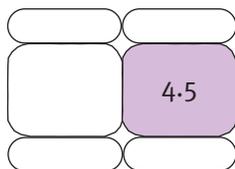




TECNOLOGIE DELLA PRESENZA

CONCETTI E APPLICAZIONI

Giuseppe Riva
Francesco Vatalaro
Gianluca Zaffiro



Condotte per vari decenni, le ricerche sulla “presenza” approdano oggi sul mercato con i primi prodotti e le prime applicazioni. Ma il settore, caratterizzato da numerose sfide dovute anche alla sua natura fortemente interdisciplinare, lascia prevedere altre dirompenti scoperte tecnologiche nel prossimo futuro. L'articolo esamina le prospettive della ricerca sulla presenza e illustra i risultati conseguiti in alcuni settori fra i più vicini alle applicazioni di mercato.

1. INTRODUZIONE

Il poderoso processo di convergenza in corso tra i settori delle tecnologie dell'informazione determinerà sempre più la compenetrazione di informatica, comunicazioni e media. Nei Paesi più avanzati – dall'Estremo Oriente, agli Usa, all'Europa – da questa fusione nasce un settore unificato, sempre più integrato e interdependente, quello delle ICMT (*Information Communication and Media Technologies*). Questo settore al contempo traina ed è trainato da una decisa progressione verso l'Ultra Larga Banda (ULB), intesa come disponibilità a casa del cliente di collegamenti fissi in fibra ottica, possibilmente in tecnologia FTTH (*Fibre To The Home*), con velocità di trasmissione elevatissime, qualità di servizio (QoS) garantita e collegamenti pienamente simmetrici per consentire non solo il classico *download* da rete internet, ma anche di poter fruire e generare ovunque numerosi servizi di fonia, video e dati, alcuni dei quali oggi ancora non definiti e persino non noti.

Con la futura ULB sono attesi, infatti, livelli di capacità di traffico molto maggiori dei valori

odierni (non meno di 50-100 Mbit/s) e resi disponibili sempre e comunque sia in luoghi residenziali che in piena libertà di movimento. Con la penetrazione della fibra ottica nelle zone urbane più popolate si potranno anche creare molte isole *wireless* (grazie al *radio-over-fiber* o a simili tecnologie) di raggio tipicamente minore di 200 m e capacità di picco garantita assai maggiore di quella oggi offerta dai sistemi 3G/HSPA¹ (qualche Mbit/s). Con l'avvento della ULB è prevedibile anche un balzo in avanti nei servizi, passando dall'odierno Web 2.0 al Web 3.0 degli anni 2010-20 che sarà caratterizzato dall'uso delle tecnologie del Web semantico sia nelle attività umane che in quelle delle macchine. Si avrà anche la definitiva affermazione delle tecnologie *peer-to-peer* (P2P), già oggi diffuse tra i giovani, anche nella platea generale degli utenti, inclusa l'utenza affari; i servizi video bidirezionali saranno molto impiegati sulla base del cosiddetto paradigma del *prosu-*

¹ HSPA: *High Speed Packet Access*.

mer, in cui ogni utente potrà essere al contempo sia consumatore che produttore di contenuti multimediali e la rete, in virtù delle tecnologie di *cloud computing*, offrirà servizi di memorizzazione ed elaborazione in tempo reale tanto efficienti e a basso costo da potersi avere terminali portatili semplici ed economici pur ottenendo un livello di servizio oggi inimmaginabile.

Prevedendo che entro 5 – 10 anni i fenomeni della convergenza dei servizi e la disponibilità di ultra larga banda producano i benefici attesi sull'utenza sia residenziale che *business* in Europa, specialmente nelle aree urbane, potranno allora diffondersi le nuove tecnologie fameliche di banda (*bandwidth hungry*): tutto ciò trascinerà le tecnologie della "presenza" che faranno finalmente il salto dai laboratori di ricerca al mondo delle applicazioni sul mercato. Questo articolo ha lo scopo di descrivere lo stato dell'arte del settore tecnologico della presenza, esaminando le prospettive che apre in tutte le attività umane verso forme sempre più avanzate di interazione digitalmente mediata.

Il seguito dell'articolo è così organizzato. Nel paragrafo 2 si fornisce una panoramica delle tecnologie ICMT previste per gli anni 2010, con particolare riferimento a quelle della presenza e di realtà aumentata, inquadrando nella cornice dei più generali trend tecnologici. Nel paragrafo 3 viene esaminato in dettaglio il concetto di presenza esaminato secondo i tre punti di vista più significativi: la dimensione tecnologica, quella cognitiva e, infine, quella comunicativa. Segue il paragrafo 4 che prima prende in rassegna le discipline alla base dello sviluppo delle tecnologie della presenza e poi descrive le aree applicative e di mercato, esaminando l'attuale livello di sviluppo. Infine, prima di riassumere le principali conclusioni, nel paragrafo 5 si riportano alcuni casi di successo di applicazione delle tecnologie della presenza negli ambiti della medicina e delle telecomunicazioni, mettendo anche in luce alcune delle sfide tecnologiche in corso.

2. LE TECNOLOGIE ICMT PER GLI ANNI 2010

È consuetudine condurre esercizi di predizione tecnologica (*forecasting*) per individuare

le direzioni in cui è più promettente indirizzare gli investimenti. Annualmente lo stato dello sviluppo delle tecnologie ICMT è rappresentato tramite la famosa curva di Gartner delle tecnologie (*Gartner's Hype Cycle*) che è una rappresentazione grafica del livello di maturità delle tecnologie che, di anno in anno, ne consente di seguire lo sviluppo fino all'adozione sul mercato. Osserviamo per esempio l'ultima "fotografia" fatta dal Gartner Group nel 2008 (Figura 1) che mostra chiaramente come alcune delle tecnologie necessarie a sostenere lo sviluppo sul mercato delle tecnologie della presenza stiano rapidamente avanzando.

