore per la centralizzazione di alcune logiche di controllo di rete e per l'ottimizzazione di alcuni processi di gestione [A5]; un altro significativo esempio è costituito dai progetti congiunti di DT con la Linux Foundation per lo sviluppo e la diffusione di una classe di sistemi operativi (in open source) per nodi SDN (carriers' class), inizialmente dispiegabili all'edge delle attuali reti.

Telecom Italia (TI) contribuisce alle attività dei principali enti di standardizzazione su SDN e Virtualizzazione (ad es., ITU, IETF, ETSI, ONF, etc) e partecipa anche ad alcune collaborazioni internazionali finanziate dalla Comunità Europea, tra le quali il progetto FP7 IP Unify (Unifying Cloud and Carrier Networks) [A6], iniziato a novembre 2013. Inoltre, l'Azienda sta presiedendo la creazione e lo sviluppo di un'iniziativa IEEE dedicata ai temi SDN e virtualizzazione [A7] ■

antonio.manzalini@telecomitalia.it

che la più grande libreria sia un colosso informatico come Amazon;

- l'industria del gaming e dei video giochi è un evidente risultato del successo del software. Questa Industry ormai compete anche nei valori assoluti con l'industria cinematografica [2]. Essa dimostra come la disponibilità di sistemi chiusi e incompatibili può dare un vantaggio ai providers (sia i costruttori di terminali, sia i fornitori di giochi on line);
- il mercato retail. In questo caso, il panorama è molto diversificato con parti del mercato già pesantemente modificate dall'introduzione del software, come ad esempio il già citato Amazon, il più grosso punto di vendita al mondo. Un mercato particolarmente modificato è quello dei viaggi, dove le agenzie viaggi sono spesso disintermedate dai sistemi informatici, che permettono agli utenti di accedere direttamente ai fornitori (ad esempio Booking, Expedia, Travelopedia). Il valore delle social network è particolarmente evidente in questo settore: Tripadvisor (il sito di suggerimenti per i viaggiatori) riesce a influenzare le scelte dei clienti ed ha un profondo impatto sul mercato alberghiero e della ristorazione (con relative polemiche sulla veridicità delle recensioni). Il settore retail sembra essere solo agli inizi della trasformazione: la disponibilità di mobile point of sale offrirà la possibilità di fare pagamenti ovunque e presso qualsiasi negozio; le merci saranno distribuite in modalità crowdsourcing<sup>1</sup>. La catena Macy sta sperimentando la tecnologia iBeacon [3] di

Apple per segnalare (usando una opportuna App) prodotti di potenziale interesse ai visitatori delle loro catene;

- le relazioni fra aziende; infatti nel contesto Business 2 Business sempre più aziende riutilizzano soluzioni destinate ai consumer per vendere e promuovere i propri beni, prodotti e servizi [4]. Questo garantisce maggiore efficienza e la possibilità di prevedere le esigenze future dei clienti.

Questi sono solo semplici esempi di nuove trasformazioni che si intravedono all'orizzonte. Alcuni analisti prevedono in tempi brevi il radicale ridimensionamento di business tradizionali come la telefonia fissa, il broadcasting e l'editoria [5].

Alcune tecnologie si stanno affacciando sul mercato e promettono grandi trasformazioni, ad esempio WebRTC [6] potrebbe cambiare il modo in cui gli utenti comunicano e si scambiano contenuti multimediali ([7] oppure servizi per i consumer come bistrì<sup>2</sup> o mtalk<sup>3</sup> e ciò nonostante gli sforzi degli Operatori di dominare la tecnologia e ricondurla verso modelli di business tradizionali. Soluzioni basate su WebRTC e comunicazione P2P sono possibili ([8] [9]) e non difficili da costruire grazie alla disponibilità di Application Programming Interfaces pubbliche. Sempre nel campo della comunicazione, le cosiddette Software Defined Network, ossia reti costruite su risorse virtualizzate che utilizzano funzioni mediante APIs, hanno il potenziale di essere una "versione" modernizzata delle reti attuali, ma hanno anche la potenzialità di trasformare radicalmente il concetto di rete. Ogni risorsa di calcolo connessa potrà diventare

<sup>1</sup> Il sito deliver.com sta mettendo in piedi una sorta di rete peer to peer di persone in cui alcuni volontari, a fronte del pagamento di modiche somme, metteranno a disposizione il proprio veicolo ed il proprio tempo per consegnare le merci vendute da negozi della loro zona.

<sup>2</sup> <http://blog.bistrì.com/webrtc-demo?gclid=CKjR7tfqh70CFQkUwwod-IMAtA>

<sup>3</sup> <http://www.prnewswire.com/news-releases/messenger-launches-mtalknet-a-revolutionary-mobile--and-web-enabled-communications-service-245984991.html>

un nodo di rete con capacità di instradamento dei pacchetti. Reti molto grandi potranno essere costituite da una miriade di piccoli nodi strettamente interconnessi. Tali reti potrebbero fornire servizi e funzionalità di valore e spesso sostituire le reti pubbliche per servizi a comunità o utenti abituati a condividere risorse e dati. Al di là dello specifico campo di applicazione della comunicazione, esistono anche altri settori che prossimamente saranno trasformati dal largo impiego del software: la produzione di beni sarà pesantemente trasformata da due fattori (si parla in questo caso di terza rivoluzione industriale [10]): la possibilità di programmare macchine e materiali in modo da costruire nuovi oggetti senza intervento umano (ad esempio le stampanti 3D) e la capacità di automatizzare i processi di produzione e di logistica in maniera estesa (l'estensione ai processi industriali delle tecnologie dell'Internet delle Cose, chiamata da General Electric Industrial Internet [11]). Queste tecnologie sono già disponibili a livello amatoriale, anzi alcune di esse nascono a livello amatoriale per evolvere verso l'ingegnerizzazione industriale.

## 2 Do it your self!

Il movimento dei Makers [12], ossia persone che costruiscono oggetti assemblando tecnologie disponibili, si sta consolidando intorno ad alcune piattaforme aperte ([13], [14], [15]). Gli effetti di questo Movimento "do it yourself" possono essere molto interessanti: la capacità produttiva distribuita fra più persone; la localizzazione, o meglio, la delocalizzazione può

