

NEUROSCIENZE E ICT

UNA PANORAMICA

Negli ultimi decenni le neuroscienze si sono notevolmente sviluppate grazie ai nuovi e potenti mezzi di visualizzazione dell'attività cerebrale, come l'elettroencefalografia ad alta risoluzione spaziale, che hanno contribuito a formare un corpo di conoscenze sul funzionamento cerebrale, poi applicate a settori diversi della società civile e produttiva, in primis quello dell'informazione e tecnologie della comunicazione (ICT). Questo articolo offre una panoramica sulle applicazioni oggi possibili e indica le prossime evoluzioni, sulla base della ricerca finanziata dalla comunità europea.

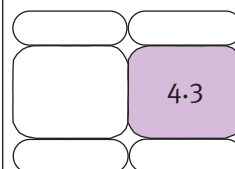
1. I NUOVI DISPOSITIVI DI IMAGING CEREBRALE CONSENTONO LO STUDIO DELL'ATTIVITÀ CEREBRALE IN VIVO NELL'UOMO

Speso nella storia della scienza lo sviluppo di nuovi strumenti di analisi ha consentito l'esplorazione di nuovi orizzonti scientifici e il superamento dei vecchi confini dell'organizzazione del sapere. Negli ultimi 20 anni la ricerca scientifica ha generato un insieme di potenti strumenti di misura e analisi dell'attività cerebrale dell'uomo totalmente "non invasivi", tali cioè da poter essere impiegati per la raccolta dei dati con il soggetto sveglio e senza lesioni alla cute dello stesso. Tali strumenti forniscono direttamente o indirettamente delle immagini dell'attività cerebrale del cervello del soggetto durante l'esecuzione di un compito sperimentale. Queste possono essere poi presentate mediante falsi colori su immagini reali della struttura cerebrale. In tal modo i neuroscienziati possono osservare, come sulla mappa di una località geografica, le aree del cervello più attive (più colorate)

durante un particolare compito sperimentale. L'elettroencefalografia ad alta risoluzione spaziale (*High Resolution Electroncephalography*; HREEG) è un dispositivo di *imaging* dell'attività cerebrale "in vivo" dell'uomo che misura l'intensità del potenziale elettrico sulla superficie della testa [1, 2]. La HREEG restituisce immagini dell'attività cerebrale con un'elevata risoluzione temporale (un millisecondo o meno), e una moderata risoluzione spaziale (dell'ordine della frazione di centimetro). Nella figura 1 vengono presentate alcune immagini dell'attività cerebrale alcuni millisecondi dopo la ricezione di uno stimolo sensoriale al polso della mano destra in un soggetto sano. Il modello di testa tridimensionale, visibile a sinistra nella figura, è impiegato per la stima dell'attività cerebrale. Sono rappresentate la corteccia cerebrale, la dura madre (membrana meningeae che avvolge il cervello), il cranio e la superficie del capo. I pallini sono gli elettrodi impiegati per la registrazione dell'EEG ad alta risoluzione spaziale. Sempre nella figura 1, a destra, nella prima fila dall'alto si osserva la successione delle distribuzioni



Gianluca Zaffiro
Fabio Babiloni



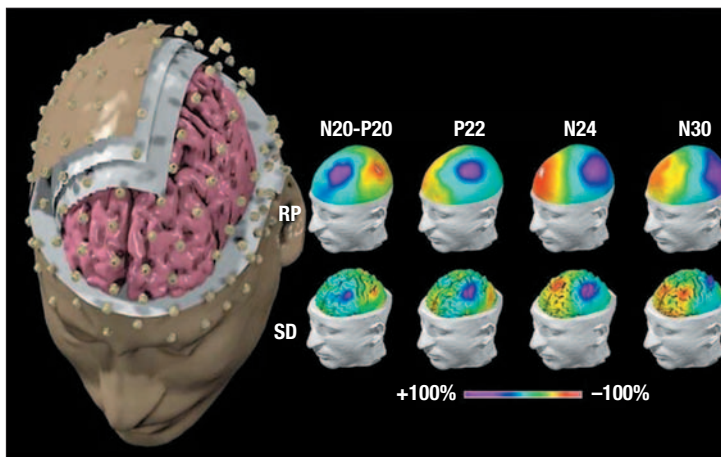


FIGURA 1

Immagini dell'attività cerebrale alcuni millisecondi dopo la ricezione di uno stimolo sensoriale

