



Elena Ippoliti

Professore Associato di Disegno presso l'Università La Sapienza di Roma. Svolge attività di ricerca prevalentemente incentrata sull'uso dell'informatica nel rilievo per la realizzazione di banche-dati e sistemi informativi, analizzando argomenti e temi nel campo dello studio dell'architettura, della città e dell'ambiente.



Alessandra Meschini

Ricercatore di Disegno presso l'Università di Camerino. Svolge attività di ricerca riguardanti in particolare le nuove forme di didattica della rappresentazione e del rilievo coerenti con lo sviluppo delle tecnologie informatiche e le principali questioni inerenti la documentazione dell'architettura e dei contesti urbani.

Dal "modello 3D" alla "scena 3D". Prospettive e opportunità per la valorizzazione del patrimonio culturale architettonico e urbano. / From the "3D model" to the "3D scene". *Prospects and opportunities for the enhancement of an architectural and urban cultural heritage.*

La multimedialità è fatta di "ricchezza audiovisiva, profondità conoscitiva e informativa, interattività"[i] e, ancora, un prodotto multimediale dovrebbe essere "ricco, profondo e mobile, avvincente come un film, sistematico come un libro e interattivo come un videogioco"[ii].

A partire da tali definizioni, il contributo proposto intende indagare su alcune delle opportunità che le più recenti innovazioni tecnologiche offrono per l'ampliamento e la diffusione delle conoscenze sul patrimonio culturale, in particolare soffermandosi sulle applicazioni che privilegiano la "scena digitale 3D" del bene culturale, architettonico e urbano, sia in quanto interfaccia di accesso ai contenuti culturali e sia in quanto luogo in cui si costruiscono informazioni.

Tale modalità di approccio, analoga e interattiva, incardinata sul coinvolgimento sensoria-

le ed emozionale, si costituisce di fatto come un valore aggiunto per la comunicazione, la fruizione e l'elaborazione di informazioni e contenuti, qualificandosi utilmente per la valorizzazione del patrimonio culturale.

Multimediality is composed of "audiovisual richness, cognitive and instructive depth, interactivity"[i] and a multimedia product should be "intense, profound and versatile, riveting like a film, methodical like a book and interactive like a videogame"[ii].

With these definitions as a starting point, the proposed paper aims at investigating the possibility of increasing the awareness of our cultural heritage and spreading that knowledge using the latest technological innovations. Particular attention is given to the "3D digital scene" with reference to

architectural and urban cultural heritage, as it is an excellent means of giving access to the cultural content as well as being a hub for collecting information. This approach, founded on sensorial and emotional involvement, is in effect of added value for communication, and for the elaboration and development of information and content. This makes it an extremely valid tool for the enhancement of our cultural heritage.

[i] Negroponte N., *Essere digitali*, Sperling & Kupfer, Milano, 2004.

[ii] Maragliano R., *Manuale di didattica multimediale*, Laterza, Roma-Bari, 1994. p.43.

A seguito della diffusione delle tecnologie digitali la *multimedialità*[1] ha teso sempre più verso una denotazione di nuovo "linguaggio" da cui derivare nuovi "medium" la cui complessità e ricchezza non è semplice somma, bensì integrazione di stimolazione sensoriale e intellettuale attivata secondo modalità estremamente efficaci. Ancora, in associazione al concetto di *ipertestualità* ha poi dato origine al neologismo di *ipermedialità*.

A partire dagli anni '80 i modelli cognitivi degli utenti sono divenuti sempre più centrali nella progettazione di tali prodotti tecnologici. In particolare le interfacce[2] sono state definite in alcuni casi come *multimodali*, ovvero con una predisposizione di interazioni coinvolgenti più di un canale percettivo (input di comunicazione) e con modalità più vicine alla naturalità comportamentale dell'utente. Quindi, se la multimedialità è fatta di "ricchezza audiovisiva, profondità conoscitiva e informativa, interattività"[3], la multimodalità prevede una *comunicazione* uomo-macchina fatta di parole[4], gesti, scrittura manuale e non più attraverso tastiera e mouse.

Oggi la conoscenza attuata attraverso forme di apprendimento che richiedono astrazione, come la lettura di un libro, ha lasciato spazio a logiche quali partecipazione e immersione, che vincolano l'individuo ad un rapporto di complicità e di coinvolgimento divertente. In sostanza, le condizioni materiali della comunicazione del sapere e della trasmissione della conoscenza sono cambiate privilegiando quell'*edutainment*[5] in ragione del quale l'attività ludica, interagendo con un ambiente dinamico, recupera l'analogia e il confronto per comprendere e conoscere facendo sì che il prodotto multimediale possa essere definito come "ricco, profondo e mobile, avvincente come un film, sistematico come un libro e interattivo come un videogioco"[6]. Il panorama attuale e futuro è, quindi, quello di un vasto scenario di applicazioni tecnologiche che si configurano non più, solamente, come multimediali, ma come veri e propri sistemi multidimensionali, multi-pubblico, multi-servizi, multi-rete,

multi-support. Ed è in ragione di ciò che la recente *Carta di Londra per la visualizzazione digitale dei Beni Culturali*[7] ha mirato a stabilire larghi principi[8] tutti tendenti ad assicurare e rafforzare sia il rigore tecnico, sia l'integrità intellettuale di metodi e risultati, per la visualizzazione digitale.

A partire da ciò, il contributo proposto intende indagare su alcune delle opportunità che le più recenti innovazioni tecnologiche offrono per l'ampliamento e la diffusione delle conoscenze sul patrimonio culturale, in particolare soffermandosi sulle applicazioni che privilegiano la "scena digitale 3D" del bene, architettonico e urbano, sia in quanto interfaccia di accesso ai contenuti culturali e sia in quanto luogo in cui si costruiscono informazioni. Tale modalità di approccio, analoga e interattiva, incardinata sul coinvolgimento sensoriale ed emozionale, si costituisce di fatto come un valore aggiunto per la comunicazione, la fruizione e l'elaborazione di informazioni e contenuti, qualificandosi utilmente per la valorizzazione del patrimonio culturale.