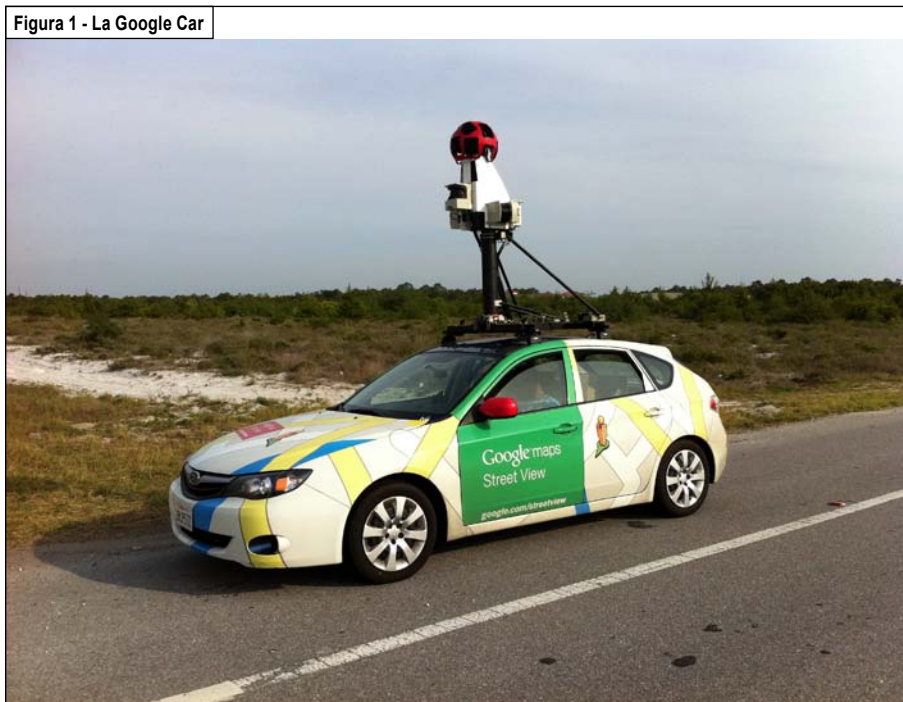
non essere più un vantaggio competitivo; grazie alla riproducibilità, la progettazione ed il design diventano il vero valore. Questi concetti potrebbero essere traslati e sfruttati anche nella produzione di massa, portando a trasformazioni sostanziali della società. I segnali di questo percorso sono percepibili già adesso: il progetto ARA di Google [16] con l'obiettivo di costruire uno smartphone modulare che gli utenti possono comporre secondo le loro necessità; la decisione di Apple di assemblare il Mac Pro negli Stati Uniti utilizzando per il 70% componentistica nazionale [17].

Da altri punti di vista, anche la macchina autonoma di Google può essere vista come un tentativo di automatizzare processi abitualmente nelle mani degli utenti. Le tecnologie software della Google car [18] potrebbe essere utilizzato per applicazioni logistiche a supporto di del trasporto di materiali. Un altro settore che porterà grandi trasformazioni è quello del-

le tecnologie della Internet of Things e delle Smart City. La possibilità di rilevare costantemente degli eventi nel contesto urbano, rende le città "misurabili", mentre la possibilità di poter agire su attuatori dispiegati nel tessuto urbano permetterà di modificare il "funzionamento" della città, rendendo tutto intelligente in quanto programmabile. La programmabilità permette infatti la implementazione di politiche per mediare, aumentare, facilitare, regolare le azioni e le funzionalità offerte dalla città ai suoi cittadini [19].

A fronte di questi scenari, alcuni ricercatori si sono posti il problema delle implicazioni sociali che le trasformazioni dovute al software potrebbero avere. Da questi studi [20],[21],[ 22] emerge che i lavori che subiranno le conseguenze più profonde saranno quelli manuali e ripetitivi, mentre i lavori meno a rischi saranno quelli collegati alla creatività, alla conoscenza o a particolari destrezze fisiche.

Figura 1 - La Google Car



### 3 Le categorie del software

Formalmente il software è stato raggruppato in alcune tipologie [23]:

- *Data-dominant software*, dedicato alla ottimizzazione dell'uso dei dati all'interno di una azienda e ope uso personale;
- *Systems software*, l'insieme di software che permette al computer di operare ed interconnettersi ;
- *Control-dominant software*, quei software destinati a controllare risorse hardware o processi industriali;
- *Computation-dominant software*, quei software che fanno un uso estensivo delle risorse di calcolo per fornire risultati agli utenti finali.

La *Figura 2* mostra più nel dettaglio alcune tipologie di software e la loro allocazione nella tassonomia. Tale analisi rende evidente

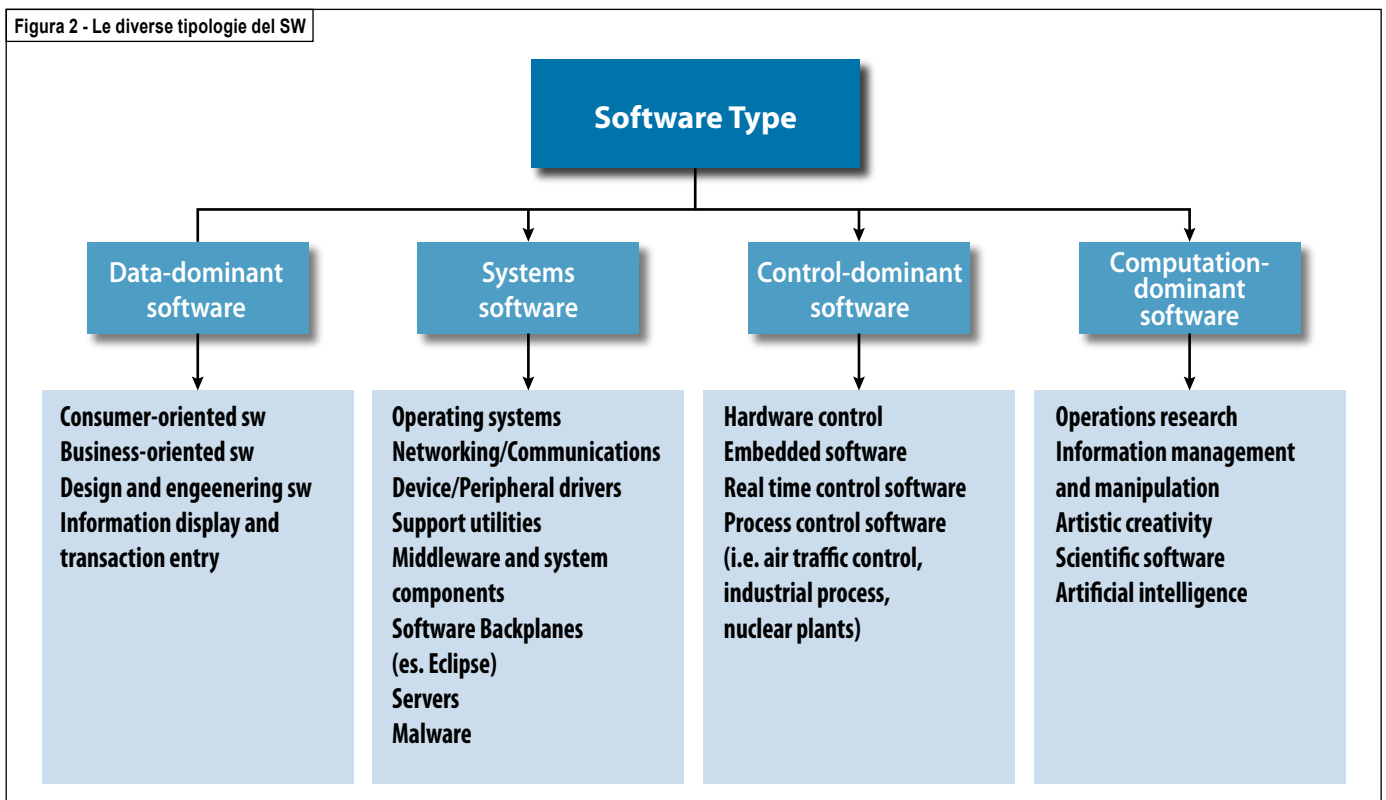
la vasta offerta di software esistente ed i molteplici campi di applicazione dello stesso. Inoltre il software riveste una maggiore importanza in nuovi campi di applicazione, estendendo ulteriormente la sua pervasività. Tale contesto evolutivo può essere descritto come una rapida e progressiva softwarizzazione di funzionalità, processi, prodotti e servizi. Non essere in grado di gestire l'evoluzione software nel proprio campo di applicazione, per molte aziende questo potrebbe significare rimanere escluse dall'evoluzione del proprio settore o affidare ad altri (vendor e consulenti) la propria capacità di innovazione.