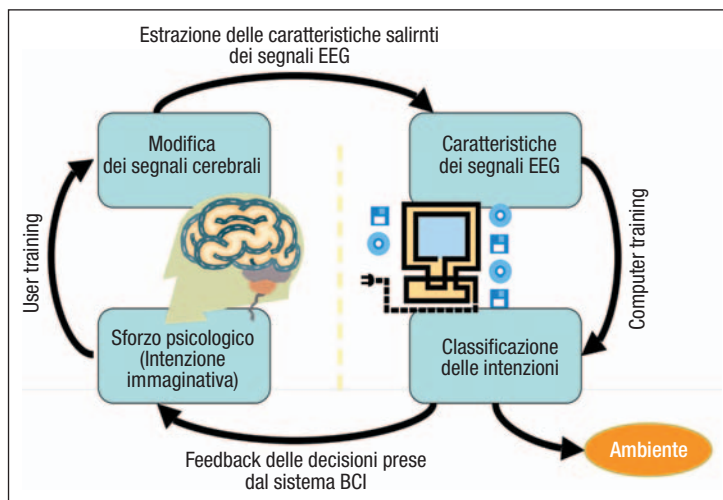


FIGURA 2

Schema logico di un sistema BCI

dell'attività elettrica cerebrale durante la ricezione sensoriale dello stimolo elettrico al polso, codificate mediante una scala di colori dal violetto al rosso. Nella seconda fila dall'alto si riporta la stima, relativa agli stessi istanti rappresentati nella fila precedente, dell'attività corticale, ovvero della parte superficiale del cervello (la corteccia) che gioca un ruolo centrale nei meccanismi mentali complessi come la memoria, la concentrazione, il pensiero e il linguaggio.

L'impiego dei moderni strumenti di *brain imaging* in questi ultimi decenni ha consentito di chiarire le principali strutture cerebrali coinvolte nei processi cognitivi e motori dell'uomo. Queste tecniche hanno evidenziato il ruolo

centrale di aree particolari del cervello, come quelle poste dietro alla fronte e vicine alle orbite oculari (aree prefrontali e orbito frontali) nella pianificazione e nella generazione di azioni finalizzate, così come nella memorizzazione a breve e medio termine di concetti e immagini [3]. Negli ultimi anni si sono potuti quindi misurare e riconoscere i "segni" dell'attività cerebrale relativa a variazioni di memorizzazione, attenzione ed emozione, in compiti sperimentali sempre più simili alle condizioni della vita reale di tutti i giorni.

2. INTERFACCE CERVELLO-COMPUTER: PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO

Negli ultimi anni si è osservato con tecniche HREEG come l'immaginazione di atti motori nell'uomo avvenga nelle stesse sedi cerebrali deputate al controllo del reale movimento degli arti. Questa importante evidenza sperimentale è alla base di una tecnologia, detta "Brain Computer Interface" (BCI), che aspira a controllare dispositivi elettronici e meccatronici con la modulazione della sola attività cerebrale. Nella figura 2 è presentato lo schema di un tipico sistema BCI: a sinistra è rappresentato l'utente che, con il suo sforzo psicologico, determina un cambiamento dell'attività elettrica cerebrale, il quale può essere rilevato da un apparato di registrazione e analisi del segnale EEG. Se tale attività viene generata in maniera ripetitiva, il sistema automatico di calcolo può riconoscere la generazione di tali stati tramite opportuni programmi di classificazione. Successivamente al riconoscimento di tali stati, il sistema può generare delle azioni nel mondo esterno e dare un *feedback* all'utente.

In particolare è possibile osservare come un soggetto sperimentale possa imparare a modificare la composizione in frequenza del proprio EEG in maniera autonoma, senza cioè dover ricorrere a qualche stimolo esterno. Sullo scalpo è possibile registrare un particolare ritmo EEG denominato *mu* con elettrodi di superficie posti in vicinanza della sommità del capo e in direzione posteriore (zone centro-parietali). È noto come tale ritmo subisca una forte diminuzione della sua ampiezza di oscillazione (circa 8 ÷ 12 Hz) in occorrenza del movimento

degli arti. Tale fenomeno è noto in letteratura come desincronizzazione del ritmo *alfa*. Con l'addestramento, un soggetto può imparare a ottenere tale desincronizzazione del ritmo EEG anche in assenza di un movimento visibile, ma semplicemente immaginando di muovere l'arto stesso. In tal modo si ottiene il controllo volontario da parte dell'utente di una componente della propria attività cerebrale, che può essere rilevata mediante l'EEG in una particolare banda di frequenza (appunto, $8 \div 12$ Hz), preferenzialmente su elettrodi sovrastanti particolari aree corticali (senso-motorie). Come già detto, l'immaginazione di atti motori genera dei "pattern" di attività cerebrale che sono sostanzialmente stabili e ripetibili nel tempo ogni volta che la persona mette in atto tale tipo di immaginazione [4, 5]. Non è ovviamente scontato né semplice cercare di far riconoscere a sistemi automatici modificazioni volontarie del tracciato EEG con percentuali di errore contenute e tali da poter guidare in sicurezza dispositivi meccanici ed elettronici. Le principali difficoltà incontrate nel riconoscimento delle modificazioni indotte del potenziale sullo scalpo sono di varia natura. La prima è la richiesta di una tecnica di apprendimento appropriata perché il soggetto possa imparare come controllare specifici tratti del proprio EEG. Tale tecnica richiede al minimo l'adozione di strumentazione idonea, che analizzi in tempo reale l'EEG e invii un *feedback* al soggetto istantaneamente, la disponibilità di una metodologia appropriata, così che il soggetto non sia frustrato da fallimenti transitori usuali durante la procedura di addestramento, ed infine conoscenze appropriate dell'impiego del *software* di addestramento, così che l'operatore possa efficacemente correggere specifici parametri del BCI affinché diventi più facile il suo controllo per ciascun soggetto. La seconda difficoltà nel riconoscimento dell'attività mentale mediante analisi dell'EEG deriva dal basso rapporto segnale/rumore presente tipicamente sull'EEG stesso. Infatti, a riposo tale segnale è generalmente caratterizzato da un comportamento oscillatorio, che normalmente rende le variazioni di ampiezza del ritmo *mu* difficili da rivelare. Per indirizzare opportunamente tale problema, devono essere impiegate specifiche tecniche di elaborazione del segnale al fine di estrarre le caratteristiche rile-