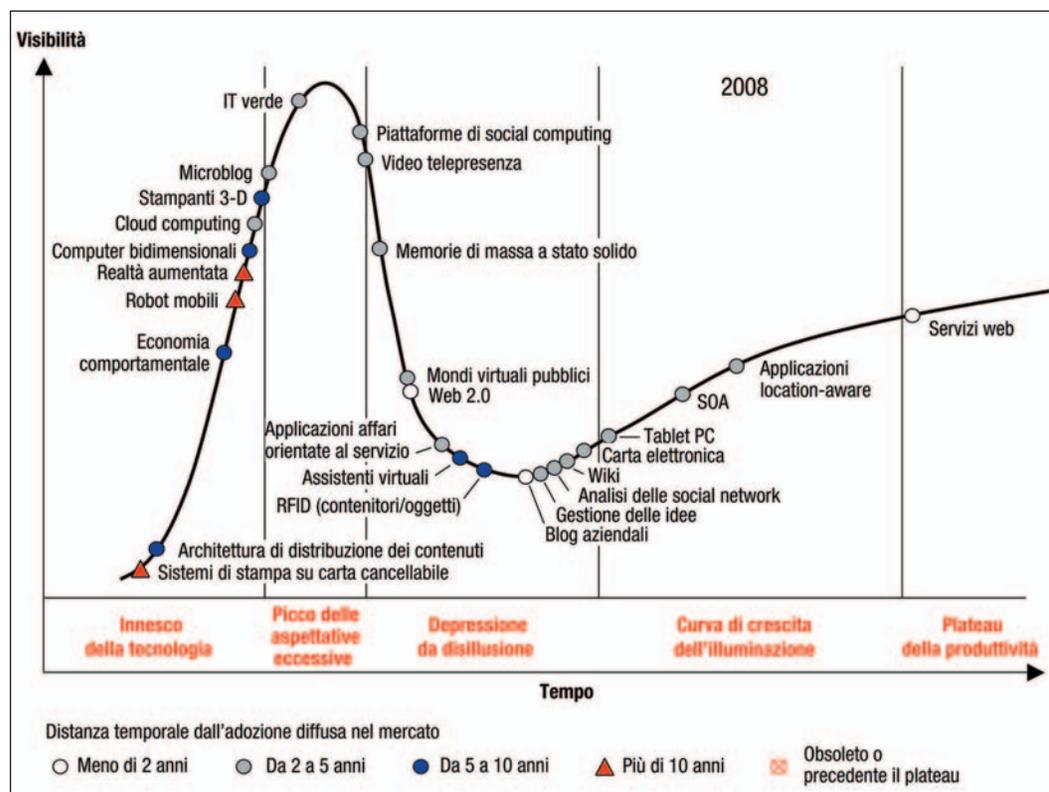
Affinché si possa creare l'ecosistema tecnologico che trascina anche le tecnologie della presenza occorre che maturino in parallelo alcune tecnologie oggi previste per il decennio 2010-2020; fra queste, sulla base sia del rapporto Gartner 2008 che di altri esercizi di predizione, richiamiamo le seguenti:

□ *Context Delivery Architecture* (CoDA): un'architettura, prevista matura intorno al 2018, in grado di fornire funzionalità di calcolo consapevoli del contesto (*context-aware*) e servizi arricchiti dalle informazioni di contesto dell'utente (luogo, preferenze, identità ecc.) erogati in modalità naturale e in ogni situazione operativa.

□ *Augmented Reality* (AR): classe di tecnologie, previste intorno al 2020, con lo scopo di sovrapporre alla realtà percepita dal soggetto immagini ed etichette digitali allo scopo di amplificare e arricchire la percezione dell'utente da oggetti virtuali che possono fornire informazioni aggiuntive sull'ambiente reale.

□ *Tecnologie per le interfacce naturali*: queste tecnologie, previste intorno al 2015, hanno lo scopo di abbattere le classiche barriere che si incontrano nella fruizione dei servizi ICMT, assicurando l'interazione con la rete attraverso gesti, espressioni, movimenti, proprio come nell'interazione quotidiana con il mondo reale.

□ *Green computing e virtualizzazione*: questo nuovo paradigma informatico degli anni 2010-2013 con finalità di natura sistemica intende sostituire per quanto possibile le tecnologie classiche con le tecnologie ICMT per aumentare la soddisfazione degli utenti e la qualità della vita anche attraverso la virtua-



lizzazione delle risorse informatiche e il tele-lavoro.

□ **Cloud computing:** intorno al 2010-2015 potrà svolgere il ruolo di tecnologia abilitante di numerosi servizi futuri con la distribuzione di risorse informatiche via internet, consentendo di remotizzare i servizi di calcolo e di svolgere localmente solo poche semplici operazioni, pur ottenendo risultati di elaborazioni che richiederebbero la disponibilità locale di un supercomputer.

3. CONCETTO DI PRESENZA: DEFINIZIONE E DISCIPLINE COINVOLTE

Anche senza invocare la fantascienza, fin dagli albori il cinema ha sempre sfidato la nostra immaginazione intorno al concetto di presenza, nel mondo reale, in quelli virtuali e nella percezione del trasporto del "Sé" avanti e indietro tra questi mondi abbattendo le barriere spaziali e temporali (Figura 2).

In generale, la *Scienza della presenza* studia come la mente umana costruisce un modello della realtà e di sé analizzando e integrando dati sensoriali e di interazione. Questa Scien-

za appartiene a una classe più ampia di campi di ricerca che studiano come i sistemi cognitivi costruiscano modelli del proprio ambiente attraverso l'interazione con esso. Secondo un'interpretazione condivisa, la mente è un sistema atto alla continua generazione di modelli e la presenza è lo strumento che le consente di creare un modello della realtà attraverso l'interazione e la manipolazione sensoriale. Se si verifica che il "Sé" ha la sensazione di essere immerso in una situazione (*being there*) significa che la mente ha attivato quel particolare meccanismo cognitivo-sensoriale detto, appunto, presenza.

3.1. Il concetto di presenza

Il termine "*presenza*" si diffonde nella comunità scientifica a partire dal 1992, quando gli studiosi americani Sheridan e Furness lo utilizzano come titolo di una nuova rivista scientifica dedicata allo studio dei sistemi di realtà virtuale e di teleoperazione: "*Presence, Teleoperators and Virtual Environments*". Nel primo numero Sheridan, descrive la presenza partendo dalle esperienze sperimentate dagli utilizzatori dei teleoperatori. Un teleoperatore non è un robot in senso stretto. Pur condivi-



FIGURA 2

Il potere evocativo ed anticipatorio del cinema. **A - Fratelli Lumière, *L'Arrivée d'un train à La Ciotat* (1895).** L'abbattimento della barriera spaziale nel mondo reale, alias "il Reale (contemporaneo) irrompe nel Reale"; **B - R. Zemeckis, *Who framed Roger Rabbit* (1988).** L'abbattimento della barriera tra i mondi, alias "il Reale irrompe nel Virtuale"; **C - W. Allen, *The Purple Rose of Cairo* (1985).** L'abbattimento della barriera spazio-temporale nel mondo reale, alias "il Reale (non contemporaneo) irrompe nel Reale"; **D - S.J. Smith, *Shrek 3-D, IMAX edition* (2003).** L'abbattimento della barriera tra i mondi, alias "il Virtuale irrompe nel Reale"

dendone gli equipaggiamenti *hardware* – bracci meccanici, motore, cingoli ecc. – si differenzia nelle modalità di funzionamento. Infatti, le sue operazioni non sono dirette dal processore di un computer ma dalle capacità percettive e motorie di un operatore umano, che lo controlla a distanza [1]. Secondo Sheridan [2] a caratterizzare un teleoperatore sono i seguenti elementi: un sistema di sensori di posizione collegati all'operatore umano, un braccio e una mano meccanica controllati a distanza dall'operatore umano, un canale di comunicazione tra l'operatore e i diversi strumenti tecnologici. Più in generale il termine teleoperazione si riferisce al controllo umano, diretto e continuo, sulle operazioni svolte dal teleoperatore. Con il termine *tele-presenza* si intende invece la sensazione dell'operatore umano di sentirsi presente nel luogo remoto in cui si trova il teleoperatore.

