Rivista ufficiale dell'AEIT Seguito de "L'Elettrotecnica" fondata dall'AEI nel 1914

AEIT

Poste Italiane Spa - Sped. in Abb. Postale - D. L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 N. 46) Art. 1, comma 1, DCB Milano

luglio/agosto 2018

AEIT - Volume 104 - Numero 5/6 luglio/agosto 2018 - ISSN 1825-828X

IN PRIMO PIANO:
Applicazioni e servizi ICT

AEIT 1897 Associazione Italiana di Elettrotecnica, Elettronica, Automazione, Informatica e Telecomunicazioni

Un megawatt
Un minuto.
Zero batterie.

PILLER
Power Systems

DRIVEN BY MOTION
ACTIVE POWER
A Division of Piller Power Systems Inc.

Il data center senza batterie è da ora una realtà, grazie al **POWERBRIDGE™ PB60+**, il più grande sistema di accumulo dell'energia cinetica al mondo per le applicazioni UPS. Erogando una potenza fino a 3MW e fornendo 1MW di energia elettrica per 60 secondi, il **POWERBRIDGE™ PB60+** garantisce tutto questo e oltre:

- **Riduce la manutenzione**
- **Elimina la sostituzione delle batterie**
- **Aumenta l'affidabilità**

Quando tutto ruota attorno alla reputazione, ora è il momento di garantire che potenza e dati siano protetti in maniera affidabile.

Nothing protects quite like Piller

SISTEMI UPS ROTANTI / UPS ROTANTI IBRIDI / DIESEL UPS ROTANTI / UPS STATICI / COMMUTATORI STATICI / ACCUMULATORI DI ENERGIA CINETICA
SISTEMI DI ALIMENTAZIONE VELIVOLI A TERRA / CONVERTITORI DI FREQUENZA / ALIMENTAZIONI PER NAVI / INTEGRAZIONE NEI SISTEMI ESISTENTI

A Langley Holdings Company

SEDE: PILLER GROUP GmbH
Piller Francia / Piller Germania / Piller Spagna / Piller Italia / Piller UK / Piller Brasile / Piller Canada / Piller USA / Piller Australia / Piller Cina
Piller India / Piller Corea / Piller Singapore / Piller Taiwan

110th Edition

AEIT 2018 INTERNATIONAL Annual Conference

Papers submission Deadline: • June 30, 2018 - Web Site: http://convegni.aeit.it/AEIT2018

Bari, Italy 3-5 October 2018

Organised by

AEIT 1897

AEIT 1897 Sezione PUGLIESE

Under the patronage of

Politecnico di Bari

CONFINDUSTRIA PUGLIA

CONFINDUSTRIA Bari e Barletta-Andria-Trani

Camera di Commercio di Bari

In recent years, we are seeing a growing synergy among infrastructures and systems for the production, transmission, distribution and conversion of electricity, telecommunications, and computing technologies that provide for the intelligence of the whole system. The ever-increasing dependence on electricity for carrying out daily activities, increasingly employing smart devices, and the need for an intelligent management of the power grid in presence of a distributed generation from renewable sources, both are creating a tight interdependent system. Cloud computing, big data, large bandwidth interconnections support modern knowledge-based society paradigms.

AEIT 2018 will be an international forum to point out the challenges needs to face with in order to stimulate innovative entrepreneurial initiatives, and increase country's competitiveness.

The conference will host both technical and scientific contributions in the wide fields of electricity, automation, telecommunications and information technology. It will also be the venue for hosting panels and speeches from national and international stakeholders for discussing those strategies useful to increasing competitiveness, and lay the foundations for the creation of new scientific as well as technical initiatives.

Technical sponsorship of

IEEE

IN QUESTO NUMERO

Da tempo il tema dei servizi e delle applicazioni in campo ICT è diventato sempre più importante se non indispensabile, non solo per la ricerca scientifica e industriale ma anche nella vita di tutti i giorni. Oltre alle possibili considerazioni tecniche e futuristiche (a volte anche troppo fantasiose), sempre più oggetto di studi e di dibattito, nel contesto odierno non si devono però dimenticare i numerosi aspetti etici coinvolti in tale evoluzione. Le responsabilità di chi sviluppa l'ICT, la percezione della sicurezza digitale e i pericoli sottesi a un inconsapevole uso della tecnologia sono oggetto nell'editoriale di una preziosa riflessione di *Angelo Luvison*.

La *Blockchain* ha negli ultimi anni attirato attenzione e risorse come nuova frontiera del mondo delle criptovalute. Partendo dalla descrizione di questa tecnologia e dei suoi primi utilizzi, l'articolo di *Katia Colucci* illustra come tale concetto sia però applicabile in moltissimi altri campi, quali la *supply chain* o le microgrid, aprendo il campo a nuove sperimentazioni e ricerche.

In una Smart City la ricerca di un servizio migliore dipende spesso dalle esigenze dei cittadini e dal contesto in cui essi vivono. Nel lavoro di *Valeria Seidita*, *Antonio Chella* e *Maurizio Carta*, si definisce un nuovo metodo sperimentale per eseguire l'analisi dei requisiti richiesti per la Smart City, sulla base delle esigenze dei cittadini emerse attraverso social network come Twitter e Facebook.

L'incremento del numero di dispositivi elettronici e di sistemi integrati nelle infrastrutture pubbliche e industriali ha ormai trasformato l'ecosistema urbano in una rete strettamente interconnessa: la Smart City. *Claudio Tomazzoli* e *Simone Scannapieco* ci raccontano alcune diverse tecniche di intelligenza artificiale utilizzate nei sistemi autonomi di gestione dell'energia e la necessità di definire alcune *best practices*.

L'ambito medico e della disabilità è sicuramente un campo in cui l'ICT ha avuto e avrà in futuro notevoli evoluzioni, contribuendo a salvaguardare e migliorare la condizioni di vita di milioni di persone. *Laura Freina*, *Rosa Bottino* e *Filippo Costa* ci descrivono i progetti *Smart Angel* e *Smart Home*, grazie ai quali persone con disabilità intellettiva hanno trovato un aiuto discreto e costante per la propria autonomia.

Proprio nel solco delle prospettive future, in chiusura del focus il numero ospita un interessante articolo in lingua inglese a firma di *Mauro Ugolini* e *Edward Smith*. Gli autori analizzano il tema della previsione dell'adozione di nuove tecnologie nell'era ormai prossima della "post-informazione", considerando in particolare gli effetti delle dinamiche di mercato e l'impatto della normativa.

Nel corso di recenti riunioni del Comitato Editoriale della rivista era sorta su indicazione dei redattori la necessità di dare attenzione e un approfondimento specifico all'uso del linguaggio in ambito tecnico-scientifico, soprattutto in epoca in cui i tecnicismi settoriali sono sempre più diffusi e manca purtroppo il tempo per assimilare i relativi anglicismi. L'articolo fuori focus di *Angelo Luvison* intende appunto aprire la discussione sul tema, sottolineando virtuosamente con esempi e dotte citazioni gli odierni punti chiari e oscuri dello scrivere in italiano di ICT.

La rivista è pubblicata con il concorso del Consiglio Nazionale delle Ricerche.
È vietato riprodurre articoli della rivista senza citarne la fonte.
Registrazione Tribunale di Milano del 29.08.1948 - N. 395
Iscrizione R.O.C. numero 5977 10.12.2001
Poste Italiane Spa - Spedizione in Abb. Postale - D. L. 353/2003 (conv. in Legge 27/02/2004 N. 46) Art. 1, comma 1, DCB Milano

Abbonamento annuale (6 numeri) € 90,00 da versare sul conto corrente postale n. 274209.

Fascicoli separati	€ 15,00
Arretrati	€ 30,00
Tiratura	6 000 copie

Associato all'USPI Unione Stampa Periodica Italiana

Proprietaria ed Editrice © Associazione Italiana di Elettrotecnica, Elettronica, Automazione, Informatica e Telecomunicazioni - AEIT

Direttore:
Andrea Silvestri

Direttore Responsabile:
Maurizio Delfanti

Comitato Editoriale:
Michela Billotti, Aurora Caridi, Sergio Giacomo Carrara, Claudio Cherbaucich, Guido Clerici, Bruno Cova, Alessio Borriello, Eugenio Di Marino, Arrigo Frisiani, Elena Fumagalli, Dario Lucarella, Angelo Luvison, Stefano Massucco, Marco Merlo, Maurizio Molinaro, Valeria Olivieri, Giovanni Ricca, Marino Sforna, Attilio Skoff, Mauro Ugolini, Fabio Zanellini

Redazione:
Fabrizio Trisoglio - red_aeit@aeit.it

Hanno collaborato:
A. L. Fontana, G. Notaro

SOMMARIO

AEIT • numero 7/8 luglio/agosto 2018

Editoriale 4

L'ecosistema digitale: le responsabilità di chi sviluppa l'ICT
Angelo Luvison

Applicazioni e servizi ICT

Blockchain: non solo Bitcoin 6
Katia Colucci

Smart City:
identificarne i requisiti con i social network 10
Valeria Seidita, Antonio Chella, Maurizio Carta

Intelligenza artificiale
in aiuto alla gestione dell'energia 18
Claudio Tomazzoli, Simone Scannapieco

Smart Angel e Smart Home:
in aiuto alla disabilità intellettiva 26
Laura Freina, Rosa Bottino, Filippo Costa

New applications and services ICT 32
Mauro Ugolini, Edward Smith

Riflessioni sullo scrivere in italiano di ICT 38
Angelo Luvison

Progetto Grafico - Copertina - Impaginazione:
Antonella Dodi - af@aeit.it

Abbonamenti e Pubblicità:
Tel. 02 873899.67 - aeit@aeit.it

Direzione Redazione Amministrazione:
AEIT - Ufficio Centrale
Via Mauro Macchi, 32 - 20124 Milano
Tel. 02 873899.67
Telefax 02 66989023

Sito Internet:
http://www.aeit.it

Stampa - Fotoservice - Distribuzione:
Arti Grafiche Murelli Via Campania 42
20090 - Fizzonasco di Pieve Emanuele - Milano

Gli autori sono responsabili di quanto scritto nei loro articoli. Le opinioni espresse dagli autori non impegnano l'Associazione.

L'ecosistema digitale: le responsabilità di chi sviluppa l'ICT

Angelo Luvison
AEIT

Le questioni legate al mondo dell'ICT (*Information and Communications Technology*) in tutte le sue mutevoli declinazioni, dall'ecosistema digitale all'intelligenza artificiale (IA), sono così numerose che diventa arduo provare a elencarle esaurientemente: già scorrendo gli articoli di questo fascicolo si trovano espressioni, neologismi, coniazioni lessicali affatto nuovi[1]. In questo quadro articolato e complesso, ingegneri e tecnici, in quanto portatori di conoscenze e professionalità uniche, mettono a frutto le loro esperienze e competenze nel progettare sistemi, reti, servizi e applicazioni del futuro, tant'è che, mentre il sistema 5G sta muovendo i primi passi, stanno già pensando al 6G. Tuttavia, la sola dimensione progettuale non è sufficiente; occorre, infatti, che gli esperti, disponendo di *skill* tanto operativi quanto intellettivi, dimostrino di saper intervenire nella società per interagire proficuamente con essa. E le imprese devono sostenerli, facendo la loro parte in modo attivo e consapevole.

Per dare concretezza a quanto detto, vorrei proporre alla riflessione dei lettori due temi che mi sembrano, oggi, particolarmente cruciali: i dilemmi morali dell'IA e la cybersicurezza, che saranno ripresi e approfonditi in successivi numeri di *AEIT*.

L'etica delle macchine riguarda la questione di come i sistemi autonomi possano essere permeati di valori etici. Sistemi autonomi dotati di eticità sono necessari perché, inevitabilmente, nel prossimo futuro questi sistemi - siano automobili senza guidatore o diagnosi mediche basate sull'IA - saranno agenti, che dovranno fare scelte con norme sociali e conseguenze etiche. La casistica comprende tanto gli agenti morali nei fini e nei comportamenti quanto le implicazioni etiche in settori come l'istruzione, la società, la *governance* (processi e regole) dell'IA. In ogni caso, le macchine saranno dotate di una crescente autonomia, ma, auspicabilmente, sotto la supervisione degli esseri umani, che dovranno quindi assumersi ancor più la responsabilità (*accountability*) di un impegno civico-sociale e di un comportamento etico.

L'essenza del rapporto uomo-macchina è distillata dal paradosso di Hans Moravec: "*la macchina trova difficile svolgere i lavori di routine dell'uomo, l'uomo trova ardui i compiti tipici della macchina*". Infatti, la nostra specie, per ragioni genetiche, ha facilità di movimento, di percezione, di inferenza euristica; al contrario, una macchina è costitutivamente portata a svolgere compiti di elaborazione algoritmica e deduzione logica nella risoluzione di problemi computazionali di larga scala. I sistemi artificiali non sono oggi in grado di affrontare da soli situazioni impreviste, tutte diverse, ma numerose e complessivamente frequenti. Sono circostanze in cui i sistemi non sono (ancora) dotati di una base di conoscenza sufficientemente ampia per permettere loro di decidere come agire; tantomeno hanno la capacità - cioè, il buon senso - di capire che cosa possa essere dannoso per l'uomo. Quando si verificano questi casi singolarmente rari, ma in totale molto numerosi, la macchina lavora fuori della propria zona di comfort; quindi non può essere lasciata a operare in completa autonomia senza la supervisione umana. Qui, al momento, sta il limite a una "IA forte", cioè dotata di coscienza e in grado di sostituire l'uomo in qualsiasi attività manuale, intellettiva ed emozionale.

La sicurezza fisica o ingegneristica (*safety*) e la sicurezza informatica (*security*) sono state considerate tradizionalmente afferenti a due campi separati: la prima per evitare danni fisici,

la seconda per proteggere l'informazione e la privacy (riservatezza). Quando i mezzi informatici e gli impianti fisici non interoperavano perché indipendenti, tale separazione aveva ragione d'essere. Con l'avvento dei sistemi cyberfisici (*Cyber-Physical Systems* - CPS) e dell'Internet delle cose (IoT), non è più possibile considerare distinti i due problemi; occorre invece sviluppare un punto di vista unificato che renda conto del loro accoppiamento.

A questo punto, si possono fare due osservazioni. La prima è che l'11 settembre 2001 ha aperto la strada alla ricerca su diritto e cybersicurezza, evidenziando come una tecnologia avanzata (la crittologia, che comprende crittografia e crittanalisi) sia uno snodo fondamentale per garantire privacy e sicurezza alle nostre vite digitali. Ancor più, dopo i casi Snowden e il più recente Facebook-Cambridge Analytica, risulta chiaro che la vera battaglia tra privacy e intelligence sta nella crittologia. Non è quindi strano che vi ricorrano governi, istituzioni pubbliche, aziende, cittadini, come anche, purtroppo, lestofanti e cybercriminali della peggior risma.

La seconda è che la tecnologia da sola, pur necessaria, non è sufficiente; infatti, la cifratura è soltanto un aspetto della sicurezza nelle comunicazioni. Altrettanto importanti sono i nostri comportamenti, da come custodiamo i dispositivi che utilizziamo a come ci proteggiamo con PIN e password. Né si può prescindere dal fattore umano e dalla sua formazione come elemento-chiave per minimizzare i cyber-rischi di un atteggiamento superficiale. Nel monito tradizionale "*tenere la bocca chiusa*" sta la chiave per assicurare la privacy dei nostri dati sensibili proteggendoli, per esempio, da tecniche di ingegneria sociale.

Il maggior pericolo per la cybersicurezza non sta tanto nell'ignoranza tecnologica quanto nella presunzione di non essere nel mirino di malintenzionati. Nell'Internet delle cose e della casa intelligente, sensori, frigoriferi, televisori, *smartphone*, automobili e oggetti vari sono dei computer collegati alla rete e gestiti a distanza: nuovi ecosistemi rispettosi dell'ambiente, ma che nascondono molti pericoli per privacy e sicurezza. È chiaro che, in un mondo iperconnesso, occorre rinunciare a un po' di segretezza in cambio della condivisione, pur senza arrivare alla "*fine della cybersicurezza*" paventata da alcuni pessimisti.

Nella direzione dei rischi legati al fattore umano si muove la ricerca di protezione delle reti informatiche di imprese e aziende. Per mitigare l'impatto negativo di attacchi di malintenzionati, la cultura aziendale deve giocare un ruolo a tutto campo: dall'eccellenza (conformità) operativa e procedurale alla formazione mirata e continua del personale, dall'ispezione sia sistematica sia episodica dei mezzi e dei processi di calcolo alla responsabilizzazione dei dipendenti, ecc. Affinché il cambiamento culturale sia effettivo ed efficace, occorre che i vertici aziendali facciano propri obiettivi condivisi di cybersicurezza, agevolandone il percolare in tutti i settori aziendali, dall'information technology alle risorse umane, in modo da garantire "*a psychologically safe workplace*" (Amy C. Edmondson di Harvard). Un'azienda può impiegare anche altri accorgimenti, come rilevare alterazioni significative nei *pattern* del traffico entrante nelle proprie reti; nel qual caso, occorre usare le tecniche matematiche più aggiornate di analisi dei *big data* (con strumenti tratti dalla sempre più diffusa *data science*).

In conclusione, la consapevolezza del ruolo e la conseguente assunzione di responsabilità socio-etica da parte di chi detiene l'*expertise* (la competenza tecno-scientifica) - in particolare, nei due settori prima indicati - sono leve fondamentali per superare la frammentazione, la perdita di senso, i disagi messi in luce in una recente, agile ma densa, monografia di Renato Mannheimer e Giorgio Pacifici, dal titolo *Italie. Sociologia del plurale* (Jaca Book, 2018). Come i due studiosi chiariscono, l'ICT è uno dei fattori identificativi delle nuove aree sociali che hanno sostituito, o stanno sostituendo, quelle tradizionali.

---

1 Per un'introduzione generale, mi permetto di rinviare anche al mio "L'ecosistema dell'innovazione digitale: analisi critica" (*AEIT*, marzo-aprile 2017).

Blockchain: non solo Bitcoin

Katia Colucci *TIM, Strategy & Innovation*

La *Blockchain* ha negli ultimi anni catalizzato attenzione e risorse come tecnologia abilitante applicazioni che travalicano di confini del mondo delle criptovalute. IoT, *supply chain*, *digital identity*, *energy microgrid* sono solo alcuni esempi di campi applicativi in cui sono attivi *pilot* e sperimentazioni volti a testare le potenzialità di questa tecnologia

La tecnologia *Blockchain*, senza dubbio uno dei fenomeni più importanti del mondo IT degli ultimi anni, fa la sua prima comparsa nel 2009, quando su una mailing list di esperti crittografici viene pubblicato un codice *open source* per la creazione e il funzionamento di una valuta virtuale: *Bitcoin*, una valuta da utilizzare su base volontaria come mezzo di pagamento in alternativa al denaro tra coloro che decidono di entrare a far parte di quella *community*.

Il codice realizza nei fatti l'idea che lo stesso autore del codice, Satoshi Nakamoto[1], aveva spiegato nei suoi elementi cardine in un *white paper* pubblicato nel 2008 dal titolo *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*.

Non è la prima valuta virtuale; nel mondo ne esistono già migliaia[2], ma *Bitcoin* ha qualcosa di speciale che in poco tempo ne fa crescere enormemente la popolarità, al punto che il suo controvalore in soldi veri, partito da pochi centesimi, attualmente[3] oscilla tra i 9.000 e i 10.000 dollari, dopo aver sfiorato a novembre 2017 i 20.000 dollari.

Il segreto è la tecnologia che ne è alla base: la *Blockchain* che ne regola l'emissione e l'utilizzo e che, diversamente dalle valute virtuali fino ad allora esistenti, basa la sua sicurezza su meccanismi di crittografia, circola su base mondiale e trova in internet il suo naturale ambito di utilizzo. Caratteristiche che ne decretano un successo planetario e la immortalano come la capostipite delle criptovalute e della *Cryptoeconomy*[4].

Per molto tempo il termine *Blockchain* è stato indissolubilmente legato a quello di *Bitcoin* e alla *Criptoeconomy*. Solo negli ultimi anni ha assunto una sua autonoma dignità come tecnologia abilitante per molteplici scenari applicativi, di cui *Bitcoin* rappresenta solo uno dei possibili *use case*, per quanto ad oggi il più famoso e più importante come giro d'affari.

Blockchain: come funziona

Per comprendere il funzionamento della *Blockchain* possiamo in prima battura guardare al funzionamento della *Blockchain Bitcoin*. Lo schema in figura 1, proposto da Goldman Sachs, può essere un'utile semplificazione.

Il passaggio di *Bitcoin* da una persona a un'altra avviene tramite internet sulla rete *Bitcoin*.
È sufficiente crearsi un account per entrare a farne parte[5]. Nell'esempio in figura 1 l'utente A deve trasferire dei *Bitcoin* all'utente B, crea una transazione usando le sue credenziali e la lancia nella rete *Bitcoin*. La rete la raccoglie e con essa crea un problema crittografico che tutti i nodi sono chiamati a risolvere. Il nodo che per primo lo risolve valida la transazione, ed è solo a questo punto che all'account di A vengono sottratti i *Bitcoin* e trasferiti all'account di B. Contemporaneamente la transazione viene iscritta in uno storico, ovvero in un registro di cui ogni nodo detiene una copia identica (*distributed ledger*). Il nodo che ha risolto il problema viene premiato con un certo numero di nuovi *Bitcoin*, che tramite questa attività è come se venissero estratti. Per questo motivo si parla di *mining activity* e i nodi vengono chiamati *miners*[6].

Una descrizione estremamente semplificata che evidenzia due caratteristiche fondamentali di

questa tecnologia:
- permette una validazione delle transazioni distribuita, senza una'entità centrale che funga da garante;
- offre un registro anch'esso distribuito delle transazioni effettuate: ogni nodo ne detiene una copia identica, assicurando così l'inviolabilità dei dati in esso registrati.

eseguire sempre lo stesso tipo di *Smart Contract* estremamente semplice: il cambio di proprietà di *Bitcoin*.

Se la *Blockchain* può eseguire uno *Smart Contract* semplice può in teoria anche eseguirne di più complessi. La *Blockchain Bitcoin*, non ha la flessibilità necessaria, ma seguendo questa intuizione

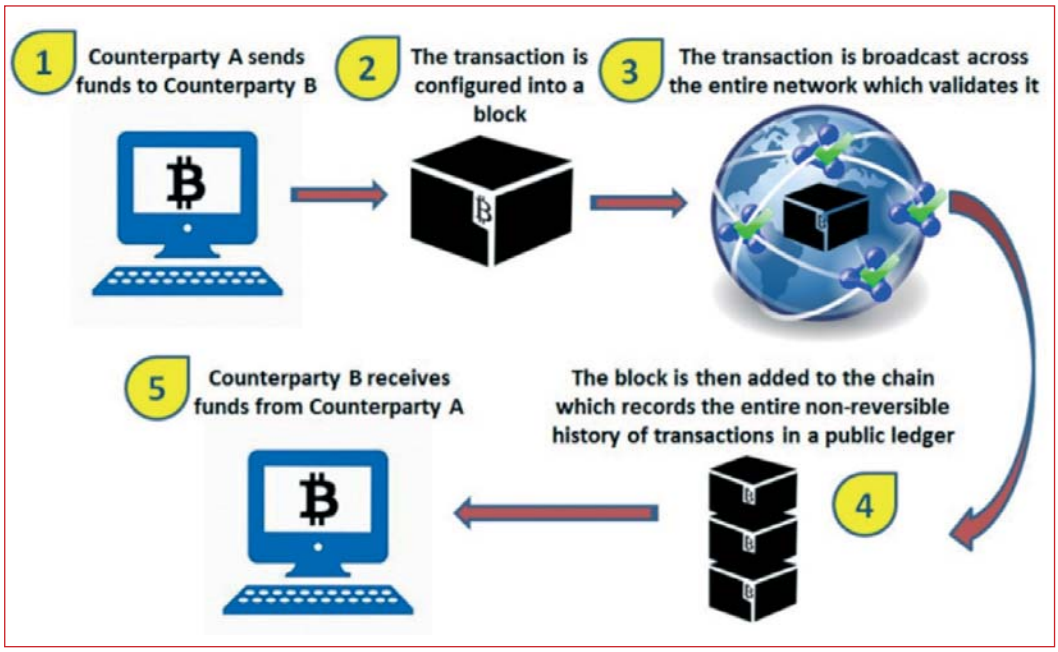


Figura 1
Schema di funzionamento della Blockchain.
Fonte: Goldman Sachs Global Investment Research

La *Blockchain* dunque propone un modello antitetico a quello tradizionale delle piattaforme digitali, in cui c'è un ente centrale che garantisce l'esecuzione e la sicurezza delle transazioni, verso un modello distribuito, che si adatta particolarmente bene alla struttura stessa di Internet.

Queste caratteristiche hanno fatto sì che l'attenzione, inizialmente catalizzata solo dalle criptomonete, si sia spostata sulla tecnologia e sulla possibilità di utilizzarla per qualsiasi tipo di transazione.

Il superamento del binomio *Blockchain-Bitcoin*: nasce la *Blockchain 2.0*

L'intuizione nasce dalla constatazione che di fatto la *Blockchain Bitcoin* esegue una specifica transazione: il cambio di proprietà di un certo ammontare di *Bitcoin*. La transazione è espressa in un codice, che la *Blockchain* esegue. Esegue cioè quello che in informatica si chiama uno *Smart Contract*, ovvero la traduzione in codice eseguibile delle clausole di un contratto.

La *Blockchain Bitcoin* dunque altro non fa che

1 Il creatore di *Bitcoin* non ha mai rivelato la sua identità. Satoshi Nakamoto è con tutta probabilità uno pseudonimo di una o più persone.

2 Si tratta per lo più di monete virtuali locali utilizzate in modo complementare alla valuta avente corso legale per rivitalizzare l'economia del territorio, ognuna dotata di uno schema che ne regola l'utilizzo e che può differire sensibilmente da quello di altre monete virtuali. Tra le più famose il WIR presente in svizzera dal 1934, il Bristol Pound a Bristol, in Italia il Sardex. Per una visione più completa si rimanda al sito: http://complementarycurrency.org

3 *Bitcoin* è sempre stato caratterizzato da una fortissima volatilità. I valore riportati sono riferiti alla prima decade di maggio 2018. Per valori aggiornati in tempo reale si veda https://coinmarketcap.com

4 Dopo *Bitcoin* ne nascono centinaia (ad oggi più di 1.600) ma nessuna è mai riuscita a eguagliarne il successo. Contemporaneamente si è generato un ecosistema di business fatto di startup, *venture capitalist*, *stock exchange*, *merchant*, con un considerevole giro di affari che si conta in miliardi di dollari e in continua crescita.

5 Per diventare *user* occorre scaricare il software *Bitcoin*: si tratta di un *bitcoin wallet* (portafogli), che assegna un'identità all'interno del sistema *Bitcoin* e due chiavi digitali, una pubblica e una privata, necessarie per poter compiere le transazioni. L'identità digitale è scollegata da quella reale e dunque le transazioni sono anonime.

6 Per diventare *miners*, occorre scaricare un *client* (diverso da quello da *user*) e avere un hardware abbastanza potente da poter profondere lo sforzo computazionale che l'attività di *mining* richiede anche detta *proof of work*.

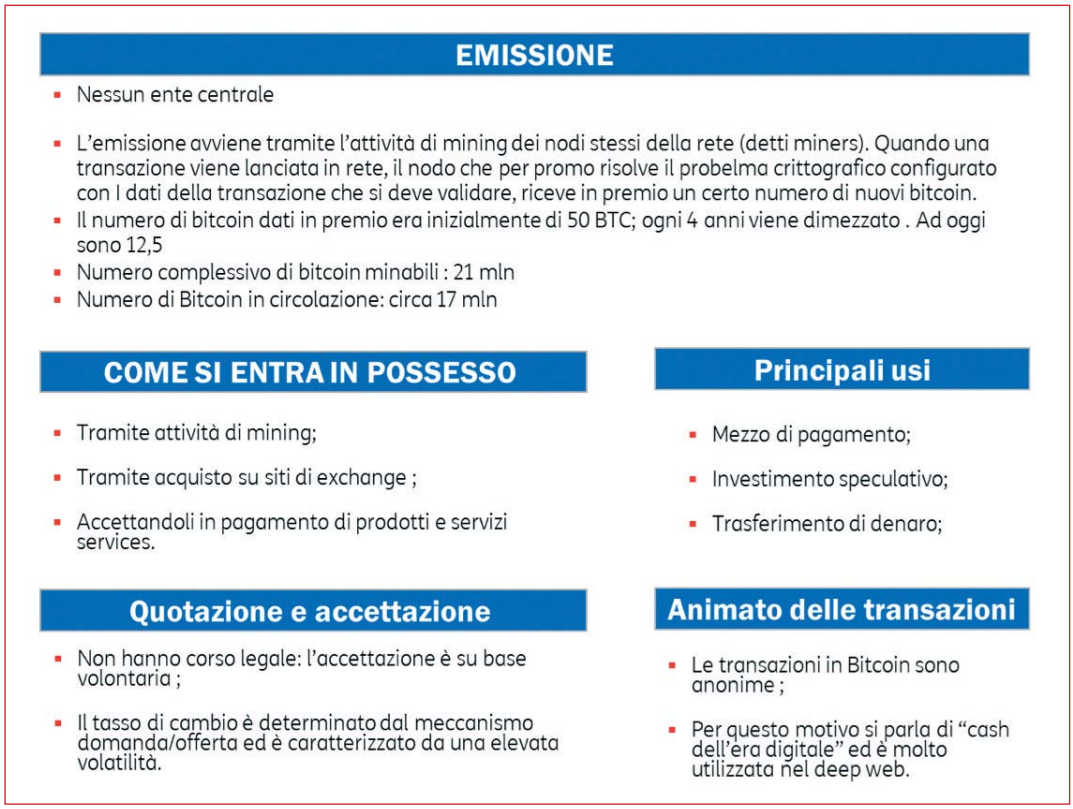
Vitalik Buterin[7] sviluppa nel 2015 una *Blockchain* di nome *Ethereum*[8], pensata proprio per eseguire *Smart Contract* di varia complessità e, dunque, teoricamente idonea alla validazione di qualsiasi tipo di transazione, dove il termine transazione va intesa in senso ampio come qualsiasi tipo di valore scambiato che va dai dati, agli asset, ai soldi.