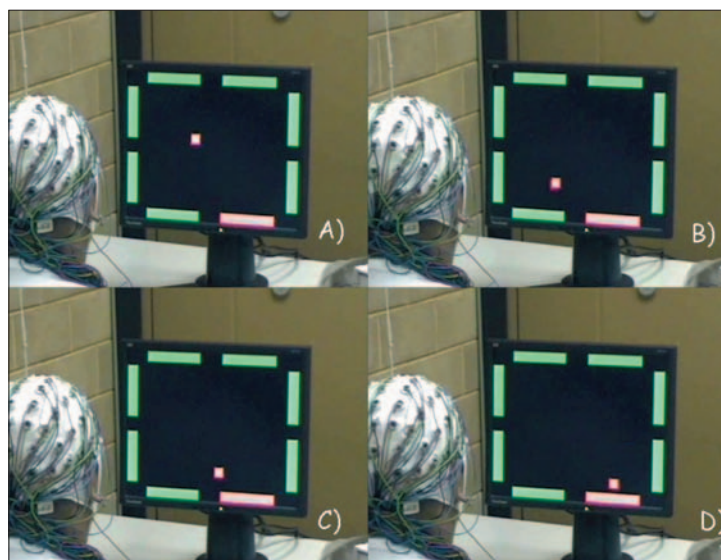


FIGURA 3

Il soggetto variando il proprio stato mentale provoca la generazione di un'attività corticale riconoscibile dal computer, che a sua volta riesce a muovere un cursore (il punto rosso in mezzo allo schermo) verso uno dei possibili obbiettivi (la barretta rossa al bordo dello schermo)

vanti dall'EEG di base mediante l'impiego di appositi programmi di classificazione automatica, detti "classificatori". Come le impronte digitali vengono confrontate nei *database* della polizia per riconoscere la persona a cui appartengono, così le caratteristiche estratte dal segnale EEG di base vengono confrontate con quelle ottenute durante le fasi di addestramento dell'utente. L'estrazione delle caratteristiche del segnale EEG spesso viene compiuta mediante una stima della densità di potenza spettrale del segnale stesso in una banda di frequenza fra 8 e 16 Hz. Successivamente, il riconoscimento di queste caratteristiche come appartenenti ad uno specifico stato mentale dell'utente generato durante il *training* viene eseguito da classificatori che implementano meccanismi basati su reti neurali artificiali. Una volta che tali classificatori generano la decisione relativa allo stato di immaginazione motoria riconosciuta nell'utente viene promossa un'azione di comando su un dispositivo elettronico o mecatronico nell'ambiente circostante. Tale azione fisica è quindi in risposta ad un evento puramente mentale generato dall'utente, acquisito dal dispositivo HREG e successivamente classificato dal *software* BCI. Nella figura 3 è mostrato come un utente possa muovere un cursore in due dimensioni di-



FIGURA 4

Due soggetti che giocano a ping-pong elettronico senza muovere i muscoli, mediante l'impiego dell'interfaccia cervello-computer installata presso la Fondazione Santa Lucia di Roma. Sequenza da A) a D)

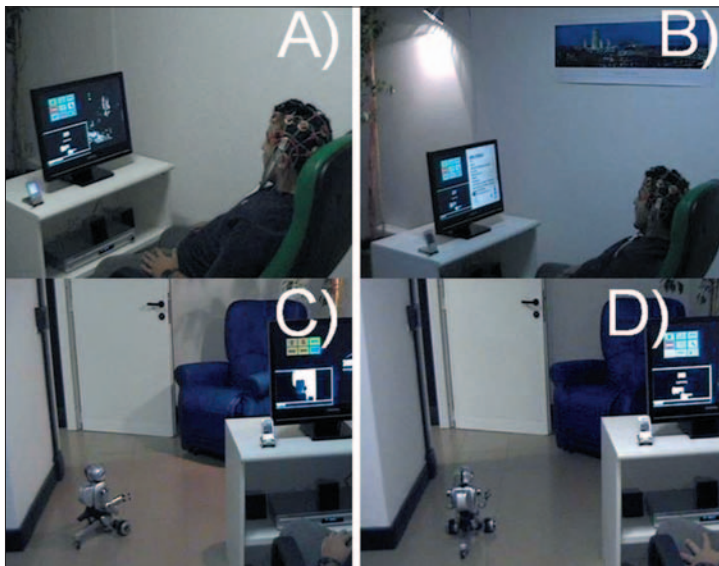


FIGURA 5

La figura presenta alcuni momenti del comando dei dispositivi elettronici attraverso la modulazione dell'attività cerebrale come rilevata e processata nella stanza domotica attrezzata per la riabilitazione motoria all'interno della Fondazione Santa Lucia di Roma