LA REALTÀ AUMENTATA

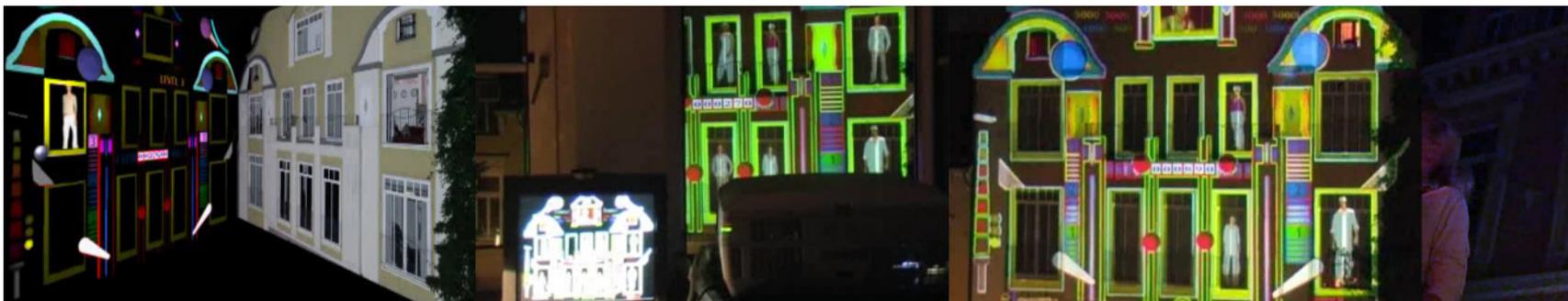
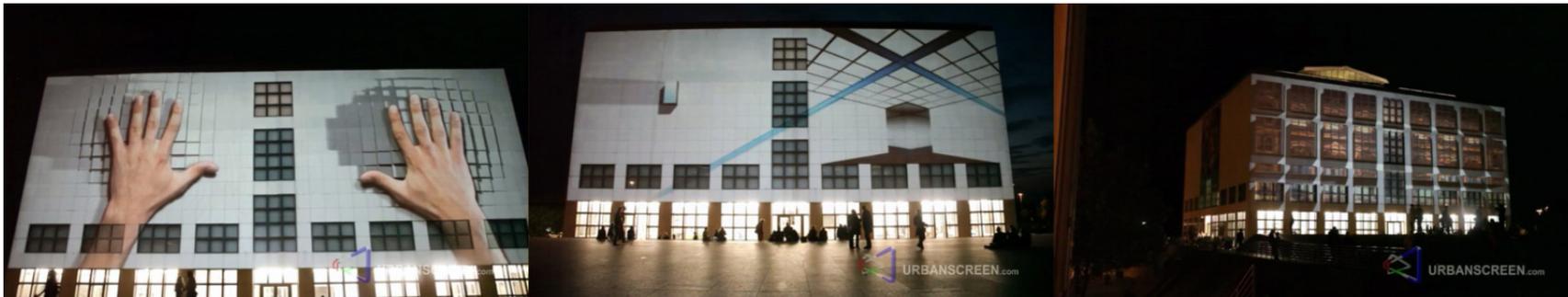
Alcune tra le numerose e complesse applicazioni a cui lo sviluppo delle tecnologie digitali ci sta sempre più abituando, possono essere riferite ad una contaminazione sempre più stretta, articolata e proficua, tra reale e virtuale, che ha dato luogo a settori applicativi che vanno sotto il nome di *Augmented Reality* e *Augmented Virtuality*. Nel primo caso si tratta di sovrapporre livelli informativi multimediali all'esperienza reale, quindi fondamentalmente il soggetto dell'esperienza si muove in uno spazio reale che si amplia grazie alla sovrapposizione in questo di ulteriori livelli informativi. Nel secondo caso, invece, si tratta di introdurre in uno spazio virtuale elementi, oggetti, persone reali, pertanto l'esperienza viene condivisa da più soggetti attraverso lo spazio digitale nel quale sono immersi, soggetti che però sono fisicamente dislocati in realtà altre[9].

Se in un primo tempo si parlava di AR solo in

presenza di un flusso di immagini video live relative allo spazio reale, riprese dunque in "tempo reale" da una telecamera, su cui si interveniva con contenuti ed animazioni virtuali, oggi il concetto è molto più ampio e il panorama di applicazioni è così talmente ricco da non potersi facilmente sistematizzare. Un sistema di realtà aumentata è comunque generato dalla combinazione della scena reale vista dall'utente e dalla scena virtuale digitale, preregistrata, ma che può essere sensibilmente influenzata dal comportamento del soggetto attivo. Nel seguito dell'articolo, dunque, si riferirà di esperienze sia nel caso in cui il soggetto "assiste" ad una rappresentazione in uno spazio reale e sia nel caso in cui "esplora" un ambiente reale, al quale, in ogni caso, siano sovrapposti elementi virtuali.

Alcune distinzioni possono riferirsi al livello di interazione del soggetto con lo spazio reale che sta esplorando, rapportabili all'uso o meno di dispositivi che fungono da interfaccia. Nel caso in cui l'utente non abbia alcun dispositivo sostanzialmente esso assiste ad una rappresentazione, comunque influenzabile anche dalla sola sua presenza corporea. Diversamente, il soggetto utilizza uno o più dispositivi attraverso cui esplora lo spazio reale, riceve le informazioni digitali aggiuntive su questo e realizza la visualizzazione della realtà aumentata. Questa può concretizzarsi attraverso monitor (che possono essere semimobili, mobili o addirittura inseriti in un paio di occhiali - *video see through display* - che indossati consentono all'utente una sorta di immersione), o occhiali (*optical see through display*) sulle cui lenti trasparenti è proiettata la scena virtuale.

I principali problemi tecnici e tecnologici sono pertanto riferibili all'integrazione tra visione reale-naturale e virtuale, alla frequenza di aggiornamento della scena virtuale, nonché, ovviamente, all'accuratezza visiva di quest'ultima, che deve essere a sua volta realizzata in perfetta aderenza allo spazio reale (che dunque è necessario conoscere e riconoscere con estrema precisione).



1. 555 KUBIK "How it would be if a house was dreaming", URBANSCREEN, 2009, Amburgo, Galerie der Gegenwart. Alcune immagini riprese dal video della proiezione.

2. Pinwall. Facade becomes an interactive gaming board, URBANSCREEN, 2007, Brema. Alcune immagini riprese dal video della proiezione.

3. Roma Caput Mundi, Unità C1, 2010, Roma, Porta Pia. Alcune immagini riprese dal video della proiezione.

APPLICAZIONI SENZA DISPOSITIVI: LE VIDEO PROIEZIONI ARCHITETTURALI

Nel settore della AR una serie di interessanti applicazioni riguardano quella che potremmo definire la medializzazione del contesto urbano, dove sono proposte nuove e multiple relazioni tra città ed individuo. Per alcune tra queste si tratta di vere e proprie performance artistiche, tra installazioni e narrazioni, dove l'ambiente non è più lo sfondo, ma è, nel suo trasformarsi, l'opera. L'esperienza percettiva è il fulcro della rappresentazione alla quale si assiste; il ruolo del soggetto è comunque quello di spettatore, ma di uno spettacolo ad alto contenuto emozionale, dove delle megaproiezioni trasformano le facciate dei palazzi e delle chiese in ipersuperfici interattive.

Si tratta della tecnica *3D video projection mapping* applicata in campo architettonico e urbano (per questo va anche sotto il nome di *architectural mapping* e/o *urban screen*) che consente, attraverso un accurato mapping 3D dell'ambiente, di proiettare un contenuto digitale perfettamente conformato alla scena urbana e architettonica. Questa specie di nuova pelle animata si relaziona alla superficie sulla quale è proiettata, alle sue forme e ai suoi volumi, trasformandola attraverso effetti visivi, anche tridimensionali, non solo spettacolari ed avvincenti, ma che si sovrappongono, quali veri livelli informativi, alla realtà, aumentandola, ma anche costruendone una nuova (*mixed reality*).

Le tecnologie utilizzate sono le più varie e riguardano la risoluzione dei problemi per una corretta ed accurata descrizione digitale della realtà (spesso sono utilizzati scanner 3D e 2D), per l'elaborazione di un contenuto digitale perfettamente sincrono all'ambiente sul e nel quale si proietta (animazione flash, modellazione e animazione 3D, ma anche tecniche quali la *motion capture* o il *blue screen*, ecc.), e per la proiezione (calibrazione, omografia, proiezione 3D, con la risoluzione delle questioni relative all'orientamento e alle posizioni).