Ethereum è infatti una *Programmable Blockchain*, cioè permette di definire il tipo di *smart contract* che si vuole far processare, ampliando in tal modo il potenziale della *Blockchain* ben oltre il mondo delle criptovalute[9].

Diventa così ipotizzabile, ad esempio una piattaforma *Blockchain* per il modo IoT (*Internet of Things*), dove le transazioni sono i dati raccolti/scambiati dai sensori, o per il trading azionario, le compravendite immobiliari o l'*energy microgrid*, dove la transazione è il cambio di proprietà di un certo asset, o il campo della *digital identity*, dove la transazione sono i dati di identità delle persone.

Inizia l'era della *Blockchain 2.0*, in cui la *Blockchain* si sdogana definitivamente dall'essere soluzione solo per criptovalute, per consacrarsi a

Figura 2
Caratteristiche di emissione e circolazione dei Bitcoin



7 Vialik Buterin è un programmatore canadese di origini russe, classe 1994, cofondatore nel 2011 del *Bitcoin Magazine* e inventore di *Ethereum*.

8 La piattaforma è stata concettualizzata in un *white paper* dello stesso Buterin a inizio 2014, mentre il rilascio della prima versione "live" della piattaforma (cosiddetta, versione *Frontier*) è avvenuto il 30 luglio 2015. *Ethereum* è un progetto *open source*, e ogni sviluppatore può contribuire al codice sorgente ed è infatti in continuo perfezionamento.

9 Occorre tuttavia sottolineare che anche *Ethereum* ha una propria criptovaluta l'ETH, che viene creata con attività di *mining*, e che a differenza della *Blockchain Bitcoin*, la criptovaluta aveva la sola funzione di "gas" per il funzionamento della piattaforma, in pratica per remunerare i nodi del lavoro computazionale profuso. È stato previsto anche un meccanismo di *fee*, che chi crea la transazione deve associare a ogni transazione creata e lanciata in rete con delle tariffe parametrate allo sforzo computazionale richiesto. Queste *fee* ci sono anche nelle transazioni *Bitcoin* ma sono su base volontaria.

Questa diversa funzione dell'ETH (strumentale alla esecuzione di *smart contract*) rispetto a quella del *Bitcoin* (mezzo di pagamento in alternativa al denaro) non ha impedito che l'ETH assumesse una propria importanza anche come criptovaluta con una quotazione di mercato di oltre 700 dollari (maggio 2018).

10 www.ibm.com/blockchain/platform, https://cloud.oracle.com/it_IT/blockchain

11 Si parla per questo anche di *permissioned ledger* in contrapposizione a quelle pubbliche dette anche *Unpermissioned ledger*.

12 https://it.cointelegraph.com/news/dhl-accenture-reveal-blockchain-prototype-to-tackle-pharmaceutical-tampering/
http://www.pharmexec.com/accenture-and-dhl-release-blockchain-report

13 Startup newyorkese pioniere nel microgrid basato su blockchain: https://lo3energy.com

quello di tecnologia applicabile in tutti i settori dell'economia.

Blockchain 2.0: Blockchain private e *Blockchain* pubbliche

Ethereum apre dunque una nuova prospettiva di campi applicativi potenzialmente infiniti e, infatti, dopo *Ethereum* è un continuo proliferare di piattaforme *Blockchain*, che si propongono con *value proposition* differenti e caratteristiche proprie: dalle piattaforme *general purpose* che consentono di strutturare qualsiasi tipo di applicazione (*Ethereum, Lisk*), ad altre che nascono già con un target applicativo preciso, come la piattaforma *Chain* specifica per il settore finanziario.

Rispetto a questo fermento di piattaforme *Blockchain*, i "big" dell'IT in questa fase iniziale si sono posizionati "on top" con offerte del tipo *Blockchain as a Service* (BaaS), ovvero offrendo strumenti di programmazione e un ambiente più *friendly* per lo sviluppo e il *testing* di applicazioni su *Blockchain*. E il caso di Microsoft che già dal 2015 ha portato su Azure servizi di BaaS basati su *Ethereum* e ha poi nel tempo ampliato il numero di piattaforme supportate.

Più di recente Amazon ha lanciato i *Blockchain Templates* che offrono una soluzione *Blockchain-as-a-service* per Amazon Web Services e che facilita lo sviluppo di progetti costruiti sulla *Blockchain*. Anche IBM e Oracle hanno inserito nel loro portafoglio offerte simili[10].

Indipendentemente dal settore applicativo c'è però una caratteristica distintiva delle piattaforme *Blockchain*, che è senza dubbio la più significativa: quella tra *Blockchain* pubbliche e *Blockchain* private.

Nelle *Blockchain* pubbliche, chiunque può entrare a farne parte e divenire così un nodo della *Blockchain*: è il caso di *Bitcoin* ed *Ethereum*. Nelle *Blockchain* private invece c'è un solo *owner* della piattaforma che ne definisce i requisiti di ingresso e, dunque, occorre avere il suo permesso per entrare a farne parte[11]. Tra le più note *Open Chain*, *Multichain*, *Quorum*.

La distinzione non è di poco conto, perché nel primo caso si tratta di piattaforme che ambiscono, non essendoci un ente centrale, a una vera e propria disintermediazione, e che dunque realizzano una sorta di Internet delle transazioni, mentre nelle *Blockchain* private si ripete il modello di business tradizionale con un ente centrale, pur sfruttando le *capabilities* di validazione delle transazioni e di registro distribuito della *Blockchain*.

Conclusioni

Il *World Economic Forum* stima al 10% del PIL mondiale il giro d'affari delle attività basate su tecnologia *Blockchain* al 2025.

Al momento è sicuramente il campo finanziario a catalizzare la maggior parte delle risorse, ma guadagnano sempre più spazio *use case* afferenti ad altri settori applicativi. Particolarmente interessanti quelli nel campo della logistica con finalità di tracciatura e anticontraffazione, come il prototipo sviluppato dalla partnership DHL-Accenture[12], una piattaforma che traccia i prodotti farmaceutici dal loro punto d'origine al consumatore, prevenendo contraffazioni ed errori.

Il settore dell'IoT sembra essere un altro dei campi con maggiori potenzialità. Ad esempio, il *carrier* australiano Telstra ha sviluppato una *private Blockchain* per garantire la sicurezza dei suoi prodotti *Smart Home*.

Il *Brooklyn microgrid project* di Siemens e LO3 Energy[13] è invece un *pilot* nel campo dell'*energy grid* che, attraverso una piattaforma *Blockchain* basata su *Ethereum*, abilita la compravendita di energia solare autoprodotta tra gli appartenenti alla *community*.

Non mancano riflessioni di applicazioni nelle filiere operative del mondo delle telecomunicazioni (ad es., nel settore dell'*identity management*, sia per prevenire frodi ID-*based*, sia per gestire ID in un contesto *Machine-to-Machine* - M2M), sia in applicazioni più *disruptive*, come la possibilità di costruire un *marketplace* di banda o connettività tra utenti (www.bartr.world).

Solo pochi esempi per dare un'idea delle potenziali vastità delle applicazioni *Blockchain based* e del fermento che essa sottende.

Occorre tuttavia sottolineare che al momento ci troviamo in fase ancora acerba dell'ipotetico ciclo di vita della tecnologia. Le piattaforme stesse sono in fase di continua evoluzione e se si esula dal contesto finanziario, si incontrano principalmente sperimentazioni più che vere e proprie applicazioni commerciali.

Molte dunque sono le novità che possiamo aspettarci nei prossimi anni sia dal punto di vista tecnologico sia di modelli di business *Blockchain based*.

Smart City: identificarne i requisiti con i social network

Valeria Seidita, Antonio Chella *Dipartimento dell'Innovazione Industriale e Digitale, Università degli Studi di Palermo*
Maurizio Carta *Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Palermo*

In una città intelligente la ricerca del servizio migliore dipende dalle esigenze dei cittadini e dal tipo di ambiente in cui essi vivono. Per la progettazione di software per Smart City proponiamo di identificare i requisiti utilizzando l'analisi dei bisogni che emergono dal comportamento dei cittadini

In letteratura manca ancora una definizione condivisa di Smart City (città intelligente); ci riferiamo a questo termine come a un approccio o a un modello di gestione delle risorse urbane (umane, collettive e tecnologiche) per consentire l'innovazione e il miglioramento della qualità della vita dei cittadini [1, 8]. L'intelligenza in un ambiente urbano implica diversi fattori volti a migliorare la qualità di vita dei cittadini e l'efficienza nei servizi.
In [13-14] gli autori affermano che "*le città intelligenti (comunità, cluster, distretti, territori multi cluster) delineano un nuovo paradigma di pianificazione pertinente per lo sviluppo urbano regionale e la gestione dell'innovazione*". Pertanto, l'obiettivo principale delle città o comunità intelligenti è ottimizzare, innovare e migliorare la qualità della vita attraverso il miglioramento dei servizi pubblici.
Per raggiungere i suoi obiettivi, le città intelligenti (o qualsiasi altro tipo di ambiente urbano intelligente) dovrebbero essere supportate da sistemi software complessi in grado di individuare le esigenze e i servizi e di combinarli in modo "intelligente". I servizi possono essere considerati come servizi offerti da componenti software di qualsiasi natura, ad esempio software, bot, robot, app e così via. La ricerca del servizio migliore dipende dalle esigenze dei cittadini e anche dal tipo di ambiente (intelligente) in cui essi si trovano. Un sistema in grado di supportare tutto questo è un *Cyber Physical Systems* - CPS. In [19] i CPS sono definiti come sistemi in cui componenti fisiche e software sono profondamente intrecciate, ciascuna operando su scale spaziali e temporali diverse, esibendo modalità comportamentali multiple e distinte, e interagendo tra loro in una miriade di modi che cambiano con il contesto.
In realtà, i CPS per le Smart City devono essere molto di più dei semplici CPS attuali; i componenti non solo sono interconnessi, ma formano un insieme unico di persone, tecnologie, organizzazioni e contesti ambientali. L'ambiente, inoltre, potrebbe comprendere leggi e regole che regolano le interazioni sociali e l'interazione delle persone con la tecnologia.
In questo scenario il cittadino è fortemente coinvolto nell'intero processo per la soddisfazione dei propri bisogni. Oggi, la disponibilità di dispositivi intelligenti - dagli smartphone ai dispositivi indossabili - costantemente collegati tra loro, ad esempio attraverso Internet, ha reso i cittadini fortemente inclusi nelle città *smart*. La grande quantità di dati e di dispositivi interconnessi (il paradigma dell'Internet delle cose) apre nuovi orizzonti e opportunità per realizzare benefici concreti per i cittadini e le società [7, 22].
Ancora più importante dell'inclusione è il fatto che le esigenze dei cittadini sono strettamente dipendenti dall'ambiente. L'ambiente non è a priori noto - al momento della progettazione - ma è altamente dinamico e in costante evoluzione a causa dell'interazione con i cittadini, con l'ambiente e

con il sistema stesso. Le esigenze dei cittadini cambiano parallelamente a quelle dell'ambiente e ciò avviene in tempi rapidi. Quindi, le esigenze dei cittadini devono essere dedotte in fase di *runtime*, quando emergono in determinate situazioni.
L'analisi e la progettazione di CPS con queste caratteristiche estese sono più impegnative rispetto al classico sistema cyber-fisico o informatico, soprattutto perché il comportamento dei componenti di sistema dipende e deve essere specificato in termini di interazioni e comunicazioni con l'ambiente fisico. Inoltre, le interazioni e le comunicazioni sono influenzate dalla dinamica dell'ambiente durante il *runtime* [15].
Riteniamo che sia necessario un cambio di paradigma progettuale verso il *runtime*. Un processo rigido e sistematico per lo sviluppo di sistemi complessi, come quelli cyber-fisici, in cui la fase di progettazione è nettamente separata dall'implementazione, non è più auspicabile. È necessario "immergere" la progettazione nell'implementazione e considerare l'inclusione dei cittadini nell'intero ciclo.

Città intelligenti e sistemi complessi - Contesto teorico

Questo paragrafo offre una panoramica delle Smart City come sistemi complessi in cui i componenti (principalmente umani) interagiscono tra loro e con l'ambiente circostante. Vengono inoltre illustrate le caratteristiche dei sistemi complessi e le ragioni per cui non possono essere progettati in modo classico, motivando così il lavoro di questo articolo.

Città intelligenti

Smart City è il termine utilizzato negli ultimi anni per indicare un modo di pensare, concepire e sviluppare gli spazi urbani (quartieri, aree o edifici). La città intelligente è un modello di sviluppo urbano in cui il capitale umano e tecnologico è la componente principale di uno sviluppo urbano efficiente e sostenibile. Una caratteristica importante di una Smart City è la sua naturale attitudine a integrare le tecnologie ICT e l'Internet delle Cose per realizzare città efficienti e sostenibili. Anche se una definizione comune non è ancora presente in letteratura, alcuni autori propongono una propria idea [10, 14, 16-17] dalla quale è chiaro che una Smart City deve includere un insieme di strategie per migliorare la qualità della vita dei cittadini.
La seguente definizione evidenzia bene le principali caratteristiche delle Smart City: "*un'area urbana sviluppata che crea uno sviluppo economico sostenibile e un'elevata qualità della vita grazie all'eccellenza in molteplici settori chiave: economia, mobilità, ambiente, persone, vita e governo. L'eccellenza in questi settori chiave può essere ottenuta grazie a un forte capitale umano, sociale e/o infrastrutturale*".
I cittadini sono al centro della concezione delle *Smart City* e le tecnologie informatiche vengono usate per gestire la comunicazione e l'interazione con la comunità, al fine di analizzare e monitorare ciò che accade nella città, come i bisogni dei cittadini nascono o si evolvono in modo da attuare procedure per migliorare la qualità della vita sotto diversi aspetti (ad es., sistema di trasporto ecologico, gestione intelligente della mobilità, controllo

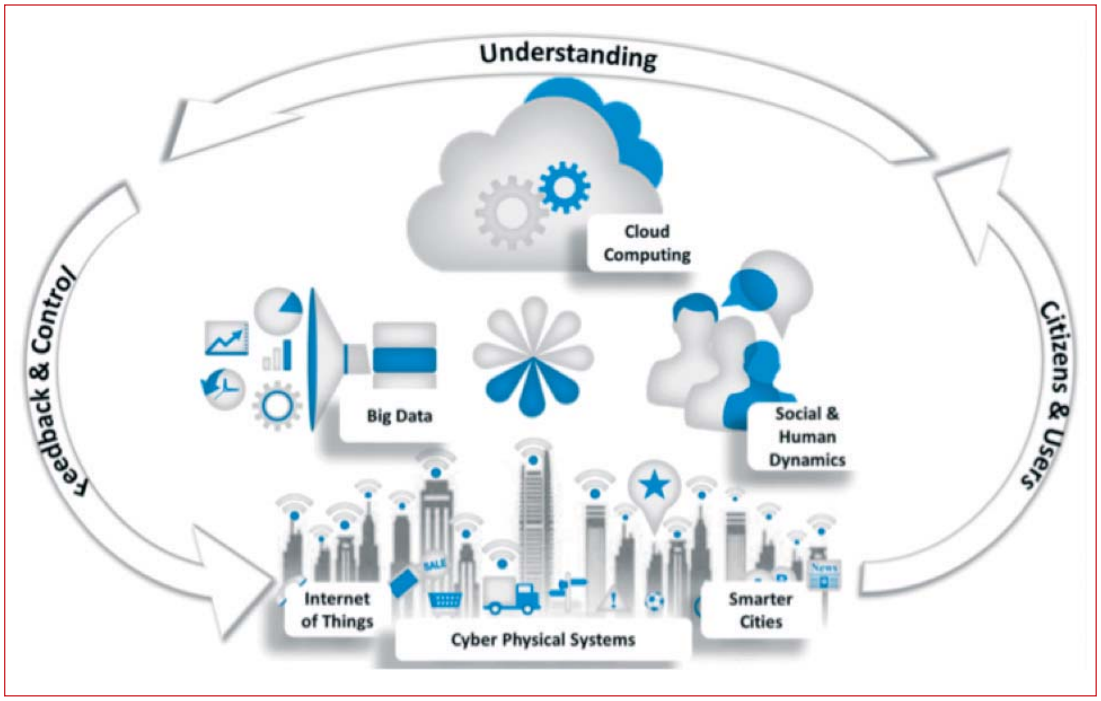


Figura 1
Una panoramica sul concetto di Smart City e ICT
Fonte: web

dell'inquinamento, raccolta e riciclo dei rifiuti e così via). Le ICT utilizzano tecnologie avanzate, sensori, dispositivi di Internet delle Cose (*Internet of Things* - IoT) e sistemi intelligenti, soprattutto per le interazioni e le risposte in tempo reale tra la città e i cittadini.
La figura 1 dà un'idea di cosa sia una Smart City dal punto di vista ICT. Una città intelligente è un luogo dove coesistono diverse entità, dai singoli cittadini a porzioni di software o anche oggetti intelligenti. La Smart City stessa ha un proprio obiettivo "globale", ad esempio la riduzione dell'inquinamento o la riduzione dei costi della spesa energetica. Anche ogni singola componente della città (l'individuo, per esempio) ha un proprio obiettivo e, in generale nel corso delle sue attività quotidiane e per raggiungere i propri obiettivi, utilizza tutte le tecnologie messe a disposizione per cooperare, comunicare o comunque svolgere attività. Può accadere che gli obiettivi della comunità siano in contrasto con quelli dell'individuo.
Un sistema software a supporto di questo scenario deve essere in grado di identificare e analizzare i bisogni degli utenti/cittadini, comprenderli e fornire le giuste procedure di controllo al fine di mediare costantemente tra i bisogni dei cittadini e l'obiettivo principale della città. Tutto questo durante un ciclo continuo di feedback che si verifica mentre il sistema software è in funzione e i cittadini stanno svolgendo le loro attività quotidiane.

Caratteristiche di sistemi complessi

Un sistema complesso è un sistema aperto composto da diverse componenti indipendenti, spesso diverse tra loro. Queste componenti possono interagire tra loro e con l'ambiente circostante. Sistemi complessi esistono in molte discipline, dalla biologia alle scienze cognitive, dall'economia all'informatica. Ciò che è comune nel concetto di sistema complesso è che il comportamento di un sistema complesso non è uguale alla somma dei comportamenti delle sue singole componenti, ma è determinato durante l'interazione del sistema con l'ambiente; il sistema stesso è un elemento integrato nell'ambiente.
L'interazione tra i singoli elementi determina il comportamento complessivo del sistema e fornisce proprietà che possono essere completamente indipendenti dai singoli elementi. Questa proprietà è chiamata comportamento emergente, nel senso che partendo dalle interazioni tra le singole componenti del sistema, emerge un "comportamento globale"; il comportamento globale non può essere previsto dallo studio delle singole parti. Ne sono un esempio alcuni sistemi biologici, come ad esempio il nido delle termiti: la singola termite svolge azioni elementari come il movimento di oggetti in modo quasi casuale; globalmente, però, le termiti creano cumuli di oggetti. Ogni termite non è biologicamente codificata esattamente per la creazione di pile, tuttavia il risultato è un comportamento complessivo emergente diverso da quello del singolo. Tutto questo porta a una visione globale (olistica) dell'analisi del sistema chiaramente molto diversa, sia dal punto di vista dello studio che della realizzazione, dall'approccio classico. Gli approcci classici, infatti, normalmente ritengono che un sistema possa essere ridotto a un sistema di componenti e non il contrario.
È anche importante introdurre il concetto di sistema complesso adattativo. I sistemi adattativi complessi (CAS) sono sistemi complessi in grado di adattarsi e cambiare a seguito dell'esperienza, come gli organismi viventi, caratterizzati dalla capacità di evolversi: cellule, organismi, animali, esseri umani, organizzazioni, società, politica, culture [9]. Un CAS è un sistema in grado di modificare il proprio comportamento in risposta a cambiamenti che si verificano nell'ambiente in cui opera o in sé stesso. L'adattamento dipende da tutti gli attori coinvolti nel sistema e dall'ambiente i cui cambiamenti influenzano e sono influenzati dal sistema nel ciclo continuo di feedback evidenziato in figura 1.
I processi classici di progettazione del software [23] prescrivono un processo ben disciplinato per lo sviluppo di un sistema software che va dall'analisi dei requisiti al codice seguendo una sequenza di attività piuttosto rigida. L'*output* di ogni attività, in generale, fornisce input per la successiva e l'insieme dei requisiti o obiettivi del sistema deve essere identificato, dettagliato e documentato, nelle prime fasi di sviluppo. In caso contrario, il rischio potrebbe essere quello di creare software con vari errori, di scarsa qualità e che non soddisfino pienamente le esigenze degli utenti. Negli approcci classici, l'ambiente in cui il software opera dovrebbe essere modellato anche nelle prime fasi dell'analisi e non cambia più nel tempo. Un cambiamento nelle condizioni operative porterebbe certamente a condizioni critiche per il sistema software che dovrebbero essere ampiamente ridisegnate per essere adattate alle nuove condizioni. Il livello di adattabilità dei sistemi software che possono essere progettati con approcci classici risiede solo nella capacità di identificare eventuali nuovi requisiti (o esigenze dell'utente) in fase di *runtime* e di riavviare il progetto software dall'analisi dei requisiti. Nel migliore dei casi, solo pochi componenti del software esistente devono essere modificati. Gli approcci classici non sono adatti per lo sviluppo di software complessi e adattativi. Come già accennato, infatti, queste tipologie di software sono oggi sempre più interconnesse, analisti e progettisti non

hanno gli strumenti giusti per anticipare al momento della progettazione quali sono le interazioni tra componenti software, tra software e utenti e tra software e ambiente che generano comportamenti emergenti e quindi nuove esigenze in fase di *runtime*. Tutto questo deve essere gestito. Il monitoraggio e la modellazione degli utenti e dell'ambiente sono la chiave per rendere il software adattivo [12, 18]. L'auto-adattamento passa attraverso requisiti che variano in fase di *runtime*. Quindi, c'è la necessità di avere i mezzi per analizzare dinamicamente i requisiti di un sistema software complesso. Un nuovo paradigma progettuale è necessario per consentire la progettazione e lo sviluppo di sistemi che adattino il loro comportamento in fase di esecuzione senza interventi umani.
Alcuni ricercatori si stanno muovendo in questa direzione. Alcuni approcci molto promettenti in questa direzione sono noti come *models@runtime* [6], dove l'idea è quella di estendere l'uso di modelli software al *runtime*, in modo che i cambiamenti di gestione siano fatti a livello di modello e non a livello di sistema. Baresi *et al.* in [4] sottolineano il modo per colmare il divario tra la progettazione e l'esecuzione: "*La netta separazione tra tempo di sviluppo e tempo di esecuzione è confusa e potrebbe scomparire in futuro per le relative classi di applicazioni*".
Quindi, come progettare un sistema complesso per supportare una Smart City? Proponiamo: non più un software ma un sistema composto da software, analisti, progettisti, utenti e ambiente che richiedono una prospettiva olistica e un nuovo paradigma di progettazione che consenta la progettazione e lo sviluppo di sistemi che adattino il loro comportamento in fase di *runtime* con un intervento umano minimo, o meglio nullo. La nuova frontiera è che non dobbiamo più progettare un software, ma un sistema fatto di software, analisti, designer, utenti e ambiente.

Analisi dei requisiti dei sistemi cibernetici

In letteratura sono state fatte diverse proposte per gestire il cambiamento dei requisiti [2-3, 11, 21].
Noi proponiamo un approccio che nella prima parte include l'analisi dei requisiti standard, partendo principalmente dalle specifiche sistema. Nella seconda parte si prende in considerazione una prima versione del sistema in funzione e si utilizzano le interazioni con l'ambiente circostante per identificare nuovi ed emergenti requisiti di sistema.
Più in dettaglio, proponiamo tre principali attività di progettazione.

- *Sviluppo classico*: analisi dei requisiti di un sistema software in cui, partendo dalle specifiche, si identificano gli utenti, si modella l'ambiente e si identificano gli obiettivi del sistema e degli utenti, nonché i relativi requisiti funzionali e non funzionali. Questa attività è piuttosto "statica", svolta da analisti di sistema ed esperti di dominio e non comporta la presenza attiva dell'utente. Il risultato è una serie di indicazioni che permettono al progettista di delineare una prima architettura di sistema, un insieme di componenti e servizi di base e le relative interazioni che formeranno il sistema iniziale.
- *Esecuzione e runtime del sistema*: è la fase in cui viene sviluppata, distribuita e lanciata una prima versione del sistema (sessione di *runtime*).
- *Identificazione e adattamento dei requisiti*: in questa fase il sistema adatta il suo comportamento in fase di *runtime*, vengono acquisite nuove esigenze attraverso l'analisi delle interazioni tra i cittadini, il sistema e l'ambiente. Il CPS è realizzato sotto forma di componenti software che interagiscono tra loro. È chiaro che in questo caso non esistono specifiche che permettano di identificare in modo classico i requisiti/gli obiettivi del sistema. La figura dell'analista o dell'esperto di dominio non esiste più. I requisiti sono presenti nell'ambiente e si realizzano solo durante le interazioni utente/sistema/ambiente. Questo è il punto cruciale del lavoro proposto: nel caso delle Smart City, abbiamo deciso di evidenziare l'interazione del sistema con l'utente (inclusione dei cittadini) e con l'ambiente sfruttando l'enorme quantità di oggetti intelligenti di proprietà dei cittadini stessi e l'enorme quantità di dati che essi scambiano.

In un primo esperimento abbiamo utilizzato i dati scambiati dagli utenti via Twitter e Facebook. L'esperimento è stato condotto nel campus dell'Università di Palermo, con l'obiettivo di creare una Smart City nel campus. Dall'analisi di alcuni gruppi Facebook e dei messaggi Twitter scambiati durante alcuni eventi particolari, si è visto che i messaggi si aggregano su temi specifici che dipendono fortemente da un contesto o da un momento specifico. Ad esempio, durante il periodo delle lauree, i messaggi si aggregano in base alle informazioni sulle varie scadenze di consegna della tesi o sul luogo in cui si svolgeranno gli esami di laurea. Oppure, durante la *Welcome Week* la maggior parte dei messaggi scambiati si è concentrata su argomenti come la disponibilità di alloggi, aule e biblioteche.
L'aggregazione di messaggi su temi particolari è chiaramente un segnale di un bisogno che il cittadino manifesta interagendo con l'ambiente circo-

stante ed è quindi un'esigenza emergente che il CPS deve soddisfare in fase di esecuzione per sostenere le attività quotidiane del cittadino e migliorarne la qualità della vita.

La figura 2 mostra quanto appena detto: al momento della progettazione gli utenti delle Smart City vengono identificati, analizzati e modellate, le loro esigenze, l'ambiente in cui vivono, il sistema e quindi i requisiti che il CPS deve soddisfare alla sua prima implementazione. In seguito, i servizi e i componenti del software vengono identificati o progettati per soddisfare le esigenze dei cittadini. Dobbiamo tenere in considerazione nel campo delle CPS e delle Smart City che alcuni componenti software e altri servizi possono essere già presenti e parte dell'ambiente, ma questo non influisce sulla nostra analisi. A *runtime*, il CPS monitora costantemente le interazioni degli utenti con l'ambiente e le utilizza per identificare eventuali nuovi requisiti che possono essere soddisfatti autonomamente in una fase progettuale successiva. Il sistema è quindi in grado di auto-ingegnerizzarsi, sfruttando ciò che l'ambiente fornisce in termini di app, bot, software di componenti, servizi, ecc.
L'approccio presentato è stato validato attraverso un esperimento all'interno dell'Università di Palermo, un esperimento ristretto nel caso dell'evento annuale della *Welcome Week*.
Il nostro obiettivo a lungo termine è quello di sviluppare una Smart City completa all'interno del campus universitario, quindi un ambiente intelligente in grado di supportare le attività quotidiane di tutti gli utenti del campus. Questo progetto è adatto anche ad analisi e ricerche nel campo delle Smart City da molti punti di vista.
La *Welcome Week* è un evento annuale organizzato per permettere agli studenti di avere informazioni sui corsi universitari. L'obiettivo della *Welcome Week* è quello di aumentare il numero di studenti che si iscrivono ogni anno e, soprattutto, di aumentare la loro conoscenza sull'offerta formativa al fine di consentire loro di decidere il processo di apprendimento, rendendoli consapevoli di come e cosa frequentare. Questo evento si svolge in uno dei più grandi edifici del campus, diverse sale conferenze sono utilizzate per la presentazione dei corsi universitari e diversi banchi informativi sono normalmente posizionati e dotati di opuscoli e materiali contenenti informazioni su alloggi, sale da pranzo, biblioteche, ecc.

Poiché la *Welcome Week* è un evento annuale, abbiamo avuto l'opportunità di interagire con gli esperti del settore per identificare i requisiti e gli obiettivi iniziali del sistema di supporto (CPS).