A caratterizzare l'analisi di Sheridan è proprio

questo punto: gli utenti dei teleoperatori, dopo qualche minuto di utilizzo, smettevano di sentirsi nella loro postazione di lavoro ma invece si sentivano presenti nello spazio remoto del teleoperatore. Gli utenti della realtà virtuale sperimentano una simile sensazione di *presenza*: bastano pochi minuti di interazione nell'ambiente virtuale per sentirsi immersi nell'ambiente tridimensionale generato dal computer.

Come spiegare la sensazione di presenza sperimentata durante l'utilizzo dei teleoperatori? In relazione alle finalità scientifiche che ci si prefigge e secondo il punto di vista espresso da ciascuna disciplina che la studia, esistono tre principali definizioni operative di presenza, ciascuna caratterizzata da una specifica focalizzazione: tecnologica, cognitiva o comunicativa. Cerchiamo perciò di analizzare meglio queste tre definizioni e i principali aspetti che le caratterizzano.

3.2. Presenza e tecnologia: l'illusione di non mediazione

L'informatica o, più propriamente, le discipline dell'informazione, danno una definizione pragmatica di *presenza* attraverso lo sviluppo di tecnologie idonee a generare e valorizzare le esperienze cognitive dell' "esserci", senza che ciò sia effettivamente "vero" in senso fisico. Inoltre si occupano dello studio dei problemi di misurabilità dell'*effetto presenza* attraverso l'analisi della risposta umana a una situazione potenzialmente reale in termini fisiologici, comportamentali, emotivi, cognitivi e soggettivi.

Più precisamente, a caratterizzare la definizione tecnologica di presenza è il modo in cui è concepito il rapporto tra "realtà" e "virtualità", tra spazio oggettivo e spazio simulato: alla realtà, intesa come un insieme di oggetti collocati fuori dalla mente e dotati di caratteristiche spaziali ben definite, si contrappone l'ambiente virtuale, inteso come simulazione degli oggetti reali.

In questo contesto, il concetto di presenza ha un ruolo funzionale: maggiore è il *livello di presenza*, maggiore è la facilità con cui il soggetto riesce ad operare nell'ambiente virtuale. L'idea di base è quindi ridurre la complessità della tecnologia, consentendo all'operatore umano di interagire con l'ambiente remoto come se fosse presente in esso.

A partire da questo punto di vista Lombard e Ditton [3] hanno elaborato la definizione di presenza che oggi è maggiormente condivisa all'interno del mondo delle tecnologie: l'illusione di non sperimentare una mediazione della tecnologia. In pratica, secondo questo approccio, essere presenti all'interno di un medium significa provare un'esperienza in cui il soggetto non è consapevole del ruolo della tecnologia nel supportarne l'azione e/o la comunicazione. Ciò significa che, meno il soggetto è consapevole della mediazione operata dal medium durante la propria azione, maggiore è il livello di presenza.

La principale conseguenza di questa impostazione è la seguente: un ambiente virtuale produce più o meno presenza a seconda della fedeltà, in particolare grafica, con cui riesce a ricreare gli oggetti "reali".

L'esperienza degli sviluppatori di ambienti virtuali sembra però indicare una direzione diffe-

rente: non è il realismo grafico ma la capacità d'interazione l'elemento chiave per indurre più *presenza*. Più precisamente, la sensazione di presenza dipende in modo significativo dal livello di interattività che gli attori sperimentano nell'ambiente, sia "reale" che simulato. In particolare, un ambiente virtuale offre un elevato livello di presenza quando l'utente è in grado di navigare, scegliere, spostare e muovere gli oggetti intuitivamente. In questo senso l'attenzione del progettista si sposta dalla qualità delle immagini alla libertà di movimento, dalla perfezione grafica del sistema all'azione dell'attore nell'ambiente.

Questo dato ha spinto numerosi studiosi a cercare di arrivare a una diversa formulazione teorica del concetto di presenza. In particolare ad una definizione di presenza che non fosse legata al concetto di medium: noi non siamo presenti solo in un ambiente virtuale. Questo è uno degli obiettivi del programma di ricerca della Comunità Europea *Future and Emerging Technologies* che ha attivato a partire dal 2002 una linea di ricerca specifica su questi temi, attualmente intitolata *Human-Computer Confluence*.

3.3. Presenza e cognizione: la capacità di mettere in atto le proprie intenzioni

Le scienze cognitive hanno recentemente iniziato a descrivere la presenza come un meccanismo selettivo e adattativo, che permette al Sé di definire il confine dell'azione mediante la distinzione tra "interno" ed "esterno" in un flusso sensoriale. In pratica la presenza può essere considerata la sensazione di "essere" all'interno di un ambiente, reale o virtuale, risultato della capacità di mettere in atto nell'ambiente le proprie intenzioni attraverso le opportunità (*affordance*) che questo offre [1]. Cerchiamo di spiegare meglio questa definizione con un semplice esempio. Supponiamo di volere inviare un SMS usando un nuovo cellulare ancora mai usato. Se l'interfaccia del nuovo cellulare corrisponde a quella del precedente – ha un tasto con la busta che consente l'accesso diretto al menù d'invio degli SMS (*affordance*) – ci si può concentrare sull'intenzione – che cosa scrivere – senza fare attenzione alle azioni da compiere e si è "presenti" nell'interfaccia del cellulare perché in grado di sfruttarne le *affordance*. Quando ciò

avviene l'interfaccia diventa trasparente, ossia non richiede attenzione per realizzare con successo l'azione. In pratica, un'interfaccia trasparente è un'interfaccia efficace, cioè in grado di incanalare con successo l'azione del soggetto verso la sua intenzione senza alcuna coercizione. Il punto d'arrivo è l'idea che, attraverso l'apprendimento dell'uso di un medium, il soggetto allarghi in maniera trasparente i confini del Sé, diventando "presente" nel medium che sta usando.

Se, però, l'interfaccia è diversa e non prevede un tasto specifico per gli SMS, prima di scrivere ci si dovrà soffermare (*break in presence*) a capire dove trovare il menù giusto, cioè a cercare altre *affordance*. In altri termini, ogni interruzione nel *senso di presenza* segnala che l'interfaccia è opaca: richiede attenzione per realizzare con successo l'intenzione. Quando questo avviene, è possibile interagire con l'interfaccia solo dedicando risorse cognitive in modo consapevole.

In quest'ottica, uno degli obiettivi principali dell'usabilità è l'identificazione dei processi e degli strumenti per attivare il massimo livello di presenza nell'interazione con un artefatto, in modo da favorire il raggiungimento delle intenzioni dell'utente.