Tra le esperienze più note in questo segmento vi sono quelle degli URBANSCREEN[10]

che, grazie ad un controllo elevato e sapiente delle tecniche digitali[11], hanno dato vita a rappresentazioni di sapiente mix tra arte e comunicazione urbana ma il cui fulcro è sempre l'architettura e il contesto spaziale. Tra i lavori che riguardano in modo particolare l'interpretazione e la descrizione dell'oggetto architettonico vi è quello sulla facciata del nuovo edificio della Hamburger Kunsthalle di Amburgo. Due proiezioni, realizzate in due distinti eventi[12], dissolvono le forme rigorose e puriste dell'architettura: la geometria della facciata viene animata, e su di essa scorre la concezione, la storia e l'estetica del progetto dell'architetto, attraverso l'esposizione dei suoi stessi schizzi, trattati, montati, animati ed adattati all'edificio attraverso un modello 3D [fig. 1].

In altri lavori, seppur l'oggetto architettonico è comunque il fulcro creativo attorno al quale ruotano le produzioni del gruppo, la presenza umana abita la scena, richiedendo l'applicazione della tecnica del *blue* o del *green screen* e, a volte, anche la costruzione di un modello reale dell'oggetto con il quale ambientare e realizzare le riprese dei diversi movimenti[13]. Infine, da segnalare la proiezione interattiva "*Pinwall. Facade becomes an interactive gaming board*", realizzata a Brema nel 2007, dove la facciata si trasforma in un flipper con il quale il pubblico può giocare, attivando le figure che si muovono nelle cornici delle finestre [fig. 2].

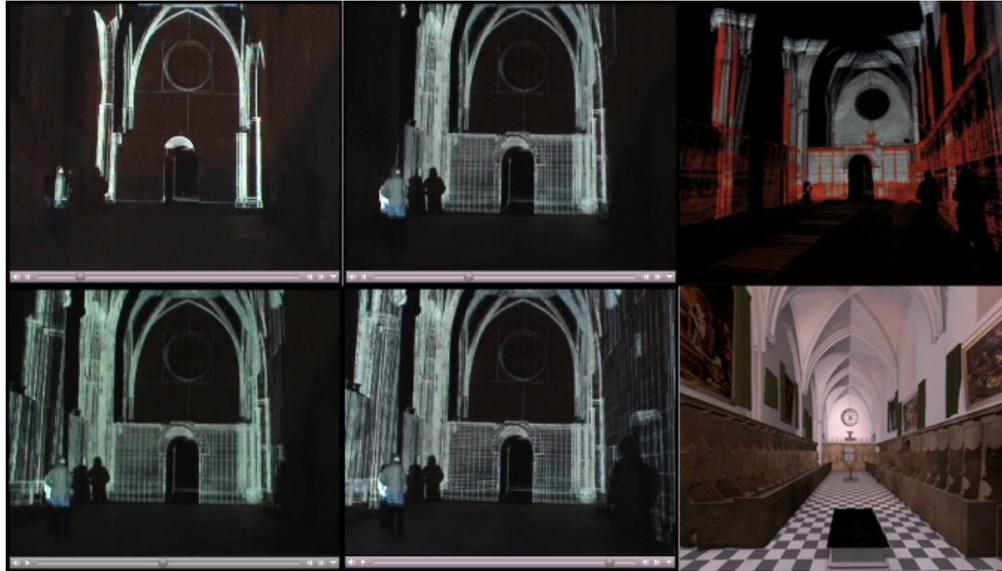
Tale settore sta avendo un particolare sviluppo anche in Italia, sia con finalità commerciali, ma anche con interessanti applicazioni nella comunicazione di contenuti sul patrimonio culturale[14]. Una proiezione architettonica di grande qualità è sicuramente "*Roma Caput Mundi*", realizzata in occasione del 140° anniversario di Roma Capitale d'Italia[15], con immagini proiettate su Porta Pia che ne reinterpretano con competenza la concezione architettonica, trasformandone l'immagine efficacemente, all'interno di un percorso visivo che illustra alcune tappe salienti della storia della città, nonché l'autore Michelangelo Buonarroti [fig. 3].

Un'esperienza tecnologicamente simile, ma diversa per finalità, è quella denominata "*Genius Loci, réalité augmentée à l'échelle architecturale*"[16], che propone un percorso artistico nella Certosa di Villeneuve les Avignon, con la proiezione di una ricostruzione 3D nel XVIII secolo, in scala reale, sui volumi rimanenti della Chiesa. Il percorso multisensoriale (visivo e sonoro) ha per obiettivo quello di rivelarne il *genius loci*, ricostruendone l'atmosfera ad un dato momento della sua storia, contemplando tre distinte finalità: patrimoniale, scientifica e artistica. Infatti, sulla base di una accurato rilievo dello stato attuale e delle numerose testimonianze documentarie, è stato possibile ricostruire un'ipotesi tridimensionale di grande affidabilità, per poi riproiettarla, attraverso la costruzione di un'anamorfoico numerico, sviluppando così un sistema di realtà aumentata attento anche all'interazione con i movimenti degli spettatori e le sollecitazioni sonore [fig. 4].

APPLICAZIONI PER MEZZO DI DISPOSITIVI

Un'esperienza di grande respiro in questo particolare segmento, è quella realizzata all'Abbazia di Cluny, in Borgogna, Francia, dove grazie alle tecnologie della realtà aumentata, i visitatori e i ricercatori possono visualizzare i modelli tridimensionali ricostruiti attraverso delle interfacce orientabili[17]. In particolare è qui utilizzato un dispositivo multimediale *Ray-On*, sviluppato dalla società *On-situ*, uno schermo montato su un perno, ma ruotabile sia orizzontalmente e sia verticalmente, attraverso cui è possibile osservare la ricostruzione della Chiesa nel XIII secolo sovrainposta alla scena reale [fig. 5]. Un accorgimento tecnologico e software consente di misurare le condizioni reali di illuminazione, così da vedere sullo schermo una proiezione con una luminosità simile a quella dell'ambiente[18].

Sempre a Cluny è utilizzato un ulteriore dispositivo[19], questa volta mobile, un *Tablet PC* dotato della potenza di calcolo e di caratteristiche grafiche necessarie per la visualizzazione della scena, di un GPS, che



4. *Genius Loci, réalité augmentée à l'échelle architecturale*, Certosa di Villeneuve les Avignon, Francia, 2010.

5. Dispositivo semimobile *Ray-On* per la realtà aumentata, Abbazia di Cluny, Borgogna, Francia.

6. *Tablet PC* per la realtà aumentata, Abbazia di Cluny, Borgogna, Francia.



segue l'utente attraverso la visita, e di un sensore di rotazione che misura l'angolo di inclinazione del terminale: il sistema è così in grado di visualizzare immagini coerenti tra la posizione reale e la ricostruzione virtuale [fig. 6].

Le applicazioni di AR sul Patrimonio Culturale che sembra si stiano diffondendo in modo significativo sono appunto nel segmento degli apparati mobili, e soprattutto degli *smartphone*, *devices* che abbinano funzionalità di telefono cellulare a quelle di gestione di dati personali, e che sono dotati di GPS per il posizionamento, di bussola elettronica e inclinometro per il controllo dell'inclinazione sui tre assi d'orientamento, di una telecamera, per la ripresa in tempo reale di un flusso video e di un collegamento *wireless* per ricevere i dati.

Tra i primi esperimenti che hanno visto



7. Uno dei primi dispositivi mobili per la realtà aumentata: il *Touring Machine* per il sistema MARS, 1997, Columbia University, durante una sperimentazione all'interno del Campus.