### 4 Softwarizzazione: alcuni fattori abilitanti

Tale contesto evolutivo è il risultato di molti fattori concomitanti.

Uno degli abilitatori principali è la "commoditization" dell'hardware. La capacità di calcolo dei processori è cresciuta secondo la legge di Moore ed il loro costo è progressivamente sceso. Ciò ha portato alla possibilità di avere a disposizione hardware estremamente performanti a prezzi contenuti [24]. Un'evidenza di questo fenomeno è il successo in tempi recenti degli smartphone che accoppiano prestazioni notevoli a dimensioni e costi contenuti. Inoltre l'hardware necessario ad eseguire molte funzionalità è sempre più di tipo "general purpose", quindi funzionalità che in passato richiedevano hardware dedicato o che erano eseguite in hardware possono ora essere fornite dallo strato software. Questo passaggio di funzioni dall'hardware al software garantisce una grande flessibilità e programmabilità. La commoditization è an-

Figura 2 - Le diverse tipologie del SW





che abilitante per un altro fattore: la virtualizzazione, ossia la capacità di usare una stessa risorsa general purpose per eseguire diverse immagini virtuali che rappresentano risorse diverse. Uno stesso server hardware può supportare diversi sistemi software, mantenendo però separate (confinare) le funzionalità di ogni singola immagine eseguita. La flessibilità nell'allocare le funzionalità necessarie a soddisfare le richieste dei clienti è quindi aumentata notevolmente mediante tali tecnologie di virtualizzazione. Più recentemente un'altra capacità si è resa disponibile: l'augmentation, ossia la possibilità di estendere funzionalmente gli oggetti fisici o logici, offrendo agli utenti una visione estesa (cioè "aumentata") della realtà. Questo significa che la rappresentazione informatica di un oggetto fisico può fornire più funzionalità dell'oggetto stesso.

Un altro aspetto importante è la digitalizzazione, ossia la capacità di rappresentare oggetti mediante sequenze numeriche. L'effetto di tale capacità) è evidente soprattutto nell'industria multimediale che ha subito una trasformazione profonda.

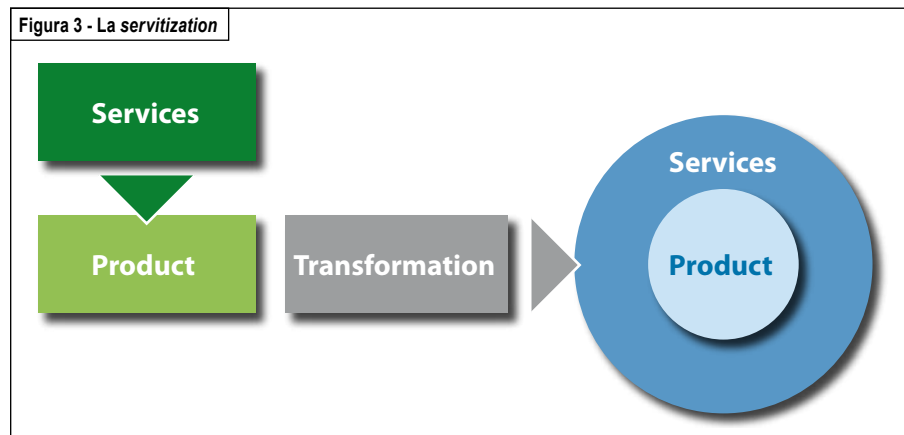
Un fattore di evoluzione molto importante è la comunicazione always-on, ossia la possibilità offerta agli utenti ed ai sistemi informatici di essere sempre connessi e poter scambiare dati ed informazioni in continuazione. La disponibilità di comunicazione locale offerta dalle reti in cavo, ad esempio, è stata progressivamente estesa e resa pervasiva dal tumultuoso progresso delle reti wireless e mobili. Molto spesso oggetti in grado di elaborare dati, sono anche connessi. Ciò permette di distribuire la computazione e i processori locali (ad esempio

microprocessori, sensori o gateways e sistemi in cloud in grado di fornire una elevata potenza di calcolo). Molte funzionalità (anche grazie all'incremento delle funzioni di storage) sono fornite "in rete", nel cloud, ossia in sistemi di grandi dimensioni in grado di soddisfare le richieste di memorizzazione e di calcolo di milioni di utenti; infatti si parla di "cloudification" delle funzioni. La concentrazione delle informazioni ed il progresso dei sistemi di calcolo e memorizzazione insieme allo sviluppo di tecnologie per ottimizzare l'accesso a grandi banche dati hanno permesso di incrementare in maniera considerevole la capacità di trasformare dati in informazioni. La "data manipulation" si è progressivamente trasformata nel data mining e successivamente nel fenomeno dei Big Data. La disponibilità di informazioni e dati relativi ad un singolo utente ha permesso di offrire servizi fortemente orientati ai bisogni degli utenti. Al netto di considerazioni sulla privacy e sicurezza, la personalizzazione dei servizi è stato un fattore che ha permesso di soddisfare le necessità di socializzazione degli utenti con quelle della fornitura di funzioni specifiche per l'individuo. L'ubiquitous computing, ossia la

presenza pervasiva di sistemi di elaborazione delle informazioni nell'ambiente, è un chiaro effetto della combinazione della commoditization dell'hardware e della comunicazione always-on.

L'accresciuta capacità di computazione insieme alla comunicazione ha permesso la computerizzazione/automazione dei processi. Il termine si riferisce alla possibilità delle organizzazioni (dalla azienda alle pubbliche amministrazioni) di automatizzare i processi, condividendo l'informazione mediante applicativi informatici, che accedono a dati e funzioni presenti su sistemi diversi. Le applicazioni Web sono un esempio di tale evoluzione.

L'insieme di questi fattori sembra puntare ad un fenomeno che potrebbe costituire il nucleo fondante di molti modelli di business del futuro. In un contesto in cui i prodotti non sono necessariamente differenzianti, e dove la virtualizzazione e l'estensione funzionale degli oggetti è supportata dalla connettività sempre presente, i prodotti possono essere trasformati in servizi. Il produttore di un bene può rimanere collegato ai beni prodotti ed estenderli con servizi e nuove funzionalità, in modo da renderli sempre nuovi o aggiornati agli occhi dei clienti.



## L'approccio "user-centric" nella società "data-driven"

La diffusione capillare della rete Internet e l'ubiquità di accesso permettono di connettere in rete persone, cose, macchine e di trasformare radicalmente il nostro modo di vivere. Questo genera enormi quantità di dati digitali – Big Data – il cui utilizzo porterà ad un'economia ed una società fondate sul loro sfruttamento (Il valore dei Big Data nella Data-driven Society [B5]).

Nel processo di trasformazione verso la "Data-driven Society" è prioritario perseguire l'utilizzo etico dei Big Data che, essendo molto spesso riferiti a persone, devono essere raccolti, memorizzati, difesi ed utilizzati nel rispetto dei principi di privacy e nella tutela dei diritti degli individui.

Grazie all'evoluzione tecnologica la capacità di raccolta e di elaborazione delle informazioni digitali relative ad un individuo permette di creare rappresentazioni delle persone e delle loro attività sempre più complete e precise, ma i benefici derivati dalla raccolta e sfruttamento di tali dati personali sono, al momento, appannaggio di organizzazioni private, con un limitato, se non nullo, coinvolgimento delle persone. La consapevolezza degli individui sulla collezione e sull'utilizzo dei propri dati personali è ancora limitata ma sta crescendo e ci sono segnali di preoccupazione.