rettamente tramite il riconoscimento di stati mentali. All'immaginazione del movimento della mano destra corrisponde il comando di spostamento del cursore verso destra, e viceversa per l'immaginazione della mano sinistra, mentre l'immaginazione del movimento del piede destro o sinistro sposta il cursore in alto

o in basso. Tutti gli esperimenti sono stati eseguiti presso l'IRCCS Fondazione Santa Lucia in collaborazione con il Dipartimento di Fisiologia umana e Farmacologia de "La Sapienza". Nella figura 4 viene presentata l'immagine di due soggetti che giocano a ping-pong mediante un'interfaccia BCI. In tal caso la modulazione dell'attività mentale viene traslata nel movimento di un cursore sullo schermo in alto e in basso per entrambi i soggetti.

3. ESEMPI DI APPLICAZIONE DELLA TECNOLOGIA BCI NEL SETTORE ICT: DOMOTICA E CONTROLLO ROBOTICO

Nella figura 5 vengono illustrate alcune funzionalità esistenti per il comando di dispositivi elettronici in una stanza domotica mediante la modulazione dell'attività cerebrale. In alto a sinistra si nota l'accensione da parte dell'utente di una luce, selezionando con tale attività cerebrale la corrispondente icona sullo schermo (riquadri **A** e **B** della figura 5). Nei riquadri **C** e **D** si osserva come lo stesso utente possa controllare lo spostamento di un piccolo robot sempre con la propria attività mentale. In quest'ultimo caso la possibilità di manovrare l'automa, che ha una videocamera sul capo, consente all'utente di poter portare la sua presenza in altre parti della casa invece di impiegare telecamere in ogni stanza che sarebbero contrarie alla *privacy* degli eventuali "caregive".

La figura 6 presenta una modalità di comando di un dispositivo robotico mediante l'attività cerebrale che potrebbe essere impiegato anche in altri contesti diversi da quelli della telepresenza o della domotica, per esempio nel settore dell'intrattenimento.

Nell'ambito dell'*assisted living* l'industria sta lavorando alla realizzazione di una sedia a rotelle controllata via BCI, per la quale esistono varie versioni prototipali, una delle quali, visibile nella figura 7, è stata recentemente dimostrata da Toyota [6].

4. PROSPETTIVE DI IMPIEGO DEI SISTEMI BCI NEL FUTURO

Attualmente i sistemi BCI sono studiati per il miglioramento della qualità della vita di pazienti affetti da gravi disabilità motorie, resti-

tuendo parzialmente una qualche autonomia e indipendenza di movimento. Il prossimo passo sarà quello di rendere disponibile tale modalità di interazione con i dispositivi elettronici e meccatronici anche alle persone normodotate. Le possibili applicazioni andranno dalla possibilità di impiegare tali comandi in videogame (si veda il paragrafo 5) oppure di mandare segnali "privati" presso altri utenti con cui saremo in costante collegamento telematico, al comando immediato delle apparecchiature intorno a noi, come per esempio delle protesi per mani o gambe. Pochi sensori verranno apposti sul cuoio capelluto mentre l'unità di calcolo non sarà più grande di un orologio e facilmente indossabile. Sebbene siano scenari da fantascienza, questi sono i risultati di uno studio sulla vita quotidiana nel 2030 che sono stati elaborati da un *team* di esperti mondiali nei settori dell'ICT, salute e ambiente della comunità europea e comunicati al pubblico nel 2009 a Bruges, in Belgio nel corso di un evento pubblico [7].

5. LE NEUROSCIENZE E LE BCI SONO GIÀ PRESENTI NEL MERCATO DELL'INTRATTENIMENTO E DEL TRAINING COGNITIVO

A dimostrazione del fatto che queste tecnologie non sono solo appannaggio dei laboratori di ricerca, si riportano in questo paragrafo vari esempi di soluzioni commerciali basate su BCI, vendute a prezzi compresi tra alcune decine e le migliaia di dollari in base alla tipologia. Si tratta di dispositivi per l'intrattenimento ludico, per la cura della salute e per il *training* sportivo o professionale. Alcune aziende puntano al mercato dei *controller* per i videogiochi per PC: per esempio le americane Emotiv e OCZ Technologies forniscono interfacce BCI che interpretano sia i movimenti muscolari che i segnali elettrici corticali attraverso fasce o caschetti da indossare sul capo e dotate di appositi elettrodi, che vendono a 100-300 \$. Emotiv, il cui dispositivo è visibile nella figura 8, fornisce con il *controller* un set di giochi classici da computer come Ping Pong e Tetris in versione "cerebrale".