3.4. Presenza e comunicazione: esserci con un altro

Come abbiamo appena visto, la visione cognitiva della presenza ha come fuoco l'intenzione del soggetto e la sua capacità di metterla in atto nell'azione, compresa quella comunicativa. Tuttavia l'efficacia della comunicazione richiede anche la "*presenza sociale*", la sensazione di "essere con altri Sé" all'interno di un ambiente reale o virtuale, risultato della capacità di riconoscere nell'ambiente le intenzioni degli altri [1]. In pratica, indipendentemente dalla *presenza* fisica o virtuale dell'interlocutore, l'"altro Sé" è presente nell'atto comunicativo solo nel momento in cui si è in grado di riconoscere le intenzioni.

Il filosofo Paul Grice ha sottolineato come nella regolazione del processo comunicativo abbia un ruolo centrale il "principio di cooperazione". In base a questo principio tacito, i soggetti comunicanti si sentono, per così dire, obbligati a dare un loro contributo affinché l'atto comunicativo in cui sono inseriti

possa continuare. Tuttavia, se io non sono in grado di comprendere l'intenzione dell'altro, non sarò in grado di cooperare con lui nel proseguire l'interazione.

Come indicato dalle scienze cognitive, la capacità di comprendere le intenzioni dell'altro è parte di una capacità cognitiva e affettiva complessa, nota come "Teoria della mente": la capacità di comprendere la mente propria e quella altrui in relazione al comportamento manifesto. È grazie ad essa che è possibile la comunicazione: per comunicare devo essere in grado di cogliere la *presenza* dell'altro, comprendere la sua volontà di iniziare un atto comunicativo e identificare le intenzioni che esprime nel processo comunicativo.

In quest'ottica, uno degli obiettivi principali nella creazione di un medium è l'identificazione dei processi e degli strumenti per attivare il massimo livello di *presenza sociale* nell'interazione attraverso di esso, in modo da favorire la comprensione delle intenzioni reciproche dei soggetti interagenti. Un esempio di questo approccio viene offerto dal progetto europeo PASON [4] che ha cercato di identificare strumenti, come i biosensori, e indici, come i parametri di centralità di un utente, in grado di aumentare il senso di presenza sociale sperimentato nei nuovi media.

4. TECNOLOGIE E MERCATI DELLA PRESENZA

4.1. Le tecnologie della presenza

Le tecnologie della presenza hanno anche la capacità di consentire alle persone di agire liberamente e di interagire in ambienti virtuali altamente realistici con gli occhi, le orecchie e le mani. L'espressione chiave qui è "interazione multimodale": i sensi umani sono integrati in un'unica esperienza che consente l'immersione completa.

La maggior parte degli attuali sistemi accoglie l'utente come un semplice osservatore passivo. Ogni volta che l'interazione con il mondo virtuale risulta inevitabile, come nel caso dei giochi via computer, l'azione umana è limitata da dispositivi di base compromettendo in maniera significativa la sensazione di "essere lì". La *Scienza dell'immersività* si occupa di cambiare radicalmente questa condizione molto restrittiva. Gli utenti immersi negli ambienti

virtuali sono in grado di manipolare oggetti di varie forme, dimensioni e tessuti, nonché di interagire con altri utenti per mezzo del contatto fisico, anche eseguendo operazioni congiunte su oggetti virtuali.

Al fine di realizzare questo nuovo livello di *presenza immersiva*, un importante obiettivo della Scienza dell'immersività consiste nell'indagine della dimensione tattile, al fine di recuperare il ritardo con i notevoli progressi compiuti nel campo dei dispositivi sia visuali che uditivi. Lo sviluppo di nuove tecniche di trattamento del segnale dovrà finalmente

portare alla sintesi di tutte le modalità sensoriali in una singola percezione, tale da permettere il pieno riscontro multimodale nei previsti scenari virtuali.

Le tecnologie che abilitano il senso di presenza coprono una vasta gamma di dispositivi e sistemi, tra cui la parte più importante è l'interfaccia uomo-macchina. Gli agenti sia umani che sintetici hanno attuatori e sensori e sono consentite le interfacce dirette tra loro.

Nel riquadro sono elencate alcune tra le più significative tecnologie abilitanti della presenza.

Esempi di tecnologie della presenza

- ❑ **Riconoscimento vocale:** sistemi di interpretazione della voce e traduzione in testo o comandi (dettatura, controllo di interfaccia, comandi di navigazione).
- ❑ **Riconoscimento della scrittura:** sistemi basati su analisi delle forme per convertire in tempo reale la scrittura a mano nel corrispondente testo alfanumerico o in comandi.
- ❑ **Tessuti sensorizzati:** materiali speciali e tessuti dotati di sensori che trasformano l'abbigliamento in interfacce di input.
- ❑ **Tracciamento dello sguardo:** sistemi per determinare il punto di attenzione visivo e il suo spostamento (in genere attraverso l'uso di telecamere).
- ❑ **Riconoscimento dello stato emotivo:** analisi di segnali (vocali ecc.) atti a riconoscere lo stato emotivo di un soggetto.
- ❑ **Riconoscimento dei gesti:** sistemi per determinare la posizione e lo spostamento di mano, braccio, testa o corpo attraverso l'uso di una telecamera o di un dispositivo indossabile dotato di sensori.
- ❑ **Interfacce mente-calcolatore:** tecnologia già disponibile commercialmente in grado di interpretare le onde cerebrali generate volontariamente da un utente come, per esempio, comandi per un calcolatore.
- ❑ **Microproiettori:** piccoli dispositivi per la proiezione spesso basati sulla diffrazione della luce (laser) e associati a dispositivi portatili.
- ❑ **Schermi LCD tridimensionali:** tecnologie che permettono la visualizzazione di immagini tridimensionali (3-D), senza dover indossare lenti speciali.
- ❑ **Visori indossabili:** occhiali o lenti su casco con tecnologie integrate per proiezione di immagini.
- ❑ **Interfacce tattili e cinestetiche:** interfacce, come per esempio guanti o *joystick*, atte a produrre una *feedback* al tocco o alla pressione, per fornire la sensazione di tensione o movimento in muscoli, tendini e articolazioni.
- ❑ **Telepresenza video:** sistemi di videocomunicazione immersiva studiati per creare la sensazione che tutti i partecipanti alla conferenza si trovino nella stessa stanza.
- ❑ **Teleoperazione:** controllo a distanza di robot o di altri dispositivi mobili, in cui l'operatore assume il punto di vista del dispositivo e attraverso un'interfaccia cinestetica percepisce i *feedback* legati alla manipolazione.
- ❑ **Realtà aumentata o mista:** tecniche atte ad arricchire la visione del mondo reale con informazioni supplementari e virtuali, di solito per mezzo di un *display* indossabile che sovrappone testo o grafica alla visione naturale.
- ❑ **Realtà virtuale:** tecniche atte a fornire un ambiente sintetico 3-D generato da calcolatore in cui l'utente si immerge e l'ambiente interagisce in modo naturale al movimento dell'utente attraverso il tracciamento della testa (si utilizzano visori indossabili o stanze stereoscopiche dette CAVE - *Computer Automatic Virtual Environment*).
- ❑ **Ambienti e mondi virtuali:** piattaforme *online* in cui i partecipanti, attraverso la rappresentazione di Sé tramite *avatar*, si proiettano in spazi virtuali 3-D generati nel calcolatore.
- ❑ **Ricerca in linguaggio naturale:** tecnologia che analizza le domande poste nel corso di normali conversazioni umane e fornisce risposte in base alle parole di senso comune, in luogo di singole parole chiave.
- ❑ **Agenti virtuali e chatbot:** entità spesso antropomorfe generate dal calcolatore, dotate di capacità di interazione sociale con gli utenti, in genere in supporto all'esecuzione di compiti.
- ❑ **Traduzione automatica:** tecnologia per tradurre automaticamente il testo di una conversazione o un discorso da una lingua ad un'altra.
- ❑ **Intelligenza artificiale (IA):** disciplina per lo studio e la progettazione di agenti intelligenti, ovvero entità in grado di relazionarsi autonomamente con l'ambiente e agire per massimizzare le probabilità di successo di un dato compito.
- ❑ **Intelligenza artificiale sociale:** applicazione della IA agli aspetti di interazione sociale, alla codifica e decodifica di segnali non-verbali e alla gestione del dialogo per gli agenti antropomorfi.