Governi, istituzioni ed autorità manifestano crescente attenzione sul tema con iniziative concrete già in corso; in particolare il World Economic Forum [B1], partendo dal presupposto che i dati personali sono "the new currency for digital economy", sancisce il diritto degli individui di proteggere e di trarre

beneficio dai propri dati, secondo un approccio "user-centric". Anche nella Comunità Europea è in corso la riforma della normativa sulla protezione dei dati, tesa a garantire all'utente finale alcuni diritti fondamentali quali: la possibilità di ottenere una copia digitale dei propri dati rilasciati dalle organizzazioni ("right of a copy") ed il cosiddetto "diritto all'oblio", cioè di poter chiedere la rimozione di porzioni della propria traccia digitale [B2].

In questo scenario, gli operatori di telecomunicazione possono cambiare le attuali regole del gioco, saldamente in mano alle società del Web, entrando nel mercato dei dati digitali con l'adozione dell'approccio "user-centric". Essi agendo nel ruolo di fornitori del servizio di Personal Data Store [B3] potrebbero:

- offrire agli individui dei "personal data services" che consentono loro di controllare la collezione, di gestire, di utilizzare e di condividere i dati personali, secondo i propri desideri e bisogni;
- abilitare la creazione di servizi a valore aggiunto per gli individui e le organizzazioni basati sullo sfruttamento dei dati personali all'interno di nuovi ecosistemi di business, nel rispetto delle condizioni definite dalle persone stesse sul uso dei loro dati da parte di terzi.

La gestione dei dati personali si va ad affiancare un trattamento "user centric" delle identità delle persone, dove ogni individuo può possedere e gestire molteplici identità, può scegliere i fornitori e concordare con essi le regole di utilizzo. Ciascuno, come nella vita reale, può decidere quale identità utilizzare a se-

conda del contesto e della necessità di privacy e di sicurezza [B4].

Proprio in questa direzione "user-centric" Telecom Italia, nell'ambito delle attività del Joint Open Lab SKIL di Trento, sta sviluppando il progetto MTL (*Mobile Territorial Lab*)<sup>4</sup>, con l'obiettivo di analizzare le dinamiche ed il valore nella correlazione dei dati personali di diversa natura, al fine di realizzare servizi ed applicazioni "personal data-oriented", permettendo al contempo alle persone di avere un completo controllo sul ciclo di vita dei loro dati personali, dalla raccolta alla condivisione, tramite la fornitura di servizi di Personal Data Store.

Per cogliere al meglio questa opportunità gli operatori di telecomunicazione devono intraprendere un percorso di trasformazione che richiede alcuni passi fondamentali:

- la conoscenza e l'impiego di nuove tecnologie e di nuovi approcci IT specifici del mondo dei Big Data;
- lo sviluppo di competenze interne sul trattamento e sullo sfruttamento dei dati (data scientist);
- l'adozione di un approccio interdisciplinare per potere cogliere al meglio il potenziale di innovazione derivanti dal trattamento dei Big Data;
- la valorizzazione dell'enorme quantità di dati disponibili in azienda, nel rispetto dei vincoli di privacy, superando i vincoli e le barriere alla diffusione dei dati dipartimentali tipici delle organizzazioni verticali ■

luigi.artusio@telecomitalia.it  
corrado.moiso@telecomitalia.it

Oppure alcune funzionalità possono essere fornite dinamicamente su richiesta del cliente. Si parla in questo caso di Servitizza-

tion (*Figura 3*), ossia la trasformazione di un prodotto in servizi. Tale modello offre la possibilità al produttore di non perdere il col-

legamento con il proprio prodotto e di conseguenza con il proprio cliente. Tale modalità permette all'utente di estendere funzional-

<sup>4</sup> MTL - <http://www.mobileterritoriallab.eu>

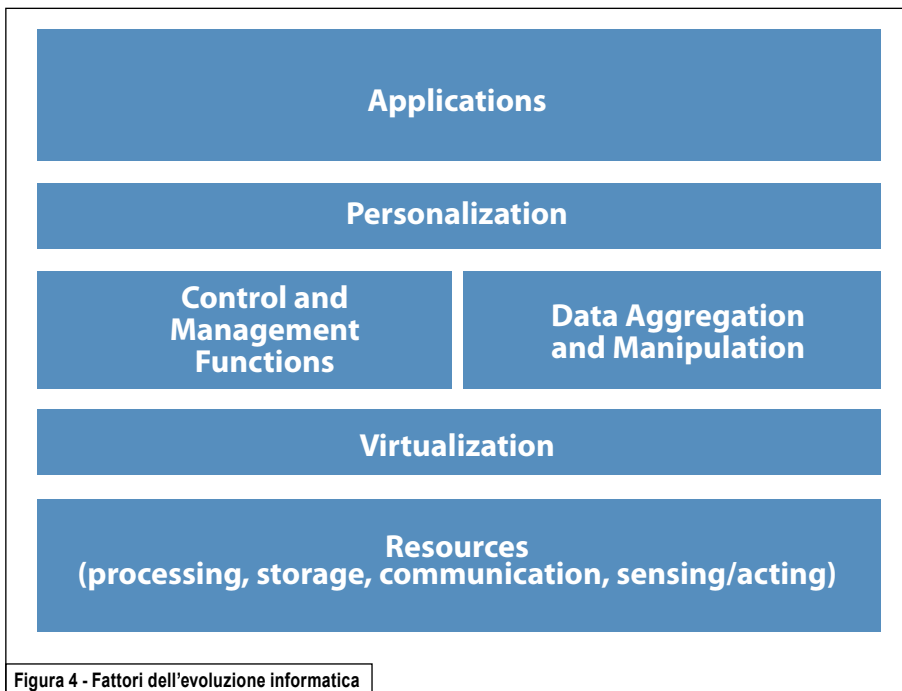


Figura 4 - Fattori dell'evoluzione informatica

mente l'uso del prodotto secondo le esigenze ed i gusti personali. In *Figura 4* sono rappresentati alcuni dei fattori che hanno così profondamente caratterizzato il contesto dell'evoluzione informatica.

## 5 Dove si aggrega il valore?

Il contesto tecnologico analizzato è ricco di funzionalità e servizi. La base infrastrutturale, fatta di risorse di calcolo, di memorizzazione, di comunicazione e di sensoristica, è ancora costosa nonostante l'evoluzione e l'incremento delle capacità. È importante analizzare, seppur brevemente, le prospettive di business. Uno dei (pre) concetti è che i ricavi sono dovuti o saranno determinati in massima parte dalle applicazioni. Sebbene il mercato delle applicazioni sia in forte crescita, esso non è generalmente la fonte primaria dei ricavi anche per le aziende che primeggiano nel marketplace delle ap-

plicazioni. Il business di Apple rimane ampiamente quello della vendita dell'hardware (secondo [25] circa il 7% dei ricavi proviene dalla vendita del software e iTunes), mentre il business di Google rimane in larghissima parte [26] legato alla pubblicità e con un 2-3% dovuto alla vendita di software e servizi. Secondo [27], il 60% circa delle applicazioni non riescono ad arrivare al pareggio. I servizi sono dunque una fonte di ricavi spesso trascurabile rispetto al business principale, ma sono indispensabili per attrarre i clienti. E se i servizi non sono la fonte di ricavi sperati neanche per i più grandi Service Providers, quali sono gli elementi che generano valore?