8. Il terminale *Whyre*, messo a punto all'interno della ricerca "MUSE" del PNR Parnaso, con un'applicazione per la visita all'Insula del Centenario a Pompei.

integrare la Realtà aumentata e il *Mobile Computing* va però riferito del sistema MARS (*Mobile Augmented Reality System*), sviluppato da un gruppo di ricercatori della Columbia University che misero a punto un complesso di apparati mobili, in particolare il *Touring Machine* e il *Mobile Journalist's Workstation* attraverso cui era possibile ricevere dallo spazio circostante informazioni dinamiche aggiuntive, 2D nel primo caso, e 3D, nel secondo. Il *Touring Machine* [fig. 7], presentato nel 1997, era composto da un computer trasportato con uno zaino, un palmare, occhiali immersivi dotati di monitor e dispositivi per l'*orientation* e il *position tracking* (un magnetometro, un inclinometro a due assi e un GPS), il tutto collegato alla rete del Campus dove si svolgeva l'esperimento ed infine un sistema per la carica dei dispositivi elettronici

- una cinghia/batteria[20]. Attualmente le applicazioni di AR con dispositivi portatili si stanno ovviamente diffondendo anche in Italia, in particolare con sperimentazioni sul patrimonio archeologico finalizzate ad una comunicazione corretta, ma accessibile anche al grande pubblico, che integri il paesaggio archeologico esistente con le ricostruzioni ipotetiche. Un interessante "oggetto tecnologico" alternativo alle tradizionali guide stampate è il terminale *Whyre* (contrazione delle parole *why* e *ware*), un dispositivo multimediale e interattivo, dotato di bussola, telecamera e GPS per la definizione della posizione dell'utente, attraverso cui è possibile avere in tempo reale contenuti via radio da una centrale operativa localizzata in prossimità [fig. 8]. Una funzione interessante è quella

di conservare in memoria il percorso svolto dall'utente con i contenuti scelti e visionati, ma anche le immagini scattate, un taccuino di viaggio digitale che al termine della visita potrà essere acquistato. Tale dispositivo, ancora in fase di implementazione, è progettato all'interno della ricerca "MUSE" del PNR Parnaso[21] ed è stato sperimentato, tra l'altro, come ausilio alla visita all'Insula del Centenario a Pompei in due versioni: filologica, con ricostruzioni limitate ai dati accertati, e didattica, con ricostruzioni ampiamente integrative, in base a dati analogici[22]. Grazie all'incremento di capacità di memoria e a particolari algoritmi di compressione dei dati, lo sviluppo di applicativi di AR con contenuti 3D interattivi fruibili attraverso cellulari di ultima generazione è tale che all'*Archeovirtual Workshop*[23]



9. L'applicazione di realtà aumentata, nella versione disponibile su iPhone, del progetto "Teramo una città vestita di virtuale" per la visita alla città, a cura del CNR-ITABC e del Comune di Teramo.



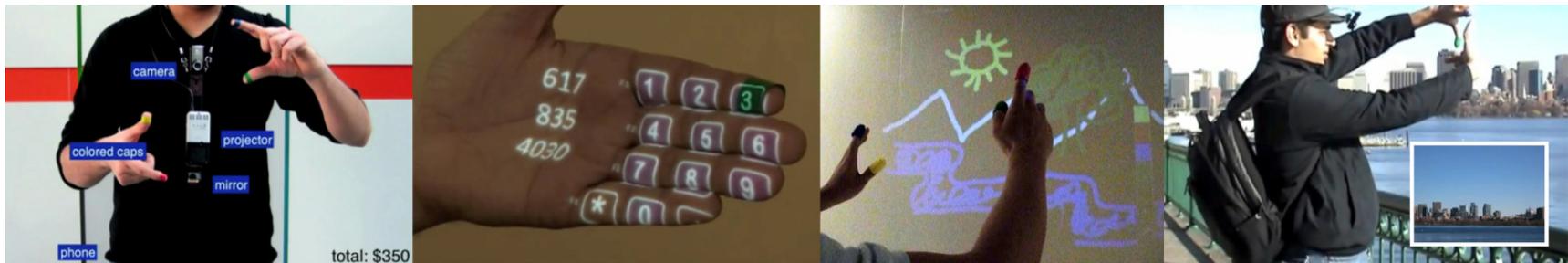
10. L'applicazione per iPhone 3GS sviluppata per i Fori Imperiali a Roma, sviluppata con una eccellente qualità foto realistica dalla società romana ILLUSIONNETWORK.

un'intera sezione della mostra ha trattato specificatamente l'argomento, e sono state esposte applicazioni per iPhone, tra cui quelle sulle città di Dublino[24] e Teramo [fig. 9]. La guida che accompagna nella visita della città di Teramo, anche su iPod Touch, mette a disposizione in tempo reale, solo per alcuni siti di età romana e per l'antica cattedrale altomedievale di Santa Maria Aprutiensis, distrutta a seguito di un incendio nel 1156, informazioni multimediali sui percorsi, le fasi storiche e i luoghi della memoria[25]. Da annotare, infine, la potente applicazione per iPhone 3GS, sviluppata per i Fori Imperiali a Roma [fig. 10], che può essere utilizzata on-line con il supporto GPS se ci si trova in sito, o anche off-line, dovendo però in questa modalità controllare manualmente la camera virtuale attraverso i

pulsanti dell'interfaccia. Puntando l'iPhone verso i diversi monumenti geo-referenziati sono mostrate, in tempo reale, con una eccellente qualità foto realistica, le ricostruzioni dei Fori all'epoca dell'Imperatore Costantino, con una guida audio in diverse lingue[26]. Per il futuro, da segnalare le ricerche condotte da un gruppo del MIT (27) dedicate allo sviluppo di device miniaturizzati (proiettore, specchio e videocamera integrati, della dimensione di un ciondolo, e collegati ad un cellulare di terza generazione) che, grazie a dei sensori applicati sulle dita, si costituiscono come un'interfaccia gestuale che interagisce con il mondo esterno attraverso il movimento delle mani, talmente poco invasiva da considerarsi dunque realmente un senso aggiuntivo, da cui il nome Sixth Sense [fig. 11].

PARTECIPARE: TRA INTERAZIONE E IMMERSIONE

L'interazione è un concetto di azione bidirezionale, presente in qualsiasi tipo di comunicazione, dove anche il ricevere è un'azione. L'interattività stabilisce, quindi, un feedback, una retroazione, ovvero la possibilità di dare un ritorno di informazione a seguito di una azione. Un ambiente multimediale può dirsi proficuamente interattivo non soltanto se è rispondente alle esigenze conoscitive di un utente, ma anche se riesce a contribuire ad orientarle in direzioni fruttuose. Ciò ha portato sempre più verso la progettazione di interfacce ergonomiche[28] dove sia possibile svolgere operazioni direttamente sugli oggetti di interfaccia come fossero il reale e dove un approccio di interattività ludica e libera diviene l'elemento scatenante della sensazione di presenza immersiva e, conse-



11. *Sixth Sense*, un insieme di dispositivi miniaturizzati integrati a dei sensori da indossare sulle dita, sviluppato da un gruppo di ricercatori del MIT, in particolare dal dottorando e assistente alla ricerca *Pranav Mistry*.

guentemente, di una amplificazione dell'interesse all'esplorazione. Teoricamente, secondo coloro che ne coniarono il termine[29], la realtà virtuale è RVI: *realtà virtuale immersiva*. Nell'uso corrente, però, tale definizione è applicata a qualsiasi tipo di simulazione virtuale, quindi, dal punto di vista tecnologico, attualmente è possibile distinguere due livelli. Il primo, *interattivo*, introducendo requisiti stringenti di riscontro in tempo reale, da una misura di "realismo" della simulazione; l'utente ha l'impressione di vedere il mondo tridimensionale e la possibilità di modificarlo tramite una interfaccia esterna[30]. Il secondo, *immersivo*, dà una misura di "percezione" dell'ambiente digitale come esistente; l'utente, dotato di apposite periferiche[31], diventa la principale interfaccia con cui manipolare l'ambiente 3D e prova un senso di

"appartenenza" allo stesso. Nell'ambito della valorizzazione del patrimonio culturale lo stato attuale delle ricerche ha realizzato diverse applicazioni informative-esperienziali nelle quali le aggettivazioni di interattive e/o immersive possono dirsi variamente presenti. A titolo esemplificativo se ne descrivono alcune tra le più recenti.