4.2. I settori applicativi delle tecnologie della presenza

I settori tecnologici della presenza possono essere classificati in otto categorie e, per ciascuna di esse, le principali applicazioni vengono discusse nel seguito.

4.2.1. ARCHITETTURA E COSTRUZIONI EDILI

Sono disponibili applicazioni (*architectural walkthrough*) che consentono, attraverso l'uso del computer e di un sistema interattivo, di simulare un percorso all'interno di uno spazio architettonico 3-D per aiutare a verificare l'impatto di un progetto urbano proposto. Un'altra applicazione è il modello di produzione 4-D, che consente di verificare su schermo tridimensionale come un progetto edilizio evolve sul piano temporale, permettendo di rivedere la pianificazione o di verificare lo stato di avanzamento.

4.2.2. DIDATTICA E FORMAZIONE

In questo ambito le tecnologie della presenza consentono di sviluppare strumenti di apprendimento e addestramento altamente immersivi (per esempio, attraverso interfacce di simulazione e di realtà virtuale, e giochi di ruolo) che consentono ai discenti di provare ciò che in un'esperienza reale sarebbe difficile da gestire e generare. D'altronde è scientificamente provato che le reazioni psicofisiche e comportamentali indotte dall'esperienza virtuale nel soggetto sono confrontabili con quelle che si avrebbero nell'ambiente reale corrispondente, nonostante la consapevolezza delle condizioni artificiali: pertanto, applicazioni come le esercitazioni in caso di incendio o in altre situazioni di pericolo assumono notevole valore. Infine, le tecnologie della presenza si rivelano utili nell'educazione scolastica per visualizzare in 3-D elementi non visibili perché inaccessibili, troppo piccoli o troppo grandi.

4.2.3. INTRATTENIMENTO

L'intrattenimento trae giovamento dalle tecnologie della presenza rivoluzionando il modo di fare e vedere un film aggiungendo interattività e immersività e offrendo l'esperienza di incontro con i personaggi di fantasia in un ambiente simulato. Un altro vantaggio delle tecnologie della presenza in questo ambito è abilitare le

persone ad interagire con il contesto di gioco e a comportarsi come se fossero realmente al suo interno. Inoltre va registrata la grande diffusione dell'intrattenimento con ambienti simulati al computer, i cosiddetti mondi virtuali, costruiti per essere abitati e vissuti in modo interattivo dagli utenti attraverso i loro avatar. Esempi sono Second Life, There.com, o Club Penguin. Infine, sono oggi applicate a videogiochi e giocattoli le nuove interfacce mente-calcolatore, che consentono la comunicazione diretta attraverso la lettura e l'interpretazione dell'elettroencefalogramma.

4.2.4. MANIFATTURIERO E DESIGN

Impiegare la realtà virtuale è molto vantaggioso per costruire prototipi virtuali o presentare lavori di design (per esempio per organizzare una sfilata di moda virtuale) o per migliorare la sicurezza e l'efficienza di un posto di lavoro usando strumenti di ergonomia virtuale. La visualizzazione di dati complessi, come ad esempio giacimenti petroliferi profondi, è anche un altro modo efficace di contenere i costi industriali.

4.2.5. MARKETING

Con le tecnologie della presenza un prodotto, anche se non ancora realizzato, può essere visto e manipolato con un'animazione 3-D a 360°. È anche possibile indossare abiti in camerini virtuali, per farsi un'idea del prodotto prima di acquistarlo e decidere come personalizzarlo sulla base delle proprie preferenze, realizzando modifiche sul modello in *real-time*. I pubblicitari possono adattare la pubblicità a uno specifico contesto usando la virtualizzazione di immagini. Infine nei mondi virtuali gli avatar di persone reali possono vedere e acquistare prodotti reali (o virtuali).

4.2.6. MEDICINA E PSICOLOGIA

La medicina e la psicologia traggono beneficio dalle tecnologie della presenza in diversi modi: dalla visualizzazione "aumentata" che aiuta il chirurgo durante un'operazione, alle nuove opportunità che derivano dall'impiego di ambienti immersivi nel trattamento di fobie e altre malattie mentali e nella formazione con l'uso di simulatori di parti anatomiche e simulatori di strumenti medicali.

4.2.7. MILITARE

Le tecnologie della presenza offrono in questo ambito i vantaggi competitivi derivabili dall'aumento delle capacità umane in azioni di guerra. Adottare visori con sistemi a realtà aumentata aiuta a fornire informazioni aggiuntive ai soldati. Inoltre, le forze militari possono effettuare addestramenti simulati di impiego di armi e veicoli militari in condizioni controllate e di sicurezza, e impiegare ambienti virtuali e la tecnologia dei videogiochi per l'addestramento tattico e per il reclutamento.

4.2.8. TELECOMUNICAZIONI

La telepresenza 2-D o 3-D è un esempio già oggi evidente di come le tecnologie della presenza aiutino a ricreare l'illusione di comunicare come se ci si trovasse riuniti nello stesso luogo. Queste tecnologie ricreano e potenziano l'esperienza sociale di comunicazione e collaborazione abbattendo la barriera della distanza: applicazioni di questo tipo si trovano nell'ambito della collaborazione mediata, a supporto di gruppi di lavoro distribuiti o per la gestione e condivisione della conoscenza. Le telecomunicazioni possono anche beneficiare della presenza sociale (co-presenza) [5, 6], aggiungendo alle comunicazioni mediate tradizionali gli elementi informativi non-verbali [7], gli aspetti emozionali e le informazioni di contesto. Infine è possibile dotare gli agenti virtuali, dedicati all'interazione con il pubblico, come ad esempio gli assistenti virtuali diffusi su Internet, di intelligenza artificiale sociale,

rendendoli capaci di relazionarsi in modo più naturale con gli esseri umani.