Google, a fronte del servizio di ricerca su Internet e del modello di business basato sulla pubblicità, ha costruito il proprio successo sulla profilatura dei clienti e sulla programmabilità della piattaforma (in termini di funzioni disponibili per la gestione

efficiente dei dati e di Application Programming Interfaces). Ossia è stata in grado di collezionare informazioni di valore sui propri utilizzatori e le ha integrate mediante APIs nel proprio sistema di "aste pubblicitarie". Tali informazioni sono sfruttate per rendere appetibile agli inserzionisti la pubblicità sulla piattaforma del provider californiano. Per attrarre gli utenti, Google utilizza sia i servizi (sfruttando la piattaforma e le funzionalità della ricerca), sia la fornitura di dati pregiati (ad esempio le mappe). Apple sfrutta anch'essa una piattaforma centrata sulla usabilità elevatissima e sulla fornitura/presenza di servizi e applicazioni (una gran parte di esse a titolo gratuito) necessari agli utenti per poter utilizzare pienamente i propri apparati. Un caso interessante è poi quello di Amazon, che compone abilmente l'offerta gratuita di contenuti/servizi/funzioni di piattaforma e di terminale con quelli a pagamento. La strategia di queste aziende verte dunque su una terna di elementi strettamente sotto il loro controllo: Piattaforma servizi- Utenti. Gli utenti sono invogliati a rimanere sulla piattaforma grazie all'offerta di applicazioni spesso a titolo gratuito. Si innesca così un "effetto network" che attira sempre più clienti e di conseguenza sempre più fornitori di applicazioni desiderosi di accedere al parco utenti delle compagnie Web. Senza la piattaforma e senza dati l'attrattiva sarebbe senz'altro minore così come la capacità di costruire servizi. Per questo il caso di Amazon è estremamente significativo, in quanto l'azienda è stata capace di trasformare la piattaforma utilizzata per i servizi interni in una insieme di servizi interessanti per un vasto pubblico.

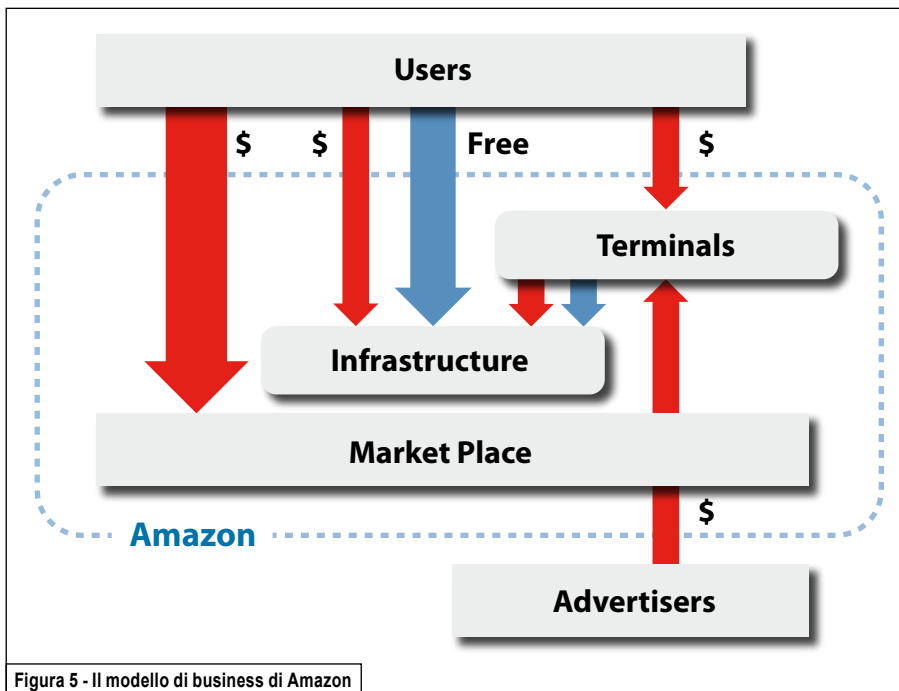


Figura 5 - Il modello di business di Amazon

## 6 Approccio al Software

Le piattaforme dei service providers hanno alcune caratteristiche fondamentali:

- utilizzano soluzioni informatiche molto sofisticate (i motori MapReduce);
- sono sviluppate e mantenute interamente dal provider;
- sono utilizzate come strumento di laboratorio per incrementare progressivamente l'offerta di funzionalità e di servizi;
- sono messe a disposizione degli utenti ed usate all'interno della compagnia;
- permettono di dispiegare e rimuovere velocemente le applicazioni non di successo minimizzando la legacy;
- sono basate su soluzioni general purpose (ad esempio il progetto Facebook [28]) e spesso su soluzioni Open Source (ad esempio Twitter [29]);
- usano linguaggi di programmazione avanzata (ad esempio

Scala in Twitter) o ne inventano di nuovi a seconda delle proprie esigenze (Google go! [30]);

- i modelli computazionali sono client – server al front – end col cliente, ma internamente sono altamente distribuiti (ad esempio PubSub in Twitter.)

Le web company sono aziende in cui si produce e si usa tecnologia avanzata. In alcuni casi la tecnologia è ottenuta mediante azioni acquisizioni di startup o compagnie che dispongono della tecnologia.

Un esempio significativo e differenziante rispetto agli operatori è relativo all'approccio ai dati. Una necessità tipica è quella di correlare le informazioni da diverse fonti ed utenti e mostrarla ad un singolo utente (ad esempio mostrare lo stato dei contatti ad uno specifico cliente). La raccolta dei dati avviene da diverse fonti ed è altamente distribuita. La tecnologia autonomamente sviluppata è relativa ad approcci NoSQL. Ad esempio, Amazon ha creato

una propria soluzione chiamata dynamo [31] utilizzata originariamente per manipolare i dati interni ed ora resa disponibile agli utenti degli Amazon Web Services. Il concetto di fondo su cui si basano è quello di permettere la distribuzione e replicazione delle informazioni su nodi diversi e riuscire ad accedere molto rapidamente ad esse a scapito, talvolta, della consistenza delle informazioni stesse. Il "CAP Theorem" è alla base di questo approccio: tale teorema afferma che è impossibile per un sistema distribuito soddisfare contemporaneamente tutte e tre le seguenti proprietà (da cui il nome del teorema, detto anche teorema di Brewer [32 ]:

- Consistency, ossia tutti i nodi vedono contemporaneamente lo stesso valore per un dato;
- Availability, ossia la certezza che ogni richiesta venga soddisfatta o riceva una notifica di fallimento;
- Partition tolerance, ossia la capacità che il sistema continui ad operare nonostante la perdita di messaggi di una parte del sistema.

Da un punto di vista di approccio, la proprietà a cui i sistemi sviluppati da Google, Amazon e Twitter rinunciano è la consistenza. Ossia le applicazioni continuano ad operare e a fornire funzionalità anche in presenza di repliche di dati non congruenti (es. mancati aggiornamenti). Altre industrie (ad esempio il settore finanziario) non possono rinunciare alla proprietà della consistenza. Gli Operatori, sebbene abituati ad operare in ambienti distribuiti privilegiano la consistenza (si pensi alla rete di segnalazione tutta basata su transazioni o al basic call state model in cui le macchine a stati finiti comunicanti devono essere in stati consistenti).



Un approccio di questo tipo è un cambio di attitudine rilevante che si riflette anche sul modo di operare e costruire il software.