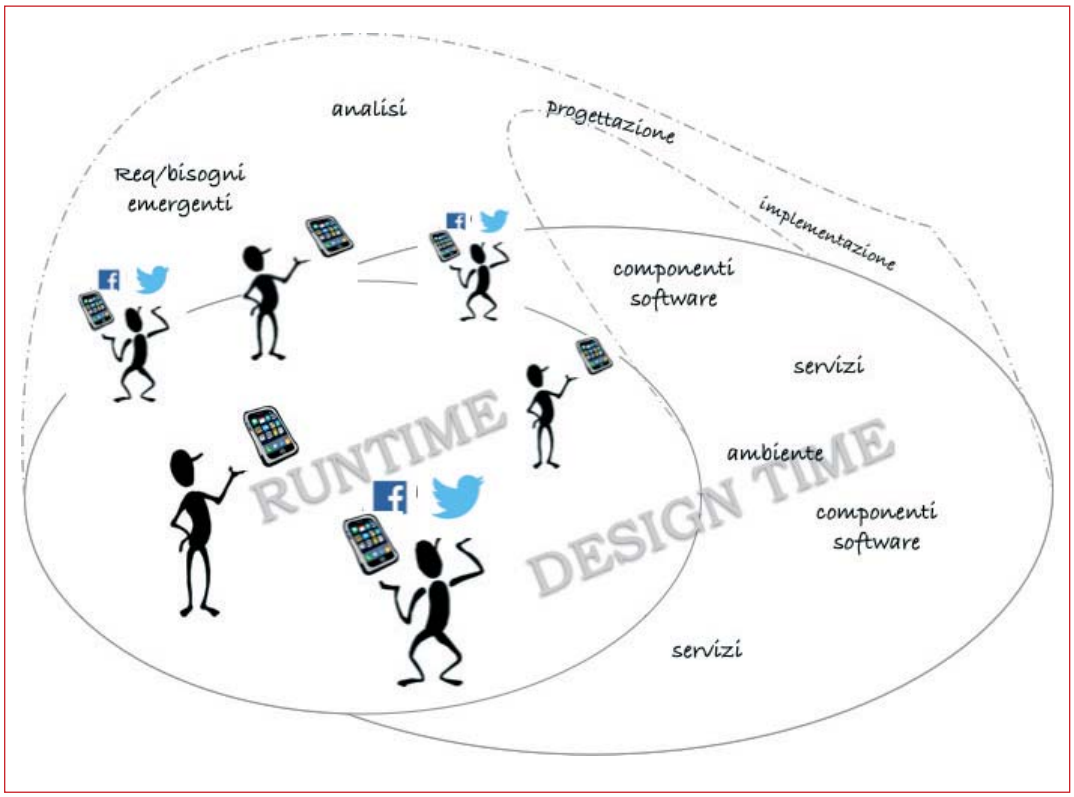
Gli utenti di questo sistema sono diversi e qui, per una più semplice descrizione, ne prendiamo in considerazione solo alcuni: l'università stessa, i presidenti dei corsi di laurea e gli studenti. Uno degli obiettivi globali dell'Università degli Studi di Palermo (con riferimento agli utenti elencati) è quello di aumentare il numero di studenti iscritti a tutti i corsi universitari. Gli obiettivi del corso di laurea sono, tra gli altri: aumentare il numero degli studenti iscritti al corso, avere a disposizione le più ampie aule per la presentazione dei corsi, il materiale informativo disponibile sul maggior numero possibile di banchi informativi e indicazioni visibili e costantemente aggiornate per raggiungere le aule. L'obiettivo principale dello studente è quello di avere più informazioni possibili per poter scegliere il corso di laurea in cui iscriversi e poi, in una sola giornata (visto che la maggior parte degli studenti partecipa all'evento solo per un giorno), trovare più informazioni possibili.
Tutti questi elementi sono stati analizzati e identificati durante la prima fase descritta nel paragrafo precedente - durante lo sviluppo classico. Parte di questo primo esperimento è stata sviluppata mediante simulazione, in particolare per gestire meglio gli intervalli di tempo durante l'analisi a *runtime*. Siamo stati in grado di fare più simulazioni e di allungare o ridurre l'intervallo di tempo in base alle nostre esigenze.

Per la simulazione sono state utilizzate tecniche di *Agent Based Modeling* e il software *NetLogo* [5, 20, 24].

L'esperimento è stato condotto in tre fasi distinte:
a. durante l'evento dello scorso anno, sono stati raccolti tutti i messaggi scambiati su Facebook e Twitter, riguardanti gli argomenti relativi all'evento scelto;
b. il CPS è stato progettato e simulato utilizzando NetLogo;
c. durante la fase di simulazione sono stati analizzati i comportamenti emergenti degli studenti.

Per quanto riguarda la prima fase, abbiamo utilizzato strumenti come Netvizz per esportare i dati estratti dai messaggi in un formato compatibile con una rappresentazione a grafo; per la rappresentazione a grafo poi abbiamo utilizzato il software Gephi. Il grafo è stato utilizzato per effettuare analisi e statistiche utilizzando quelle che vengono chiamate "*reading techniques*" [25]. La figura 3 mostra un esempio di un grafo etichettato, il risultato di Gephi, in cui la dimensione del nodo indica la quantità di messaggi scambiati sull'argomento etichettato. Quanto più grande è il nodo, tanto maggiore è la possibilità di dedurre

Figura 2
L'inclusione dei cittadini



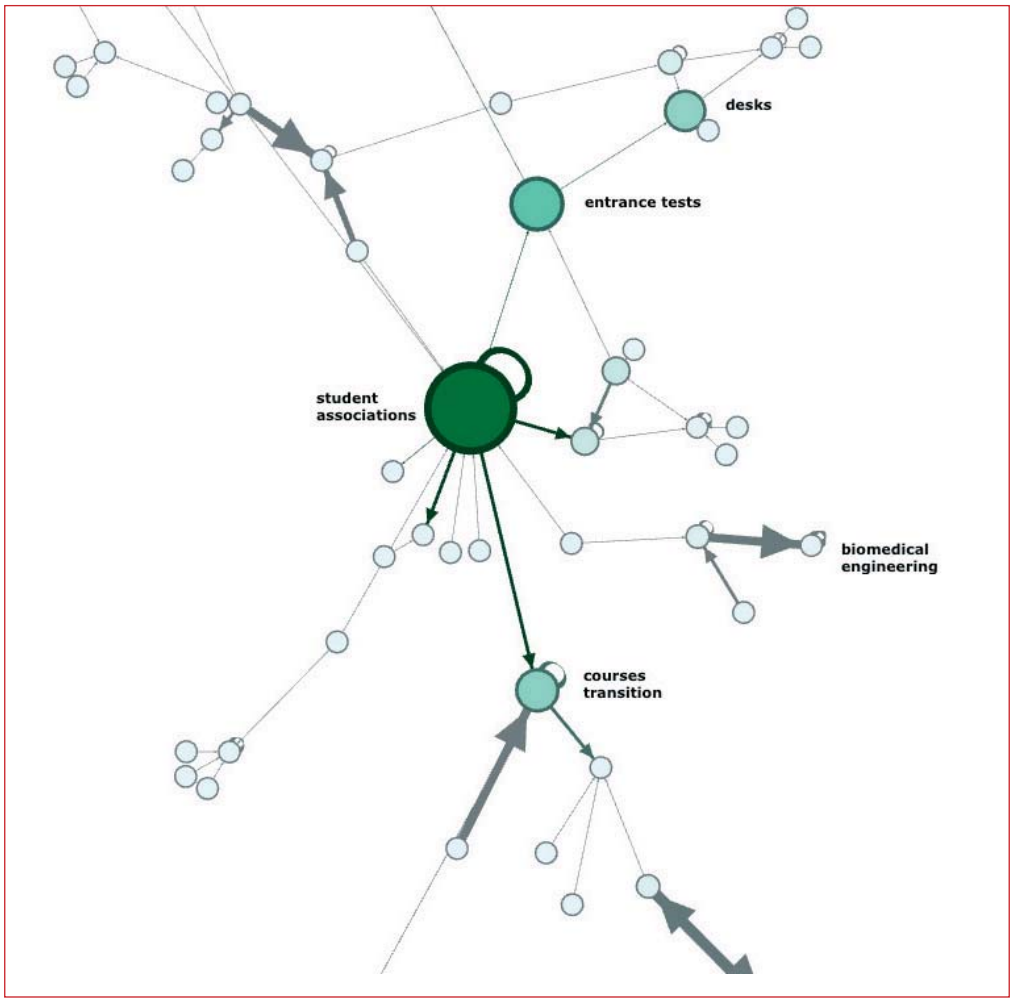


Figura 3
I dati aggregati da Facebook e Twitter

l'esistenza di un nuovo bisogno dell'utente.
Nella seconda fase, abbiamo simulato un sistema per il controllo degli accessi nelle aule e il posizionamento davanti ai banchi informativi (Figura 4). Durante la fase 3 i messaggi scambiati sono stati utilizzati come se fossero arrivati durante la simulazione e i parametri delle simulazioni sono stati modificati più volte in base ai dati contenuti nel messaggio. Dopo diverse simulazioni, considerando che il singolo utente del sistema, come detto, è interessato all'obiettivo globale della Smart City in relazione anche al suo obiettivo personale, abbiamo realizzato che:

a. utilizzando i dati desunti dallo scambio di messaggi, gli studenti hanno effettivamente adattato il loro comportamento nell'ambiente simulato;

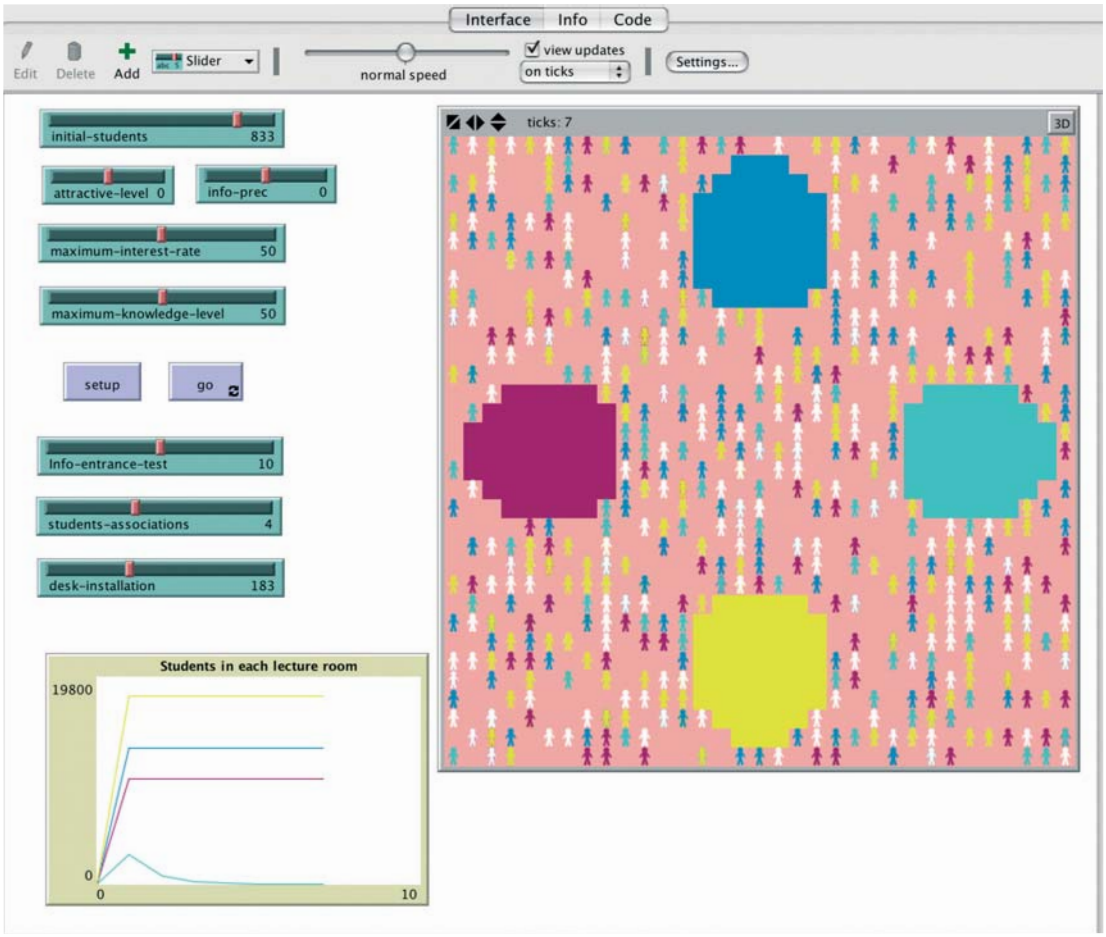
b. l'obiettivo generale è stato raggiunto e allo stesso tempo i servizi accessibili simulati, hanno migliorato la qualità della fruizione dell'evento.

Figura 4
Uno screenshot *di NetLog sul sistema simulato*

Quest'ultimo parametro è stato misurato implementando una funzione di soddisfazione in relazione ad alcune strutture messe a disposizione.

Conclusioni

In questo lavoro descriviamo un modo per eseguire l'analisi dei requisiti di sistema di Smart City sulla base delle esigenze emergenti dei cittadini identificati attraverso social network come Twitter o Facebook. Soddisfare i requisiti di sistema monitorando le esigenze emergenti dei cittadini è un modo per ridurre i tempi di progettazione e di esecuzione. L'idea è quella di utilizzare un approccio olistico e di sfruttare la grande quantità di dispositivi che i cittadini hanno a disposizione durante le loro attività quotidiane e la grande quantità di dati che essi generano. Per ora, abbiamo limitato la nostra analisi all'uso degli smartphone e dei social network.
Sono state fatte alcune sperimentazioni nell'area del campus dell'Università degli Studi di Palermo che, con le sue caratteristiche, è stata identificata come una piccola Smart City. Abbiamo notato, utilizzando Facebook o Twitter,



che diversi messaggi sono stati scambiati tra studenti o dipendenti durante specifici periodi o eventi e si aggregano su argomenti di interesse per il particolare evento. Dopo la fase di raccolta, i dati sono stati esportati e usati all'interno di un software per la loro rappresentazione sotto forma di grafico (abbiamo usato un software come Gephi ma questo non vincola i nostri risultati, qualunque altro software simile può essere usato con gli stessi risultati). Abbiamo utilizzato una tecnica specifica per estrarre informazioni utili dai dati disponibili e per identificarle come esigenze emergenti (requisiti) da soddisfare dal CPS.
L'esperimento nel campus dell'Università di Palermo costituisce un primo test che ci ha permesso di validare il quadro teorico dell'approccio proposto. È stato condotto in un ambiente parzialmente simulato che non costituisce comunque una semplificazione eccessiva.

In sintesi, il lavoro proposto fornisce il seguente contributo: identificare i requisiti dei sistemi fisici informatici per le Smart City utilizzando l'analisi dei bisogni emergenti dei cittadini.
In futuro, prevediamo di estendere il lavoro con procedure per la composizione automatica dei servizi o di componenti software per soddisfare le esigenze dei cittadini e per fornire un sostegno automatico a tali attività.

BIBLIOGRAFIA

[1] M. Angelidou: Smart city policies: A spatial approach, *Cities*, n. 41, S3-S11, 2014.

[2] M.C. Bujorianu, H. Barringer: An Integrated Specification Logic for Cyber-Physical Systems, *Proc. 14th IEEE Int. Conf. on Engineering of Complex Computer Systems (ECCS'09)*, 2009, pp. 291-300,doi: 10.1109/ICECCS.2009.36.

[3] A. Banerjeey, S.K.S. Guptay, G. Fainekosz et al.: Towards Modeling and Analysis of Cyber-Physical Medical Systems, *Proc. 4th Int. Symp. on Applied Sciences in Biomedical and Communication Technologies (ISABEL'11)*, 2011, pp.1-5, doi: 10.1145/2093698.2093852.

[4] L. Baresi, C. Ghezzi: The disappearing boundary between development-time and run-time, *Proceedings of the FSE/SDP workshop on Future of software engineering research*, ACM, 2010, pp. 17-22.

[5] M.J. Berryman, S.D. Angus: Tutorials on agent-based modelling with netlogo and network analysis with pajek, *Complex Physical, Biophysical and Econophysical Systems*, 2010, pp-351-375.

[6] G. Blair, N. Bencomo, R.B. France: Models@ run.time, *Computer*, 42(10), ottobre 2009, pp. 22-27.

[7] F. Calabrese, M. Conti, D. Dahlem, G. Di Lorenzo, S. Phithakkitnukoon: Pervasive and Mobile Computing, *Special issue on Pervasive Urban Applications*, 9(5), 2013, pp. 614-615.

[8] M. Carta: *Creative Cities in Italy: new scenarios and projects*, in T. Yan, K.R. Kunzmann: *Creative Cities in Practice-Europeaan and Asian Perspectives*, Tsinghua University Press, 2014.

[9] J.H. Holland: *Complex Adaptive Systems and Spontaneous Emergence*, in A.Q. Curzio, M. Fortis: *Complexity and Industrial Clusters. Contributions to Economics*, Physica-Verlag HD, 2002.

[10] R. G. Hollands: Will the real smart city please stand up? intelligent, progressive or entrepreneurial?, *City*, 12(3), 2008, pp. 303-320.

[11] J. Huang, F. Bastani, I. L. Yen, J. Dong et al.: Extending Service Model to Build an Effective Service Composition Framework for Cyber-Physical Systems, *Proc. Int. Conf. on Service-Oriented Computing and Applications (SOCA'09)*, 2009, pp.1-8, doi: 10.1109/SOCA.2009.5410453.

[12] P. Inverardi: Software of the future is the future of software?, *International Symposium on Trustworthy Global Computing*, Springer, 2006, pp 69-85.

[14] N. Komninos: Intelligent cities: towards interactive and global innovation environments, *International Journal of Innovation and Regional Development*, 1(4), 2009, pp.337–355.

[15] N. Komninos: Intelligent cities: variable geometries of spatial intelligence, *Intelligent Buildings International*, 3(3), 2011, pp. 172–188.

[16] K.S. Kumar, J.D. McCalley: Design techniques and applications of cyberphysical systems: A survey, *IEEE Systems Journal*, 9.2, 2015, pp. 350-365.

[17] M. Wolfram: *Deconstructing smart cities: an intertextual reading of concepts and practices for integrated urban and ICT development*, 2012.

[18] T. Nam, T. A. Pardo: Smart city as urban innovation: Focusing on management, policy and context, *Proceedings of the 5th international conference on theory and practice of electronic governance*, ACM, 2011, pp. 185–194.

[19] M. E. Newman: Complex systems: A survey, *arXiv preprint arXiv:1112.1440*, 2011.

[20] National Science Foundation (NSF): *Cyber Physical Systems NSF10515*, Arlington, VA, USA, 2013, disponibile online: www. nsf.gov/pubs/2010/nsf10515/nsf10515.htm

[21] C. M. Macal, M. J. North: Agent-based modeling and simulation, *Winter Simulation Conference (WSC'09)*, 2009, pp. 86-98.

[22] J. O. Ringert, B. Rumpe, A. Wortmann: A Requirments Modeling Language for the Component Behavior of Cyber-Physical Robotics Systems, *Modelling and Quality in Requirements Engineering*, 2012, pp. 133-146.

[23] G. Santucci et al: From internet of data to internet of things, *Paper for the International Conference on Future Trends of the Internet*, vol. 28, 2009.

[24] I. Sommerville: *Software Engineering*. Addison-Wesley.

[25] U. Wilensky, W. Rand: *An introduction to agent-based modeling: modeling natural, social, and engineered complex systems with NetLogo*, MIT Press, 2015.

[26] C. Wohlin, P. Runeson, M. Host, M. C Ohlsson, B. Regnell, A. Wesslen: *Experimentation in software engineering*, Springer Science & Business Media, 2012.

Intelligenza artificiale in aiuto alla gestione dell'energia

Claudio Tomazzoli *Dipartimento di Informatica, Università di Verona*
Simone Scannapieco *Dipartimento di Ricerca e Sviluppo, Real T Srl*

In questo articolo sono discusse diverse tecniche di intelligenza artificiale per sistemi di gestione dell'energia autonomi. Ciò porta a definire tecniche automatiche sia per l'estrazione di regole di comportamento ottimale, sia per la classificazione dei dispositivi connessi a una rete elettrica

L'incessante crescita del numero di dispositivi elettronici e di sistemi integrati nelle infrastrutture residenziali, pubbliche e industriali sta rapidamente cambiando la visione tradizionale di ecosistema urbano, da una concezione monolitica verso una rete strettamente interconnessa (Smart City). Sistemi sanitari proattivi e sistemi municipali intelligenti per la gestione del traffico stradale e pedonale sono solo alcuni esempi delle enormi potenzialità insite in questo nuovo *trend* tecnologico, per il quale si prospetta un sostanziale incremento nel lungo periodo in termini di efficienza, sicurezza e produttività. L'adozione di metodologie ICT nelle *smart area* ha influito profondamente settori quale l'economia, la *governance*, l'ambiente e la qualità della vita dei cittadini. Basti pensare alle tecnologie di *smart home* e di *ambient intelligence*, in grado di fornire assistenza continua a persone diversamente abili nello svolgimento delle attività quotidiane.

Motivazione

È opinione comune che l'applicazione di tecniche di intelligenza artificiale per la salvaguardia ambientale (*smart environment*) sia stata uno dei principali fattori scatenanti della diffusione a macchia d'olio di tecnologie *smart* nei contesti urbani [1]. Di conseguenza, tale disciplina è diventata rapidamente oggetto di interesse e studio da parte delle grandi industrie e della comunità scientifica. Le principali criticità isolate e tuttora materia di investigazione riguardano lo spreco delle risorse idriche, i consumi a basse emissioni, ma soprattutto un utilizzo responsabile delle risorse energetiche.
Dati alla mano, il consumo energetico nell'ambito residenziale e industriale si attesta a circa un quinto dell'energia prodotta e distribuita a livello mondiale, con un incremento atteso dell'1,5% annuo fino al 2040 [2]. Ciononostante, le fonti energetiche tradizionali sono sempre più limitate e le reti di distribuzione non possono essere potenziate a causa degli ingenti investimenti in tempo e denaro che tale miglioramento infrastrutturale comporterebbe. Sebbene sia in atto da anni una campagna di sensibilizzazione verso l'adozione di energie rinnovabili, le sorgenti energetiche tuttora in uso non possono al momento essere completamente rimpiazzate nel settore industriale. Tali considerazioni sottolineano senza ombra di dubbio l'importanza della gestione e del risparmio energetico nell'ambito delle Smart City.
La vasta eterogeneità delle infrastrutture contraddistinte da cospicui consumi energetici (come scuole, ospedali e uffici) dà inoltre adito a una ulteriore fonte di dibattito, ovvero come ottimizzare e automatizzare le procedure di efficienza energetica. Un interessante aspetto applicativo delle attuali tecnologie per l'efficienza energetica riguarda la possibilità da parte degli utenti finali di impostare il comportamento dei dispositivi elettronici tramite *regole di utilizzo*. Tali regole sono solitamente della forma "se <condizione> *allora* <azione>", dove <condizione> rispecchia lo stato del

dispositivo in base ad un istante (o intervallo) temporale o a un livello di assorbimento, mentre <azione> corrisponde in linea generale all'esecuzione di un comando, come l'attivazione/disattivazione del dispositivo stesso (o di altri dispositivi). Un insieme di regole di utilizzo per un dato sistema costituisce la sua *logica di automazione*, il cui scopo è ridurre la potenza totale assorbita in un istante temporale dato.
Tuttavia, è importante comprendere che applicare una logica di automazione a una rete di dispositivi complessa non basta a rendere il sistema sottostante automatizzato, né tantomeno autonomo. Di fatto, l'efficienza degli odierni sistemi di gestione energetica si basa fortemente sull'interazione utente. In ambiente industriale, personale altamente qualificato (come la figura dell'*energy manager*) è preposto alla configurazione manuale della logica di automazione e all'aggiornamento delle regole di utilizzo in base all'analisi periodica dei consumi. In aggiunta, ogni infrastruttura generalmente sottostà a *policy* di efficienza energetica proprietarie, senza tenere conto del profilo energetico di infrastrutture che possano considerarsi "simili". Malgrado sia perfettamente ammissibile implementare regole specifiche per un determinato *environment*, un *energy manager* potrebbe trarre sicuramente vantaggio dall'utilizzo di *know-how* e di *best practice* per il fabbisogno energetico dell'infrastruttura sotto analisi.
Di fatto, due ambienti (lavorativi o meno) equipaggiati col medesimo numero e tipologia di dispositivi (come computer, stampanti o elettrodomestici) condividono lo stesso profilo energetico e la loro efficienza risulta facilmente comparabile. È inoltre ragionevole assumere che l'ambiente col maggior risparmio in bolletta applichi una *policy* energetica più efficiente, la quale può essere considerata come *best practice* per entrambi gli ambienti. Purtroppo, due configurazioni difficilmente sono speculari e il processo di derivare *best practice* per un gruppo di installazioni diventa estremamente arduo.

Il metodo

Al fine di ottenere un sistema di gestione energetico completamente automatico, è fondamentale affrontare il problema della *sintesi automatica di best practice per il risparmio energetico* (in altre parole, estrarre le regole di utilizzo osservando le installazioni con un profilo energetico più efficiente). Suddividiamo il problema in tre sotto-problemi distinti:

a. definire una metodologia per raggruppare installazioni per *similarità* di efficienza energetica;
b. selezionare la migliore installazione nel gruppo dal quale apprendere le regole;
c. analizzare ed estrarre le regole dai consumi dell'installazione selezionata.

Bisogna inoltre puntualizzare che un approccio automatizzato di sintesi delle regole risulta ulteriormente complicato dal fatto che l'*environment* è soggetto a mutamenti e il carico energetico può cambiare in maniera imprevedibile nel tempo. Ad esempio, i dispositivi elettronici in un ufficio sono spesso soggetti a rimpiazzo, aggiunta o rimozione previa alcuna notifica. Nella migliore delle ipotesi, a fronte di tali modifiche gli *energy manager* aggiornano il *database* della fornitura registrata nel sistema, procedura onerosa in termini di tempo e prona a errori. In aggiunta, il personale preposto non sempre è al corrente della tipologia di dispositivo aggiunto, sostituito o rimosso (soprattutto nel caso di grandi reti di installazioni distribuite). Di conseguenza, si presentano due ulteriori sotto-problemi:

a. "codificare" in maniera appropriata una installazione in base ai dispositivi presenti;
b. dedurre in maniera automatica quali dispositivi fanno parte di una installazione.

Dare una soluzione a ogni sotto-problema equivale a definire un sistema in grado di gestire indipendentemente i cambiamenti del profilo energetico e di rivalutare le *best practice* a regime (modificando all'occorrenza le regole di utilizzo) senza alcun intervento umano, raggiungendo quindi un comportamento completamente autonomo. Nei paragrafi seguenti daremo una idea generale di come tali problemi sono stati affrontati e risolti, definendo le tecniche di base adottate. La maggior parte delle metodologie sotto descritte afferiscono al variegato campo dell'intelligenza artificiale e, in particolar modo, al *machine learning*. La scelta è dettata dalla innata capacità di tali tecniche nel generare *modelli predittivi* flessibili e incentrati su gran moli di dati, situazione che ben rappresenta il contesto applicativo in esame (ovvero, misurazioni frequenti di consumi energetici per lunghi periodi di tempo).

Codifica e raggruppamento di installazioni simili

In informatica, e nei sistemi di intelligenza artificiale in particolare, quando si devono raggruppare dei dati ci si riferisce spesso a una rappresentazione vettoriale in uno spazio multidimensionale, in cui i dati vengono raggruppati sulla base della *distanza* che intercorre tra essi in questo spazio multidimensionale. Nel nostro caso, pensiamo che sia ragionevole rappresentare un impianto come un vettore in uno spazio n-dimensionale; i vari apparecchi utilizzatori di energia possono es-

sere definiti come appartenenti a varie categorie (stampante, frigorifero, televisione, computer, macchina del caffè, ecc.) di cui si può creare una lista ordinata. Un impianto si può quindi definire come un vettore la cui componente *i*-esima è il numero di apparecchi appartenenti alla categoria *i*-esima della lista di cui sopra.
Un esempio potrà certamente chiarire questo concetto. Vi siano tre tipici impianti come possono essere tre generici uffici o appartamenti: nel primo vi sono due stampanti, dieci *computer* e una macchina del caffè, nel secondo vi sono un frigorifero, due televisioni, una lavatrice e un forno, mentre nel terzo cinque *computer*, una macchina del caffè, un frigorifero ed una stampante.
La lista di categorie in questo caso sarà C = {Stampante, Computer, Frigorifero, Macchina del caffè, Televisione, Lavatrice, Forno} e quindi i tre vettori rappresentanti gli impianti saranno p_1 = [2 10 0 1 0 0 0], p_2 = [0 0 1 0 2 1 1], p_3 = [1 5 1 1 0 0 0].
Una volta ottenuta questa rappresentazione vettoriale, si possono usare algoritmi conosciuti per raggruppare i dati quali *k-means clustering* [3]. In figura 1 si può notare un esempio di rappresentazione in uno spazio tridimensionale indotto dalla lista C = {Lampada, Computer, Stampante} e la stessa rappresentazione dopo un raggruppamento tramite algoritmo *k-means* (gli elementi detti *centroidi* di ogni gruppo sono rappresentati con una croce colorata dello stesso colore del gruppo).

Selezione dell'installazione migliore

Questa parte della procedura è decisamente semplice e non richiede tecniche sofisticate. È sufficiente osservare il consumo energetico in un periodo, informazione facilmente accessibile tramite quella che in termini comuni è la "bolletta". L'impianto da scegliere come migliore è quello che ha consumato di meno all'interno del suo gruppo di riferimento, così come individuato dalla tecnica sopra descritta.