Museo virtuale dell'antica via Flaminia[32]. L'installazione multimediale consiste in una sala virtuale dotata di quattro piattaforme interattive che ricostruiscono altrettanti siti archeologici[33]. Due sono gli approcci di esplorazione previsti: uno guidato, a carattere narrativo, l'altro di navigazione libera in cui gli utenti possono muoversi secondo la loro personale curiosità. Questo secondo livello consiste in una applicazione multiutente di

tipo MUD[34], ovvero uno spazio virtuale condiviso in cui gli utenti esplorano e condividono lo spazio 3D procedendo liberamente tramite un "avatar"[35]. Ogni utente, cambiando il proprio punto di vista, può contestualizzare la sua posizione aumentando la sua percezione spaziale. L'incremento delle conoscenze non dipende, però, solo dal comportamento singolo, ma anche dalle azioni reciproche. Gli avatar, infatti, possono vedersi tra di loro e realizzare anche azioni congiunte di amplificazione esperienziale[36]. Quanto agito dalle piattaforme interattive viene visualizzato su uno schermo stereoscopico dal resto del pubblico il quale, grazie ad appositi occhiali, può osservare da spettatore la modificazione in tempo reale dell'esplorazione - e dei relativi contenuti visivi e informativi - in conseguenza a ciò che i quattro utenti attuano dalle console interattive [figg. 12 e 13].

[in basso e a destra]

12. *Museo Virtuale della antica via Flaminia*. Confronto tra il sito archeologico e ricostruzione 3D navigabile della Villa di Livia. Le informazioni sul processo interpretativo seguito e gradi di affidabilità della ricostruzione (molto probabile, possibile, evocativo). Interni del modello navigabile della Villa.



* evocativo, ** probabile, *** molto probabile



[in basso]

13. Schermata principale di accesso alla navigazione dell'applicazione *Museo Virtuale dell'antica via Flaminia*. Modello prefigurativo della sala virtuale realizzata con le piattaforme interattive e lo schermo stereoscopico per il pubblico.





Modello interattivo della Cappella Scrovegni a Padova[37].

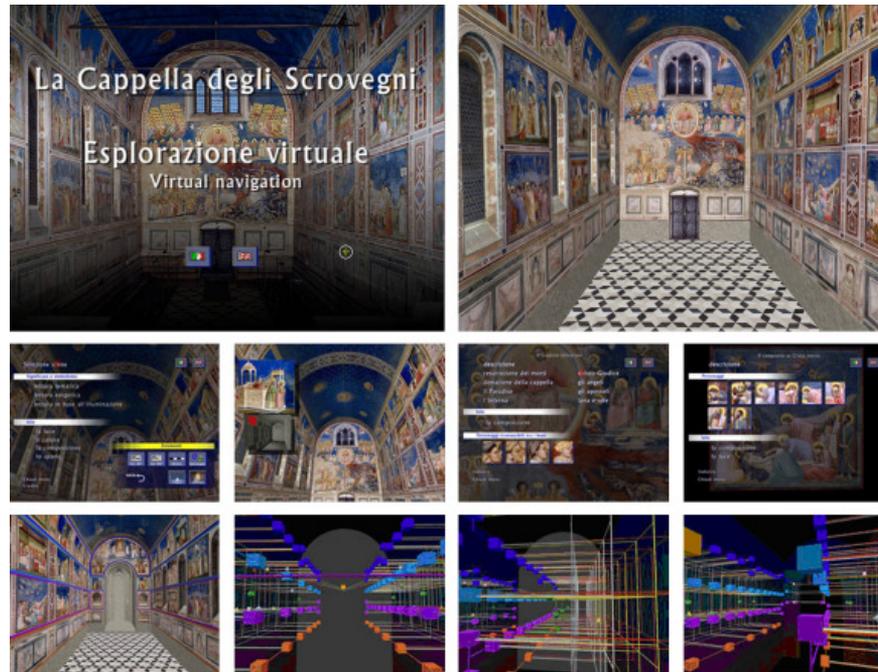
In un apposito spazio concepito come un "itinerario del virtuale", come una "scatola cognitiva" di immersione digitale propedeutica alla visita del capolavoro giottesco, sono state allestite sette tappe utili alla conoscenza con applicazioni a diverso grado di interattività. L'installazione DVR[38] è quella che, attraverso l'elaborazione del modello 3D della Cappella[39], offre il massimo livello di interattività avvolgendo l'utente in un complesso contesto informativo[40]. Tale modello si costituisce come l'unica interfaccia attra-

verso la quale nuove metafore e dinamiche di interazione ne incrementano le proprietà percettivo-cognitive permettendone una esplorazione in *real time*[41] che è anche ricerca/investigazione delle informazioni ad esso afferenti[42] su differenti livelli di scala - visione ravvicinata e globale [fig. 14]. Tra le diverse modalità di navigazione vi è la possibilità di far comparire una "cybermappa tridimensionale", ovvero uno schema ipertestuale in tre dimensioni che visualizza il processo di organizzazione concettuale e semantico delle informazioni multimediali ma che riproduce contemporaneamente l'ambiente

3D della Cappella. Tale ipermappa rappresenta, quindi, la connettività spaziale delle informazioni secondo una relazione additiva fra architettura-spazio-geometria dell'informazione ed è visualizzata dall'utente da modelli solidi di differente geometria a seconda del tematismo. Tali solidi costituiscono i *link* principali collegati da vettori 3D agli altri[43]. È come se l'utente fosse fornito di una bussola che lo aiuta a comprendere lo scheletro informativo, le reti connettive, le relazioni spaziali delle informazioni che si estendono e coincidono con lo spazio virtuale della Cappella [fig. 15].

[nella pagina precedente]
14. La ricostruzione 3D navigabile della *Cappella degli Scrovegni*: gli elementi geometrici tridimensionali e la sua mappatura sviluppata in associazione topologica con le riproduzioni fotografiche degli affreschi. Il modello come interfaccia di accesso alle informazioni sui cicli pittorici.