## 6.1 Le aziende del Web: lo sviluppo "agile" del software

Le aziende del Web si concentrano sugli sviluppi interni e di tools per la creazione efficace del software, ad esempio le tecnologie Agile [33], [34]]. Spesso i programmatori migliori sono dedicati proprio allo sviluppo dei tools, in quanto lo sviluppo e l'utilizzo di tools di programmazione rendono il software applicativo più robusto evitando errori umani e più aderente alle policy e alle linee guida aziendali [35]. L'uso di interfacce programmatiche è poi strettamente perseguito e non è permesso ai programmatori utilizzare altri modi di interazione fra processi. Gli skill dei programmatori sono valorizzati e ricompensati: essere un programmatore in Google non significa essere ai margini della vita aziendale, ma esserne al centro! Anche le aziende software più tradizionali adottano un approccio molto simile, enfatizzando ulteriormente l'importanza dei tools per ottenere software misurabile in termini di qualità e che soddisfi stringenti requisiti di prestazioni, sicurezza ed affidabilità. Inoltre il testing è considerato come un'attività estremamente importante che merita la massima attenzione.

## 6.2 Gli Operatori e il "loro limite" nello sviluppo del software

Spesso nelle aziende di telecomunicazioni il software è sviluppato da consulenti esterni ingaggiati

per un periodo specifico. Questo non permette di avere processi di manutenzione e talvolta anche di testing efficaci. Il software è qui poi realizzato secondo diversi modelli di sviluppo e con linee guida diverse da progetto a progetto. Il software non è considerato come un elemento centrale per lo sviluppo del business aziendale e spesso il software si compra esternamente senza aver nessun controllo sulle funzionalità e possibili evoluzioni. Molto spesso, quando si valutano nuove opportunità di business, non si ipotizza nemmeno la possibilità di sviluppare in-house il software e la piattaforma necessaria per aggredire un nuovo mercato. Si preferisce rivolgersi ad un Vendor di riferimento (Google e gli altri OTT non hanno Vendor di riferimento!) per comprare una piattaforma chiavi in mano. Tale piattaforma sarà sviluppata su requisiti generali e non specifici dell'Operatore e, in casi di primo dispiegamento, l'Operatore pagherà le conseguenze (in termini di allungamento dei tempi di sviluppo, costi aggiuntivi) dello sviluppo della piattaforma. La stessa piattaforma sarà poi venduta ad altri Operatori e Competitor. Ciò rende il mercato dei servizi e delle funzionalità offerte dagli Operatori estremamente piatto ed indifferenziato. Tutta l'innovazione tecnologica e la "capacità" di fare rimane quindi nelle mani del Vendor. Inoltre con tale approccio risulta estremamente difficile integrare piattaforme diverse (che proliferano magari in diversi settori aziendali).

## Conclusioni

Un Operatore che si pone l'obiettivo di introdurre innovazione e

competere con aziende tecnologiche deve porsi l'obiettivo principale del "Mastering del Software", ossia rendere la propria piattaforma un elemento distintivo e da valorizzare. Come ottenere quindi questo obiettivo? Ponendosi alcuni obiettivi fondamentali:

- la definizione e la costruzione incrementale di architetture programmabili ed aperte;
- il disaccoppiamento dei dati e delle interfacce dai processi operativi e di business che usano la piattaforma;
- la sperimentazione e l'adozione di soluzioni Open Source;
- il potenziamento e la rifondazione della capacità di sviluppo interno.

Tale piattaforma deve pertanto consentire il consolidamento e l'ottimizzazione delle attuali soluzioni e deve essere la base per l'introduzione di nuove funzionalità che permettano all'Operatore di trasformarsi ed entrare così in nuovi mercati e business. La piattaforma deve pertanto essere un fattore differenziante che permette all'Operatore di introdurre una radicale trasformazione nei nuovi segmenti di business che si vogliono aggredire. La Figura 6 rappresenta un possibile percorso da intraprendere verso la trasformazione dell'approccio al Software. Esistono delle possibilità che emergono chiaramente dal contesto tecnologico ed economico in cui operano i Communication Service Provider. Esse sono molteplici: una richiesta da parte degli utenti finali della difesa e valorizzazione corretta delle informazioni personali; un trend che spinge verso la softwarizzazione della rete che trasformerà pesantemente i rapporti con l'ecosistema corrente; la necessità di passare ad un approccio più orientato al