Estrazione delle regole di comportamento

In questo caso, invece, si rende necessario l'utilizzo di tecniche di *machine learning* per risolvere il problema, applicate alla conoscenza della curva di consumo dei vari dispositivi nel tempo. Quando si cercano delle relazioni all'interno di grandi quantità di dati si dice che si stanno cercando delle "regole associative": è il caso ad esempio dell'analisi di comportamento dei consumatori nei supermercati, in cui l'analisi dei prodotti che fanno parte di un unico acquisto serve a comprendere le tendenze di acquisto dei clienti. Dal fatto che molto spesso latte e biscotti sono presenti nello stesso scontrino, si può dedurre che vi sia una qualche associazione di consumo tra questi due

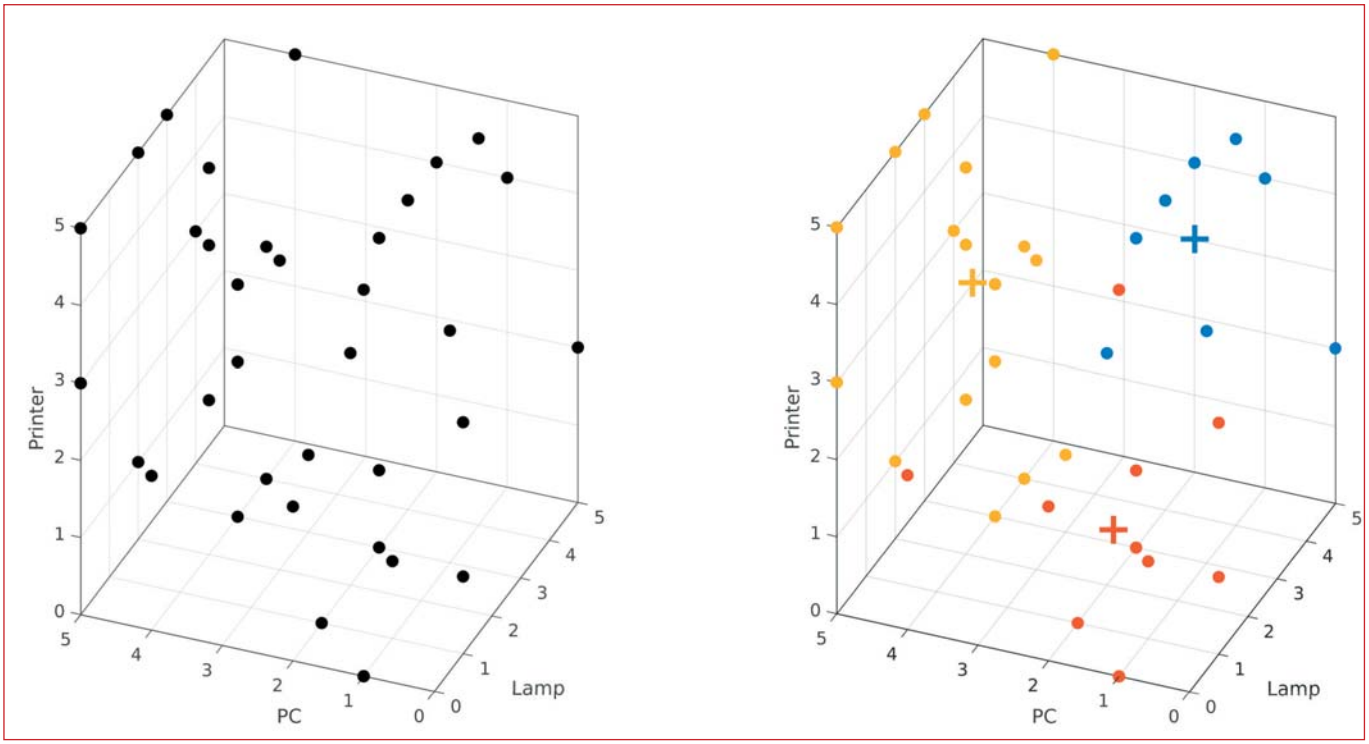


Figura 1
Esempio di rappresentazione vettoriale di impianti nello spazio tridimensionale definito da C = {*Lamp, PC, Printer*} *(sinistra); Risultato dell'algoritmo* 3-means clustering *per gli impianti rappresentati (destra)*

prodotti. Una regola associativa è una formula del tipo "X → Y" e nel nostro caso si ha ad esempio "Computer → Macchina del caffè" che significa "se il computer è acceso, allora lo è anche la macchina del caffè". Dai dati di consumo è immediato determinare i momenti in cui ogni elemento è acceso o spento; è pertanto possibile avere la conoscenza di base per poter dedurre queste regole associative (*association rule mining*). Nel nostro caso, la scelta implementativa per tale compito è caduta sul noto *Apriori algorithm* [4].

Riconoscimento automatico degli apparati

Il nostro obiettivo è di ottenere una rappresentazione del consumo di un dispositivo in un intervallo temporale in forma di breve "discorso", ovvero una sequenza di parole; questo per poter poi distinguere uno dall'altro i singoli dispositivi semplicemente guardando quali parole ognuno usa più frequentemente, in maniera analoga a quanto si utilizza nei sistemi di elaborazione del linguaggio naturale (dove, ad esempio, si è in grado di distinguere se uno scritto è di un autore piuttosto che di un altro solo osservando i loro testi e lo stile utilizzato).
Il consumo di un apparecchio nel tempo può essere considerato come una funzione continua della potenza nel tempo, come in figura 2. Eseguendo delle rilevazioni a intervalli regolari $T = \{t_1,...,t_n,...\}$, come avviene poi in realtà, quello che si ottiene è una serie di punti collegati da una linea spezzata, come in figura 3.

Questa rappresentazione a segmenti presenta a nostro avviso un notevole vantaggio: permette di ottenere facilmente il valore dell'angolo sotteso dal segmento congiungente due misure successive (gli archi in colore blu di figura 3). L'utilizzo degli angoli come criterio permette di essere insensibile alle variazioni di scala, fattore importante quando si vogliono classificare degli elementi sulla base del comportamento; un piccolo frigorifero a singola anta consumerà certamente di meno di un grande frigorifero industriale a due ante, nondimeno il tipico consumo del ciclo di raffreddamento sarà il medesimo. Similmente, una lampada a incandescenza - tipico carico resistivo - da 50 W differirà da una da 200 W solo per il valore della potenza impiegata, ma la "curva di consumo" sarà una versione in scala di quella dell'apparato più potente.
A questo punto, avendo gli angoli, si applica una tabella di conversione per cui ogni angolo viene trasformato in una lettera dell'alfabeto che ne rappresenti in qualche modo la "pendenza", come meglio dettagliato in figura 4. Sulla sinistra si può notare la tabella di conversione, mentre sulla destra si ha una rappresentazione grafica della conversione da angolo a lettera dell'alfabeto.
Grazie a questa trasformazione, la curva di consumo di un apparecchio in un determinato intervallo di tempo viene ad essere rappresentata come una sequenza di caratteri. Ad esempio, in figura 5 si ha un esempio di curva di consumo campionata a intervalli $T = \{t_1,..., t_5,...\}$ di una stampante, la cui conversione in stringa DPSVS

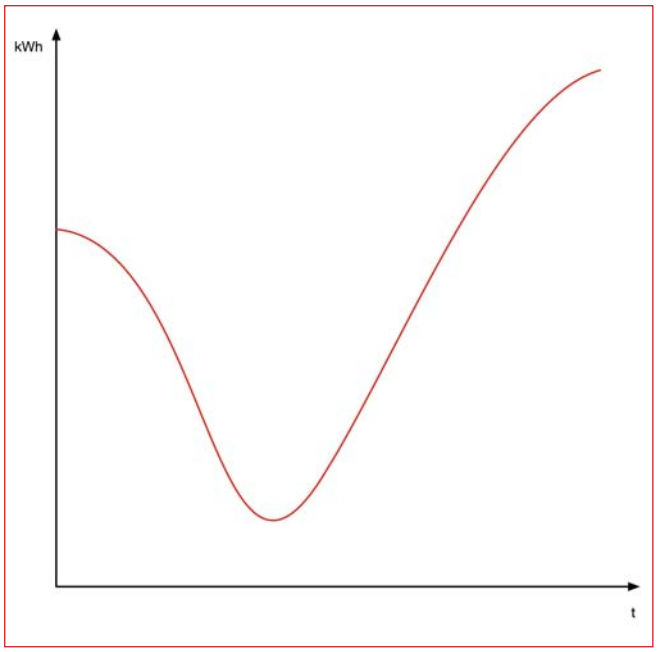


Figura 2
Rappresentazione ideale del consumo energetico di un dispositivo (funzione continua)

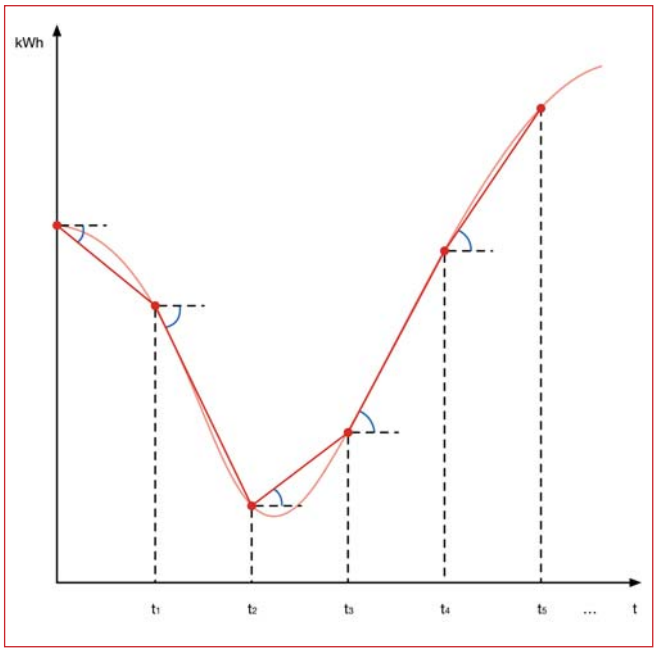
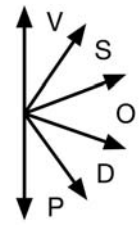


Figura 3
Rappresentazione veritiera del consumo energetico di un dispositivo (funzione di interpolazione lineare)

viene ben descritta in figura 6.
A questo punto siamo in grado di separare le parole per poter ottenere un "discorso" del dispositivo. Per fare questo, si deve far ricorso al significato delle varie lettere e in special modo a quello della lettera O. È noto dalla teoria dell'informazione che nella lingua italiana le vocali sono portatrici di ben poca informazione, essendo questa concentrata principalmente nelle consonanti; le vocali hanno mera funzione di spaziatura tra le consonanti. Anche nel metodo che stiamo illustrando questa lettera, che sta per "Orizzontale", rappresenta un angolo quasi nullo, ovvero il fatto che ci siano state variazioni trascurabili di valore tra due rilievi consecutivi. Da un punto di vista di valore informativo è quindi la lettera che trasporta il minor valore di informazione. Pertanto, una sequenza di tre o più O consecutive tra due consonanti verrà trasformata a sua volta in due O separate da uno spazio, mentre se presenti a inizio o fine stringa verranno eliminate tutte le O tranne una; la sequenza di esempio OOOOVOOOOOOOPOOVOOOOOPO diventerà quindi OVO OPOOVO OPO.
In questo modo, al termine delle trasformazioni di cui sopra, una sequenza di misure di potenza diventa una sequenza di parole, ovvero una specie di "impronta verbale" (*footprint*) del dispositivo in esame. A questo punto è possibile sfruttare algoritmi di Intelligenza Artificiale per l'analisi dei testi e riconoscere le similarità tra dispositivi. In astratto si può dire che quelli con più parole in comune nella loro *footprint* saranno considerati simili. Questo si realizza tramite il modello detto *bag of word* [5], dove i testi sono rappresentati come collezioni di parole in cui si considerano semplicemente le singole parole e la frequenza con cui appaiono nel testo. Usando questo modello, la *footprint* di un dispositivo può essere rappresentata con un insieme di "parole energetiche" (*bag of energy words*), di cui in Tabella 1 viene dato un esempio per tre tipologie di apparecchi. Ora, in maniera analoga a quanto fatto per la classificazione degli impianti, si istituisce un dizionario energetico usando le *energy word* considerate rilevanti e si definisce una rappresentazione vettoriale dell'apparecchio in cui l'elemento *i*-esimo del vettore è il numero di occorrenze nella *footprint* della parola *i*-esima del dizionario energetico. In

Figura 4
Tabella di mappatura da intervalli angolari a lettere dell'alfabeto (sinistra); Rappresentazione grafica della mappatura (destra)

Angle span	Meaning	Letter
$\frac{1}{2}\pi \le \alpha < \frac{3}{10}\pi$	"Vertical" behaviour	V
$\frac{3}{10}\pi \le \alpha < \frac{1}{10}\pi$	"Slope up" behaviour	S
$\frac{1}{10}\pi \le \alpha \le -\frac{1}{10}\pi$	"Horizontal" behaviour	O
$-\frac{1}{10}\pi < \alpha \le -\frac{3}{10}\pi$	"Slope down" behaviour	D
$-\frac{3}{10}\pi < \alpha \le -\frac{1}{2}\pi$	"Precipitous" behaviour	P



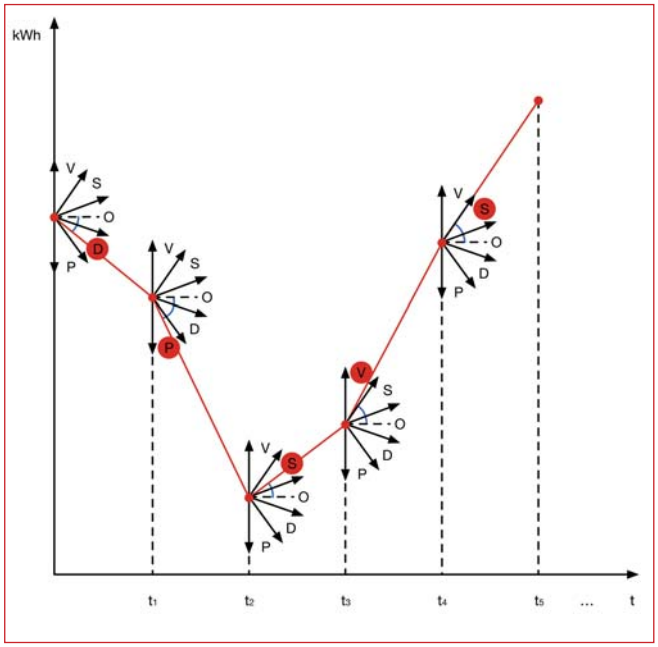


Figura 5
Mappatura alfabetica applicata a ogni misurazione

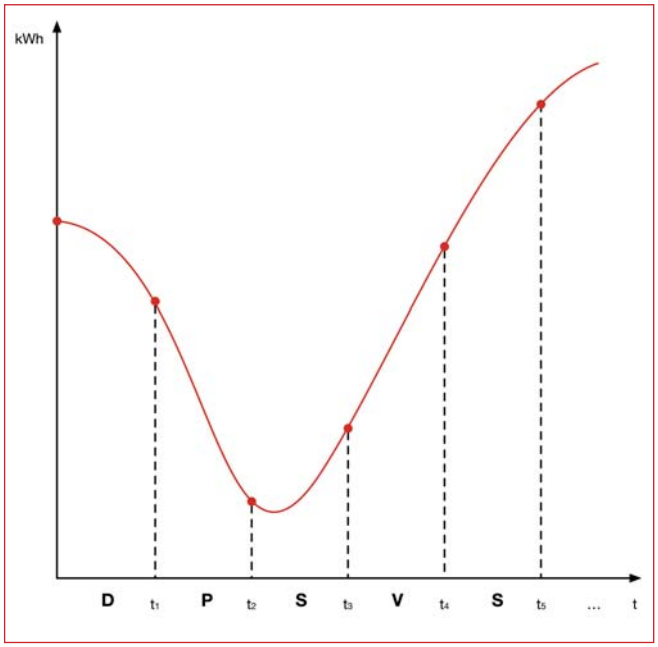


Figura 6
Traduzione alfabetica della funzione di consumo continua

pratica, se prendiamo come dizionario energetico W = {OVSO, OVDO, OVOPO, ODOSO, OSDOVP}, la rappresentazione vettoriale dei tre apparati Computer, Stampante e Acquario di Tabella 1 è $d1$ = [0 2 1 0 1], $d2$ = [0 2 0 0 2], $d3$ = [0 2 0 0 0]. Partendo dall'assunto che la posizione delle varie parole nel testo sia irrilevante, si possono applicare i ben noti *classificatori Bayesiani Naïve* per generare il modello di classificazione, che si può riassumere in parole semplici come segue: dato un insieme di apparecchi conosciuti, che può anche crescere nel tempo, un apparecchio non identificato viene confrontato con quelli precedentemente identificati e classificato in base al grado di similarità, ottenendo un riconoscimento automatico.

Tabella 1 - Esempi di *bag of energy word*

Word	Devices		
	Computer	Printer	Aquarium
OSDOVP	1	2	0
OVOPO	1	0	0
OVDO	2	2	2
ODOSO	0	0	0

Un prototipo funzionante: *MyElettra*

MyElettra è un sistema hardware e software intelligente che permette la misurazione in tempo reale dei consumi elettrici, oltre al controllo (compresa l'accensione e lo spegnimento) degli apparecchi presenti negli uffici. È in grado di monitorare capillarmente le apparecchiature senza richiedere interventi invasivi sull'impianto elettrico esistente, senza intervenire sulle strutture murarie degli edifici in cui viene installato il sistema. È uno strumento che permette di ottenere dei *report* dettagliati sulla base dei quali impostare tempestivamente le migliori regole per i consumi elettrici. Per tale motivo, è possibile impostare delle *policy* di gestione degli apparati basate sui consumi rilevati disponendo altresì di strumenti immediati,

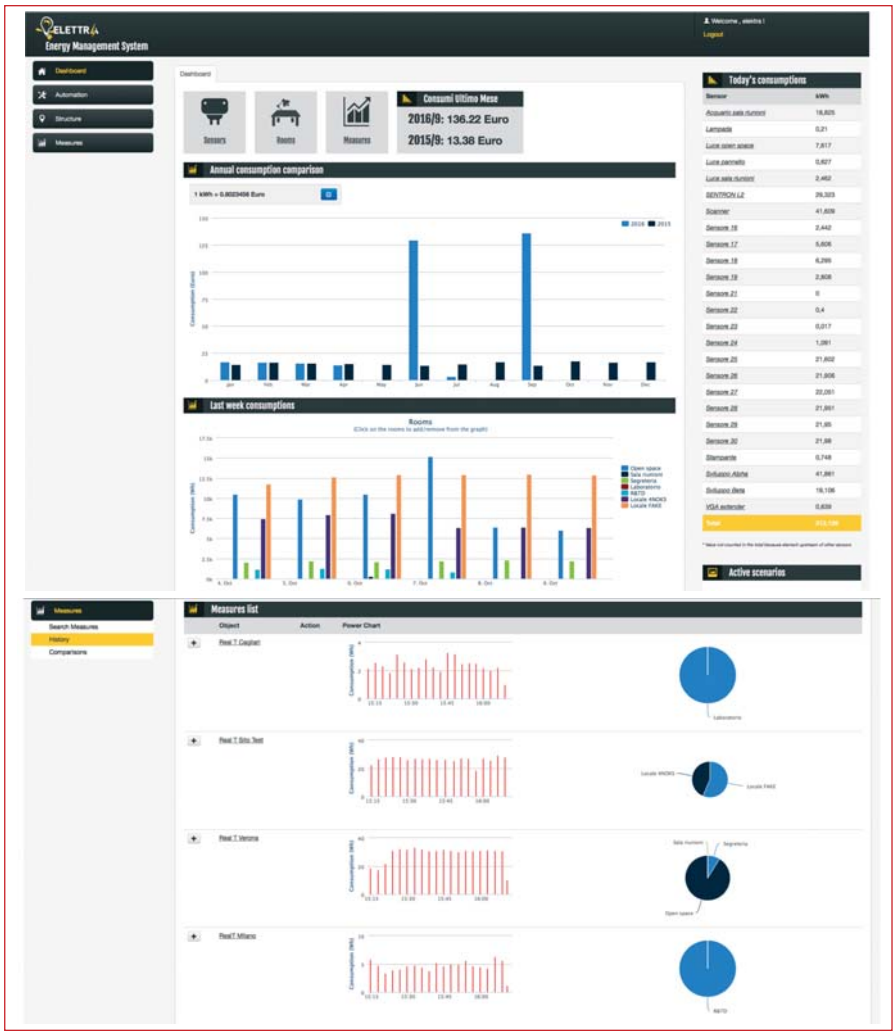


Figura 7
Schermate di esempio del sistema MyElettra

semplici e intuitivi per poter controllare, gestire e misurare i consumi di corrente della struttura in cui viene impiegato.
MyElettra non si limita alla semplice accensione o spegnimento degli apparati collegati, ma consente di impostare delle specifiche condizioni di utilizzo definite dall'utente con il massimo grado di versatilità (per esempio, l'attivazione di una regola di utilizzo al verificarsi di un picco di consumo).
Il sistema *MyElettra* è composto da diverse componenti strettamente interconnessi:

- *sensori*, insieme di sensori-attuatori per la misura e il controllo alla presa di consumi elettrici;
- *concentratore*, un sistema di interfaccia tra i sensori-attuatori e il sistema centrale, con capacità proprie di elaborazione e connessione;
- *elettra*, un sistema centralizzato di livello *enterprise* che aggrega, gestisce e rende fruibili le informazioni e i dati in ambito *web*;
- *applicativo* per dispositivi *smartphone* e *tablet* che permette di interagire con il sistema di sensori e ottenere informazioni sui consumi; può collegarsi localmente al concentratore ovvero al sistema centrale.

In figura 7 si possono notare due schermate di esempio dell'applicativo, dove l'utente può consultare i vari profili di consumo.

Esperimenti e relativi risultati

Le ipotesi alla base del metodo sopra descritto di riconoscimento automatico di apparati sono state testate tramite due esperimenti basati su dati reali provenienti da situazioni distinte e separate geograficamente. Il primo esperimento considera i dati di dispositivi controllati dal sistema *MyElettra* sopra descritto e localizzati in Italia, mentre il secondo esperimento è basato su dati pubblici derivanti dal progetto europeo CoSSMic, in cui le misure afferiscono ad apparati presenti in edifici tedeschi dell'area del lago di Costanza.

Esperimento 1: dati di MyElettra

L'insieme di dati su cui si basa l'esperimento include dati di consumo rilevati a intervalli di trenta secondi, da dieci differenti dispositivi, per un periodo di oltre un anno. Da questi dati per così dire grezzi, si è proceduto a una preventiva aggregazione per intervalli di un'ora, un giorno e una settimana da cui estrarre la *footprint* di ogni dispositivo. Da tale elaborazione è risultato sufficiente operare per tracce quotidiane, per cui il vettore rappresentante un apparato deriva da un singolo giorno di osservazione. Il dizionario completo delle *energy words* è stato creato contando tutte le differenti parole presenti in tutte le tracce di tutti i dispositivi. Il dizionario comprendeva inizialmente più di 68.000 parole, la maggior parte delle quali presente solo una o due volte complessivamente. Per questa ragione, si è deciso di considerare solamente quelle parole che apparivano almeno tre volte, riducendo così la dimensione del risultante spazio vettoriale di oltre un ordine di grandezza arrivando a 3.706 elementi per vettore di descrizione. Un esempio della *bag of energy word* risultante viene riportata in Tabella 2.
La classificazione bayesiana è stata poi convalidata con la tecnica della *fold cross-validation*; i risultati sono riportati in figura 8 e Tabella 3.
Come si può vedere, apparecchi diversi offrono spesso *footprint* ben distinguibili tra loro.
Il modello al momento è in grado di distinguere correttamente stampanti, macchine del caffè e scaldabagno mentre non ottiene buoni risultati

Tabella 2 - Esempi di *bag of energy words* per dispositivi controllati da *MyElettra*

Word	Test devices			
	Coffee machine	Printer	Boiler	Aquarium
OVOPO	1	35	0	0
OVPDO	1	1	0	0
OSDO	35	1	0	0
OVPO	92	36	0	0
OVDPO	0	1	0	0
OSSPO	0	1	0	0
ODPO	0	0	1	0
OVSO	0	0	3	0
OPO	0	0	77	2
OVO	0	0	77	2

Tabella 3 - Matrice di confusione per la classificazione dei dispositivi controllati da *MyElettra*

Device	Classified as				
	Pr	Aq	CM	Fr	Bo
Pr	113	12	7	48	39
Aq	1	43	0	15	111
CM	0	0	209	10	0
Fr	2	1	2	248	0
Bo	0	26	0	0	229

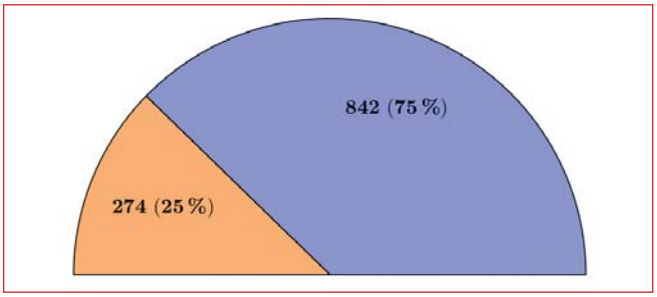


Figura 8
Comparazione fra footprint *classificate correttamente (violetto) e non correttamente (arancio) dei dispositivi controllati da* MyElettra

nel caso di carichi puramente resistivi (o principalmente resistivi) quali lampade e acquari, che spesso confonde uno con l'altro. Di fatto, un acquario è l'insieme di una serie di apparecchi quali una o più pompe, uno o più riscaldatori (che sono delle resistenze con un termostato il tutto in un involucro stagno) e una o più lampade. Le prime sono accese sempre e pertanto comportano solo un innalzamento della curva di consumo, difficilmente rilevabile come le sole misure angolari, mentre riscaldatori e lampade da acquario sono effettivamente assimilabili a lampade a incandescenza.

Esperimento 2: dati del progetto europeo CoSSMic

Il progetto CoSSMic è un progetto pubblico europeo il cui obiettivo è l'efficienza energetica. Tra i prodotti del progetto vi sono dei dati riguardanti i consumi elettrici di diversi ambienti quali abitazioni e piccoli uffici. Il momento di inizio delle misurazioni, così come gli intervalli di misura e la qualità dei dati variano da caso a caso, talvolta con mancanza di dati per intervalli di diverse ore. I dati sono disponibili via *web* e riguardano pompe di calore, lavastoviglie, lavatrici, frigoriferi e congelatori presenti in un sito di prova e in un intervallo temporale relativo al periodo tra ottobre 2015 e febbraio 2017. Essi non hanno pertanto alcuna relazione con i dati dell'esperimento precedente, se non per il fatto che riguardano dispositivi elettrici.

Tabella 4 - Matrice di confusione per la classificazione dei dispositivi controllati nel progetto *CossMic*

Device	Classified as				
	WM	Di	Fr	HP	Re
WM	113	12	7	48	39
Di	53	68	17	1	5
Fr	41	74	1	10	0
HP	16	1	126	2	8
Re	3	1	3	2	112

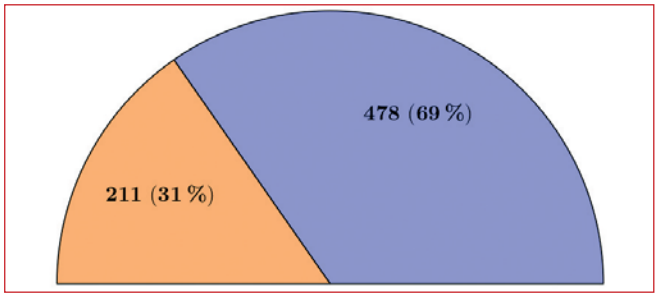


Figura 9
Comparazione fra footprint *classificate correttamente (violetto) e non correttamente (arancio) dei dispositivi controllati nel progetto* CossMic

I procedimenti seguiti sono i medesimi dell'esperimento sui dispositivi controllati da *MyElettra*, ottenendo i risultati espressi in figura 9 e Tabella 4. In questo caso il modello si comporta egregiamente nel caso di congelatori, pompe di calore e frigoriferi, mentre presenta risultati meno incoraggianti nella classificazione di lavatrici e lavastoviglie.
I risultati mostrano *performance* del modello sostanzialmente in linea con quelle dell'esperimento precedente e pertanto rappresentano una ulteriore validazione del modello medesimo.

Conclusioni

In questo articolo abbiamo mostrato come lo sfruttamento di tecniche proprie dell'intelligenza artificiale (e di *machine learning* in particolare) permetta di estrarre in maniera automatica, a partire da dati di consumo energetico, regole di comportamento poi utilizzabili da sistemi per la gestione dell'energia. Tali regole, estratte da ambienti considerati efficienti, possono essere inquadrate come vere e proprie *best practices* applicabili a impianti tra loro simili. Un comportamento pienamente autonomo di tali sistemi è poi possibile grazie all'utilizzo di un algoritmo di classificazione automatica di dispositivi elettrici, che permette di avere la certezza che il modello su cui si applicano le regole rappresenti la realtà. La metodologia descritta è stata convalidata con prove eseguite su misurazioni reali fornite da due distinti insiemi di dati e riferiti a due distinti e diversi impianti, uno in Italia e uno in Germania, con risultati molto promettenti. Si auspica l'applicazione degli algoritmi e delle metodologie descritte su *data set* ancora più consistenti e su intervalli temporali ancora più estesi, nonché la scelta di diverse scelte implementative per migliorare le *performance* di classificazione (come estendere l'alfabeto di traduzione delle curve di carico o adottare famiglie di classificatori più sofisticate).

BIBLIOGRAFIA

[1] R. Bonetto, M. Rossi: *Machine Learning Approaches to Energy Consumption Forecasting in Households*, CoRR abs/1706.09648. arXiv:1706.09648.

[2] International Energy Outlook 2016: *Rapporto Tecnico DOE/EIA-0484(2016)*, United States Energy Information Administration, maggio 2016.

[3] R. Agrawal, R. Srikant: Fast Algorithms for Mining Association Rules, *Atti della 20a conferenza VLDB*, Santiago, Cile, 1994.

[4] H.H. Bock: Clustering Methods: *A History of k-Means Algorithms*, Selected Contributions in Data Analysis and Classification.