4.3. Analisi dei mercati della presenza

Nell'ambito dell'azione coordinata "Peach" del 6° programma quadro [8] è stato svolto uno studio delle aree di applicazione delle tecnologie della presenza che già oggi possono essere individuate nel mercato. L'analisi svolta da Telecom Italia ha consentito di selezionare 152 aziende su un totale di 211 esaminate per mezzo di diversi strumenti di indagine [9]. Sulla base dell'analisi le aziende sono state classificate sia per collocazione geografica che per area di intervento. La figura 3 mostra la distribuzione delle aziende per settori tecnologici di attività.

La prevalenza di imprese nei settori della realtà virtuale e della computer grafica è il risultato della visione tradizionale di queste tecnologie, ma in parte anche del fatto che queste aziende sono quelle più note. Basandosi sulla distribuzione delle aziende per area di competenza, le stesse possono essere collocate sui tre pilastri disciplinari della presenza [10]: interazione uomo-calcolatore, scienze cognitive umane (la comprensione dei processi cognitivi umani), scienze cognitive della macchina (la riproduzione dei processi cognitivi umani su sistemi artificiali). Nella figura 4 il numero contenuto nei cerchi bianchi mostra la quantità di aziende che appartengono a quella determinata area.

In virtù dell'elevato numero di aziende con

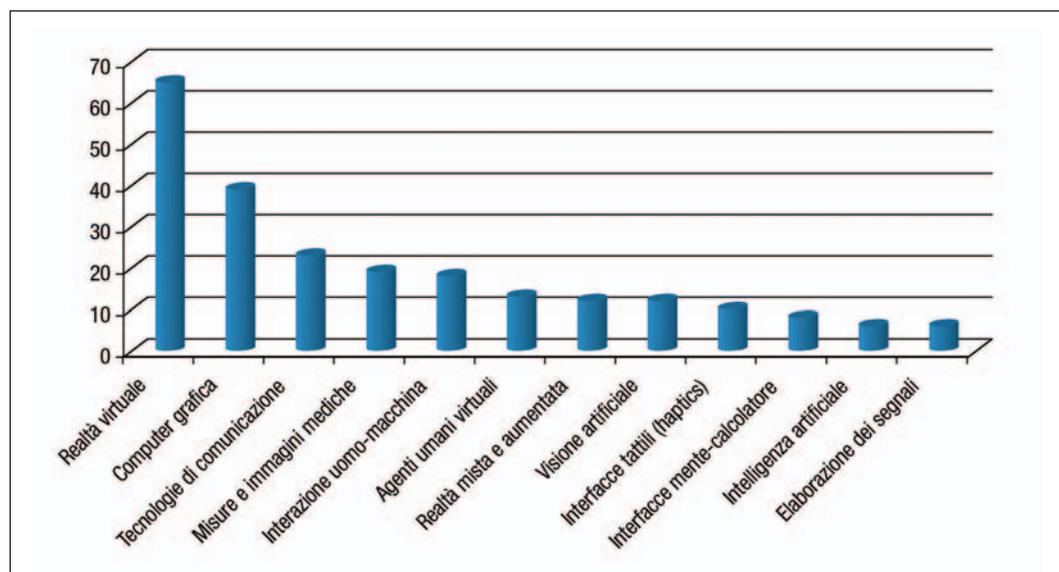


FIGURA 3
Distribuzione delle aziende attive nei settori tecnologici della presenza

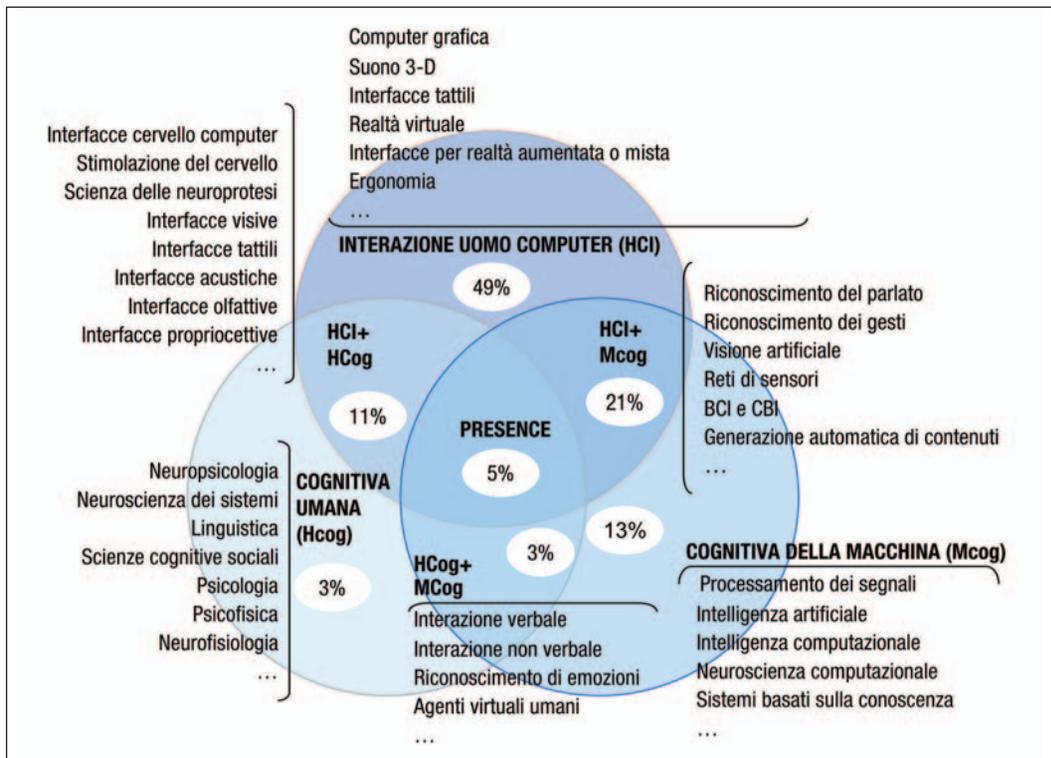


FIGURA 4
 Distribuzione delle aziende nei settori disciplinari della presenza

competenza nella grafica computerizzata e nella realtà virtuale, il campo dell'interazione uomo-calcolatore è oggi il più popolato. Si osserva ancora una certa debolezza di attività industriale nel campo delle scienze cognitive umane.

La distribuzione geografica delle aziende che operano nei settori tecnologici della presenza è riportata nella figura 5. Il numero totale di aziende europee è circa pari a quello presente nel continente americano; nelle restanti aree del mondo sono state identificate aziende in Israele, Cina, Sud Corea e Giappone.

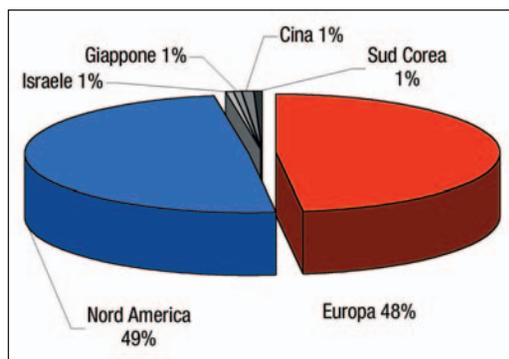


FIGURA 5
 Distribuzione geografica delle aziende che operano nei settori tecnologici della presenza

5. ALCUNE APPLICAZIONI DELLA PRESENZA

Tra i settori della presenza oggi più dinamici in termini di applicazioni già sul mercato e prevedibili nel breve termine si possono, a fini esemplificativi, esaminare quelli della medicina e delle telecomunicazioni.