Altre aziende propongono *controller* di gioco per *smartphone* o *tablet*, quali ad esempio

MindSet o Xwave. Mindset è un dispositivo BCI realizzato dall'americana Neurosky grazie al quale si può giocare con un Nokia N97 a BrainMaze, guidando col pensiero una pallina in un labirinto [8]. Xwave è un dispositivo



FIGURA 6

Sequenza ripresa del funzionamento di un dispositivo robotico comandato dall'EEG tramite un sistema di comando wireless. Sequenza da sinistra a destra, partenza dall'alto



FIGURA 7

Sedia a rotelle prototipale di Toyota controllata con BCI



FIGURA 8
Il controller di gioco
sviluppato dalla
californiana Emotiv

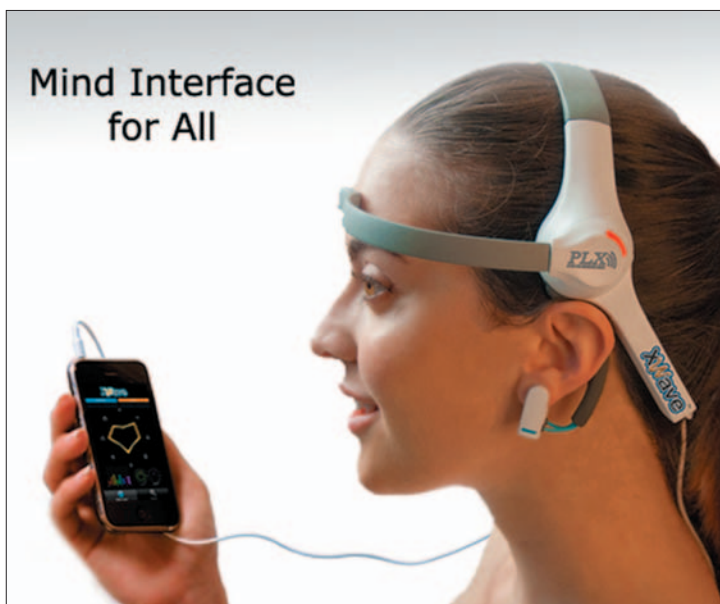


FIGURA 9
Dispositivo XWAVE per giocare usando le onde cerebrali su iPhone

collegabile ad iPhone o iPad proposto da PLX Devices (Figura 9), con il quale è possibile misurarsi in giochi di musica o di allenamento mentale [9].

Le BCI hanno fatto il loro ingresso anche nel mondo dei giocattoli: grandi aziende come

Mattel e Uncle Milton ne hanno prodotto due simili, rispettivamente il *Mind Flex* (Figura 10) e lo *Star Wars Science Force Trainer*. Sono giocattoli venduti a circa 100 \$ in cui si controlla con il pensiero il sollevamento di una pallina (reale), mossa da un getto d'aria, che deve seguire un percorso e raggiungere una certa posizione.

Nei soli Stati Uniti il mercato del “*cognitive training*” è passato dai 2 milioni di dollari del 2005 agli 80 milioni del 2009 [10], e molta attenzione è suscitata dal *neurofeedback*, tecnica volta ad allenare al controllo delle proprie onde cerebrali attraverso la visualizzazione grafica delle stesse. Questo procedimento è utilizzato sia in campo medico, come terapia per disturbi come l'ADD (*Attention Deficit Disorder*), che in campo professionale, per migliorare la capacità di concentrazione, attenzione e apprendimento dei soggetti nel lavoro, nello studio e nello sport. Quest'anno al CES 2011, la più importante fiera mondiale per l'elettronica di consumo, è stato proposto BrainPal, un sistema BCI prototipale di trattamento dell'ADD [11]. In Svezia Interactive Productline vende Mindball, giocattoli terapeutici con cui è possibile allenare il cervello a rilassarsi o concentrarsi. Alcune squadre di calcio, come il Milan e il Chelsea, svolgono allenamenti basati sul *neurofeedback*.

6. LE NEUROSCIENZE APPLICATE AL MARKETING SOSTRAPPONO IL MERCATO DEI PRODOTTI, DEI SERVIZI, DELLA PUBBLICITÀ

Le scienze economiche stanno guardando alle neuroscienze per riuscire a capire e prevedere il meccanismo umano alla base degli acquisti. Dal connubio di queste due scienze nasce l'applicazione al marketing, il neuromarketing, che si propone di studiare i motivi che portano un acquirente a scegliere un prodotto o servizio in vendita. Gran parte dell'attenzione è oggi orientata all'analisi della pubblicità, notoriamente uno degli stimoli all'acquisto più efficaci.

Il marketing tradizionale valuta le reazioni delle persone agli stimoli pubblicitari con tecniche indirette (osservazione, interviste, questionari). Il neuromarketing invece, indaga la

risposta fisiologica diretta causata dallo stimolo pubblicitario (risposta elettrica del cervello) e da questa inferisce le implicazioni cognitive (livelli di attenzione, memorizzazione e piacevolezza).

Il neuromarketing non valuta i comportamenti ma come gli stimoli pubblicitari “lasciano il segno” nel cervello delle persone.