[5] Z. S. Harris: Distributional structure, *Word*, 10(2–3), 1954, pp. 146–162. doi:10.1080/00437956.1954.11659520.

Smart Angel e Smart Home: in aiuto alla disabilità intellettiva

Laura Freina, Rosa Bottino *CNR - Istituto per le Tecnologie Didattiche* - Filippo Costa *SoftJam SpA*

Grazie alla piattaforma *Smart Angel*, persone con disabilità intellettiva trovano un aiuto discreto e costante per la propria autonomia in città. *Smart Home* aggiunge un modulo a supporto della vita in appartamento didattico, aumentando ulteriormente la loro indipendenza e qualità della vita

Le disabilità intellettive, che comprendono diverse patologie sono accompagnate da limitazioni rilevanti nell'autonomia personale e, in generale, nei comuni compiti della vita quotidiana. Tali problematiche colpiscono tra l'1 e il 2,5% della popolazione mondiale [1]. La stragrande maggioranza di questa popolazione riesce a raggiungere un certo livello di autonomia, grazie all'aiuto costante delle famiglie e di personale specializzato. In questo modo, molte persone affette da disabilità intellettive riescono a trovare un lavoro, a fare sport, frequentare corsi di formazione, ecc. Per raggiungere questo livello di autonomia, è necessaria una lunga fase di apprendimento e potenziamento delle abilità di base, seguita da un periodo durante il quale la persona inizia a saggiare la propria indipendenza, affiancata da educatori/operatori del settore che la accompagnano gradualmente verso una sempre maggiore autonomia.

La sindrome di Down è una delle più comuni anomalie cromosomiche che causa disabilità intellettiva. Lo sviluppo cognitivo in questi casi è rallentato, e le difficoltà di apprendimento perdurano per tutta la vita. Tipicamente le persone con la sindrome di Down tendono ad avere problemi nell'astrazione, nella generalizzazione e nella memoria a breve termine. L'apprendimento richiede tempi lunghi e molto esercizio. Inoltre, è spesso presente la difficoltà di trasferire le competenze acquisite a situazioni ed esperienze nuove.
Considerando queste difficoltà, sono stati realizzati i progetti "Smart Angel" e "Smart Home" finanziati da Regione Liguria attraverso fondi strutturali europei.

Il progetto *Smart Angel*, con l'uso di tecnologie innovative, si propone di offrire un supporto specifico nella fase iniziale di apprendimento e, successivamente, nella mobilità urbana di persone con disabilità intellettiva. Basato su tecnologie mobili e una piattaforma Cloud, è stato successivamente ampliato con il progetto *Smart Home*, nel quale si è realizzato un modulo di assistenza domestica a supporto della vita autonoma negli appartamenti didattici gestiti dalla Fondazione CEPIM (Centro Italiano Down Onlus, www.fondazionecepim.it).

Il progetto Smart Angel

Obiettivo del progetto *Smart Angel* è stata la realizzazione di un sistema basato su tecnologie *Cloud* mobili e sistemi di geo-localizzazione (sia terrestre che satellitare) per sostenere il processo di autonomia e indipendenza di persone con disabilità intellettive, con particolare riferimento per chi è affetto da sindrome di Down.

Il progetto, cofinanziato tramite il Programma Attuativo Regionale del Fondo Aree Sottoutilizzate Regione Liguria 2007-2013 (PAR-FAS), ha visto la collaborazione di enti di ricerca (l'Istitu-

to per le Tecnologie Didattiche del CNR e il Dipartimento di Ingegneria DITEN dell'Università di Genova), di una associazione di utenti (Fondazione CEPIM) e di alcune aziende operanti sul territorio (SoftJam SpA, ETT SpA, GGallery Srl e Linear Srl).

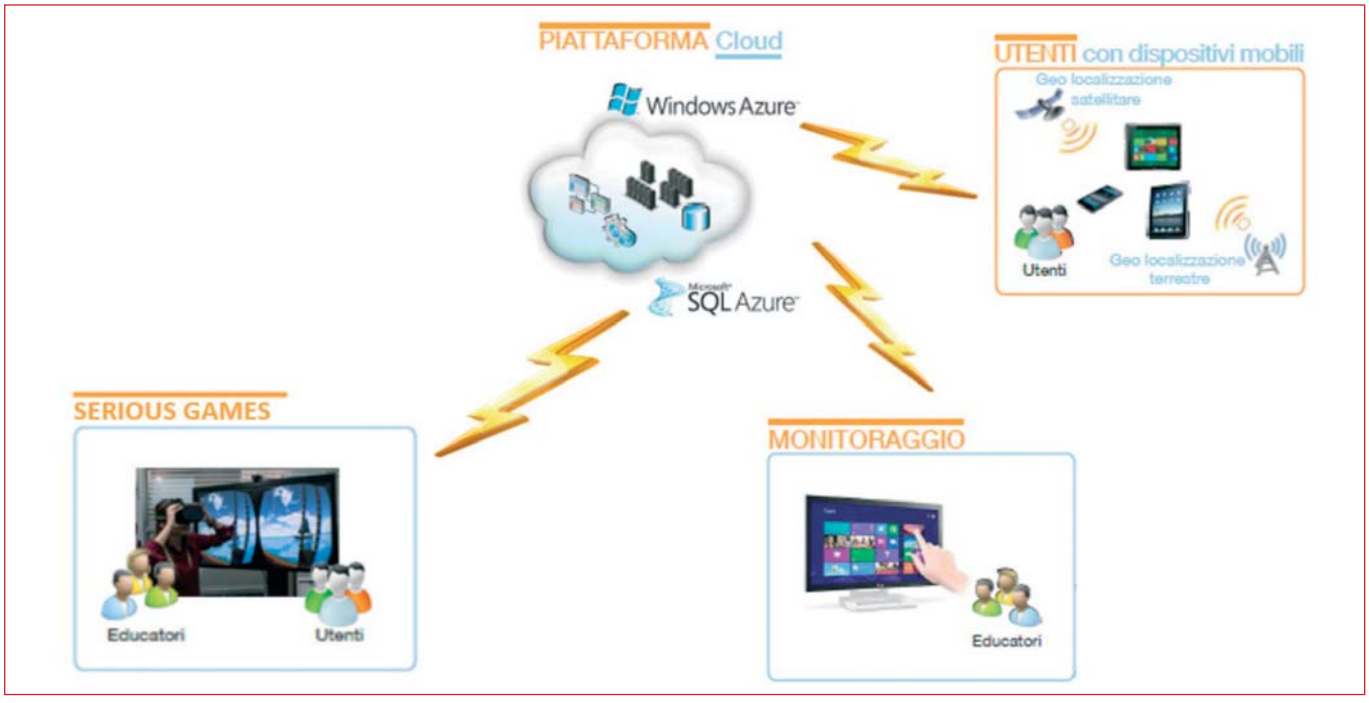
Il nome del progetto "Smart Angel" richiama un angelo custode, presente e pronto a offrire aiuto e supporto quando necessario, ma sempre con modalità non invasive. *Smart Angel* ha lo scopo di favorire l'integrazione di persone con disabilità intellettiva nella società, fornendo loro prodotti software accessibili a supporto della loro vita indipendente, oltre che un sistema di aiuto nella lunga fase di apprendimento.

Nell'ambito del progetto, la mobilità urbana è stata percepita come elemento chiave per favorire l'autonomia. Il primo obiettivo del progetto è stato, quindi, la realizzazione di un dispositivo che potesse aiutare la mobilità di persone con disabilità intellettive in contesti urbani noti e per loro rilevanti (posto di lavoro, divertimenti, sport, casa). Il processo che porta le persone con disabilità intellettive all'acquisizione di questo tipo di autonomia non è immediato. L'apprendimento tende a essere particolarmente problematico e le abilità di base necessarie per potersi muovere autonomamente nei cotesti urbani vengono tradizionalmente acquisite nel lungo periodo, in situazioni reali sotto la diretta supervisione di educatori specializzati. Senza contare i freni posti al processo di autonomia dalle comprensibili paure espresse dalle famiglie, dai caregiver, ecc. Il progetto *Smart Angel* si è, quindi, posto l'obiettivo di semplificare e rendere più efficace il lavoro degli educatori e degli operatori in questo campo ricorrendo all'uso di tecnologie innovative. In questo modo si riducono i costi e i tempi di supervisione in cui l'educatore deve essere fisicamente presente, pur permettendo di seguire adeguatamente gli utenti nonostante il numero limitato di educatori disponibili.

Le modalità di apprendimento su cui si basa il sistema *Smart Angel* sono di tipo esperienziale: si basano, in altre parole, sulla sperimentazione diretta di varie situazioni. Data la tipologia dell'utenza, tale approccio è più efficace rispetto a quelli basati sulla concettualizzazione astratta. Il progetto ripropone lo stesso approccio sperimentato con successo da anni dalla Fondazione CEPIM, con l'utilizzo di tecnologie innovative.

Smart Angel permette ai propri utenti la possibilità di imparare nuovi percorsi in città in modo concreto: percorrendoli direttamente senza l'uso di mappe che richiederebbero un alto livello di astrazione. Inoltre, durante il processo di apprendimento, a ogni persona viene offerta l'assistenza necessaria in modo personalizzato, aiutandola a raggiungere la meta prefissata. L'assistenza offerta viene successivamente ridotta

Figura 1
Le componenti principali del sistema Smart Angel



man mano che le capacità dello studente aumentano [2]. La ricerca ha dimostrato che questo approccio didattico facilita l'apprendimento in persone con sindrome di Down riducendo il numero di errori e non pesando troppo sulla memoria a breve termine.

Gli educatori e le famiglie sono spesso iperprotettive nei confronti dei loro cari e tendono a sottostimare le loro abilità reali e a limitarne l'autonomia. *Smart Angel*, tracciando in tempo reale i movimenti degli utenti e garantendo, allo stesso tempo, un aiuto personalizzato, quando necessario, permette una maggiore tranquillità alle famiglie, permettendo loro di concedere maggior libertà sapendo che nel caso emergessero situazioni impreviste, queste potranno essere affrontate col supporto di un educatore esperto.

Il sistema si rivolge principalmente a due diverse fasce d'età:

- adolescenti (14-18 anni), che frequentano ancora la scuola e sono in fase di acquisizione della loro autonomia: stanno imparando a orientarsi, a percorrere la strada da casa a scuola, ecc.;
- giovani adulti (18-30 anni) che iniziano una vita indipendente, hanno un lavoro, si muovono autonomamente e seguono alcune attività ricreative nel tempo libero. In genere, non sono in grado di vivere in completa autonomia, ma hanno bisogno di aiuto per alcune attività.

Dall'analisi delle necessità dell'utenza, sono emersi parecchi ambiti in cui sarebbe stato utile offrire aiuto. In *Smart Angel* si è deciso di focalizzarsi sui problemi legati alla mobilità urbana. Le problematiche legate alla vita autonoma in appartamento sono state affrontate successivamente, nella realizzazione del modulo *Smart Home*.

Le principali componenti del sistema *Smart Angel*, delineate nella figura 1, comprendono alcuni giochi (*Serious Games*) per supportare l'acquisizione di abilità di base, una piattaforma *Cloud* sulla quale vengono memorizzati tutti i dati del sistema, un modulo di monitoraggio che funziona sugli smartphone degli utenti e un software specifico per gli operatori.

Le persone con disabilità intellettiva coinvolte in *Smart Angel*, hanno svolto un ruolo centrale in tutte le fasi del progetto. Sono state attivamente coinvolte sin dall'inizio nella definizione dei bisogni e nella definizione delle specifiche del sistema, con un approccio collaborativo [3] che ha visto la partecipazione attiva di tutti i partecipanti (utenti, educatori, sviluppatori e ricercatori).

La piattaforma *Cloud*

Nel sistema *Smart Angel*, la piattaforma in *Cloud* è basata sul sistema *Microsoft Azure*[1], il software *open source* che offre numerose applicazioni e soluzioni di "cloud computing".

La piattaforma raccoglie tutti i dati provenienti dagli educatori, dai giochi e dalle attività di monitoraggio, e li memorizza in una base dati centralizzata. Tale sistema permette agli educatori sia il monitoraggio in tempo reale su mappa di tutti i propri assistiti, sia un'analisi storica dei dati raccolti. Nello studiare i movimenti, le aree della città che sono state esplorate e i comportamenti di ogni persona, gli educatori possono avere una conoscenza più approfondita delle reali abilità e dosare meglio il proprio intervento. Al crescere dell'indipendenza, gli educatori possono lasciare sempre più autonomia ai propri assistiti.

L'utilizzo di un sistema in *Cloud* offre svariati vantaggi. Il sistema è fruibile da qualsiasi luogo e in qualsiasi orario e permette agli educatori di seguire i propri assistiti senza doversi recare fisicamente presso il centro di monitoraggio. Inoltre l'intera piattaforma è scalabile, può potenzialmente e facilmente crescere aprendosi ad altre associazioni o altre tipologie di utenza come, ad esempio, le persone ai primi stadi della demenza senile [4]. L'ampia base di dati che si può creare nel tempo con l'utilizzo del sistema, unita alla potenza di calcolo, potrebbe permettere di studiare, dal punto di vista statistico aspetti specifici legati alla disabilità, offrendo così un valido aiuto all'avanzamento della ricerca nel campo. La mappa fornita dal sistema sulla quale viene fatto il tracciamento dei movimenti dell'utenza è costantemente aggiornata per quanto riguarda le strade, i trasporti pubblici, le aree pedonali, ecc. garantendo così un supporto efficace e attendibile. Infine, il sistema garantisce la disponibilità, l'integrità e la riservatezza dei dati, memorizzando i dati sensibili in forma criptata e tenendoli separati dagli altri dati di utilizzo associati a identificativi anonimi.

Mobilità urbana: i *Serious Game*

In *Smart Angel*, sono stati realizzati tre giochi in realtà virtuale immersiva (utilizzando Oculus Rift SDK2) appositamente studiati per stimolare lo

1 La piattaforma *Smart Angel* ha ottenuto da IAMCP (*International Association of Microsoft Channel Partners*) il premio Apps 2015 come miglior prodotto dell'area EMEA.

sviluppo e il consolidamento di alcune abilità di base necessarie per la mobilità urbana [4-5]. I giochi sono destinati principalmente agli adolescenti, che sono nella fase di acquisizione della propria autonomia.

Si è partiti dal presupposto che molte persone con disabilità intellettiva hanno difficoltà nella generalizzazione dei concetti appresi in un ambiente specifico. Si è pensato così di utilizzare la realtà virtuale immersiva per sviluppare alcune competenze di base in un contesto che potesse essere percepito come reale. Una parte della letteratura del settore, infatti, afferma che i mondi virtuali possano essere più efficaci di altri approcci digitali per l'acquisizione di alcune abilità perché il cervello li percepisce in parte come reali e che, di conseguenza, il trasferimento delle conoscenze e delle abilità apprese ad altre situazioni possa essere facilitato [6].

Il primo gioco è focalizzato sui pericoli della strada [5]. Conoscere, saper individuare ed evitare situazioni potenzialmente pericolose è una capacità di base per la mobilità sulle strade urbane. Inoltre, la realtà virtuale permette anche di simulare situazioni emotivamente importanti, nelle quali il controllo razionale potrebbe lasciare la strada a reazioni istintive, ma potenzialmente pericolose.

Il secondo gioco mira a potenziare la capacità di comprendere e seguire semplici indicazioni stradali, focalizzandosi in particolare su capacità di lateralizzazione (ad es., essere capaci di riconoscere la destra e la sinistra).

Il terzo gioco esercita la capacità di assumere la prospettiva altrui all'interno di una scena: identificare la posizione e l'orientamento delle persone nello spazio, comprendere che il loro punto di vista può essere diverso dal nostro, riconoscere un posto noto, quando visto da una prospettiva diversa da quella consueta o da quella in prima persona. Esistono due versioni di questo gioco, la prima funziona su un computer standard Windows o iOs [7], mentre la seconda utilizza il visore per realtà virtuale Oculus Rift SDK2 [8].

Tutti i giochi sono stati ideati per essere utilizzati con la supervisione di un educatore, il cui compito è quello di spiegare le modalità di gioco, calibrare la durata delle sessioni (ad es., intervalli brevi di non più di una decina di minuti), aiutare e rassicurare gli utenti, ecc.

Mobilità urbana: il monitoraggio

Smart Angel comprende un sistema di monitoraggio per supportare sia coloro che sono in fase di acquisizione della propria autonomia di movimento in città, che coloro che sono già in grado di muoversi nelle aree conosciute, ma necessitano comunque di qualche aiuto specifico. Dato che l'utilizzo delle mappe standard richiede un alto livello di astrazione, generalmente non accessibile alle persone con disabilità intellettiva, il sistema fornisce ai propri utenti un aiuto semplificato e accessibile.

Smart Angel viene configurato, per ogni utente, dal proprio educatore, che definisce le aree della città a lui note, nelle quali dovrebbe muoversi autonomamente. Ogni volta che la persona esce dall'area nota, il sistema avvisa la persona stessa e il suo educatore, il quale può decidere se è necessario intervenire.

Inoltre, gli utenti del sistema *Smart Angel* hanno tipicamente alcune difficoltà nella gestione del tempo. Nonostante sappiano leggere correttamente l'ora dall'orologio e riconoscere se un dato momento è passato o ancora nel futuro, hanno difficoltà nel comprendere l'intervallo di tempo necessario per svolgere una data attività. Il sistema *Smart Angel* è stato arricchito con un'agenda nella quale gli educatori possono inserire le attività giornaliere, spesso coinvolgendo direttamente l'utente che può, anche successivamente, modificarla. In base alle informazioni in agenda, il sistema di monitoraggio controlla che la persona arrivi puntuale agli appuntamenti, eventualmente utilizzando dei promemoria ove necessario. Un avviso può essere automaticamente mandato all'educatore quando l'utente arriva a destinazione.

Accade che eventi non pianificati mettano in difficoltà gli utenti: uno sciopero dei trasporti pubblici può causare un totale cambiamento nella routine per recarsi al lavoro; saltare la fermata del bus implica dover ripianificare il percorso successivo, così come una strada chiusa per lavori che rende il percorso noto inaccessibile. In questi casi, il sistema, oltre ad avvisare l'educatore, mette a disposizione dell'utente informazioni sulla propria posizione, suggerimenti su possibili vie alternative e la possibilità di contattare direttamente l'educatore per chiedere aiuto. Questo è particolarmente importante specialmente per coloro che, essendosi persi in passato, hanno paura di perdersi nuovamente.

Il sistema viene personalizzato in base alle ne-

cessità del singolo, sia per l'interfaccia utilizzata (che può essere testuale, vocale o iconica) che per i promemoria (che devono essere efficienti, ma non intrusivi).

Infine, la disponibilità di un sistema sul quale fare affidamento in caso di bisogno stimola l'utente ad aumentare la propria indipendenza, esplorare nuove aree e nuove attività.

I test del sistema *Smart Angel*

Esistono grandi differenze tra i potenziali utilizzatori del sistema *Smart Angel*: alcuni hanno un'ottima autonomia e sono in grado di muoversi per quasi tutta la città senza perdersi, mentre altri fanno fatica a imparare il percorso tra casa e scuola o lavoro e hanno grandi difficoltà quando si trovano ad affrontare una situazione non pianificata. Questa situazione non permette un approccio quantitativo alla valutazione sperimentale del sistema, e quindi, si è deciso di utilizzare una metodologia basata sull'analisi di casi di studio coinvolgendo gli utenti e i loro educatori.

Il primo prototipo di *Smart Angel*, è stato inizialmente utilizzato da un ristretto gruppo di educatori (che svolgevano anche il ruolo dell'utente finale) in stretto contatto con gli sviluppatori. Questo ha permesso di risolvere alcune imprecisioni, calibrare meglio il sistema in base alle esigenze reali, oltre che aggiungere alcune funzionalità che inizialmente non erano state considerate (ad es., la possibilità di definire le aree conosciute da ogni utente direttamente sulla mappa).

Una seconda fase del test ha coinvolto alcuni ragazzi con disabilità di età compresa tra i 16 e i 18 anni, che hanno giocato con i giochi realizzati nel progetto per potenziare le proprie abilità di base. Dai test è emerso che la durata di ogni sessione di gioco è limitata a meno di 10 minuti, dopo di che i ragazzi iniziano a mostrare segni di stanchezza, e in ogni sessione, sono stati risolti da 12 a 24 esercizi [9]. Queste informazioni sono importanti per permettere agli educatori di calibrare ogni intervento in base alle necessità dei loro assistiti. I giochi sono stati poi adattati meglio alle caratteristiche dell'utenza, ad esempio, il sistema utilizzato per rilevare i movimenti del giocatore ha dovuto essere calibrato per tenere conto dei piccoli dondolii tipici delle persone con sindrome di Down. Sulla base dei test, è stato creato un breve corso introduttivo all'uso dei giochi per gli educatori, offrendo loro sia le informazioni tecniche necessarie che suggerimenti e linee guida per il loro utilizzo.

Il progetto *Smart Home*

Partendo dai risultati del progetto *Smart Angel*, si è poi realizzato il progetto *Smart Home*[2] cofinanziato tramite il Programma Operativo per l'utilizzo del Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (P.O.R. FESR LIGURIA 2014-2020 - ASSE 1 - AZIONE 1.1.3.). Il progetto ha previsto lo sviluppo di un modulo aggiuntivo per ampliare e completare le funzionalità messe a disposizione dalla piattaforma in *Cloud* precedentemente sviluppata. L'obiettivo di *Smart Home* è di offrire un supporto quotidiano a persone con disabilità intellettiva nella vita autonoma in appartamento gestito. Nel caso specifico si tratta di appartamenti gestiti a Genova dalla Fondazione CEPIM. Gli utenti di tali appartamenti sono persone che hanno già raggiunto, o stanno raggiungendo, un'autonomia sufficiente per poter vivere da soli, grazie all'aiuto e al supporto dei pari (coinquilini con disabilità analoghe) oltre che degli educatori, la cui presenza in appartamento può essere saltuaria.

Sono state prese in considerazione tre diverse tipologie di appartamento, che corrispondono a diversi livelli di autonomia e, quindi, a diverse necessità di supporto. Il modulo è configurabile in base al tipo di appartamento al quale è destinato. Il fine ultimo è la realizzazione di un sistema che permetta di rendere il più possibile autonomi gli occupanti dell'appartamento limitando l'intervento dell'educatore ai momenti di condivisione e pianificazione delle attività del gruppo oltre che a eventuali emergenze a chiamata grazie al supporto della tecnologia.

Il modulo aggiuntivo si interfaccia con il sistema in *Cloud* e con i dispositivi mobili degli utenti, garantendo la copertura in ambiente interno e appoggiando l'utente in tutte le mansioni relative alla gestione quotidiana. Gli educatori agiscono direttamente sulla piattaforma per configurare gli appartamenti e i profili degli utenti e inoltre possono analizzare lo storico di utilizzo, per meglio comprendere le esigenze individuali.

Il supporto che *Smart Home* offre può essere descritto nei seguenti punti.

- *Organizzativo*: *Smart Home* aiuta il gruppo di conviventi nelle attività quotidiane come, ad esempio, fare la spesa, cucinare la cena, pulire l'appartamento oltre a gestire il proprio tempo libero. Grazie a una agenda di appartamento, collegata a quelle personali, le attività quotidiane pianificate dall'intero gruppo, con l'aiuto dell'educatore, vengono automaticamente assegnate ai partecipanti che le ritrovano nella propria agenda personale.
- *Supporto*: *Smart Home* offre accesso a manua-

li e tutorial semplificati *ad hoc* per l'uso degli elettrodomestici, il riciclo dei rifiuti, ecc.
- *Socializzazione*: In base alla conoscenza degli utenti memorizzata nel database centrale, Smart Home può segnalare attività potenzialmente di loro interesse vicine all'appartamento.
- Monitoraggio: *Smart Home* permette di rilevare la presenza dei propri utenti in appartamento, offrendo agli educatori un ulteriore strumento per individuare eventuali problemi in tempi brevi pur non essendo fisicamente presenti nell'appartamento.

Conclusioni

Smart Angel è un progetto co-finanziato dalla regione Liguria con l'obiettivo di dare un aiuto alla mobilità urbana di persone affette da disabilità intellettiva, con particolare attenzione alla sindrome di Down. Nel progetto sono stati realizzati tre giochi in un ambiente virtuale immersivo, appositamente studiati per consolidare alcune abilità di base necessarie per l'autonomia di movimento in città: comprendere e seguire semplici indicazioni stradali, conoscere ed evitare i principali pericoli della strada e assumere la prospettiva altrui che è alla base dell'orientamento nello spazio. È stato inoltre realizzato un sistema basato su tecnologie mobili e una piattaforma *Cloud* a supporto della mobilità urbana.

Smart Home è un modulo aggiuntivo che si appoggia alla stessa piattaforma *Cloud* e fornisce supporto nella vita in appartamento didattico. Il modulo aiuta il gruppo di conviventi nell'organizzazione delle attività domestiche e permette in questo modo di ridurre la presenza degli educatori in appartamento.

Sebbene l'utilizzo del prototipo realizzato nell'ambito dei progetti descritti sia stato per ora limitato ad alcuni casi di studio, esso può offrire potenzialmente vantaggi significativi, se confrontato con l'approccio tradizionale basato sulla presenza costante di educatori:
- i professionisti della salute potrebbero avere a disposizione una grande quantità di dati che permetterebbe loro di studiare meglio aspetti specifici legati alle disabilità intellettive;
- gli educatori potrebbero diminuire la quantità di interventi diretti necessaria e aumentare il numero delle persone seguite. Infatti, i sistemi di monitoraggio digitale consentono un'informazione costante sulle persone assistite, in casa e per strada, limitando gli interventi solo ai casi di reale necessità; inoltre, la possibilità di analizzare i dati raccolti di ogni utente permetterebbe di comprendere meglio le sue reali capacità;
- infine, la qualità della vita delle persone con disabilità intellettiva potrebbe essere migliorata dalle aumentate possibilità di autonomia, diminuendo significativamente il rischio di esclusione sociale ed aumentando il controllo delle persone disabili sulla propria vita.

2 Il progetto *Smart Home* ha vinto la 13ma edizione del Premio "Esperienze innovative di partnership sociali fra imprese e organizzazioni di volontariato" assegnato da Confindustria Genova e Celivo (Centro Servizi al Volontariato).

BIBLIOGRAFIA

[1] P.K. Maulik, M.N. Mascarenhas, C.D. Mathers,T. Dua, S. Saxena: Prevalence of intellectual disability: a meta-analysis of population-based studies, *Research in developmental disabilities*, 32(2), 2011, pp. 419-436.

[2] D. Wood, J. Bruner, G. Ross: The role of tutoring in problem solving, *Journal of child psychology and psychiatry*, 17(2), 1976, pp 89-100.

[3] F. Pozzi, A. Antonaci, F.M. Dagnino, M. Ott, M. Tavella: A participatory approach to define user requirements of a platform for intangible cultural heritage education, *Computer Vision Theory and Applications (VISAPP), 2014 International Conference on*, vol. 2, 2014, pp. 782-788.

[4] L. Freina, I. Caponetto: *A Mobile Guardian Angel Supporting Urban Mobility for People with Dementia: An Errorless Learning Based Approach*, 2015.

[5] L. Freina, M. Busi, A. Canessa, I. Caponetto, M. Ott: Learning to cope with street dangers: an interactive environment for the intellectually impaired, *EDULEARN14 Proceedings*, 2014, pp. 972-980.

[6] F. Rose, E.A. Attree, B.M. Brooks, D.M. Parslow, P.R. Penn: Training in virtual environments: transfer to real world tasks and equivalence to real task training, *Ergonomics*, 43(4), 2004, pp. 494-511.

[7] R. M. Bottino, A. Canessa, M. Ott, M. Tavella: SMART VIEW: A serious game supporting spatial orientation of subjects with cognitive impairments, *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction*, Springer, 2014,pp. 489-500.

[8] L. Freina, A. Canessa: Immersive vs desktop virtual reality in game based learning, *European Conference on Games Based Learning*, Academic Conferences International Limited, 2015, p. 195.

[9] L. Freina, R, Bottino, M. Ott, F. Costa: Social Empowerment of Intellectually Impaired through a Cloud Mobile System, *Future Internet*, 7(4), 2015, pp. 429-444.

[10] L. Freina, M. Ott: Discussing implementation choices for serious games supporting spatial and orientation skills, *ICERI2014 Proceedings*, 2014, pp. 5182-5191.

New applications and services ICT

Mauro Ugolini *Roma Tre University* - Edward Smith *British Telecom*

In un recente lavoro [1] abbiamo analizzato il tema della previsione dell'adozione di nuove tecnologie, passando in rassegna quattro diversi punti di vista: quello dell'economista, dello storico, dell'esperto di settore e del futurologo. Abbiamo tenuto in particolare considerazione l'impatto della ormai prossima "Era della Post-Informazione", perché sono proprio le applicazioni e i servizi dell'*Information and Communication Technology* (ICT) a subire l'impatto della fine dell'Era dell'Informazione, con l'Intelligenza Artificiale (AI) e la Realtà Virtuale (VR) che assumono ruoli d'importanza crescente. Esempi di tali situazioni sono le recenti controversie sull'adozione di nuove tecnologie, come quelle verificatesi nel caso Big Data, *Facebook/Cambridge Analytica* e *Driverless Cars*. Questo articolo si concentrerà su due dei possibili punti di vista del problema, ovvero quelli dell'esperto di settore e del futurologo, applicati al problema dello sviluppo di nuove applicazioni e servizi ICT. Considereremo in questa analisi anche gli effetti delle dinamiche di mercato e l'impatto della normativa

Innovation from multiple perspectives

In a recent work [1], focussed on exploring the topic of Predicting Technology Adoption Cycles, we have investigated a view of new technology adoption from four perspectives, namely the economist, the historian, the industry watcher and the futurologist. Each of the perspectives we examined has its strengths and weaknesses, as shown in figure 1, and it would be unwise to consider any one of them in isolation.