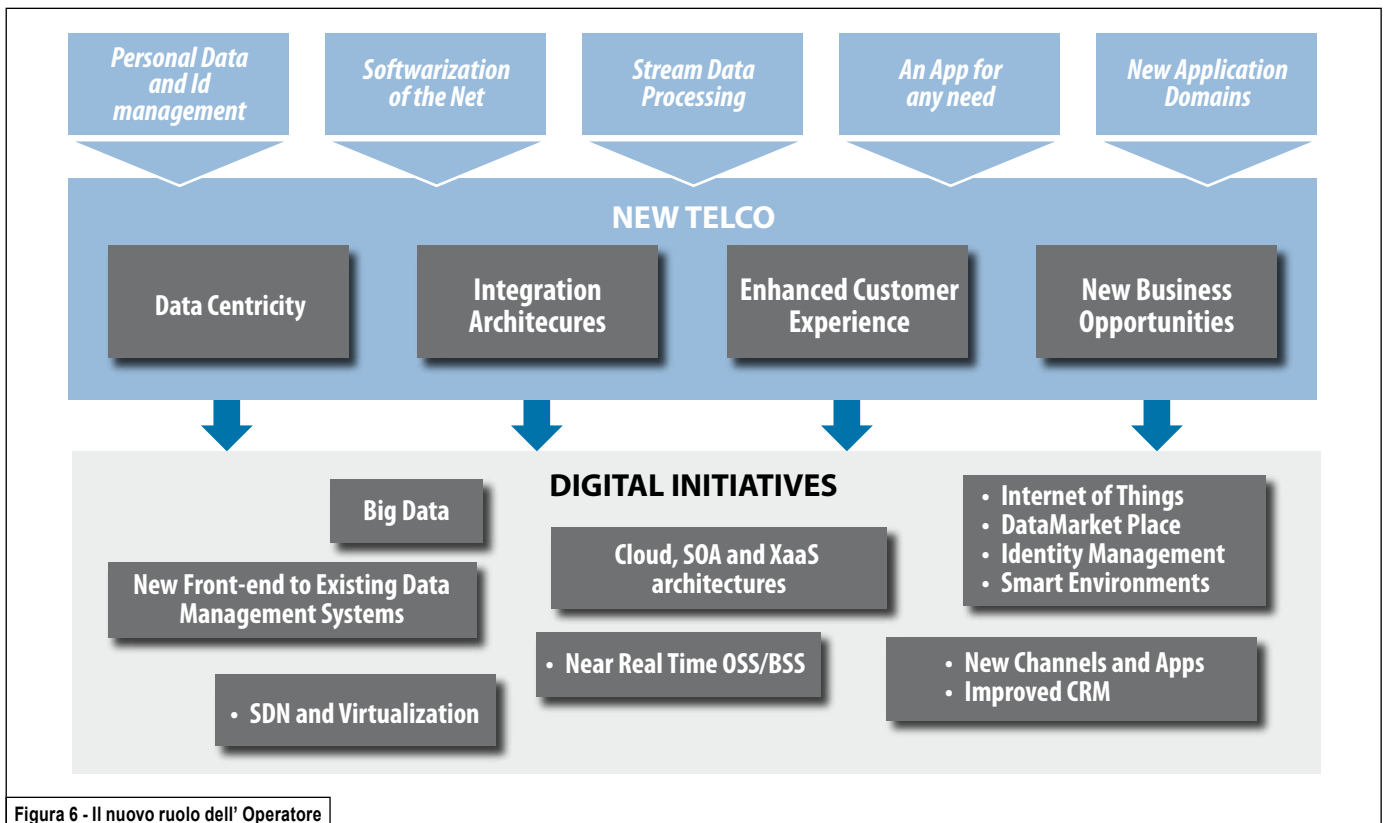


Figura 6 - Il nuovo ruolo dell' Operatore

trattamento di dati ed al flusso continuo di esse e la conseguente elaborazione in real-time con estrazione di ulteriori informazioni a partire dall'analisi dei flussi; la necessità di attirare gli utenti con applicazioni specifiche per i propri bisogni e la possibilità di entrare in nuovi mercati, facendo leva su nuove funzionalità ed offerte e non sul prezzo. La nuova piattaforma software dovrebbe quindi essere costruita a partire da questo contesto e focalizzarsi su alcuni punti distintivi per l'Operatore, quali : la valorizzazione dei propri dati e la collaborazione con gli utenti per la messa a valore (nel pieno rispetto delle norme di sicurezza e privacy) dei dati; un'ulteriore spinta alla integrazione e valorizzazione di alcune piattaforme esistenti; la trasformazione delle relazioni con il cliente, in modo da soddisfare le sue esi-

genze ed ottimizzare l'uso delle risorse di rete ed informatiche, l'identificazione dei nuovi mercati più promettenti e la preparazione (anche nel medio-lungo periodo) di soluzioni innovative per aggredire le nuove opportunità.

Per raggiungere tali obiettivi è possibile mettere in cantiere delle iniziative specifiche supportate da centri di competenza da far crescere e consolidare su temi specifici. Ogni nuova iniziativa dovrebbe valorizzare dei softwaristi presenti e permettere la formazione on the job e la crescita professionale di ulteriori risorse e competenze. Il software dovrebbe quindi poter essere sviluppato internamente e valorizzato dall'azienda come un suo obiettivo specifico. Esistono molte aree promettenti per lanciare tali iniziative digitali. Quelle più innovative e di maggior pro-

spettiva temporale potrebbero beneficiare di collaborazioni e finanziamenti nazionali ed internazionali. L'importante è però tener presente che l'obiettivo è costruire. Costruire una piattaforma per la trasformazione del business ■

### Bibliografia

- [1] Marc Andreessen: "Why Software Is Eating The World" Wall Street Journal, Agosto 2011 disponibile in <http://online.wsj.com/news/articles/SB1000142405311903480904576512250915629460>
- [2] Blog Post di AwesomeAkshay, Aprile 2013 in Non\_Naachgaana: "The Gaming Industry vs The Movies Industry" disponibile in <http://www.naachgaana.com/2013/04/12/gaming-industry-vs-movies-industry/>

- [3] Voce iBeacon su Wikipedia: <http://en.wikipedia.org/wiki/IBeacon>
- [4] McKinsey & Company: "B2B Sales Is Being Massively Disrupted (Hint: It's Looking More Like B2C)", su Forbes Ottobre 2013 disponibile in <http://www.forbes.com/sites/mckinsey/2013/10/15/sales-disruption-eruption-b2b-sales-go-consumer/>
- [5] Kelli Richards: "4 Tech Dinosaurs That Will Finally Die in 2015", Forbes Febbraio 2014 disponibile in <http://www.forbes.com/sites/85broads/2014/02/27/4-tech-dinosaurs-that-will-finally-die-in-2015/>
- [6] Bergkvist, Adam, Daniel C. Burnett, Cullen Jennings, and Anant Narayanan. "WebRTC 1.0: Real-time communication between browsers." Working draft, W3C 91 (2012).
- [7] Johnston, Alan, John Yoakum, and Kundan Singh. "Taking on webRTC in an enterprise." Communications Magazine, IEEE 51, no. 4 (2013): 48-54.
- [8] Pagina del progetto open source PubNub: <http://pubnub.github.io/rtc-pubnub-filesystem/guide/>
- [9] Pagina del progetto open source WebTorrent: <https://github.com/feross/webtorrent/>
- [10] The Economist on line: "Manufacturing - The third industrial revolution" Aprile 2012 disponibile in <http://www.economist.com/node/21553017>
- [11] Peter C. Evans and Marco Annunziata: "Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines" a cura di General Electric, disponibile in [http://www.ge.com/docs/chapters/Industrial\\_Internet.pdf](http://www.ge.com/docs/chapters/Industrial_Internet.pdf)
- [12] Blog Post di Phillip Torrone: "The Maker's Bill of Rights" Gennaio 2006 disponibile in <http://makezine.com/2006/12/01/the-makers-bill-of-rights/>
- [13] Home page di Arduino: <http://www.arduino.cc/>
- [14] Home page di RaspberryPi: <http://www.raspberrypi.org/>
- [15] Blog post di Ivan Lozano: "Four alternatives to Arduino: BeagleBone, Raspberry Pi, Nanode and Waspote" Settembre 2013 disponibile in <http://blogthinkbig.com/en/four-alternatives-arduino-beaglebone-raspberry-pi-nanode-waspote/>
- [16] Voce Project ARA su Wikipedia, disponibile in [http://en.wikipedia.org/wiki/Project\\_Ara](http://en.wikipedia.org/wiki/Project_Ara)
- [17] Per Liljas: "Apple 'Made in the USA' Mac Pro Launched - High-end computer features all U.S.A made components" su Time Tech Dicembre 2013, disponibile in <http://techland.time.com/2013/12/19/apple-mac-pro-made-in-the-usa-on-sale/>
- [18] Adam Fisher: "Inside Google's Quest To Popularize Self-Driving Cars - Robots can already outdrive humans. Now everyone needs to get out of their way" su Popular Science Settembre 2013, disponibile in <http://www.popsoci.com/cars/article/2013-09/google-self-driving-car>
- [19] Kitchin R., 2011, "The programmable city" Environment and Planning B: Planning and Design 38(6) 945 - 951
- [20] Frey, Carl Benedikt, and Michael A. Osborne. "The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?" Settembre 2013 disponibile in <http://www.futuretech.ox.ac.uk/news-release-oxford-martin-school-study-shows-nearly-half-us-jobs-could-be-risk-computerisation>
- [21] Erik Brynjolfsson and Andrew McAfee: "Jobs, Productivity and the Great Decoupling" New York Times Dicembre 2012, disponibile in <http://www.nytimes.com/2012/12/12/opinion/global/jobs-productivity-and-the-great-decoupling.html?smid=fb-share&r=0>
- [22] Economist Intelligence Unit: "HUMANS AND MACHINES - The role of people in technology-driven organisations" the Economist Insights 2013, disponibile in [http://www.economistinsights.com/sites/default/files/EIU\\_Humans%20%26%20machines.pdf](http://www.economistinsights.com/sites/default/files/EIU_Humans%20%26%20machines.pdf)
- [23] Forward, Andrew, and Timothy C. Lethbridge. "A taxonomy of software types to facilitate search and evidence-based software engineering" In Proceedings of the 2008 conference of the center for advanced studies on collaborative research: meeting of minds, p. 14. ACM, 2008.
- [24] Home page del progetto Hamilton, Agosto 2011 disponibile in [http://www.hamiltonproject.org/multimedia/charts/cost\\_of\\_computing\\_power\\_equal\\_to\\_an\\_ipad/](http://www.hamiltonproject.org/multimedia/charts/cost_of_computing_power_equal_to_an_ipad/)
- [25] Derek Thompson: "These Charts Tell You Exactly How and Where Apple Makes Money Right Now" he Atlantic Gennaio 2013, disponibile in <http://www.theatlantic.com/business/archive/2013/01/these-charts-tell-you-exactly-how-and-where-apple-makes-money-right-now/272463/>
- [26] Daniel Sparks, The Motley Fool: "What's Driving Google to New Highs?" in Daily Finance Marzo 2013, disponibile in <http://www.dailyfinance.com/2013/03/13/whats-driving-google-to-new-highs/>
- [27] Chris Foresman: "iOS app success is a 'lottery': 60% (or more) of developers don't break even - There's plenty of money to be made developing apps for iOS—if you can manage to" Maggio 2012, disponibile in <http://arstechnica.com/apple/2012/05/ios-app-success-is-a-lottery-and-60-of-developers-dont-break-even/>