Si individuano nel mercato due approcci basati su misure EEG corticali:

□ l'approccio scientifico, che parte dalle evidenze delle neuroscienze per inferire l'efficacia di uno stimolo pubblicitario misurando in tutte le aree cerebrali l'attività elettrica corticale con EEG ad alta densità (>60 elettrodi). Tale approccio è semplificabile limitando la misurazione dei segnali neurali alla zona dei lobi frontali, sui quali vanno applicati almeno 10 elettrodi, dai quali si acquisiscono indicatori sufficienti per i livelli di attenzione, memorizzazione ed emozionalità. Il vantaggio evidente è che con questo approccio i risultati possono essere riferiti direttamente alle evidenze scientifiche, tuttavia vi sono limiti alla praticità e scalabilità dei test, in quanto si richiedono spesso dispositivi di misura scomodi da indossare e tempi lunghi di preparazione dei soggetti;

□ l'approccio euristico, che ha il suo punto di forza nell'impiego di dispositivi EEG proprietari con un numero di elettrodi ridotto (anche solo un elettrodo posizionato centralmente sul capo o due sui lobi frontali) con i quali si misurano i parametri di interesse per il neuromarketing. I dispositivi semplificati favoriscono la portatilità diminuendo *discomfort* e tempi di preparazione, con l'obiettivo di rendere la fase di test il più possibile equivalente all'esperienza reale del soggetto. Tuttavia oggi non è possibile confrontare i risultati ottenuti con la letteratura scientifica.

Il neuromarketing risulta estremamente adatto a supportare la comunicazione pubblicitaria durante la creazione degli spot, permettendo di accrescere la capacità di stimolare attenzione, memorizzazione, posizionando lo spot in modo coerente al marchio. Nella fase post-creativa dello spot TV, è utile per misurare l'efficacia comparativa e selezionare e ottimizzare gli spot già esistenti, riducendone il formato temporale. Infine nella fase di programmazione degli spot consente di ottimiz-



FIGURA 10

Il giocattolo di Mattel basato su BCI

zazione la frequenza in una data fascia di trasmissione, verificando in laboratorio l'esposizione necessaria dei soggetti affinché lo spot sia memorizzato.

Oggi la maggior parte delle aziende di neuromarketing sono localizzate negli Stati Uniti e sono state fondate negli ultimi cinque anni. Molte di queste impiegano dispositivi per le misure neurofisiologiche (EEG e sensori) sviluppate in proprio, mentre altre adottano soluzioni tecnologiche di terze parti (riquadro a p. 13).

7. COSA ATTUALMENTE SI FA NEL CAMPO DI RICERCA CON NEUROSCIENZE E ICT

La comunità europea (EU) nel corso del quadriennio 2007-2011 ha investito non meno di 30 milioni di euro per progetti legati all'impiego di sistemi BCI per il controllo di videogiochi, ambienti domotici, protesi meccanotroniche per gambe e braccia. Esistono inoltre linee di finanziamento EU per progetti che impiegano la valutazione istantanea dello stato emotivo e cognitivo del passeggero durante i voli transoceanici, per poter regolare in maniera ottimale l'erogazione dei servizi da parte del sistema di bordo. Un altro settore di interesse da parte della EU e di governi di diversi paesi extraeuropei riguarda la possibilità di monitorare gli stati di stanchezza psichica e mentale di guidatori di veicoli pub-



FIGURA 11

Installazione sperimentale di “telepatia sintetica” presso i laboratori della Fondazione Santa Lucia di Roma. I due soggetti sperimentali si scambiano semplici bit di informazione (pallina su o pallina giù) mediante la modulazione dell’attività mentale

blici, quali autobus, treni, aerei, mediante il prelievo dell’attività EEG. Ultimamente negli USA si sta sviluppando una linea di ricerca nel campo della cosiddetta “telepatia sintetica”, in cui viene studiata la modalità di trasmissione di singoli bit di informazione fra due soggetti mediante la modulazione dell’attività cerebrale; una sorta cioè di BCI fra due persone.

Nella figura 11 è presentata un’installazione sperimentale di questa “telepatia sintetica” presso i laboratori della Fondazione Santa Lucia di Roma, in cui vengono mostrati due soggetti che si scambiano informazioni a distanza (relativamente alla posizione del cursore elettronico) con la modulazione della propria attività mentale. Sebbene in questo momento la velocità di trasmissione fra i due soggetti è limitata a pochi bit al minuto, la “*proof-of-concept*” di tali dispositivi è stata comunque dimostrata.

8. CONCLUSIONI

In questo breve articolo si sono delineate le principali direttrici di ricerca che coinvolgono le neuroscienze e l’ICT. Appare chiaro come il settore ICT guardi con interesse la possibilità di impiegare i risultati propri delle neuroscienze per generare applicazioni che possano essere sempre più interessanti e immediate per l’utente finale. Sebbene lo stato dell’arte sia ancora lontano dal realizzare soluzioni tecnologiche come quelle che possa-

mo vedere nei film di *science-fiction* odierni, è innegabile che esista un forte aumento delle ricerche applicative in questa area che prelude alla nascita nei prossimi anni di molte applicazioni e prodotti ad oggi pensati come “molto futuribili”. Come ha detto la neuroscienziata Martha Farah recentemente [12], la domanda che ci si deve porre non è “se” ma “quando” e “come” le neuroscienze inizieranno a disegnare il nostro futuro. Occorrerà allora farsi trovare pronti.