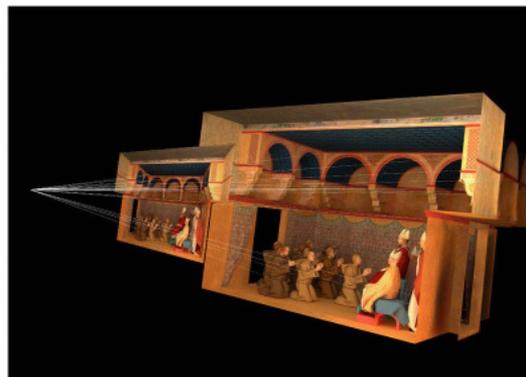
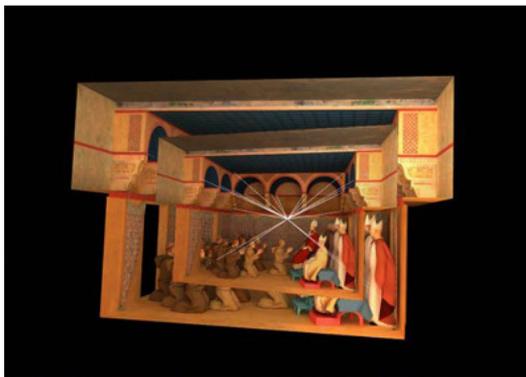
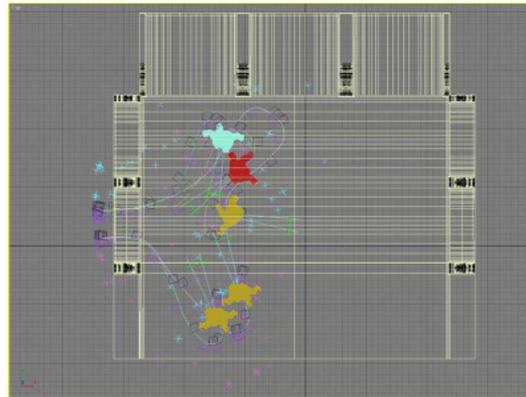
[a destra]
15. *Modello interattivo della Cappella degli Scrovegni*. L'interfaccia di accesso ai contenuti che cambia dinamicamente in base alla tipologia delle informazioni selezionata dall'utente. L'indicazione di collocazione spaziale per particolari scene. L'evidenziazione dei quattro registri in cui Giotto ha articolato il ciclo pittorico (lettura tematica). La cybermappa tridimensionale in cui i colori distinguono le diverse classi di informazioni e associazioni semantiche che, essendo coincidente con lo spazio virtuale della Cappella, permette di vedere in qualsiasi momento a quale scena sono associati i legami concettuali.



Sistema immersivo di natural interaction in occasione della mostra *I colori di Giotto. Assisi*[44]. Trattasi di un evento "meta-espositivo" di realtà virtuale che consente un'immersione sensoriale nella ricostruita scena 3D[45] dell'affresco "La Conferma della Regola"[46]. Dall'analisi dell'impostazione prospettica si è evinto che l'ambiente nel quale Giotto contestualizza l'episodio ha approssimativamente le dimensioni di 5x4m con altezza 4m. L'installazione consiste in un ambiente immersivo di interazione virtuale in cui la ricostruzione 3D dell'affresco viene proiettata in scala 1:1, quindi su di uno schermo di 5x4m davanti al quale vi è una superficie libera, sempre di circa 5x4m, percorribile ed esplorabile dall'utente in tempo reale grazie a sistemi di interazione naturale[47]. Quando il visitatore cammina in tale spazio la sua posizione viene agganciata da un sistema

di *motion capture*[48] che lo segue nei suoi spostamenti rendendolo parte integrante ed elemento agente. Quindi, nel mentre i personaggi si animano e la scena viene raccontata durante il suo svolgimento, l'utente diventa un vero e proprio *joystick*, un tracciatore la cui posizione viene inviata ad un motore grafico che calcola e restituisce in tempo reale il suo punto di vista determinando la mutazione dell'inquadratura/proiezione della scena. Per comunicare con il sistema non è richiesta alcuna particolare nozione o addestramento e l'applicazione è monoutente. Ma mentre l'utente "attivo" - illuminato dall'alto da una luce ad occhio di bue - ha la sensazione di entrare, camminare nella scena, confondersi tra i personaggi e interagire con questi sentendosi attore partecipe, il pubblico può assistere a tutto ciò e alternarsi nell'interazione immersiva [figg. 16 e 17].

Modello immersivo della casa del Fauno. Pompei[49]. Il lavoro presenta la ricostruzione virtuale della villa pompeiana comprensiva del ripristino delle parti mancanti e della ricollocazione dei reperti conservati nei vari musei. Il progetto, fruibile anche via web, consiste in un modello 3D navigabile con tecnologia stereo 3D tramite HMD[50], ovvero semplicemente tramite i movimenti della testa dell'utente che, quindi, - essendo al contempo isolato dall'ambiente esterno - vive la percezione del coinvolgimento corporeo dell'essere dentro alla villa. Il modello è anche interattivo, infatti gli oggetti che si incontrano possono essere "toccati" con un mouse ottenendo una serie di informazioni catalogate in un *database* [fig. 18].



16. Mostra I colori di Giotto. I personaggi virtuali della scena 3D "La Conferma della Regola" in fase di elaborazione e osservati da

diversi punti di vista. Ricostruzione 3D navigabile dell'ambiente raffigurato nell'affresco con lo studio della prospettiva giottesca.

NOTE

[1] Grossolanamente traducibile come "con molti mezzi", indica, genericamente, la compresenza e l'interazione di differenti linguaggi all'interno di una forma/tecnologia di comunicazione.

[2] Descrivibili come "luoghi tecnologici" di intercomunicazione tra utente e macchina sui quali sono predisposti compiti funzionali rivolti sia verso la macchina, sia verso l'utente.

[3] Negroponete N., *Essere digitali*, Sperling & Kupfer, Milano, 1995.

[4] Si fa riferimento al riconoscimento vocale, opzione estremamente utile per quanti non possono digitare, o perché semplicemente occupati con le mani o perché affetti da una qualche disabilità.

[5] Il termine può essere tradotto come "educare giocando".

[6] Maragliano R., *Manuale di didattica multimediale*, Laterza, Roma-Bari, 1994. p.43.

[7] L'edizione italiana, Bozza 2.1, è stata stilata nel febbraio 2008, a cura di E. Salvatori. Numerosi articoli, documenti, come *AHDS Guides to Good Practice for CAD* (2002) e *Virtual Reality* (2002) e iniziative come *Virtual Archaeology Special Interest Group* (VASIG), *Cultural Virtual Reality Organization* (CVRO) ne hanno sottolineato l'importanza.

[8] Tali principi sono relativi all'affidabilità, alla documentazione (su fonti, procedimento, metodi, formati e standard), all'applicazione di strategie di sostenibilità a lungo termine e di accessibilità nella creazione e divulgazione dei metodi di visualizzazione digitale.

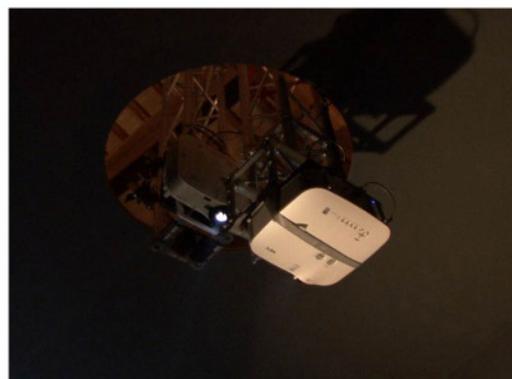
[9] I confini tra le diverse applicazioni stanno nel tempo divenendo sempre più sottili e/o confuse, tant'è che è stato coniato un altro termine, quello di *Mixed Reality*, quando cioè si è di fronte ad una qualunque applicazione in cui il reale o il virtuale è arricchito da ulteriori contenuti in un rapporto osmotico.

[10] Il gruppo di Brema, che vede lavorare insieme architetti, artisti e tecnici, si è ufficialmente costituito nel 2008, ma era già operante dal 2004 nel settore delle installazioni digitali, o meglio delle videoproiezioni su larga scala in aree urbane, www.urbandscreen.com.