We started with the exam of the relationship between the economy and technological innovation, proposed by Kondratieff and interpreted by a number of academic commentators. Economic analyses relate trends in innovation to changes in the economy; although a causative aspect to the relationship has not been unequivocally demonstrated. This linking of trends does provide some valuable insights, although these are statistically derived, macroeconomic in nature, and focus on retrospective analyses.

The historical picture gives an additional perspective, indicating that the messages of a rate of change and its radical nature have been consistent across cycles. Edgerton [2], a leading UK historian, identified that, well after it has been introduced and potentially usurped by other innovations, a technology still evolves and sees wider use. Historical evidence shows that both the point of innovation and the point of successful commercial exploitation are key milestones for tracking technology and its impact on applications and services. This provides valuable lessons in understanding the process of technology adoption.

In this paper, we will concentrate on the industry watcher and futurologists' perspectives, with special focus on the development of innovative ICT applications and services.

The industry watchers tend to extrapolate their knowledge of technology and the current state of the industry to give a vision of the future. Their approach tends to be technology and business fo-

cussed, but may miss some of the more radical insights that the futurologists may give; however, there is likely to be a high degree of consistency in their predictions. Industry watchers are forward looking, but tend to take a narrower and incremental view than the futurologists and may miss key developments.

Futurologists are more likely to think out of the box and further ahead, adding social and technical insights. This gets closer to exploring the drivers and nature of customer needs and the role technology can play in realising them. This allows us to place in context the current state of the ICT industry and its likely trajectory of growth.

The goal however is to understand which ICT applications and services will make the greatest contribution to profit and what the key business enablers to successful deployment are. Braudel's assertion, that economic, social and technological progress come from changing the limits of what is possible, should be a clear consideration of our assessment.

Tools for predicting technology futures

Let us begin then by looking at how futurologists assess innovation before examining their general findings.

Horizon scanning [3] allows the evolution of services and applications to be characterised by scanning across three different time horizons: the present, the near future and further ahead. The best results are obtained by approaching the analysis from multiple viewpoints. There are rational approaches, using analytical tools and rigorous modelling, and incremental methods, which reflect the uncertainties associated with forward projection and use people centric techniques such as scenario planning.

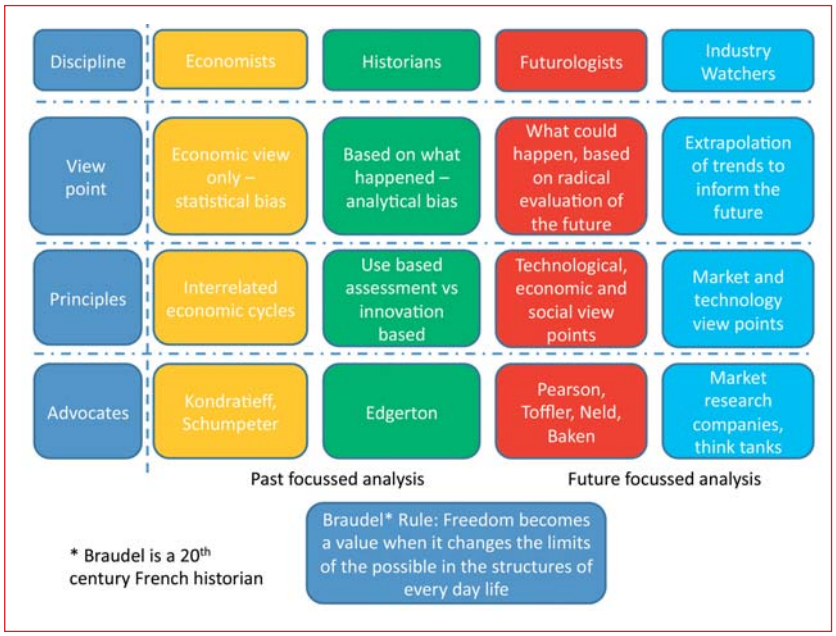


Figure 1
Summary of the four perspectives in technology adoption

Scenario planning [4] was used to enable Shell to cope better with the 1973-4 oil crisis than their competition. It uses alternative scripts of how the future may unfold using internally consistent models based on plausible assumptions. In order to allow purposeful action to be taken, the decisions required have to be identified, together with the underlying causes and the nature of the main planning uncertainties and risks.

The *Delphi technique* [5] is a questionnaire-based method for exploring the future. Subject experts approaching a particular issue from different perspectives complete a series of questionnaires, the results of each questionnaire being used to formulate the next one. The questionnaires pose a number of open-ended questions, the answers to which are evaluated to determine the relative weightings of the expert's responses. The reasons why the expert's views are different from the norm are then determined.

Other tools, which are often used, include *visioning*, *futures workshops* and employing the services of a futurologist. Many of these future looking tools have similarities with the counter factual approach used by historians, to look back at events and consider what the outcomes would have been if different decisions had been taken.

Futurologists and their track record

We move on from a discussion of the tools used to predict the adoption of new technologies, leveraged on by future applications and services, to consider the role of those who exploit them.

Futurology can be viewed as extrapolating future developments in science and/or technology and their economic and social implications, from the current situation and trajectory of development. Ob-

servers believe however, there is no major agreement on the big issues of the future.

Cochrane [6] interprets present trends and near future predictions, looking at both technology and its implications for society. He suggests that the decision-making processes and abilities common in organisations indicate that many will struggle to assess new concepts. This has implications for the adoption of technology, particularly since a migration from linear to non-linear thinking is required to spot the possibility of radical change.

Pearson and Lyons [7] highlight reducing technology adoption cycles. For example, it took the television 30 years to reach 100% penetration, the videorecorder 15 and the mobile telephone 10, as shown in figure 2. They identify *Artificial Intelligence* (AI) as a key enabler for future applications and services, but place an emphasis on the way technology is used and privacy issues. They claim that 85% percent accuracy in predictions on a 10-year timeline is good futurology.

Two of the best-known books on future developments are Alvin Toffler's *Future Shock* [8] and *The Third Wave* [9], which predict the fall of the nation state and the rise of trans-national corporations, the move towards medical self-help, changes in leadership style, the emergence of telecommuting and the birth and death of new professions. He proposes the concept of an *adhocracy*, which is a more flexible, adaptable form of organisation and management, often temporary, with no formal structure.

A 2006 collection of futurology papers [10] focuses on economics and social science, including trends such as: climate change, population growth, increasing demands on the social safety net, scarcity of raw materials, people migration, the complexity of the political, religious and cultural divisions in society and finally society's addiction to technology. *Artificial Intelligence* (AI) powered applications are a common theme. The quantity and speed of change and the ability of a company to cope with this are important considerations, when it comes to predict which technologies will enable future applications and services.

Ian Pearson observes that there is a growing anti-science movement, with an increasing emphasis of freedom of expression, at the expense of intellectual rigour, with emotion and desire over ruling the facts. This gap in understanding, he suggests, creates an argument that science offers just one perspective on an issue and a tendency to use subjective perception as the defining view. This creates the risk of a new Dark Age, a view sustained in a 2018 blog post [11], which identifies a wide range of potential events, which have a low probability of happening but a big impact if they do: for example, the possible collapse of Bitcoin. Most of the threats seem to come from the socio-political side,

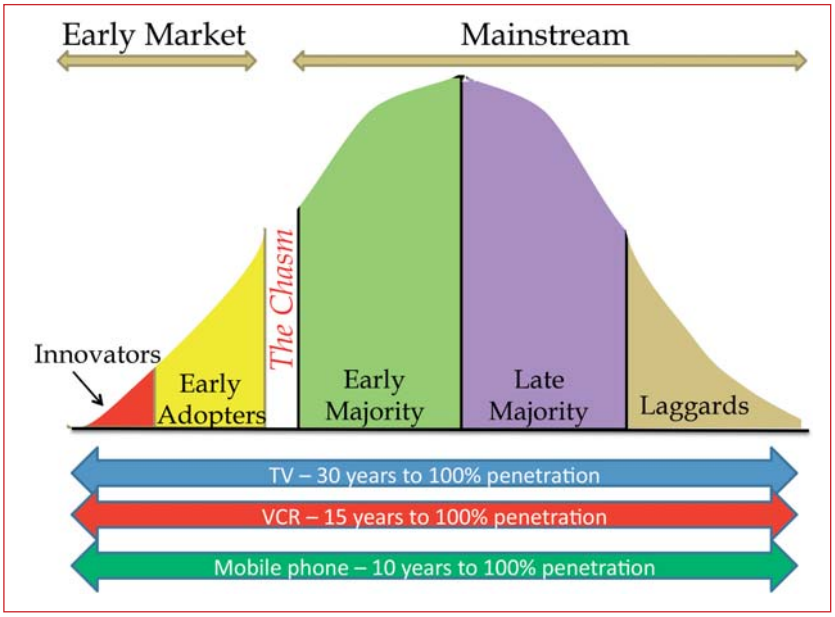


Figure 2
Shortening of ICT adoption cycles

Table 1 - McKinsey Global Institute most relevant, future technology trends

Technology	Low Estimate	High Estimate
Mobile Internet	$3.7 tr	$10.8 tr
Automation of Knowledge Work	$5.2 tr	$6.7 tr
Internet of Things	$2.7 tr	$6.2 tr
Cloud Technology	$1.7 tr	$6.2 tr
Advanced Robotics	$1.7 tr	$4.5 tr
Autonomous & near Autonomous Vehicles	$200 bn	$1.9 tr
Next-generation Gene Sequencing	$700 bn	$1.6 tr
Improved Energy Storage	$90 bn	$635 bn
3D Printing	$230 bn	$550 bn
Advanced Materials	$150 bn	$500 bn
Advanced Oil & Gas Exploration & Recovery	$95 bn	$450 bn
Renewable Energy	$165 bn	$275 bn

but the upside looks to be technology driven including *Artificial Intelligence* (AI), better *Internet of Things* (IoT) and self-driving cars.

Futurologists, whilst being very familiar with future technology and its uses, are also concerned with its impact, who might use it and how it will be used. They are also likely to make use of non-linear thinking and therefore more open to more radical departures from evolutionary development trajectories.

Recent predictions from the industry watchers

This section follows on, by looking at predictions from the research wing of a major consultancy [12], a market research firm [13], and a popular science periodical [14]. Each set of predictions shows the perspective expected of its origins, yet there is a level of commonality between them.

Looking at a 2025 time horizon, researchers at the McKinsey Global Institute [12] identified twelve major technology areas, with the potential for substantial impact on people's lives through new services and applications. These technologies and their global financial impact in 2025, with high and low limits, are shown in the table below:

They see Information Technology (IT) as being pervasive and contend that while enterprise IT use will continue to grow, the largest source of economic impact through 2025 will likely come from enabling the delivery of services and applications to Internet users. Artificial Intelligence (AI) techniques underpin a number of these opportunities.

Gartner has assessed the top ten technology trends [13] and sees a major role for Artificial Intelligence (AI)-based technologies, with a significant impact in analytics, decision-making, business models and ecosystems. This may be extended into security threat analysis and real-time response and also process, product or service simulation technologies. It is already a vital component in providing autonomous vehicles, robots and drones. Coupling of AI with Augmented (AR) and Virtual Reality (VR) they believe will enable further developments of advanced services and applications.

They also believe that the emergence of the *Internet of Things* (IoT), cloud computing, block chain, in-memory data management and *Artificial Intelligence* (AI) will permit more rapid detection and thorough evaluation of business events. User demands, they believe, will encourage the diffusion of intelligence to the edge on the communication network. This would be coupled with a more conversational means of interaction between users and devices.

Other predictions for 2018 cover a wide spectrum of activities from synthetic foods to workforce training. Key ICT predictions concern drone use, penetration of *Artificial Intelligence* (AI) into the creative industries, strategies for regulating AI use, partnerships between technology companies and health providers, the use of simulation to evaluate policy decisions, the value of personal information, worker reaction to changes in employment patterns, virtualisation of the nation state and emotional surveillance.

The New Scientist reports that even back in 1956 it fore saw the Internet, global warming, *Artificial Intelligence* (AI) and genetic engineering, but that their ideas of how these might pan out bore little resemblance to reality, particularly where this had social ramifications. They are very clear about the difficulty and error prone nature of searching into the future.

They consider their predictions, which cover energy production, genetic engineering, colonising Mars, materials product, the development of new theories and several key risk assessments, as "educated guesswork". Relevant to ICT-based applications and services they consider that *Artificial Intelligence* (AI) is likely to have a large impact on the nature of work, but the limits to the evolution of this capability are the subject of a fierce debate [14].

There is clearly strong commonality across predictions from multiple sources: in all cases, the role of *Artificial Intelligence* (AI) as a major enabler is clear, whether explicitly stated or not.

The symbiosis between technology of the future and regulation

We observe[1] that in many cases regulation has lagged the introduction of new technologies significantly, with the consequences that it either is seen as an inhibitor to adoption or has had to catch up. Many innovative applications and services spring from the United States, where the approach is for legislation to be reactive, rather than anticipate the market and social consequences. This means innovators can proceed with minimal acknowledgement of the social impact of their offerings, leaving

2 See for example B. Custers: *Drone Use - Opportunities and Threats from Ethical and Legal Perspectives*, T.M.C. Asser Press, The Hague, 2016, which considers the complexity of addressing legislation for the drone field. A more general discussion is found in a Deloitte report, available at https://www2.deloitte.com/insights/us/en/industry/public-sector/us-regulatory-agencies-and-technology.html

legislators to catch up, with potentially, a hostile reaction to their attempts to correct unwelcome distortions to the market and society. In the past, the catch up time has been sufficiently long, for the perpetrators of the technology to become very large and leading to a number of high profile cases: for example, recent EU actions against Google, examination of the role of the media companies as publishers and the Mayor of London's action against Uber.

The introduction of new applications and services into the technology market has given rise to the concept of the digital monopoly, of which Google, Amazon and Facebook are examples. Advertising has been a crucial battleground. Google's share of the media advertising market was 35% in December 2004, approximately 90% today. Facebook has sucked well over $1 billion out of print advertising budgets for US newspapers. The new technology companies have had a major impact on several established industries: for example, Napster turned the recorded music industry from a $20 billion per annum business to a $7.5 billion business.

However, much of the success of the digital monopolies can be attributed to new business practices rather than technology innovation alone. Indeed, market disruption with a new concept that side steps existing legislation and market practices has been a hallmark of the new technology monopolies. The companies have attacked new markets, when they were small and their impact on the legislative landscape was not noticed. The issues do not become visible until such time that their new applications and services have gained considerable market traction or dominance and thus addressing a general legislative issue involves action against a single large and powerful company.

Figure 4
Mapping the views of the four protagonists against a PESTLE framework

It is clear that the social and market implications of new technologies need to be assessed at an early stage, permitting action to be taken before the new capability has woven its way into the fabric of the technology market place and correction becomes both disruptive and difficult.

Our balanced view for new technology adoption

This paper has focussed on the predictions of industry watchers and futurologists in assessing the evolution of modern markets, but has stressed the importance of taking a broad view with reference to actual predictions. One way of doing this is to assess the Political, Economic, Social, Technological, Legislative and Environmental (PESTLE) factors that drive change and hence how innovation may operate in ways that either enable or restrain change. Using a Force Field type analysis each of the forces can be assessed and their aggregate strength used to identify whether the overall situation favours change or the *status quo*, as shown in figure 3.

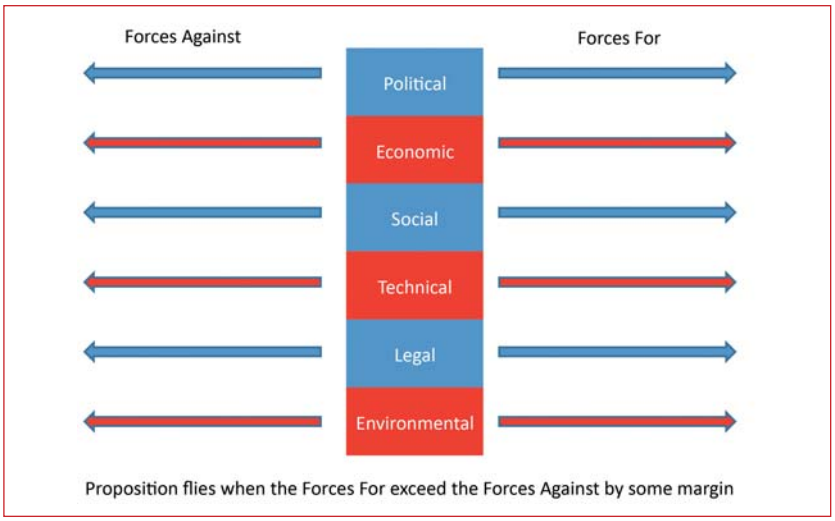
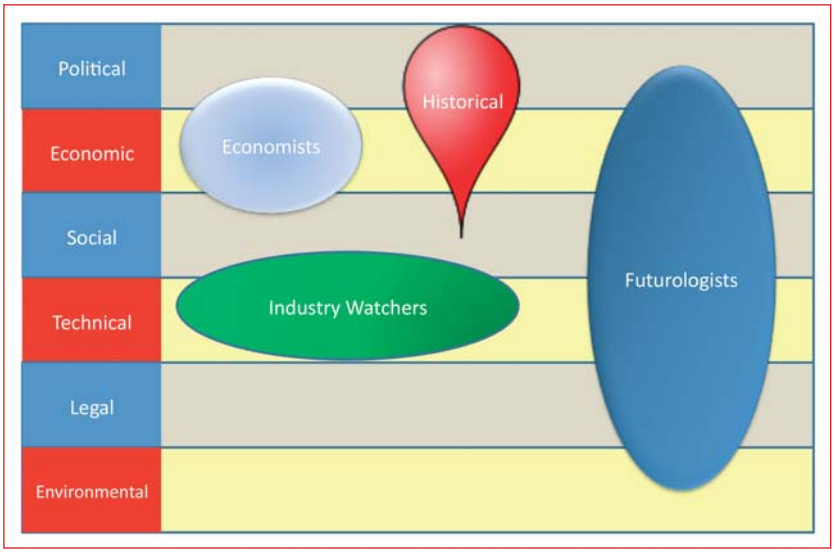


Figure 3
Fusing the PESTLE Analysis with Force Field Technique



The economic cycles identify that we are currently approaching the end of the Information Age and are about to enter a new innovation cycle, the so-called "Post-Information Age" [1]. Based on the evidence of the futurologists and evolutionary logic, we believe that Artificial Intelligence (AI) supported technologies appear to be in pole position to take this role as successor of the Information Age.

We have considered two approaches in detail (industry watchers and futurologists) and four in total (economists, historical, industry watchers and futurologists), to examine the impact of technological innovation, including Information and Communication Technology (ICT). These are mapped to the PESTLE fields of analysis in figure 4.

In summary, assessing the potential for new technology and hence new application and services requires an all-round view that is specifically offered by the PESTLE Analysis. Utilising the economic and historical thinking does much to inform our view of the contribution from Economic, Legislation and Political factors, whereas the work of the futurologist informs the Social, Technical and Environmental perspectives.

Therefore, we strongly believe that taking a balanced view based on the assessment of all four sets of commentators' predictions offers the most comprehensive way of understanding the industry's behaviour when facing the change triggered by the development of innovative applications and services. This not only covers the ground defined by PESTLE more effectively, but any contradictions between views provide additional insights and when resolved result in a more complete and robust analysis.

Conclusions

We have noted that any organisation trying to get the best out of technology as a basis for developing advanced applications and services has to understand what new technologies will be important tomorrow, if it is to safeguard its own future. In order to do this it is useful to understand what drives future technology adoption and what techniques are available to link this information with future trends.

It is vital to take a broad view when predicting the adoption of new technologies and indeed the field of Information and Communication Technologies (ICT) applications and services is a rich source of innovations that have impacted people's lives and is grappling with the consequences of the emergence of the Post-Information Age. A key example is the widespread use of Artificial Intelligence (AI) and data analysis and the controversies that has recently exposed.

We see that Information and Communication Technologies (ICT) have fostered social change, influenced working practices and created dominant market positions for a number of companies that are in effect monopolies.

ICT-based technologies have been truly enabling and their success fits well with the Braudel test, however the social, economic and political consequences have been considerable. This supports our assertion that a broad view of their development and implementation needs to be taken and that all stakeholders need to assess the non-technical impacts of new applications and services more proactively.

BIBLIOGRAFIA

[1] M. Ugolini, E.A. Smith: Predicting Technology Adoption Cycles, *Journal of The Institute Of Telecommunications Professionals*, 11 (4), 2017, pp. 35-40.

[2] D. Edgerton: *The Shock of the Old: Technology and Global History since 1900*, Profile Books Ltd, London, 2006.

[3] D.G. Brown: Horizon Scanning and the Business Environment - The Implications for Risk Management, *BT Technology Journal*, 25 (1), 2007, pp. 208-14.

[4] C. Kennedy: *Managing with the Gurus*, Random House, London, 1996, pp. 270-278.

[5] C. Markham: *Practical Management Consultancy*, Accountancy Books, Milton Keynes, 1997, pp. 243-246.

[6] P. Cochrane: *Uncommon Sense*, Capstone, Chichester, 2004.

[7] I. Pearson, M. Lyons: Business 2010 - *Mapping the Commercial Landscape*, Spiro Press, London, 2005.

[8] A. Toffler: *Future Shock*, Pan, London, 1971.

[9] A. Toffler: *The Third Wave*, Pan, London, 1980.

[10] *Collection of five papers published in The Journal of the Communications Network*, 5 (4), 2006, pp. 5-42.

[11] Available at: https://timeguide.wordpress.com

[12] J. Manyika, M. Chui, J. Bughin, R. Dobbs, P. Bisson, A. Marrs: *Disruptive Technologies: Advances that will Transform Life, Business, and the Global Economy*, McKinsey Global Institute, May 2013.

[13] Available at: https://www.gartner.com/newsroom/id/3812063

[14] S. P. Choudry, A. Walsh, R. Webb, J. Hect, R. Holmes, L. Grossman, M. Le Page, S. Adee, M. Brooks, F. Pearce, C. Bharic, D. MacKenzie: Welcome to the Future, *New Scientist*, 3100, 19 november 2016, pp. 30-47.

Riflessioni sullo scrivere in italiano di ICT

Angelo Luvison *AEIT*

Comunicare in italiano su informatica, telecomunicazioni, tecnologie digitali in modo chiaro, accurato, preciso e lessicalmente corretto può sembrare un obiettivo banale o futile, se non stravagante. Non è affatto così. Infatti, i tecnicismi settoriali aumentano di giorno in giorno e manca il tempo per assimilarne i dirompenti anglicismi

Sono stato tutta una mattina per aggiungere una virgola, e nel pomeriggio l'ho tolta (Oscar Wilde)

La lingua è prima di tutto uno strumento per pensare, e soltanto successivamente serve a comunicare (Marco Biffi)

Rileggere, rileggere e rileggere, quanto più si può. L'artigiano deve lavorare di fino… (Claudio Marazzini)

Il contesto di riferimento

L'educazione scientifica è necessaria per produrre scienziati, ma lo è altrettanto per educare il pubblico (Hans Bethe, *Popular Mechanics*, 1961)

La rivista *AEIT* pubblica per lo più articoli di rassegna e tutorial nelle sue aree tematiche, fra le quali l'ICT (*Information and Communications Technology*), cioè l'ecosistema digitale della società dell'informazione, o infosfera (secondo Alvin Toffler, Luciano Floridi e altri), scenario caratterizzato da parole-chiave come: intelligenza, connettività e facilità di accesso (all'informazione). La differenza tra rassegna (*survey*) e *tutorial* non è sempre chiara a lettori e autori, ma una distinzione pragmatica e operativa può essere la seguente [1]. Una rassegna discute lo stato dell'arte di un argomento più o meno ampio, fornendo una panoramica della letteratura esistente e delle ricerche in corso. I *tutorial* si focalizzano maggiormente sugli aspetti metodologici e sugli strumenti utilizzati per investigare un settore di una disciplina. Usualmente, né una rassegna né un *tutorial* offrono contenuti nuovi, ma ciò non impedisce che il materiale sia presentato in modo originale, interessante, approfondito, con strategie argomentative che catturino l'attenzione.
Anche se i loro confini sono spesso vaghi, una ibridazione fra queste due tipologie di articoli può rappresentare un'occasione per dare maggiore valore alla pubblicazione. "*Docendo discitur*", scriveva Seneca all'amico Lucilio con una locuzione che qui possiamo modificare in *scribendo discitur*, osservando che la scrittura di un testo è impossibile senza un'elaborazione in forma didattica della materia. Non solo. "*Le parole (i pensieri, i ragionamenti, i discorsi) servono per mettere ordine tra i fatti e per discuterli con gli altri. Per dare forma, come diceva Baudelaire*", rileva il filosofo Mauro Bonazzi [2].
Per di più, un articolo di *AEIT* ha la caratteristica precipua di rientrare in quell'attività pubblicistica

L'articolo ripropone aggiornato e ampliato il mio editoriale "Riflessioni sullo scrivere in italiano per *Mondo Digitale*", pubblicato dalla rivista online *Mondo Digitale - Rassegna critica del settore ICT*, anno XVI, n. 72, novembre 2017, pp. 1-13, http://mondodigitale.aicanet.net/2017-5/EDITORIALE_MD72.pdf. Ringrazio l'AICA nella persona del Direttore responsabile della rivista, Viola Schiaffonati, per il permesso di riutilizzare il materiale originario.

chiamata divulgazione, benché oggi si preferisca parlare di comunicazione scientifica, perché i ricercatori non devono soltanto scoprire, ma anche comunicare. Invero, una distinzione c'è, come spiega bene Bruno Arpaia [3]: "*Noi tutti, in un modo, o nell'altro, siamo chiamati a partecipare a decisioni rilevanti su temi scientifici. È per questo che anche i ricercatori devono misurarsi con l'opinione pubblica, rendere conto di ciò che fanno e cercare un consenso democratico alle loro scelte. Finiti insomma i tempi della semplice «divulgazione», quando scienziati e giornalisti pensavano che il loro dovere fosse «spiegare» la Verità a un pubblico ignaro che bisognava «educare» […]*". Già Alexander Pope raccomandava: "*Bisogna insegnare agli uomini avendo l'aria di non insegnare affatto, proponendo loro cose che non sanno come se le avessero soltanto dimenticate*". Se poi riprendiamo la frase del fisico Bethe all'inizio di questo paragrafo, diventa chiaro che l'educazione scientifica è basilare nel formare cittadini consapevoli, realizzando un consenso pubblico informato. La finalità della divulgazione è dunque educativa e culturale tanto di formazione quanto di informazione. Il ruolo dello studioso non può limitarsi al chiuso del laboratorio o della torre d'avorio, a meno che non si voglia ricorrere a gazzettieri di preparazione e competenze professionali alquanto dubbie. O, ancor peggio, a gruppi di interesse rumorosi e a minoranze strepitanti, come nel caso dei vaccini.

Anche i settori in cui si declina l'ICT - molti, se non tutti - possono richiedere un coinvolgimento del lettore al di là degli aspetti strettamente tecnici. Si pensi, per esempio, alle implicazioni etiche dell'intelligenza artificiale nelle sue varie ramificazioni, dal *machine learning* ai robot umanoidi (rimando per questo argomento a [4]).

Un secondo aspetto rilevante è che le aziende *high tech* richiedono oggi professionalità altamente qualificate portatrici di conoscenze sviluppate sia in profondità sia in ampiezza, non solo legate a competenze ed esperienze settoriali. E dunque, una preparazione aperta e flessibile deve essere tanto profonda in verticale (in senso specialistico) quanto estesa in orizzontale (in senso relazionale), cioè "a forma di T". Negli USA, le facoltà STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) più all'avanguardia propongono questo modello formativo, attento alle necessità di operare in una realtà globale.

Nel seguito, sia pur con il distinguo precedente, mi riferirò prevalentemente al termine "divulgazione", depurato dalla tradizionale connotazione negativa[1], inteso invece come esposizione d'alto livello con un linguaggio semplice ma rigoroso a supporto del ragionamento e dell'argomentazione (come modello, indico la guida [5] di un maestro della comunicazione scientifica qual è Piero Bianucci). In definitiva, una comunicazione strategica, performativa e persuasiva, ma non resa univoca e dogmatica, o investita da valenze normative.

L'articolo, con il conforto di molti riferimenti bibliografici, affronta i principali nodi critici con suggerimenti e proposte, come la cura da dedicare al processo di scrittura, edizione e revisione del testo, cioè a elementi stilistici e formali non meno importanti delle questioni di contenuto e sostanza. (Alcune delle opere citate, se non sistematiche, sono tanto divertenti quanto linguisticamente fondate).

Anche se l'enfasi qui è sull'ICT, perché corrisponde alla mia esperienza professionale, spero che i lettori interessati alle altre discipline tecnico-scientifiche dell'*AEIT* - ad es., al settore energetico o all'automazione - possano trarre una qualche utilità dalle considerazioni seguenti.

La comunicazione tecnico-scientifica

Una prima conseguenza di quanto detto si pone sul piano dello stile espositivo: i ricercatori devono imparare a comunicare le loro materie (anche) in forma di narrazione, aneddoti e *memoir*, il sempre più diffuso *storytelling*, che consiste nel coinvolgere emotivamente il lettore generico con storie, oltre che con il rigore di un percorso ragionato e di argomentazioni logicamente concatenate. La forma narrativa e il taglio divulgativo non precludono affatto un impianto solido, ma significano che il tono dovrebbe essere chiaro, discorsivo, se non divertente, affabile e accattivante (*friendly*). E dunque, non solo lavori con il linguaggio accademico proprio delle riviste specialistiche e settoriali, cioè quelle che "servono per la carriera".

Nel contesto italiano, dove la pratica di scrivere saggi di alta divulgazione scientifica (e culturale), fino a qualche tempo fa, non era molto diffusa, le riviste *AEIT* e *Mondo Digitale* rappresentano due lodevoli eccezioni per il taglio e l'equilibrio degli articoli pubblicati.