5.1. Applicazioni nel campo della medicina

Le caratteristiche delle tecnologie della presenza si prestano a un impiego con successo in ambito medico in numerosi ambiti che spaziano dalla formazione alla terapia.

Nell'ambito della formazione la principale opportunità offerta dall'odierna realtà virtuale è la possibilità di partecipare attivamente alla creazione e allo sviluppo della propria conoscenza: l'apprendimento è legato allo "scoprire" e al "fare" in prima persona. Come nelle ormai diffuse tecniche di simulazione chirurgica (Figura 6) esiste la possibilità di utilizzare la Presenza per far sperimentare all'utente situazioni ed esperienze complesse o problematiche come se ci fosse davvero dentro. Per esempio, negli Stati Uniti la DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*)

ha commissionato lo sviluppo di un sistema di realtà virtuale per addestrare i propri operatori sanitari utilizzati per il primo intervento sul campo di battaglia (Figura 7).

Rispetto ad una tradizionale lezione in aula i vantaggi offerti da queste tecnologie sono due. In primo luogo si permette all'operatore di interagire con i pazienti e con i diversi strumenti richiesti come se questi fossero davve-



FIGURA 6
*Simulatore
chirurgico*



FIGURA 7
Addestramento di operatori per primo intervento ai feriti

ro insieme all'utente. Ciò consente di imparare attraverso l'esperienza diretta e in tempo reale dai risultati delle proprie azioni: se l'intervento è sbagliato il paziente virtuale simula il dolore o il pianto. In secondo luogo è possibile riprodurre le caratteristiche ambientali della situazione che producono nell'operatore una risposta emotiva simile a quella che proverebbe in battaglia. Questo permette non solo di imparare una tecnica ma anche di sperimentare emozioni (panico e tensione) e di imparare a controllarle grazie alla supervisione di uno psicologo.

Questa componente esperienziale viene utilizzata anche nel trattamento di diversi disturbi psicologici. In particolare è stata utilizzata all'interno del progetto americano "Virtual Iraq" [11] per aiutare i veterani a superare i traumi della guerra e dal progetto di ricerca europeo "VEPSY UPDATED" [12] per combattere le fobie.

Le fobie sono paure irragionevoli di un determinato oggetto, luogo o situazione (la paura di volare, dell'altezza, dei ragni ecc.) e sono incontrollabili sebbene spesso i soggetti che ne soffrono siano consapevoli del loro stato. I pazienti coinvolti nelle sedute terapeutiche non immaginano le diverse situazioni ma le "vivono" interagendo all'interno degli ambienti virtuali.

Un ulteriore vantaggio è la flessibilità delle tecnologie della presenza. L'ambiente artificiale può essere adattato in tempo reale alle necessità di ogni paziente e/o alle strategie del terapeuta: per esempio l'ascensore o il vagone della metropolitana possono essere vuoti o pieni di persone, a seconda della fase della terapia e delle risposte del paziente [13]. Se il paziente ha difficoltà ad entrare nell'ascensore affollato il terapeuta può decidere di iniziare la seduta da un ascensore vuoto e progressivamente aggiungere nuove persone appena il paziente si adatta alla situazione. Se invece il paziente non ha problemi ad affrontare la situazione il terapeuta può passare ad uno scenario più complesso, come la metropolitana. Tuttavia, il modo migliore per combattere queste paure è l'esposizione controllata del soggetto agli stimoli scatenanti e la generazione di risposte antagoniste rispetto a quelle disadattive. In pratica, è possibile desensibilizzare un soggetto con la paura di volare abituandolo

progressivamente alle emozioni che prova salendo sull'aereo e durante la fase di decollo. Quando, come in questo caso, l'esposizione diretta (in vivo) non è possibile, l'efficacia della terapia dipende dalla capacità del paziente di produrre le immagini mentali che riproducano le situazioni ansiogene. Ma non tutti i soggetti riescono ad immaginare ciò di cui hanno paura. Nel progetto VEPSY UPDATED, il gruppo di ricerca della Facoltà di Psicologia dell'Università Cattolica di Milano, in collaborazione con la California School of Professional Psychology e l'Università di Quebec, ha realizzato una serie di contesti e situazioni simili a quelle reali da utilizzare per la terapia. Per esempio, i pazienti con disturbi di panico sperimentano prima l'entrata in un ascensore, per poi salire su una metropolitana.

Recentemente queste tecnologie hanno trovato applicazione anche nell'ambito della riabilitazione [14]. Dato che la riabilitazione deve consentire al paziente di riappropriarsi delle capacità di programmare, eseguire e controllare sequenze di azioni e comportamenti complessi nello svolgersi della vita quotidiana, le tecnologie della presenza consentono di riprodurre in contesti controllati compiti e situazioni della vita reale. In particolare esse permettono di costruire scenari spaziali e temporali realistici che possono es-

sere usati per ampliare la sensibilità diagnostica dei test programmati.

5.2. Applicazioni alle telecomunicazioni

Oggi sono già disponibili sul mercato sistemi per telepresenza 2-D che si caratterizzano per un'alta qualità audio-video e per la possibilità di consentire la visione su grandi schermi delle figure di dimensioni naturali (Figura 8) [15]. Questi sistemi si prestano a svolgere teleconferenze *multi-party* per uso professionale. Il grado di immersività è già apprezzabile pur in assenza di visione 3-D.

Cominciano peraltro ad essere disponibili sistemi moderni con *display* 3-D che potrebbero rappresentare la tecnologia di base per le telecomunicazioni immersive del prossimo futuro. Come è noto i sistemi di *display* 3-D riproducono l'effetto parallasse bioculare fornendo informazione visiva differente all'occhio sinistro e all'occhio destro. In particolare hanno interesse le moderne tecniche dei *display* autostereoscopici [16] e dei *display* quasi-olografici [17]. Essi potranno rappresentare il vero salto di qualità rispetto alle attuali tecnologie invasive che richiedono l'uso di occhiali speciali o caschi.

Il principio di funzionamento si basa sulla trasmissione di una coppia di immagini riprese simultaneamente con un piccolo angolo di se-



FIGURA 8
Concetto di telepresenza 2-D (soluzione Halo di HP)

parazione (stereoscopia) si induce nel sistema visivo-percettivo umano l'effetto di parallasse che consente di apprezzare la terza dimensione (profondità). Affinché le due immagini vengano lette separatamente si impiegano come schermi due strutture filtranti in grado di separare le immagini ricevute. Nella tradizione cinematografica 3-D per la separazione dei due "canali" ci si basa sulla trasmissione di una coppia di polarizzazioni ortogonali e lenti polarizzate, sebbene esistano altri metodi come la trasmissione ortogonale alternata nel tempo, con lenti che vengono aperte e chiuse elettronicamente in modo sincrono.