[11] In particolare hanno sviluppato una procedura proprietaria, LUMENTEKTUR, per il controllo delle proiezioni sulle superfici architettoniche.

[12] L'edificio, di Oswald Matthias Ungers, ospita la Galleria di arte contemporanea, *Galerie der Gegenwart*. La prima proiezione, GDG 2008 "Narrative image live performance", è stata eseguita nel 2008 in occasione della Manifestazione sulla lunga notte dei musei, la seconda, 555 KUBIK "How it would be if a house was dreaming", particolarmente efficace, è del 2009.

[13] A questo tipo si riferiscono numerose proiezioni. *Fensterlichter* (finestra di luci), del 2006, all'interno del *Viertelfest Bremen*: una coreografia, costruita sulla composizione architettonica della facciata, rivolge lo spazio interno verso l'esterno, consentendo agli abitanti della casa di socializzare incontrandosi, e realizzando propriamente "a meeting on the house's ledge". Oppure a Brema, nel 2007, con la proiezione *Jump*, dove la facciata è trasformata in una parete da arrampicata, reinterpretando la pratica del



17. Mostra I colori di Giotto, scena 3D "La Conferma della Regola". Alcuni momenti della narrazione animata. Interazione del pubblico nello spazio virtuale.

L'allestimento hardware comprensivo il sistema di motion capture e di proiezione e una fase del controllo digitale dei suoi parametri.-

parcour urbano, materializzando così un'avventura. O anche Spacing, realizzato nel 2010 all'interno dell'Internationale Tanztage di Münster, dove, su una facciata di 70x20 m in Stubengasse, attraverso l'intreccio di coreografia, scenografia e musica l'edificio è trasformato in un palcoscenico.

[14] Alcune società i cui lavori sembrano particolarmente interessanti sono: *Apparati Effimeri* (<http://www.apparatieffimeri.com>), un gruppo di artisti visivi di Bologna attivi dal 2008, specializzati in visual 3D mapping applicata all'architettura, tra i cui lavori vi sono la partecipazione a manifestazioni internazionali come il *Glow Festival, International Forum of Light in Art and Architecture*, novembre 2010, Eindhoven, Olanda; la *OLO Creative Farm* (<http://www.olocreativefarm.com>), fondata a Como nel 2005 da tre designer della comunicazione, di cui vi interessano i *video projection mapping 3D* sulla facciata di Villa Olmo a Como, in occasione dell'inaugurazione della mostra "Rubens e i Fiamminghi", nel marzo 2010, e su Palazzo Terragni a Como, per l'inaugurazione di *ComOn* nell'ottobre 2010.

[15] La proiezione è stata realizzata, con *Zètema Progetto Cultura* e *Madema Video*, dalla società *Unità C1* (<http://www.unitac1.com>), che nasce dall'incontro di qualificate e specifiche professionalità operanti nel settore delle *Performing Arts (visual design, scenografia, light design, grafica e videoproiezioni architettureali, performance ed installazioni interattive, VJSet, cinema e broadcasting)*.

[16] Il progetto, iniziato nel 2010 e tuttora in corso, vede collaborare i Laboratori MAP-GAMSAU, LIMSI-CNRS, Victor

Vérité, il *Centre National des Ecritures du Spectacle*, con responsabili per UMR CNRS/MCC 694 MAP-Gamsau Livio De Luca e Aurélie Favre-Brun. Cfr. http://www.map.archi.fr/Idl/Genius/Genius_Loci/Genius_Loci.html, http://www.map.archi.fr/3D-monuments/projets/projet_eglise_presentation.php, <http://www.chartreuse.org/16/82/la-chartreuse-3d>.

[17] Il progetto, denominato *Gunzo*, ha visto collaborare dal 2007, tra gli altri, il *Centre des Monuments Nationaux, Arts et Métiers ParisTech, Centre de Cluny*, numerosi soggetti territoriali, nella prospettiva dell'evento internazionale "Cluny 2010, Abbaye européenne de la connaissance" per il 1100° anniversario della Fondazione dell'Ordine Cluniacense, in modo da rendere possibile, nonostante i pochi resti rimasti una visita comprensibile, ma comunque fedele, della grande chiesa, in <http://cluny-numerique.fr/fr/gunzo-accueil>.

[18] Per le notizie sulla società vedi <http://www.on-situ.com/>. Alcuni video che mostrano l'uso dei pannelli mobili sono pubblicati in http://www.youtube.com/watch?v=6vstaJk9hJA&feature=player_embedded, http://dailymotion.com/video/x9jobb_borne-rayon_tech. Gli stessi dispositivi sono utilizzati anche nella Certosa di Villeneuve les Avignon di cui alla nota 16.

[19] Il dispositivo è stato messo appunto nel progetto SARAM, *Système Autonome de Réalité Augmentée Mobile*, che consente di vedere modelli 3D e informazioni 2D sovrapposte alla percezione della realtà, in <http://cluny-numerique.fr/fr/gunzo-accueil>.

[20] Cfr. in particolare Feiner



18. La casa del Fauno. Confronto tra il sito archeologico e ricostruzione 3D navigabile. Un momento della navigazione tramite HDM.

S., MacIntyre B., Höllerer T., and Webster T., *A touring machine: Prototyping 3D mobile augmented reality systems for exploring the urban environment*. Proc. ISWC '97 (First IEEE Int. Symp. on Wearable Computers), October 13-14, 1997, Cambridge, MA. Anche in *Personal Technologies*, 1997, pp. 208-217; Höllerer T., Feiner S., Pavlik J., *Situated Documentaries: Embedding Multimedia Presentations in the Real World*. Proc. ISWC '99 (Third Int. Symp. on Wearable Computers), San Francisco, CA, October 18-19, 1999, 79-86. *Wearable Computers*, "White Plains", NY, October 21-23, 2003, 118-226, in <http://www1.cs.columbia.edu/graphics/projects/mars/mars.html>.

[21] Nell'ambito del Programma Nazionale di Ricerca e Formazione sui Beni Culturali Ambientali "Parnaso" partecipano: la Ducati Sistemi (progetto MUSE) con: il Dipartimento di Archeologia di Bologna (Progetto Pompei - Insula del Centenario) per la scelta e la validazione dei contenuti; il CINECA per la realizzazione dei modelli di Archeologia Virtuale e per la formazione dei futuri gestori di Whyre; Intel Labs per l'elettronica di Whyre; l'ARCES, il Centro di Eccellenza del Deis di Bologna per lo studio dei sistemi di localizzazione e di navigazione remota ed altri laboratori. Cfr. http://convegni.cineca.it/ut_natura_ars/Preattiffinale.pdf, http://eprints.jiia.it:8080/84/1/Ut_Natura_Ars_SALMON-alii.pdf.

[22] Il progetto è stato presentato all'Expo Mondiale di Archeologia Virtuale "Building Virtual Rome", svoltosi a Roma ai Mercati Traianei nel 2005, promossa dall'Assessorato alle Politiche Culturali del Comune di Roma Soprintendenza ai Beni Culturali, CNR, Luiss, con il so-

stegno di Federculture e Filas e il patrocinio dell'UNESCO WHC e Virtual Heritage Network, che ha proposto una selezione delle migliori realizzazioni mondiali di computer grafica, multimedia, robotica e realtà virtuale applicate ai beni culturali e, in particolare, a Roma antica e al suo impero. Cfr. <http://www.itabc.cnr.it/buildingvirtualrome/stampa.htm>.