- [28] Home page del progetto Open Compute Project disponibile <http://www.opencompute.org/>
- [29] Home page di Twitter Engineering disponibile in [https://engineering.twitter.com/opensource/projects?tags\[\]=2](https://engineering.twitter.com/opensource/projects?tags[]=2)
- [30] Home page del linguaggio Go! Disponibile in <http://code.google.com/p/go/>
- [31] Vogels, Werner. "Eventually consistent." *Communications of the ACM* 52, no. 1 (2009): 40-44.
- [32] Brewer, Eric. "A certain freedom: thoughts on the CAP theorem." In *Proceedings of the 29th ACM SIGACT-SIGOPS symposium on Principles of distributed computing*, pp. 335-335. ACM, 2010.
- [33] "Principles behind the Agile Manifesto" disponibile in <http://agilemanifesto.org/principles.html>
- [34] Home page di Agile Programming disponibili in <http://agileprogramming.org/>
- [35] Barry, Evelyn J., Chris F. Kemerer, and Sandra A. Slaughter. "How software process automation affects software evolution: a longitudinal empirical analysis." *Journal of Software Maintenance and Evolution: Research and Practice* 19, no. 1 (2007): 1-31.

## La "Softwarizzazione" della Rete

- [A1] A. Manzalini, "Semplificare le reti di domani", in *Notiziario Tecnico di Telecom Italia*, n. 1/2012 (Aprile, 2012)
- [A2] A. Manzalini, V. Vercellone, M. Ullio, "Software Defined Networking: sfide e opportunità per le reti del futuro", in *Notiziario Tecnico di Telecom Italia*, n. 1/2013 (Aprile, 2013)
- [A3] <http://www.opencompute.org/>
- [A4] <https://www.thunderclap.it/projects/2931-phonebloks>
- [A5] <http://sites.ieee.org/sdn4fns/keynotes/>

- [A6] <http://cordis.europa.eu/fp7/ict/future-networks/documents/call-11projects/unify.pdf>
- [A7] <http://sdn.ieee.org/>

## L'approccio "user-centric" nella società "data-driven"

- [B1] World Economic Forum, "Unlocking the Value of Personal Data: From Collection to Us-age" 2013, <http://www.weforum.org/reports/unlocking-value-personal-data-collection-usage>
- [B2] European Commission, EU Data Protection Reform, [https://secure.edps.europa.eu/EDPSWEB/edps/Consultation/Reform\\_package](https://secure.edps.europa.eu/EDPSWEB/edps/Consultation/Reform_package)
- [B3] Data leverage - Exploiting "User-centric" Personal Data model, Strategy, Future Centre (Maggio 2013).
- [B4] L. Artusio, C. Moiso, G. Zaffiro, "Alla riconquista della nostra identità digitale", in *Notiziario Tecnico di Telecom Italia*, n. 1/2013 (Aprile, 2013), 4-13.
- [B5] F. Antonelli, L. Artusio, C. Moiso, "Il valore dei Big Data nella Data-driven society", in *Notiziario Tecnico di Telecom Italia*, n. 1/2014 (Aprile, 2014)



### Roberto Minerva

laureato in Scienze dell'Informazione e Dottorato in Informatica e Telecomunicazioni dall'Università Telecom Sud Paris, informatico, è responsabile Innovative Architectures di Strategy Telecom Italia. In Azienda dal 1987 si è occupato, con crescenti responsabilità, di Rete Intelligente, Architetture per Reti Wireless, Servizi per il Business e Testing di Sistemi Broadband. Ha partecipato a diverse attività Internazionali (TINA, OSA/Parlay, IMS). Attualmente i suoi interessi si focalizzano su architetture altamente distribuite, Rete di Reti e autonomic networking. Si occupa di architetture software distribuite, Internet degli Oggetti e software networks.

[roberto.minerva@telecomitalia.it](mailto:roberto.minerva@telecomitalia.it)





Caro Lettore,

da quest'anno il **Notiziario Tecnico** di Telecom Italia è diventato un nuovo **webzine social** ([www.telecomitalia.com/notiziariotecnico](http://www.telecomitalia.com/notiziariotecnico)), in cui è possibile discutere in realtime con gli autori i vari temi trattati negli articoli, leggere la rivista ricca di hyperlink multimediali, accedere ai canali social più diffusi; tutto questo continuando ad essere una rivista aumentata, cioè arricchita da contenuti speciali interattivi.

Con l'APP in Realtà Aumentata "**L'Editoria+**" di Telecom Italia, è infatti possibile, sul proprio device mobile, visionare videointerviste ad esperti del settore ICT, ricevere approfondimenti multimediali, consultare photo gallery aggiuntive sui vari articoli della rivista.

Per accedere a tutti i contenuti aumentati del Notiziario Tecnico è sufficiente:

- 1) scaricare gratuitamente sul proprio smartphone l'APP "**L'Editoria+**" di Telecom Italia, disponibile su Apple Store, Google Play (Android) e TIM Store



- 2) cercare nella rivista l'icona sottostante presente sia sulla copertina del **Notiziario Tecnico**, che in molte pagine interne;



- 3) attivare l'APP "**L'Editoria+**" e, tenendo il telefonino a circa 20-30 cm di distanza, inquadrare con la fotocamera l'immagine di proprio interesse.

Con questi pochi passi puoi così visualizzare varie icone 3D, che, cliccate singolarmente, ti faranno accedere a un mondo tutto da esplorare.



## Impresa Semplice

Il braccio destro per il business.

**Nuvola It Energreen.**  
L'energia sostenibile,  
per le piccole e  
medie aziende  
e per l'ambiente.



[impresasemplice.it](http://impresasemplice.it)



**Nuvola It Energreen** è un'offerta flessibile e modulare per la gestione dei temi energetici e ambientali nelle Aziende, che sfrutta la piattaforma Cloud di Telecom Italia permettendo di conoscere e gestire i profili di consumo a un costo sostenibile. Nuvola It Energreen capitalizza l'esperienza dello Smart Center di Telecom Italia - responsabile del monitoraggio in tempo reale del 50% dei consumi di Telecom Italia grazie a una rete di oltre 25.000 sensori - assicurando un servizio in logica end-to-end con la categorizzazione dei consumi grazie alla progettazione di appositi Piani di Monitoraggio, elaborati in relazione agli obiettivi dei Clienti. La soluzione si avvale di un articolato e avanzato insieme di tecnologie: sensori di nuova generazione per la raccolta delle misure, un sistema di Energy Management Remoto per gestione e analisi dei dati, un servizio di Audit Tecnico e Commerciale per definire le strategie aziendali per l'efficienza energetica. Con Nuvola It Energreen le Aziende hanno soluzioni evolute per un utilizzo consapevole e sostenibile delle risorse energetiche, in modo da coniugare così ecologia ed economia.