Personalmente - il lettore mi perdoni la confes-

1 Le assennate parole di Pascal: "*Non mi si dica di non aver detto nulla di nuovo: nuova è la disposizione della materia*" ci ricordano che la creatività si può anche esercitare in modo non sconvolgente, per esempio, applicando la semplice *ars combinatoria* alla costruzione di anagrammi. A maggior ragione, l'aforisma pascaliano vale per la divulgazione nella forma tanto di *survey* quanto di *tutorial*. Importante è non ricadere nell'ambito del verdetto, attribuito forse in modo apocrifo a Samuel Johnson, riguardante il testo di un giovane scrittore: "*Il suo manoscritto è bello e originale, ma la parte bella non è originale, e la parte originale non è bella*".

sione autoreferenziale - nei primi 35 anni di ricercatore, i miei lavori erano destinati prevalentemente a riviste e convegni scientifici. Negli ultimi 15, sono passato gradualmente a scrivere in forma di comunicazione divulgativa sull'ICT. Il metodo di preparazione dei testi è stato lineare nel primo periodo, ipertestuale con l'uso delle tecnologie digitali e del web nel successivo, perché basato su una assai maggiore quantità di materiali frammentari, eterogenei e poco organizzati *a priori*. Da ricercatore, la mia prosa era molto più asciutta, stringata, essenziale, tipica di un lavoro scientifico; successivamente si è fatta (o, meglio, ho provato a farla diventare) più discorsiva, ammiccante, espressiva per venire incontro alle esigenze del lettore-fruitore, anche se, forse, non ci sono riuscito completamente, perdendo in concisione. Come il solito, il giudizio spetta al lettore.
In ogni caso, le neuroscienze hanno dimostrato che scrivere un testo a mano è molto diverso dal comporlo su PC e che consultare pagine scritte è altra cosa dal leggere pagine web, perché si modificano gli schemi cognitivi e mentali. Un'ulteriore criticità/opportunità è rappresentata da Internet come inesauribile fonte di informazioni da fruire in tempo reale.
Può anche darsi che io venga presto sostituito da un algoritmo di intelligenza artificiale - come accade in un certo giornalismo [4] - non solo per la senescenza ma anche per la migliore funzionalità dell'algoritmo. Curiosamente, già nel 1953 (un anno ormai lontano), Roald Dahl, maestro di storie grottesche e spiazzanti, pubblicava il racconto visionario *Lo scrittore automatico (The Great Automatic Grammatizator)* [6], nel quale la maggior parte degli scrittori, compreso il fittizio autore del racconto, si vedeva costretta a cedere la propria identità a una macchina costruita *ad hoc*, perché assai più rapida ed efficace degli umani.

Il lessico dell'ICT

Il secondo problema - ancora stilistico e formale, più che di sostanza (anche se "*Le style c'est l'homme même*" ovvero "*Lo stile è l'uomo*", declamava il conte di Buffon) - è che dallo scrivere in inglese nella varietà nordamericana sono passato a redigere testi nella nostra lingua.
La difficoltà risiede nel fatto che si tratta di un nuovo italiano, un tecno-italiano ibridato con l'inglese. Cercherò di spiegarmi, più avanti, con esempi, senza prendere posizione rispetto a chi deplora l'insegnamento esclusivamente in inglese nelle università statali (si veda, solo per dire, la levata di scudi dell'emerito linguista Francesco Sabatini in una trasmissione televisiva [7]), o a chi, come il compianto Tullio De Mauro [8], constata l'(ir)resistibile ascesa degli anglicismi/anglismi[2]. La prima questione è di anni recenti, mentre la seconda - l'accettazione acritica dell'invadenza degli anglicismi - è una *vexata quaestio* che nei mass media si ripresenta come i fiumi carsici: scorrendo lungamente sotto il suolo prima di tornare in superficie. Faccio notare, di passaggio, che i forestierismi - non solo gli anglicismi - sono per lo più da noi pronunciati male, all'italiana, soprattutto da personaggi mediatici d'ogni sorta: conduttori, opinionisti, intrattenitori, giornalisti. Si pensi a: *award, bipartisan, Blueberry, career, colleague, committee, continental, control, debt, default, development, doubt, Edinburgh, Edward, Eliot (Elliott), employer* ed *employee, engineer* ed *engineering, Evans, frequency, friend* e *friendly, gear* e *Gere, image* e *imaging, impact, interference, interesting, know-how, Linkedin, management, networking, outsource* e *resource, parameter, performance, programming, psychology, purchase, referee, relax, report, reset, reserve, response, review, signal processing, spinnaker, Stephen, suspense, whistelblower, Yorkshire*, ecc. Per non parlare del francese *stage*, del tedesco *Jakob*, dello svedese *Nobel*, e di una marea di altri termini, fra cui *robot* (termine di origine ceca, non francese).
Per leggere e ascoltare la pronuncia corretta dell'inglese nelle sue varietà basilari di British English o American English basterebbe interrogare uno qualsiasi dei tanti autorevoli e aggiornati *Dictionary* disponibili online, dal *Merriam-Webster al Cambridge, dall'Oxford al Macmillan*. È pur vero che: "*The United States and Great Britain are two countries separated by a common language", cioè "Gli Stati Uniti e la Gran Bretagna sono due Paesi separati da una lingua comune*", come osservava un po' paradossalmente il sempre arguto George Bernard Shaw.
E veniamo agli esempi promessi.

Primo esempio

Il quaderno di settembre 2017 del "Sole 24 Ore" su *Big Data Analytics* [9] si rivolge alle aziende perché colgano le opportunità insite in questo settore per sviluppare il proprio business, organizzandosi in modo coerente. Già dall'indice balzano all'occhio termini che vanno da *Data Scientist* a *Journey*, da *trend* a *Business Intelligence*, da *startup* a *Data Governance*, da *Smart Technologies* a *delivery*. I contenuti del fascicolo - curato da professori e ricercatori del Politecnico di Milano - sono davvero eccellenti e rappresentano un *must* per ogni azienda innovativa che voglia cogliere il valore nascosto nei dati, a vantaggio di prodotti, processi, servizi, logistica, organizzazione interna, integrazione (piattaforme condivise) con i decisori (gli *stakeholder*), ecc. I mol-

teplici benefici possono riguardare il *change management*, l'innovazione, la produttività, e non solo la riduzione dei costi

Secondo esempio

In [4] scrivo: "*I principali paradigmi caratterizzanti le soluzioni tecnico-sistemistiche nell'evoluzione delle reti di telecomunicazioni sono: i* Big Data, *l'*Internet of Things - *IoT, il sistema 5G di comunicazioni fisse e mobili a larga banda, la «softwarizzazione» della rete tramite* Software-Defined Networking - *SDN e* Network Function Virtualization - *NFV, il* cloud/fog networking *e* computing". E, successivamente: "*La rete 5G promette larghezza di banda e velocità di dati molto più alte (100 volte) con ritardi (per lo* streaming*) significativamente più bassi (meno del millisecondo), grande affidabilità e sicurezza. Per questo motivo, l'SDN la NFV e il* cloud computing *(incluso il* fog *della Nebbiolo Technologies, fondata da Flavio Bonomi nella Silicon Valley) vi si conformeranno così bene. Gerhard Fettweis (Università di Dresda) ha introdotto nel 2012 il concetto di una Internet «tattile», in grado cioè di offrire risposte pressoché immediate nel trattare processi o oggetti - reali a virtuali - che si desidera percepire in tempo reale. Un altro neologismo del settore è «aptico», in senso banale riferito al riconoscimento di oggetti attraverso il tatto, benché possa denotare, in modo più generale una percezione di «virtualità materiale» (locuzione, peraltro, ossimorica): dal paradigma* high tech *si passa allo scenario* high touch. *Essendo ubiqua e resiliente, l'Internet tattile si potrà inserire nel quadro di riferimento offerto dal paradigma 5G, che con i nuovi usi applicativi trasformerà il modo di vivere, lavorare e interagire con l'ambiente. Già in tempi brevi, il 5G consentirà, oltre all'IoT, applicazioni concrete quali i trasporti, le città e le case intelligenti, l'assistenza sanitaria informatizzata, l'automazione industriale, i servizi di info-trattenimento* (infotainment)".

I due esempi precedenti, ricchi di recenti coniazioni linguistiche, acronimi, calchi dell'inglese, ecc., sono emblematici di ciò che ho definito tecno-italiano. Ma se ne può fare a meno? Come riferirò più avanti, sulla questione ho cercato di coinvolgere, via email, alcuni accademici della Crusca, sia pur con successo parziale.

Terzo esempio

Per introdurre la spinosa questione dei termini equivalenti in italiano, ricorro al caso della moneta virtuale *Bitcoin*[3] con la sua tecnologia abilitante, la *Blockchain* - in pratica un database distribuito. Per il lettore, che voglia approfondire come questo (inarrestabile?) sistema possa influenzare le nostre vite, oltre al mondo degli affari, è disponibile il numero speciale di *IEEE Spectrum* [10]. Qui però mi riferisco alla terminologia affatto esoterica che può risultare sfidante per chiunque si cimenti nella questione della sua traduzione: è sufficiente scorrere il riquadro "Blochchain Lingo" [10, p. 41] contenente locuzioni che vanno da *ethereum* a *hash function*, da *permissioned ledger* a *proof of stake*, e così via.

Occorre dunque ribadire la difficoltà della resa in italiano di un linguaggio specialistico in modo uniforme e corretto. Per esempio, ho letto recentemente un *graphic novel* (una volta era chiamato fumetto o *comics*) sulla vita di Alan Turing e sul suo ruolo nella decrittazione di Enigma - argomento che un po' conosco e su cui ho scritto per *AEIT*. Purtroppo, da questa lettura ho tratto assai poco beneficio a causa, io credo, anche della resa in italiano, quantomeno bizzarra, dei termini tecnici specifici di crittografia e crittanalisi; è pur vero che "*il tradimento è insito nel tradurre*" (copyright di Umberto Eco). Per di più, "*Ci sono tre regole per scrivere un romanzo. Sfortunatamente, nessuno sa quali siano*", chiosava William Somerset Maugham con un aforisma, sibillino sì, ma ben adattabile anche alla traduzione: "*Ci sono tre regole per tradurre. Sfortunatamente, ecc.*"

Risorse e strumenti

Poiché non mancano risorse e strumenti di base e di riferimento, sia online sia cartacei, di seguito ne riporto alcuni, a mio avviso, fra i più utili e validi:

a. La completa e dettagliata "garzantina" sull'*Italiano* di Luca Serianni [11], il cui pratico glossario finale (a cura di Giuseppe Patota[4]) funge tanto da indice analitico quanto da guida alla soluzione di dubbi linguistici.

2 L'insigne italianista raccomanda nell'articolo [8] l'uso del termine *anglismo* mentre disapprova il vocabolo *anglicismo*, giudicandolo, per l'appunto, un anglismo. Tuttavia, non mi sembra che accademici altrettanto illustri si curino troppo della distinzione, anche perché *anglicismo* è una parola d'uso stabile da ormai quasi 200 anni.

3 Alcuni utilizzano il termine *Bitcoin* con l'iniziale maiuscola riferendosi alla tecnologia abilitante e alla rete, mentre con la *b* minuscola (*bitcoin*) designano la valuta in sé. Ma la distinzione non è generalmente adottata.

4 Riferendosi al processo evolutivo naturale della grammatica, Patota scrive: "*Accanto alla letteratura abbiamo tenuto conto dell'uso giornalistico, che riteniamo specchio attendibile dell'italiano scritto contemporaneo nei suoi vari registri. Questo non significa né che ciò che scrivono i giornali faccia testo (nemmeno linguisticamente), né che le questioni grammaticali possano essere risolte a colpi di maggioranza. Ma indubbiamente, se una forma condannata dalla grammatica non ha il sostegno nemmeno episodico degli scriventi professionali dei nostri tempi - quali sono appunto i giornalisti - non c'è che da prendere atto della sua obsolescenza*: si tout le monde a tort - *direbbero i nostri cugini d'oltralpe* - tout le monde a raison" [11, p. 487].

b. La collana [12] in 14 volumetti *L'italiano. Conoscere una lingua formidabile* dell'Accademia della Crusca in abbinamento con i quotidiani del Gruppo Editoriale GEDI (fra cui *la Repubblica* e *La Stampa*), iniziativa pubblicizzata con l'accorato appello "*non maltrattiamo la nostra lingua*". Ai lettori-autori di *AEIT*, segnalo in particolare i numeri: *3. Scrivere nell'era digitale* [13], *7. Le parole nella Rete* [14] e *8. Giornali, radio e tv: la lingua dei media* [15]. Stante l'attualità degli argomenti, aggiungo: *4. Sindaco e sindaca: il linguaggio di genere* [16] (della stessa autrice si veda anche la guida [17]) e *6. L'italiano e le lingue degli altri* [18].
Dal settembre 2017, il *Corriere della Sera*, con l'iniziativa *La biblioteca della lingua italiana*, ripropone 35 testi sulla lingua usciti negli ultimi anni e dedicati a un largo pubblico [19]. I volumi della collana sono scelti e introdotti dal linguista Giuseppe Antonelli.
Tutte le pubblicazioni elencate in questo punto sono eccellenti esempi di ciò che intendo per "alta divulgazione".

c. Il semestrale *La Crusca per voi* con la rubrica di "Quesiti e risposte", nonché il prezioso *Servizio di consulenza linguistica dell'Accademia della Crusca* online: http://www.accademiadellacrusca.it/it/lingua-italiana/consulenza-linguistica. Più in generale, dalla pagina http://www.accademiadellacrusca.it/it/lingua-italiana è possibile accedere alle sezioni del sito dedicate a fornire supporti linguistici di vario tipo[5]. Dal menu della stessa pagina si può entrare direttamente in *Italiano digitale*, la rivista che dal luglio 2017 raccoglie una scelta delle pubblicazioni in Rete dell'Accademia, incluse le schede di consulenza linguistica.
È da segnalare che la Crusca ha anche istituito il Gruppo Incipit allo "*scopo di monitorare i neologismi e forestierismi incipienti, nella fase in cui si affacciano alla lingua italiana e prima che prendano piede*" (http://www.accademiadellacrusca.it/it/attivita/gruppo-incipit), pur senza fare battaglie contro i mulini a vento.

d. Il fondamentale *DOP - Dizionario italiano multimediale e multilingue d'ortografia e di pronunzia* della RAI-ERI, disponibile anche online [20]. Stampati o consultabili in Rete, circolano a profusione ottimi dizionari dell'uso dell'italiano: *De Mauro, Garzanti, Hoepli, Treccani, Zingarelli* fino al *Sabatini-Coletti* e al *Devoto-Oli*, molti dei quali sono oggi "millesimati", cioè aggiornati di anno in anno.

e. Il ricchissimo portale *Treccani.it* per le aree di contenuto linguistico e le relative voci d'appoggio.

f. Le *300 parole da dire in italiano* di Annamaria Testa [21] e il blog *Terminologia etc*. di Licia Corbolante [22].

Questi riferimenti, adottando un taglio descrittivo, o positivo[6], raramente normativo[7], sono suggestivi di modelli virtuosi per la comunicazione, non solo scritta. Presentano altresì le caratteristiche basilari di una buona fruibilità: rigore e chiarezza, senza lesinare, peraltro, consigli di utilità pratica. Se rispettare la grammatica non è sempre facile, ancora più difficile è seguire le regole dello scrivere bene[8], dedicandovi la cura necessaria. Umberto Eco le ha esposte con una delle sue armi migliori: il paradosso per cui ogni regola contiene l'errore da evitare. Ecco le prime dodici raccomandazioni [5, pp. 163-164][9]:

1. Evita le allitterazioni, anche se allettano gli allocchi.
2. Non è che il congiuntivo va evitato, anzi, che lo si usa quando necessario.
3. Evita le frasi fatte: è minestra riscaldata.
4. Esprimiti siccome ti nutri.
5. Non usare sigle commerciali & abbreviazioni etc.
6. Ricorda (sempre) che la parentesi (anche quando pare indispensabile) interrompe il filo del discorso.
7. Stai attento a non fare… indigestione di puntini di sospensione.

---

5 In particolare, nelle sezioni di questa pagina web sono raccolte ulteriori informazioni e altri interventi sul dibattito intorno alla questione dell'insegnamento universitario in lingua inglese al posto - non a fianco - dell'italiano, incluse le relative implicazioni legali. In ogni caso, la questione è tuttora controversa e vivacemente dibattuta in più sedi non solo istituzionali. Su questo nodo critico non mi esprimo, perché non sono né giurista né linguista, e da anni non pratico più l'insegnamento universitario.

6 L'attributo *positivo* è qui inteso nell'accezione originale di ciò che "*è posto come dato sul piano della realtà oggettuale*" (http://www.treccani.it/vocabolario/positivo/).

7 In senso prescrittivo, il più severo è il DOP [20], essendo dedicato alla correttezza di grafie e pronunce (le cosiddette ortografia e ortoepia). Anche se la versione online del DOP è costantemente riveduta, aggiornata e accresciuta, la ricercata variante di *pronunzia* del titolo originale, e tramandata nelle edizioni successive, ci riporta al periodo della sua nascita, cioè agli anni Cinquanta. L'attuale edizione a stampa, la terza, è del 2010. In ogni caso, è bene non dimenticare che il mestiere oggi di un lessicografo o di un linguista nei dizionari e nelle grammatiche, oltre che insegnare a usare la lingua, è di descrivere come sia correntemente usata.

8 Sull'utilità (o inutilità) dello scrivere bene oggi, rimando al provocatorio elzeviro di Claudio Giunta "Saper scrivere è così importante?" [23]. L'intervento è in più o meno garbata polemica con l'appello di 600 docenti sul cosiddetto declino dell'italiano, secondo i quali: "*È chiaro ormai da molti anni che alla fine del percorso scolastico troppi ragazzi scrivono male in italiano, leggono poco e faticano a esprimersi oralmente […]*". (Siamo però davvero sicuri che le carenze linguistico-comunicative dei giovani siano tanto marcate? Se così fosse, saremmo di fronte a un caso in cui alla bulimia dei mezzi scolastici - dispiegati per sviluppare le cosiddette conoscenze, abilità, competenze - corrisponde l'atrofia dei risultati).

8. Usa meno virgolette possibili: non è "fine".
9. Non generalizzare mai.
10. Le parole straniere non fanno affatto bon ton.
11. Sii avaro di citazioni. Diceva giustamente Emerson: "Odio le citazioni. Dimmi solo quello che sai tu".
12. I paragoni sono come le frasi fatte.

Personalmente, per molte di queste indicazioni - in particolare per l'undicesima - non sono un buon seguace del grande Eco, come è anche qui del tutto evidente. Da taluni considerato saccente, snob e un po' narcisistico, il vezzo delle citazioni erudite sembra dettato, ai due estremi, dal ricorso del principio di autorità (l'*Ipse dixit*) per avallare deboli argomentazioni[10], o dall'ostentazione di una millantata cultura. Oppure, ed è l'interpretazione che prediligo, si tratta della capacità di saper ascoltare la voce di tanti pensatori che, generosamente, con le loro pillole di saggezza ci suggeriscono spunti di riflessione non banali - non è quindi citazionismo esasperato[11].
Un ottimo consiglio degli esperti di scrittura è di "*rileggere, rileggere, rileggere*" il testo per correggere, togliere, limare, sfruttando tutto il tempo disponibile prima di licenziarlo[12]. Ogni pagina è frutto del "*pensarci su*" [13], del piacere per il lavoro ben fatto e della cura maniacale ai particolari, come ben sapevano e di conseguenza si comportavano grandi autori quali Manzoni, Calvino, Fenoglio, per rimanere solo fra gli italiani.
Ai vertici della divulgazione scientifica, in un arco temporale di quasi quattro secoli, stanno tuttora Galileo Galilei e Primo Levi. Tant'è che Galileo si sarebbe forse risparmiato parecchi guai con il clero cattolico, se avesse scritto il *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* (1632) con minor chiarezza logica, didattica ed espositiva. Per queste qualità, Galileo è considerato uno dei fondatori della prosa scientifica in italiano. *Il sistema periodico* (1975) di Levi è articolato in 21 racconti, ognuno dei quali porta il nome di un elemento della tavola periodica. Questo *memoir* di vita sotto metafora di chimica è universalmente considerato uno dei più bei libri di scienza mai scritti.
"*Asciugare*" con cura uno scritto per ottenere fluidità, incisività, armonia, è un eccellente suggerimento pratico: "*Un metodo efficace per alleggerire un testo consiste nell'eliminare, durante la necessaria rilettura, possessivi inutili, avverbi superflui, doppie negazioni, ripetizioni di frasi e concetti*" [26, p. 144]. L'elenco, in genere, comprende anche gli aggettivi, sennonché ogni regola ammette le sue brave eccezioni; infatti, il compianto Giuseppe Pontiggia osservava acutamente, e *pour cause*, che "*se si usano in modo efficace cinque aggettivi, vuol dire che quattro sono pochi e sei ridondanti*" [27, p. 199][13]. Il mio esempio preferito riguarda le cinque caratteristiche di un progetto ingegneristico (o di un esperimento) che dovrebbe essere: fattibile, utile, etico, formativo e rilevante.
Le conversazioni radiofoniche di Pontiggia [27] e il già citato DOP [20] dimostrano quanto la RAI, un tempo, prestasse attenzione all'esattezza e alla chiarezza del linguaggio. Lo testimoniano anche le *Norme per la redazione di un testo radiofonico* [29] dell'ingegnere - non a caso - Carlo Emilio Gadda, sulle regole da seguire nella stesura di testi radiofonici e nel parlato in radio[14]. "*Inderogabili norme e cautele devono osservarsi da chi parla al microfono o predispone, scrivendolo, un testo per la Radio*" è il perentorio *incipit* del vademecum gaddiano. È forse superfluo osservare che queste norme - che oggi sarebbero declassate a meri consigli o suggerimenti - riguardano i testi da leggere, ma, se le seguissimo anche in quelli scritti, non faremmo certamente peccato.

---

9 L'elenco completo è disponibile nella raccolta *La bustina di Minerva* [24] o nel "Robinson" intitolato *Italiano per principianti* [25]. In Internet si trova al link http://www.mestierediscrivere.com/articolo/eco2.

10 "*Chi disputa allegando l'autorità, non adopra l'ingegno, ma piuttosto la memoria*" (Leonardo da Vinci), anche se: "*La citazione è un utile sostituto dell'arguzia*" (Oscar Wilde). Sono grato all'amico Maurizio Molinaro per avermi segnalato entrambi i pensieri. Però, l'ammonimento: "*Chi di battuta ferisce, di battuta perisce*" ci ricorda il rischio di una dialettica fine a sé stessa quando si esagera con motti (pseudo)arguti: si pensi ai dibattiti televisivi.

11 Dopo il completamento della stesura del mio testo, è uscito di Claudio Giunta il godibilissimo anti-manuale *Come non scrivere. Consigli ed esempi da seguire, trappole e scemenze da evitare quando si scrive in italiano* (Utet, 2018). Il capitolo "Intervallo. Citate, poco, pochissimo, quasi niente" può essere letto in chiave critica della propensione marcata - non solo mia - di abusare delle citazioni. Tuttavia, resto dell'opinione che "*quando la menzione ci vuole, ci vuole*". Anche per evitare - aspetto da non trascurare - immeritate accuse di plagio.

12 Nei Paesi anglofoni, un suggerimento ricorrente è di eliminare tutto le parti a cui lo scrittore-autore tiene maggiormente ("*kill your darlings*"): io non ci riesco, forse perché non ho la cultura di quei Paesi.

13 Il saggio *Dentro la sera. Conversazioni sullo scrivere* [27] contiene le trascrizioni e il CD audio delle lezioni radiofoniche tenute da Pontiggia nel 1994 sull'attività dello scrivere in una prospettiva ampia e ricca di esempi. Pontiggia è stato un autore capace di dialogare con il proprio tempo, fornendo una guida critica ma costruttiva alle tendenze e alle mode linguistiche. Imperdibile è anche il suo gustoso libretto [28] con notazioni di costume sul linguaggio degli italiani.

14 Le norme di Gadda sono apparse per la prima volta nel 1953 in un opuscolo a uso interno della Radio Italiana (a cura del Terzo Programma) e poi pubblicate dalla Eri nel 1973.

Si parva licet…

Perché scrivere in modo difficile, se si può essere incomprensibili?
(Battuta attribuita a John Maynard Keynes)

Benché non possa dirmi davvero esperto in materia (perché non sono insegnante d'italiano e, tantomeno, linguista)[15], non resisto alla tentazione di rappresentare le mie fissazioni lessicali più accentuate - alcune rientrano fra le idiosincrasie soltanto mie, le altre, invece, sono ampiamente diffuse e condivise. Con questo gioco, per alcuni forse un po' stucchevole, non intendo affatto suggerire un discrimine: questi costrutti si possono usare, queste locuzioni non si possono usare - non ne avrei, infatti, né la competenza né l'autorità. Il mio scopo è un altro: mi propongo di richiamare il diritto a leggere testi e a sentire discorsi in una lingua, una forma e uno stile sorvegliati, non approssimati o sciatti. "*Di fronte a un testo incomprensibile, non deve vergognarsi il lettore che non capisce, ma l'autore che non si è fatto capire*" è la folgorante osservazione del consulente editoriale Massimo Birattari [26, p. 80]. (*Corso di sopravvivenza* recita il sottotitolo di questo manuale di stile, utilissimo per chi desideri scrivere bene in italiano).
Da parte mia, indicherei come negativi certi tic lessicali e tormentoni multiuso: lo snobistico *quant'altro*; l'affettato *piuttosto che* con il significato di *oltre che*; il viscido *comunque*; la perentoria risposta *assolutamente*; il familiare *famigliare*. Poi ci sarebbero lo pseudo-matematico *esatto*[16] come affermazione o conferma; il molesto *onde* avverbiale seguito dall'infinito, perché a molti "*fa venire il mal di mare*"; l'insidioso **qual'è*[17] apostrofato (anche se la scrittrice Cristina Campo, che peraltro aveva una prosa perfetta, lo scriveva così [30]); l'asimmetrica correlazione *sia… che*…; l'uso negativo del positivo *affatto* (con il capovolgimento del suo significato); l'esausto *esaustivo*; il popolare **a gratis* con la gratuita *a*; il duro a morire **redarre* al posto di *redigere*[18] ; il *poco* abbreviato nell'accentato **pò*. Recentemente è spuntato l'iperbolico *sono devastato/a* (per sono *sconvolto/a*), che mi ricorda le razzie di Attila alla guida degli Unni. Infine, un mio professore di italiano ammoniva che scrivere **accellerato* con due *elle* non è consentito neppure come licenza poetica per fare rima con *scellerato*.
In positivo, preferisco l'uso della grafia più sorvegliata per: *complementarità* (rispetto a *complementarietà*), *interdisciplinarità* (rispetto a *interdisciplinarietà*), *intravedere* (e non *intravvedere* perché *intra-* non genera raddoppiamento). E mi piace anche ricordare la raccomandazione: "*Scrivete* sé stesso *con l'accento grafico su* sé", norma inderogabile per Serianni[19], bravissimo educatore sempre con lo sguardo attento del linguista e la prosa nitida del comunicatore tanto nello scritto quanto nel parlato.
Così come prendo nota che in italiano gli efficaci ed esplicativi neologismi *implementare* (da *to implement*), *performante* (da *performant*), *resilienza* (da *resilience*) sono stati finalmente sdoganati, benché qualche neocruscante arcigno e supercilioso storca ancora il naso. Vedo ancora l'espressione stupita di allibiti colleghi universitari a un mio innocente *implementare*, molti anni fa, mentre tenevo una conferenza sull'applicazione dei filtri di Kalman alle telecomunicazioni [31].
Mi risuona invece un po' stucchevole il termine politicamente corretto di *empatia* - in particolare, quella emozionale che è ben diversa dalla cognitiva - perché il mettersi nei panni dell'interlocutore, sempre e indistintamente, non permette di analizzare i problemi con il dovuto distacco per trovarne le soluzioni più logiche[20]. Infatti, solo con la sospensione del giudizio, il percorso ragionato (o *critical thinking*), e tenendo a freno emotività e passioni è possibile discernere il vero dalle mistificazioni: si veda il caso della post-verità che ho trattato ampiamente in [4]. L'abuso di empatia (emozionale), portando a giustificare e non solo a comprendere, rischia di uniformare il pensiero verso il basso, ed è noto che senza entropia non c'è informazione. La scelta di rispettare tutti i punti di vista, di sforzarsi di vedere le buone ragioni dell'altro e di rifuggire la contrapposizione, non sempre e non in ogni contesto può essere conveniente. Al contrario, sviluppando con l'esercizio del pensiero razionale un acuto spirito critico si evita di confondere i bravi (più capaci) con i buoni (più politicamente corretti), le soluzioni più opportune con le inadatte, le decisioni migliori con le abborracciate.
Circa il plurale dei forestierismi - anglicismi, soprattutto - faccio mio il suggerimento di Patota [11, p. 562] che, per quelli saldamente impiantati in italiano, "*è preferibile il plurale invariato",* quindi*: i computer, i manager, i monitor, gli sport*, ecc. L'*esattezza* del linguaggio è una delle lezioni che Italo Calvino ci ha lasciato nell'indimenticabile opera postuma *Lezioni americane* [32]. Oltre a questa, le altre caratteristiche distillate nelle *Lezioni sono: leggerezza, rapidità, visibilità, molteplicità, coerenza* (solo progettata da Calvino). E dunque, in ogni contesto tecnico-scientifico non si può rinunciare all'uso di termini specifici del settore. In metrologia, come ben sanno gli esperti lettori di *AEIT*, si può declinare il concetto di *esattezza* in due componenti: *accuratezza* e *precisione*, oltre che rendere *esattezza* con il più pertinente *giustezza* [33][21]. È alquanto probabile che il letterato Calvino, appassionato di questioni scientifi-

che, avesse ben chiare queste sottili distinzioni.
A ogni buon conto, accuratezza, precisione ed esattezza sono i requisiti fondamentali della scrittura tecnico-scientifica, in tutte le sue forme: dalla comunicazione dei risultati di ricerca alla divulgazione di nuove conoscenze, dalla stesura di relazioni alla compilazione di tesi di laurea. Perciò "*[U]n libro [o un articolo] di divulgazione scientifica deve osservare criteri rigorosi circa ricerche, dati e discussioni, senza chiacchiere inutili e divagazioni letterarie che, oltre che inutili, sono spesso penose in un lavoro serio d'informazione scientifica […], ogni frase deve comunicare, nel testo e nella bibliografia, dati ed eventi precisi*" [35].
È pur vero che digressioni basate sull'uso di figure retoriche, purché motivate e ben articolate, possono aggiungere chiarezza al testo e facilitarne la comprensione. Nel già citato *Dialogo*, Galileo si dimostra maestro insuperabile con una serie di paragoni sia familiari agli interlocutori sia funzionali a un percorso logico ordinato e sostenuto da una prosa densa sì, ma limpida, fluida, incisiva. Beninteso, come aveva già spiegato nel precedente trattato Il *Saggiatore* (1623), ci sarebbe anche da "*intender la lingua e conoscer i caratteri*" in cui è scritto l'universo: in una parola, la matematica. *Il Saggiatore* è forse l'opera di Galileo più curata dal punto di vista letterario, essendo scritto in un volgare raffinato e adatto anche ad esporre temi scientificamente complessi. Tuttavia, rimando il discorso sul linguaggio matematico nella scienza - senza matematica, infatti, non ci sarebbe scienza - a un'altra occasione. Senza voler fare l'iper-razionalista a tutti i costi, osservo solo che matematica e grammatica, seguendo regole codificate, sono discipline entrambe basate su principi logici, ancorché differenti e autonomi - assai più laschi quelli grammaticali.
Ricorrere nella giusta misura a strumenti retorico-stilistici, quali metafore, similitudini, parallelismi, paragoni, analogie, associazioni di idee conferisce brillantezza e vivacità all'esposizione, purché si resti lontani da cliché, luoghi comuni e immagini stereotipate o logore. Nella fisica classica e moderna, l'uso di sottili analogie ha guidato molti imprevedibili sviluppi [36]: si pensi allo stile di pensiero di Albert Einstein nell'arrivare gradualmente a un nuovo paradigma di teoria della relatività, compresa la celebre formula $E = mc^2$, oggi un'icona riprodotta ovunque, soprattutto sulle magliette dei *nerd* ("secchioni"). Del ricorso alle metafore di Levi, scienziato e divulgatore sopraffino, abbiamo già detto.
Un orecchio attento alla povertà e alla piattezza del linguaggio odierno (si pensi alle inflazionate espressioni verbali *un attimino* o *nella misura in cui…*) deve pure evitare di esprimersi in modi che vadano a detrimento della chiarezza. "*Chi sa di essere profondo, si sforzi d'esser chiaro, chi vuole apparire profondo, si sforzi di essere oscuro*", ammoniva Nietzsche, mentre Aristotele: "*Pensate da uomini saggi, ma parlate come la gente comune*". Non occorre quindi esagerare con i tecnicismi settoriali, eccedendo in un linguaggio inutilmente astruso o esoterico: in ambito medico circola la facezia sul clinico, specialista in cefalee, che si vantava con i suoi assistenti: "*Il paziente è venuto da me con il mal di testa, e se ne è andato con l'emicrania*". Peraltro, da parte sua, il lettore dovrà fare un pur minimo sforzo per avvicinarsi a un testo i cui contenuti non siano del tutto banali.
Secondo l'aforisma di Wilde citato in esergo, perfino le virgole hanno un ruolo essenziale (indubbiamente, lo scrittore si dedicava con cura maniacale e perizia estrema a ogni altro elemento linguistico). Per introdurre una nota leggera, faccio notare che il senso dell'ipotetica esortazione di un