Per evitare il problema dell'invasività della soluzione che produce fastidio e stanchezza nell'osservatore, negli ultimi anni si sono affacciati nuovi tipi di schermi che tendono essi stessi a produrre l'effetto di profondità, operando direttamente sul *display* del PC senza bisogno di indossare occhiali. Con questa tecnica ognuna delle due immagini viene suddivisa in piccole strisce verticali e le due immagini generate dai proiettori di sinistra (S) e di destra (D) vengono alternate sul *display*. Questi *display* detti "autostereoscopici" sono tipicamente fabbricati usando i filtri ottici collocati a contatto con il convenzionale *display* LCD² o OLED³; si sono affermati due tipi di filtri, ad ottica lenticolare e a barriera di parallasse. In entrambi i casi, adattando i parametri geometrici, è possibile fare in modo che l'occhio sinistro veda solo le immagini S e quello destro solo le immagini D. Se le due immagini sono una coppia stereoscopica si percepisce perciò una sola immagine 3-D.

Esistono anche soluzioni che utilizzano opportune tecniche di elaborazione di segnale per consentire sia la visione di immagini 3-D "native" che di immagini 2-D sul medesimo schermo auto stereoscopico.

Conviene osservare che gli schermi autostereoscopici sono affetti da vari tipi di difetti (detti "artefatti") per correggere i quali si devono applicare tecniche di *post-processing* atte a assicurare una migliore qualità dell'immagine e a consentire di percepire la stessa nitidezza dell'immagine che si ha con i moderni schermi monoscopici. Ogni tecnica au-

tostereoscopica proposta presenta da questi punti di vista vantaggi e svantaggi.

Allo stato dell'arte si dispone anche di *display* quasi-olografici in grado di ricostruire un campo di luce quasi perfetto consentendo all'osservatore una visione di un oggetto a 360°, ruotando intorno all'immagine 3-D riprodotta. Questi riproduttori quasi-olografici consentono anche la proiezione di immagini 3-D in movimento.

6. CONCLUSIONI

Le tecnologie della presenza, il cui sviluppo si è svolto per decenni nei laboratori universitari e industriali, sono oggi fra le tecnologie più promettenti per determinare i progressi attesi nel settore delle ICMT nel decennio entrante. Dopo avere illustrato alcuni degli elementi della *road-map* tecnologica prevista per il prossimo futuro, questo articolo ha prima discusso il concetto di presenza e si è poi soffermato sulle tecnologie di base e sulle applicazioni che più di tutte stanno determinando il successo delle tecnologie della presenza in numerosi segmenti di mercato.

Bibliografia

- [1] Riva, G.: *Psicologia dei Nuovi Media*. Bologna: Il Mulino, 2008.
- [2] Sheridan, T.B.: *Telerobotics. Automatica*, Vol. 25, n. 4, 1989, p. 487-507.
- [3] Lombard M., Ditton T.: At the heart of it all: The concept of presence. *Journal of Computer Mediated-Communication*, Vol. 3, n. 2, 1997.
- [4] PAsION FP6 Integrated Project No 27654. May 2009 URL <http://www.ist-pasion.com>
- [5] Biocca F., Harms C., Gregg J.: *The Networked Minds Measure of Social Presence: Pilot Test of the Factor Structure and Concurrent Validity, Presence 2001*. 4-th Annual International Workshop, Philadelphia, May 21-23, 2001
- [6] Riva G., Schroeder R., Zaffiro G.: *Deliverable D47 Peach Future Markets Annex II*. Peach FP6 Coordination Action No 33909. April 2008.
- [7] Martino F., Miotto A., Davide F., Gamberini L.: *Exploring Social Network Indices As Cues To Augment Communication and to Improve Social Practices*. 1-st International Workshop on Maps Based Interaction in Social Networks, MapISNet '07, Rio de Janeiro, Brasil, September 10, 2007.

² LCD: *Liquid Crystal Display*.

³ OLED: *Organic Light Emitting Diode*.

- [8] PEACH FP6 Coordination Action No 33909. May 2009 URL: peachbit.org
- [9] Pandzic I., Zaffiro G.: *Deliverable D47 Peach Future Markets Issue 2 Annex I*. Peach FP6 Coordination Action No 33909. April 2009.
- [10] Ruffini G., et al.: *Deliverable D11 Visions, Roadmaps, the ERA [Issue 3]*. Peach FP6 Coordination Action No 33909. April 2009.
- [11] Online Defence Magazine, Virtual Iraq. May 2009 URL: defense-update.com/products/v/VR-PT-SD.htm
- [12] VEPSY UPDATED European Research Project No. 2220. May 2009 URL: www.cybertherapy.info
- [13] Riva G., Gaggioli A.: Virtual clinical therapy. *Lecture Notes in Computer Sciences*, 2008, 4650, p. 90-107.
- [14] Riva G., Castelnuovo G., Mantovani F.: Transformation of flow in rehabilitation: the role of advanced communication technologies. *Behavior Research Methods*, Vol. 38, n. 2, 2006 p. 237-44.
- [15] URL: www.francetelecom.com/sirius/rd/en/galerie/mur_telepresence/flash_sonorise.php
- [16] Dodgson N.A.: Autostereoscopic 3D Displays. *IEEE Computer*, Vol.38, n.8, Aug. 2005, p. 31-36.
- [17] Jones A., McDowall I., Yamada H., Bolas M., Debevec P.: *Rendering for an Interactive 360° Light Field Display*. ACM SIGGRAPH 2007.

GIUSEPPE RIVA, Professore Associato di Psicologia e Nuove Tecnologie della Comunicazione presso l'Università Cattolica di Milano, dove dirige il Laboratorio di studio dell'Interazione Comunicativa e delle Nuove Tecnologie. Autore di oltre 100 articoli scientifici legati agli aspetti psicologici ed ergonomici delle nuove tecnologie è responsabile editoriale delle riviste scientifiche internazionali "CyberPsychology & Behavior" e "Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine".

E-mail: giuseppe.riva@unicatt.it

FRANCESCO VATALARO, Professore ordinario di Telecomunicazioni presso l'Università di Roma "Tor Vergata", ha oltre 25 anni di esperienza nell'industria e nell'università. È membro del comitato direttivo della IEEE Italy Section, oltre che numerosi comitati scientifici e di redazione. È autore di oltre 150 pubblicazioni e i suoi principali interessi scientifici sono nelle comunicazioni e reti wireless.

E-mail: vatalaro@uniroma2.it

GIANLUCA ZAFFIRO, Ricercatore presso Telecom Italia. Opera nel gruppo Innovation Trends di Telecom Italia Lab. È responsabile per Telecom Italia dell'azione di coordinamento IST FP6 Peach per la ricerca sulla Presence. Si occupa di elaborare scenari innovativi di medio/lungo periodo di interesse per le telecomunicazioni.

E-mail: gianluca.zaffiro@telecomitalia.it