Bibliografia

- [1] Babiloni F., Babiloni C., Carducci F., Fattorini L., Onorati P., Urbano A.: Spline Laplacian estimate of EEG potentials over a realistic magnetic resonance-constructed, scalp surface model. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, Vol. 98, n. 4, 1996, p. 363-373.
- [2] Nunez P.: *Neocortical Dynamics and Human EEG Rhythms*. Oxford University Press, 1995.
- [3] Damasio A.R.: *L’errore di Cartesio. Emozione, ragione e cervello umano*. Adelphi, 1995.
- [4] Wolpaw J.R., Birbaumer N., McFarland D.J., Pfurtscheller G., Vaughan T.M.: Brain computer interfaces for communication and control. *Clinical Neurophysiology*, Vol. 113, 2002, p. 767-791.
- [5] Babiloni F., Cincotti F., Marciani M., Salinari S., Astolfi L., Aloise F., De Vico Fallani F., Mattia D.: On the use of brain-computer interfaces outside scientific laboratories toward an application in domestic environments. *Int Rev Neurobiol.*, Vol. 86, 2009, p. 133-46.
- [6] www.toyota.co.jp/en/news/09/0629_1.html
- [7] www.cost.esf.org/events/foresight_2030_ccst-ict
- [8] www.engadget.com/2010/01/18/nokia-n975-brain-maze-requires-steady-hand-typical-mind-contro
- [9] www.plxwave.com
- [10] <http://esciencenews.com/articles/2009/02/09/study.questions.effectiveness.80.million.your.brain.exercise.products.industry>
- [11] http://techfest.i2r.a-star.edu.sg/index.php?option=com_content&view=article&id=75&Itemid=56
- [12] Farah M.: Neuroethics: the practical and the philosophical. *Trends in Cogn. Sciences*, Vol. 9, 2005.
- [13] www.adweek.com/aw/content_display/news/media/e3i975331243e08d74c5b66f857ff12cfd5

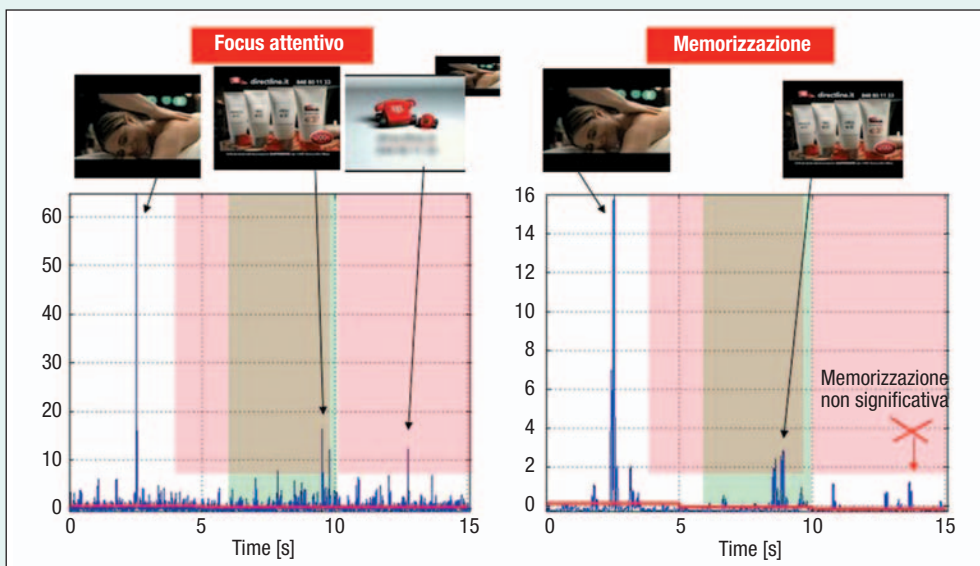
- [14] www.neurofocus.com/news/mediago-ogle.html
- [15] www.boston.com/ae/tv/articles/2007/05/13/emote_control
- [16] Lee J.C., Desney T.S.: *Using a Low-Cost Electroencephalograph for Task Classification*. In: HCI Research, UIST, 2006
- [17] <http://wire.ggl.com/news/if-you-want-a-good-fps-use-close-combat>
- [18] www.prnewswire.com/news-releases/neurotips-for-each-candidate-in-the-final-48-hours-of-uk-prime-minister-campaign-be-aware-of-voters-subconscious-scores-for-strengthsweaknesses-be-wary-of-gender-splits-92777229.html

Approfondimento sul neuromarketing

In questo riquadro si riportano le aree di applicazione che le aziende di neuromarketing indirizzano oggi, associate ad alcuni esempi di studi richiesti da note aziende internazionali.

□ **Publicità:** il neuromarketing è ampiamente utilizzato per misurare l'efficacia di pubblicità stampata o video (spot) e per la sua ottimizzazione in funzione delle campagne di comunicazione. **Case study:** Analisi prodotta da BrainSigns, *spin-off* dell'Università di Roma Sapienza. Nella figura sono presentati due diagrammi ottenuti per una popolazione di persone poste di fronte ad uno spot pubblicitario. Lo spot presentava una scena ammiccante (un massaggio di una ragazza che veniva immediatamente interrotto) che "catalizzava" letteralmente l'attenzione e la memorizzazione degli spettatori a scapito dell'attenzione e della memorizzazione della marca reclamizzata e del relativo messaggio. Lo spot quindi piaceva, ma non convogliava il messaggio desiderato al pubblico. Coca-Cola ha incaricato EmSense [13] di eseguire una ricerca con tecniche di neuromarketing per scegliere, tra varie possibilità, lo spot pubblicitario più efficace da mandare in onda sul canale televisivo durante il Superbowl, seguitissimo campionato di *football* americano. NeuroFocus ha utilizzato tecniche di neuromarketing [14] per conto di Google con l'intento di valutare l'impatto sugli utenti dell'introduzione degli Invideo Ads su Youtube, banner pubblicitari semitrasparenti sovrapposti ai video di Youtube in *streaming* su Internet.