15 Anche se non sono un professionista di temi linguistici, sono però un assiduo raccoglitore e consumatore di questi prodotti. Spero perciò di non derogare troppo al lapidario ma incontrovertibile monito di Plinio il Vecchio "*Ne supra crepidam sutor iudicaret (Che il calzolaio non giudichi al di là della scarpa)*", ossia ognuno dovrebbe occuparsi delle cose di sua competenza. Il richiamo al *sutor* corrisponde al meneghino "*Ofelè, fa el to mesté! (Pasticciere, fai il tuo mestiere!)*" – invito, questo, lapidario ma incontestabile. Altrettanto efficace è il piemontese "*Mostré ai gat a rampié (Pretendere di insegnare ai gatti come arrampicarsi)*", ovvero dire agli esperti che ne sanno più di te come fare il loro lavoro.

16 Pontiggia amava sentenziare che "*esatto circoscrive i limiti di una persona come una volta il borsello quelli di un uomo*" [27, p. 212; 28, p. 57].

17 Secondo una convenzione adottata in linguistica, l'asterisco anteposto a una parola o una locuzione ne contrassegna la non grammaticalità.

18 Il **redarre* è particolarmente subdolo: tuttora ne ho ben presente uno, nel quale inciampò anni fa un autorevole professore d'italiano sul supplemento culturale di un quotidiano nazionale. Per essere benevolo, attribuirei lo strafalcione o a un giovane *ghostwriter* o alla disattenzione che, di tanto in tanto, colpisce anche i migliori: "*Quandoque dormitat bonus Homerus*", chiosava Orazio.

19 Si veda, e non solo per questo aspetto tutto sommato marginale, la sua lezione di congedo dall'attività didattica "Insegnare l'Italiano nell'università e nella scuola" del 14 giugno 2017 (https://www.youtube.com/watch?v=MV4i6PscKEQ).

20 *Walking in my shoes* è il titolo di una canzone dei Depeche Mode, gruppo musicale che affonda le proprie radici nella musica elettronica dei primi anni Ottanta. Un brano dice: "*Se camminerai nelle mie scarpe, inciamperai nelle mie impronte*". Dal punto di vista dal punto di vista emozionale ed emotivo, ciò significa identificarsi o immedesimarsi totalmente nell'altro, atteggiamento non sempre condivisibile.

21 Un po' paradossalmente, ma non troppo, una fra le più chiare illustrazioni grafiche dei due concetti *precisione* e *accuratezza*, che si integrano *nell'esattezza* (o *giustezza*), si trova in un manuale di epidemiologia [34, p. 144], del quale esiste anche la versione online (http://www.quadernodiepidemiologia.it/epi/HomePage.html), che, però, non riporta la figura esplicativa e chiarificatrice del testo a stampa.

docente agli allievi a studiare il poeta Giorgio Caproni: "*Studiate Caproni*!", verrebbe stravolto, introducendo una virgola, in "*Studiate, caproni*!", con un vocativo certo non gradito da studenti e genitori sempre più suscettibili e iperprotettivi[22].
La punteggiatura - ne sono ben conscio - è un altro mio vezzo (vizio?) radicato e irrinunciabile. Resta il fatto che Bice Mortara Garavelli nel suo impeccabile *Prontuario di punteggiatura* [38] si batte contro una concezione ingenua, tramandata ancora oggi dall'insegnamento scolastico. Quella per cui l'interpunzione, compresa la virgola, servirebbe a riprodurre le pause del parlato ("a riprendere fiato") e non - come invece è - a segnalare i legami tra le varie parti di un testo, costituendo una vera e propria "segnaletica testuale". Una ben nota conseguenza del primo assunto, tanto arbitrario quanto consolidato, è la tradizione scolastica di bandire la virgola prima delle congiunzioni *e* ed *o*. Sulla punteggiatura come indicatore dei rapporti logico-sintattici tra le parti di una frase o di un periodo, insiste anche il manuale *Questo è il punto* di Francesca Serafini [39]. Nello stesso solco, ma con tono più leggero, si inserisce il saggio [40] della scrittrice e giornalista inglese Lynne Truss.
"*Con una sola virgola ben messa si può illuminare una pagina […]*", sostiene il nuovo, divertente e informatissimo manuale sulla punteggiatura di Leonardo Luccone [41], con esempi e citazioni d'autore assai pertinenti. Imperdibile è la chicca su Gadda che nel 1949 lamentava: "*A proposito di interpunzione e di questioni ortografiche in genere, è da segnalare che diversi concorrenti [di un premio poetico] sono entrati in gara con le più incerte lezioni degli antichi […]. Una vaga disseminazione di virgole e punti e virgole, buttati a caso, qua e là, dove vanno vanno, come capperi nella salsa tartara*" [41, p. XII]. Illuminante è il capitolo sul recupero del punto e virgola, in sintesi: "*Il punto e virgola divide (interruzione sul piano della forma) e unisce (è mantenuta una certa unità nell'azione)*" [41, p. 212]. Il punto e virgola è dunque una pausa che non indica le fine del discorso, ma la continuazione di un concetto, ma per usarlo serve una certa sensibilità.
Se da un lato faccio grande uso dei segni di interpunzione - fino a rasentarne l'abuso - d'altro canto evito accuratamente la *d* eufonica delle forme *ed* e *ad* quando la parola successiva non comincia con la stessa vocale. Tranne che per le forme fisse, ormai consolidate dall'uso, come: *ad eccezione, ad esempio, fino ad ora, dare ad intendere,* nonché *tu/lui/lei ed io* (http://www.treccani.it/enciclopedia/d-eufonica_(La-grammatica-italiana)/).

Le riflessioni precedenti non hanno certo la pretesa di fornire "linee-guida" o "istruzioni per l'uso", quali si potrebbero trovare in un vademecum grammaticale e in un manuale di stile di pronta consultazione. A proposito di indicazioni pratiche, provo grande simpatia per questa *summa* di precetti aurei: "*scrivere, rimaneggiare, rivedere e lentamente produrre*". E ancora: "*soppesare ogni frase curandone il ritmo, scegliere, scartare, riscegliere ogni parola*", sfruttando tutto il tempo disponibile. Che poi è la sintesi della prassi scrittoria cui si atteneva Gustave Flaubert [42]. La lezione da trarre è che la padronanza stilistica è frutto di un instancabile esercizio tecnico, più dell'impegno che dell'ingegno. Perché, se - come si dice - "*il diavolo si annida nei dettagli*", è vero che la pur irraggiungibile perfezione sta nella cura dei particolari: "*il solo modo di scrivere è riscrivere*", sosteneva Ernest Hemingway. Non mi sembra perciò encomiabile chi "*scrive allo stesso modo in cui gli altri respirano*", perché privilegia la quantità alla qualità dello scritto. L'attenzione alla disciplina stilistica non deve far certo dimenticare la predisposizione naturale per la scrittura, come disse un'altra volta lo stesso Hemingway: "*Una delle due doti assolutamente necessarie per la scrittura è la massima serietà. L'altra, purtroppo, è il talento*".

Conclusioni (con un suggerimento)

Dalla fine del 2016 ho incominciato a interpellare alcuni autorevoli linguisti e accademici della Crusca con un'email di questo tenore: "*Un settore che sforna di continuo neologismi e anglicismi nordamericani è quello dell'informatica, delle telecomunicazioni e dell'intelligenza artificiale (ICT). Infatti, i risultati dell'innovazione tecnologica nel digitale sono ben più rapidi di quelli ottenibili in campo sociale, economico, politico. Le chiedo: esistono, a sua conoscenza, pubblicazioni, siti web, blog, volti a facilitare il lavoro di comunicazione/divulgazione sull'innovazione ICT e sulle tecnologie digitali nella nostra lingua? Non sarebbe anche utile promuovere studi* ad hoc *o tesi di laurea che se ne occupino in modo specifico? Eventuali suggerimenti - se non vere e proprie linee-guida - sarebbero molto graditi da quei ricercatori e studiosi della disciplina che si sforzano ancora di scrivere in un italiano decoroso e comprensibile anche da un lettore «laico» - colto ma non specialista. In ogni caso, potrebbe essere interessante conoscere le posizioni assunte in quest'ambito dalle analoghe istituzioni di Francia, Germania, Spagna*".

Ho dovuto però rendermi conto della scarsa attenzione che i linguisti italiani, in generale, prestano al problema; per esempio, da un riscontro ricevuto è emerso che molti di essi "*preferiscono non cimentarsi*" nella resa in italiano del lessico proprio dell'ICT, giudicandolo un "*campo minato*" e ritenendo la partita "*persa in partenza*". Un'esperta di scrittura in Rete e blogger mi ha poi risposto: "*Il tema della traduzione in italiano dei termini informatici è spinosissimo per diversi motivi: 1) gli addetti ai lavori sono poco propensi ad accettare traduzioni. Perfino su* hard disk = *disco rigido riescono a imbastire distinzioni senza fine; 2) di norma, chi si occupa di linguaggio sa poco o niente di informatica, e fa a sua volta fatica a proporre plausibili equivalenti italiani*".

Per le voci dell'ICT d'uso corrente, alcuni suggerimenti - utili benché non sistematici - si trovano nei già indicati siti web dell'Accademia della Crusca e dei blog [21-22], come pure nell'appendice "L'italiese" del manuale [26], appendice quanto mai equilibrata e ricca di considerazioni di buon senso. Ma il tema dovrebbe essere affrontato in modo meno episodico: sembra che molti specialisti del linguaggio trovino più facile, conveniente e gratificante occuparsi del linguaggio della politica o dei media (giornali, radio e televisione).

Resta però il fatto che anche linguisti e accademici dovrebbero contribuire attivamente all'evoluzione della lingua italiana - nelle sue risorse culturali e nei suoi strumenti operativi - per trattare concetti e contenuti (non solo il lessico) affatto nuovi, che scienza e tecnologia propongono giorno dopo giorno. Rinunciarvi sarebbe quasi come ammettere che la nostra lingua non possiede risorse culturali adeguate a trattare qualsiasi contenuto tecnico-scientifico proprio di un Paese che guarda al futuro. Onesta ma significativa è l'ammissione del Presidente dell'Accademia della Crusca Claudio Marazzini: "*La lingua della scienza [e della tecnica] è stata ingiustamente trascurata dalla nostra tradizione culturale segnata dagli eccessi dell'idealismo. […] Perché una lingua nazionale che non parli anche di scienza [tecnoscienza] regredisce rapidamente in una lingua di àrcadi, o in un dialetto, cioè segna la propria fine*"[23].

L'AEIT, come istituzione prestigiosa e autorevole, potrebbe promuovere tesi/gruppi di studio insieme con i linguisti più sensibili alla terminologia tecnico-scientifica - non trascurando il coinvolgimento di altre associazioni culturali affini, in particolare l'AICA e il CEI. Un primo concreto risultato della collaborazione potrebbe essere un elenco (parziale e *in fieri*) di termini inglesi dell'ICT classificati in: insostituibili o essenziali, utili, superflui [22]. Senza l'utopistica velleità di arginarne l'invasione, basterebbe rendersi conto che molti anglicismi recepiti crudi (cioè acriticamente) denotano la scarsa fantasia, se non pigrizia mentale, di chi li usa. Ribadisco, infatti, che un non secondario compito di tecnici, ricercatori e scienziati è saper comunicare in modo dialettico, cioè saper dialogare - nei luoghi deputati - mediante una lingua comprensibile anche ai non specialisti. In ogni caso, francesi, spagnoli e tedeschi adottano posizioni meno acquiescenti delle nostre o, assai più spesso di noi, riportano al tempo stesso il traducente e l'anglicismo. Per tutte queste ragioni, il lessico dell'ICT potrebbe essere l'oggetto di una rubrica, anche a bassa frequenza, di *AEIT*[24].

Qualche decennio fa, quando partecipavo agli organismi di normativa internazionali di telecomunicazioni, e dovevo riferire con note o rapporti in italiano, usualmente cercavo di documentarmi sui termini tecnici francesi e spagnoli adottati in pubblicazioni consimili per sfruttare le affinità lessicali tra le lingue neolatine (romanze), sia pur prestando molta attenzione alle insidie dei "falsi amici". Anche oggi, l'analisi della resa in francese e spagnolo degli anglicismi nel settore ICT potrebbe rappresentare un valido approccio, previa consultazione sia delle pubblicazioni tecnico-scientifiche sia dei media generalisti (direttamente o con Google).

Spero che, dopo le reminiscenze e considerazioni precedenti, il titolo di questo *divertissement* affabulatorio non appaia più stravagante e futile, come di primo acchito. Anche se il saggio non ha certamente pretese normative e, al più, offre agli interessati qualche modesto suggerimento stilistico ed editoriale, eventuali commenti sui punti accennati, o su altri simili, saranno benvenuti.

22 Il gioco di parole *Caproni-caproni* rasenta la banalità goliardica. Molto più raffinati sono gli ironici versi del poeta Maurizio Cucchi sul dubbio che assale una giovane docente sull'ambiguità del cognome: "*Caproni, chi era costui?*" [37]. Piuttosto dell'addestramento delle giovani menti con robot o dell'accanimento pedagogico, la conclusione di Cucchi è: "*meglio allora il chiaro deserto didattico, il progetto virtuoso di un sano e fieramente postmoderno analfabetismo totale!*".

23 Cfr. la sua *lectio magistralis* "Italiano oggi e domani: lingua e cultura nella nazione internazionale", Palazzo Giustiniani, Roma, 20 aprile 2017 (https://www.youtube.com/watch?v=K6-ydT11OwA), nonché il suo saggio-appello [43].

24 Fino alla fine del 2017, la rivista *IEEE Spectrum* ha pubblicato, con cadenza bimestrale, la rubrica "Technically Speaking".

BIBLIOGRAFIA

[1] H.J. Trussell, S. Basu: Point of view: Rewards of tutorials, *Proceedings of the IEEE*, vol. 104, n. 12, dicembre 2016, pp. 2262-2266, http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7745833

[2] M. Bonazzi: Pericle e Gramsci lottano uniti. Agli antipodi del populismo, la *Lettura-Corriere della Sera*, n. 296, 30 luglio 2017, p. 11.

[3] B. Arpaia: La gaia scienza in "Narrate scienziati la vostra storia", *Robinson-la Repubblica*, n. 33, 16 luglio 2017, pp. 14-15.

[4] A. Luvison: L'ecosistema dell'innovazione digitale: analisi critica, *AEIT*, n. 3-4, marzo-aprile 2017, pp. 6-27, http://www.aeit.it/aeit/edicola/aeit/aeit2017/aeit2017_02_cisa/aeit2017_02_riv.pdf

[5] P. Bianucci: *Te lo dico con parole tue. La scienza di scrivere per farsi capire*, Bologna, Zanichelli, 2008.

[6] R. Dahl: Lo scrittore automatico in *Tutti i racconti*, Milano, Longanesi, 2016, pp. 639-657.

[7] F. Sabatini: Intervento a "Uno mattina in famiglia", *RAI 1*, 19 marzo 2017, http://www.raiplay.it/video/2017/03/UnoMattina-in-famiglia-cbd9bf40-f0fb-41d2-b594-63eeecc0df68.html

[8] T. De Mauro: È irresistibile l'ascesa degli anglismi?, *Internazionale*, n. 1161, 14 luglio 2016, http://www.internazionale.it/opinione/tullio-de-mauro/2016/07/14/irresistibile-l-ascesa-degli-anglismi

[9] C. Vercellis, A. Piva: *Big Data Analytics. Leve di progettazione, sfide e opportunità, ambiti di applicazione*, Milano, Il Sole 24 Ore, 2017.

[10] Special Report: Blockchain World, *IEEE Spectrum*, vol. 54, n. 10, ottobre 2018, pp. 20-57, https://spectrum.ieee.org/static/special-report-blockchain-world. Cfr. in particolare M.E. Peck: Blockchain lingo, p. 41.

[11] L. Serianni: *Italiano. Grammatica, sintassi, dubbi* (con la collaborazione di A. Castelvecchi e "Glossario e dubbi linguistici" a cura di G. Patota), Milano, Garzanti, 1997.

[12] *L'italiano. Conoscere una lingua formidabile* (14 voll.), Roma, Accademia della Crusca-Gruppo Editoriale GEDI, 2017. (La collana era già uscita con *la Repubblica* tra fine 2016 e inizio 2017).

[13] C. Marazzini: *L'italiano. Conoscere una lingua formidabile. 3. Scrivere nell'era digitale*, Roma, Accademia della Crusca-Gruppo Editoriale GEDI, 2017.

[14] M. Biffi: *L'italiano. Conoscere una lingua formidabile. 7. Le parole nella Rete*, Roma, Accademia della Crusca-Gruppo Editoriale GEDI, 2017.

[15] I. Bonomi, N. Maraschio: *L'italiano. Conoscere una lingua formidabile. 8. Giornali, radio e tv: la lingua dei media*, Roma, Accademia della Crusca-Gruppo Editoriale GEDI, 2017.

[16] C. Robustelli: *L'italiano. Conoscere una lingua formidabile. 4. Sindaco e sindaca: il linguaggio di genere*, Roma, Accademia della Crusca-Gruppo Editoriale GEDI, 2017.

[17] C. Robustelli: *Donne, grammatica e media. Suggerimenti per l'uso dell'italiano* (a cura di M.T. Manuelli), Roma, GiULiA. Giornaliste, 2014, http://www.accademiadellacrusca.it/sites/www.accademiadellacrusca.it/files/page/2014/12/19/donne_grammatica_media.pdf

[18] C. Giovanardi, E. De Roberto: *L'italiano. Conoscere una lingua formidabile. 6. L'italiano e le lingue degli altri*, Roma, Accademia della Crusca-Gruppo Editoriale GEDI, 2017.

[19] G. Antonelli (a cura di): *Biblioteca della lingua italiana* (35 voll.), Milano, Corriere della Sera-Rizzoli, 2017-2018.

[20] *DOP - Dizionario italiano multimediale e multilingue d'ortografia e di pronunzia*, Roma, RAI-ERI, 2010, http://www.dizionario.rai.it/

[21] A. Testa: *300 parole da dire in italiano*, http://nuovoeutile.it/300-parole-da-dire-in-italiano/

[22] L. Corbolante: *Terminologia etc.*, http://blog.terminologiaetc.it/2012/06/04/pericolo-forestierismi/

[23] C. Giunta: Saper scrivere è così importante?, *Domenica-Il Sole 24 Ore*, n. 42, 12 febbraio 2017, p. 23, http://www.ilsole24ore.com/art/cultura/2017-02-12/saper-scrivere-e--cosi-importante-125906.shtml?uuid=AEbRCDQ

[24] U. Eco: *La bustina di Minerva*, Milano, Garzanti, 1999.

[25] Le regole (buffe) di Umberto Eco in "Italiano per principianti", *Robinson-la Repubblica*, n. 13, 26 febbraio 2017, pp. 14-19.

[26] M. Birattari: *È più facile scrivere bene che scrivere male. Corso di sopravvivenza*, Milano, Ponte alle Grazie, 2011, e come n. 11 della collana [19] (con prefazione di G. Antonelli).

[27] G. Pontiggia: *Dentro la sera. Conversazioni sullo scrivere* (con CD audio), Milano, Belleville Editore, 2016.

[28] G. Pontiggia: *Le sabbie immobili*, Bologna, il Mulino, 1991.

[29] C.E. Gadda: Norme per la redazione di un testo radiofonico in *Un radiodramma per modo di dire e scritti sullo spettacolo* (a cura di C. Vela), Milano, il Saggiatore (Politeama n. 5), 1982, pp. 101-112. Versione online: *Le inderogabili norme e cautele di Gadda* (a cura di G. Caresio), http://www.giuliocaresio.it/formazione/inderogabili-norme-cautele-gadda/

[30] E. Stancanelli: Le lettere al futuro di Cristina Campo, *Robinson-la Repubblica*, n. 13, 26 febbraio 2017, pp. 11-12.

[31] A. Luvison, G. Pirani: Metodologie sistemistiche nelle telecomunicazioni, *Le Scienze*, vol. XVII, n. 98, ottobre 1976, pp. 9-15.

[32] I. Calvino: *Lezioni americane. Sei proposte per il prossimo millennio*, Milano, Garzanti, 1988.

[33] *Vocabolario internazionale di metrologia (VIM). Concetti fondamentali e termini correlati*, Norma italiana, UNI CEI 70099, versione italiana dell'aprile 2010, http://unina.stidue.net/Universita'%20di%20Trieste/Ingegneria%20Industriale%20e%20dell'Informazione/Annovi/Vocabolario%20Internazionale%20di%20Metrologia.pdf. Ultimi aggiornamenti online della versione bilingue inglese-francese: www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html, 29 aprile 2017.

[34] E. Bottarelli, F. Ostanello: *Epidemiologia. Teoria ed esempi di medicina veterinaria*, Milano-Bologna, Il Sole 24 Ore-Edagricole, 2011. Versione online E. Bottarelli: Quaderno di epidemiologia veterinaria, http://www.quadernodiepidemiologia.it/epi/HomePage.html

[35] A. Benini: Divulgazione senza cervello, *Domenica-Il Sole 24 Ore*, n. 327, 3 dicembre 2017, p. 30.

[36] D. Hofstadter, E. Sander: *Superfici ed essenze. L'analogia come cuore pulsante del pensiero*, Torino, Codice Edizioni, 2015.

[37] M. Cucchi: Caproni, caproni in "La scuola è morta, viva la scuola", *Origami-La Stampa*, n. 106, 14-20 dicembre 2017, p. 6.

[38] B. Mortara Garavelli: *Prontuario di punteggiatura*, Roma-Bari, Laterza, 2003.

[39] F. Serafini: *Questo è il punto. Istruzioni per l'uso della punteggiatura*, Roma-Bari, Laterza, 2012, e come n. 10 della collana [19] (con prefazione di G. Antonelli).

[40] L. Truss: *Virgole per caso. Tolleranza zero per gli errori di punteggiatura* (con una nota di S. Bartezzaghi), Casale Monferrato, Edizioni Piemme, 2005.

[41] L.G. Luccone: *Questione di virgole. Punteggiare rapido e accorto*, Roma-Bari, Laterza, 2018.

[42] J. Salter: *L'arte di narrare*, Milano, Guanda, 2017.

[43] C. Marazzini: *L'italiano è meraviglioso. Come e perché dobbiamo salvare la nostra lingua*, Milano, Rizzoli, 2018.

BENDER
The Power in Electrical Safety©

Non perderti un battito!
Elimina il rischio blackout.

ATICS®-ISO

Uno che si fa in due per la sicurezza

Soluzione completa per locali medici di gruppo 2:
commutatore di linea di massima sicurezza, certificato SIL 2 (*Safety Integrity Level 2* - EN 61508), con controllo d'isolamento medicale ISOMETER® MED integrato.

- Conforme all'ultima CEI 64-8/710; V2:2015-08
- Commutazione automatica in classe 0,5, con separazione di sicurezza tra le linee (710.536)
- Misura di tensioni e frequenze sugli ingressi e di tensione e corrente sull'uscita commutata.
- Ritardo selettivo della manovra, in caso di cortocircuito a valle del commutatore
- Allarmi di basso isolamento, sovraccarico e sovratemperatura del trasformatore (710.413.1.5)
- Predisposizione per sistema ISOSCAN® di localizzazione automatica dei guasti d'isolamento su ciascuna partenza IT-M, senza disconnessione dei carichi (710.413.1.5)

Bender Italia Srl
Via Piero Martinetti, 6 • 20147 – Milano
Tel. +39 02 36742900 • Fax +39 02 36742914
info@bender-it.com • www.bender-it.com

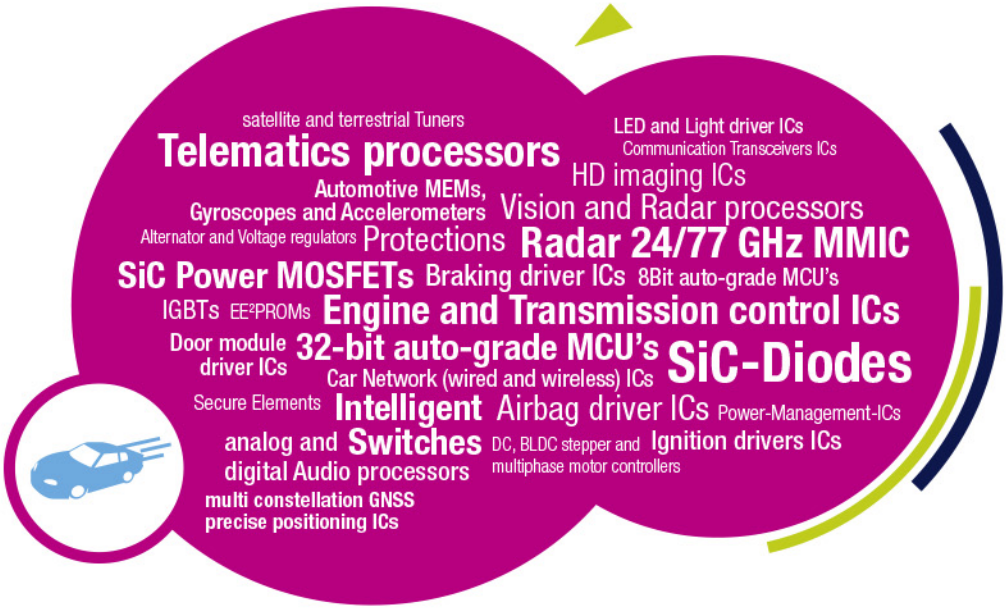
BENDER Group

With your ideas and our solutions you decide where the road ends

ST offers a comprehensive set of solutions for all your automotive applications. Whether you are developing products to make driving

safer – radar, machine vision, sensor fusion, precise positioning, vehicle dynamic control
greener – drive train electrification (HEV/EV, 48V), transmission, LED, BLDC motor control
or more connected – navigation, infotainment, telematics, secure & smart gateways, V2X

our experience, deep application knowledge and automotive quality manufacturing enables us to deliver the optimized products and solutions you need.



For more information, visit www.st.com