□ **Coinvolgimento nei contenuti multimediali:** con il neuromarketing è possibile valutare un *trailer* cinematografico, un intero lungometraggio o un programma televisivo con l'obiettivo di comprendere l'andamento nel tempo del livello di coinvolgimento dell'*audience* e individuare i punti di un filmato dove, per esempio, vi sono livelli elevati di *suspense* o sorpresa negli spettatori. **Case study:** 20-th Century Fox ha commissionato alcuni studi ad Innerscope [15] per valutare i *trailer* cinematografici per i film "28 Weeks Later" e "Live Free or Die Hard". NBC ha commissionato sempre ad Innerscope [15] uno studio sulla percezione dei messaggi pubblicitari degli spettatori durante l'avanzamento veloce di una registrazione di contenuti televisivi.



Variazioni medie di attenzione (sinistra) e di memorizzazione (destra) di una popolazione di persone durante la visione di uno spot pubblicitario. Più sono alti i segnali, più sono attivi i processi di attenzione e memorizzazione dello spot. (Per concessione BrainSigns srl)

segue

- **Ergonomia:** con le neuroscienze è possibile migliorare il processo di progettazione di dispositivi di interfaccia e migliorare la *user experience*, valutando il carico di lavoro cognitivo che è richiesto per imparare ad usare il dispositivo, e il coinvolgimento, la soddisfazione o lo stress generati dal suo utilizzo. **Case study:** Microsoft nel 2006 [16] ha utilizzato l'EEG a livello sperimentale per studiare la possibilità di riconoscere *task* svolti dall'utente utilizzando un elettroencefalografo a basso costo.
- **Confezioni:** il neuromarketing può essere impiegato per ottenere un *design* delle confezioni più accattivante, di modo che, per esempio un cliente possa riconoscere il prodotto più facilmente su uno scaffale di un supermercato, individuandolo tra altri simili.
- **Videogiochi:** attraverso il neuromarketing si può valutare il coinvolgimento dei giocatori, identificare le caratteristiche più interessanti e ottimizzare i dettagli dei giochi. È possibile calibrare adeguatamente la difficoltà in modo che un gioco sia stimolante, ma non eccessivamente difficile, durante tutte le fasi di gioco. **Case study:** EmSense ha condotto uno studio [17] sul genere dei videogiochi "sparatutto in soggettiva" valutando in funzione del tempo i livelli di emozioni positive, di impegno cognitivo e di attivazione dei giocatori durante la partita.
- **Posizionamento di prodotto:** studi di neuromarketing possono indicare il migliore posizionamento del prodotto sullo scaffale di un supermercato e la collocazione ottimale della pubblicità relativa ad un prodotto o ad un *brand* all'interno di una scena durante uno spettacolo televisivo.
- **Politica:** si possono applicare tecniche di neuromarketing per compiere studi in ambito politico, per esempio misurando le reazioni degli elettori ai candidati durante comizi e discorsi. **Case study:** NeuroFocus durante le elezioni del Primo ministro inglese nel 2010 [18], ha effettuato e pubblicato uno studio sulla percezione dei candidati condotto con EEG, mettendo in luce le diverse impressioni evocate dai candidati su un campione di soggetti.

FABIO BABILONI, laureato in Ingegneria Elettronica, ha ottenuto il dottorato in *Computational Engineering* alla università tecnologica di Helsinki. È professore di Fisiologia presso la Facoltà di Medicina dell'Università Sapienza di Roma, dove insegna neuroscienze e fisiologia. È autore di circa 400 articoli scientifici e 4 libri. È editore di 4 riviste scientifiche internazionali, presidente di 2 organizzazioni scientifiche internazionali e revisore di progetti per agenzie USA e per la EU. Si interessa alle applicazioni delle neuroscienze in diversi settori della ricerca sociale ed economica.

E-mail: fabio.babiloni@uniroma1.it

GIANLUCA ZAFFIRO, laureato in Ingegneria Elettronica al Politecnico di Torino, è entrato in Telecom Italia nel 1994. Ha partecipato a progetti internazionali di ricerca finanziati dalla Comunità Europea e dal MIUR, occupando varie posizioni di responsabilità. Ha partecipato in IEC ad attività di standard nelle telecomunicazioni. Attualmente fa parte della funzione Future Centre di Telecom Italia dove si occupa di analizzare l'innovazione tecnologica, definire gli scenari di evoluzione dell'ICT ed il loro impatto sui servizi di telecomunicazioni. È autore di numerosi articoli in conferenze e riviste.

E-mail: gianluca.zaffiro@telecomitalia.it