[23] Convegno e mostra, Paestum, novembre 2010, curati dall'ITABC-CNR nell'ambito della XIII Borsa Mediterranea del Turismo Archeologico, con la Provincia di Salerno e la Regione Campania, in collaborazione con Leader sas, NVidia e ProjectionDesign, in <http://www.vhlab.itabc.cnr.it/arcueovirtual/index.html>.

[24] L'applicazione "Medieval Dublin 2.0" utilizza come riferimento della visita interattiva la cinta muraria della città, prevedendo due tipi di visita: il primo dedicato alla descrizione della città antica, ricostruita, e il secondo alla visita del sito nello stato attuale, quest'ultimo integrato con StreetMap di Google, il tutto con diversi livelli di approfondimento, in <http://www.medievaldublin.ie> e <http://itunes.apple.com/ie/app/dublin-city-walls/id388288868?mt=8#>.

[25] La sperimentazione fa parte del progetto "Teramo una città vestita di virtuale" che si propone di ricontestualizzare il paesaggio archeologico urbano attraverso reti e percorsi di realtà virtuale, da fruire indoor, nel Museo Civico Archeologico, e outdoor, presso alcuni dei più importanti siti e camminando per le strade della città, realizzato dall'ITABC del CNR e dal Comune di Teramo, mentre il supporto informatico è sviluppato da Softlogica, cfr. http://www.vhlab.itabc.cnr.it/Projects_teramo.htm.

[26] L'applicazione è sviluppata dalla società romana ILLUSIONNETWORK, specializzata nello sviluppo di tecnologie per videogiochi e grafica 3D, <http://www.illusionnetwork.com/>. Sull'applicativo cfr. <http://itunes.apple.com/it/app/voyager-xdrive-roman-forum/id348146229?mt=8#>, <http://www.youtube.com/user/illusionnetwork#p/u/1/gVx4DTeBQbM>, <http://www.youtube.com/user/illusionnetwork#p/u/0/OAegPCOOihM>.

[27] *Sixth Sense* è stato presentato alla *TEDIndia Conference*, novembre 2009, Mysore, da uno dei suoi inventori *Pranav Mistry*, assistente di ricerca e dottorando presso il MIT – Massachusetts Institute of Technology, cfr. <http://www.pranavmistry.com/>, <http://www.pranavmistry.com/projects/sixthsense/>, <http://nbtimes.it/digital-times/concept/3296/cellularinetbook-tra-10-anni-via-tutto-si-indosseranno.html>.

[28] Lo standard che definisce i requisiti ergonomici di una interfaccia è la norma EN ISO 9241 *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals* (VDTs). In particolare le parti 10 (principi dialogici) e 11 (guida all'usabilità).

[29] Il termine, inventato da Jaron Lanier nei primi anni '80, indica, infatti, un ambiente simulato che offre in output stimoli sensoriali non soltanto di tipo visivo ed uditivo ma anche tattili ed olfattivi.

[30] Tramite un normale monitor l'utente visualizza l'ambiente 3D e interagisce con questo attraverso dispositivi esterni quali tastiera, mouse, joystick o consolle simili.

[31] Tali periferiche, in parte già utilizzate, sono visori - ca-

scio o semplici occhiali che isolano visivamente l'utente dal mondo reale - auricolari, wired gloves (guanti) e cybertuta.

[32] Applicazione realizzata dal CNR-ITABC di Roma (co-ord. M. Forte) in collaborazione con la Soprintendenza Archeologica di Roma, finanziata dalla Arcus SpA e presentata al Museo nazionale delle Terme di Diocleziano nel gennaio 2008. È stato il primo caso europeo di museo virtuale archeologico condiviso in cui il visitatore è il reale protagonista del cyberspazio ed apprende contenuti informativi complessi attraverso comportamenti immersivi. www.vhlab.itabc.cnr.it/flaminia

[33] La Villa di Livia, l'area funeraria di Grottarossa, Ponte Milvio, l'arco trionfale costantiniano fatto costruire a Malborghetto e oggi inglobato in un casale medievale. Il rilievo è stato effettuato con tecnologia Scanner Laser, ricostruito accuratamente in 3D e ricollocato nello spazio geografico. Nell'applicazione sono state inserite apposite icone che forniscono brevi informazioni sul processo interpretativo seguito, sulle fonti, e sul grado di affidabilità della ricostruzione (molto probabile, possibile, evocativo).

[34] L'acronimo sta per *Multi User Dungeon* - ma anche *Multi User Dimension* o *Domain* - e fa riferimento ad una tipologia di giochi di ruolo svolti su Internet da più utenti.

[35] Con tale termine si intende "una rappresentazione digitale di sé".

[36] Nell'applicazione sono presenti tre diverse tipologie di ricostruzione virtuale: attuale, interpretativa, di anastilosi virtuale in età augustea.

[37] Progetto del CNR-ITABC di Roma (coord. M. Forte), commessa Arché Bologna, Soprintendenza Beni Culturali di Padova, realizzazione della ARACNET di Roma. L'applicazione è stata premiata con il "World best paper award" nel settembre 2002 a Gyeongju, Korea, che l'ha qualificata come la miglior al mondo tra le applicazioni della virtualità ai Beni Culturali di quell'anno. <http://www.aracnet.it/Sito-Scrovegni/Obiettivi%20del%20sito.htm>

[38] L'acronimo sta per *Desktop Virtual Reality*. Definisce le applicazioni di realtà virtuale su Personal Computer e Workstation da scrivania di fascia media e dal costo contenuto.

[39] Tale modello è caratterizzato da un' altissima risoluzione grafica sia in termini di geometria che di texturizzazione. La mappatura fotografica è avvenuta sulla base di un fotogrammetrico da cui sono stati ottenuti gli ortofotomosaici applicati alle pareti della cappella. Le texture sono state posizionate attraverso un processo di georeferenziazione che ne garantisce la precisione di posizionamento.

[40] L'ambiente virtuale è stato programmato in OpenGL; per l'interfaccia 3D, l'implementazione della navigazione e del menu di accesso è stato sviluppato un software basato sulle librerie grafiche OPENGL.

[41] Il livello di dettaglio utilizzato nel modello è funzionale a tale tipo di navigazione.

[42] Sono possibili diversi percorsi di lettura: tematica, esegetica, in base alla luce, al colore, alla composizione e allo spazio. Attivando un tematismo a piacere e successivamente selezionando una scena o un elemento nel contesto 3d si

accede alla spiegazione particolareggiata dell'elemento selezionato in relazione al tematismo prescelto.

[43] Ad esempio, una scena diventa un cubo, mentre i colori distinguono le diverse classi di informazioni e associazioni semantiche.

[44] Applicazione realizzata da: CNR ITABC, ISTC, BCAA, Softlogic, Laboratorio Romano. Evento (aprile-settembre 2010) organizzato sotto la cura di G. Basile nell'ambito delle celebrazioni dell'ottavo centenario della fondazione dell'Ordine francescano, e promosso da: Comune di Assisi; Sacro Convento, Civita. www.icoloridigiotto.it, www.vhlab.itabc.cnr.it

[45] In tale modello l'architettura, gli oggetti, le figure umane, gli effetti di chiaroscuro sono stati ricostruiti in 3D a partire dall'indagine puntuale dell'affresco giottesco. L'analisi dei punti di vista, delle proporzioni dei vari elementi nella scena e delle forme hanno costituito le linee guida per la resa volumetrica delle geometrie.

[46] Trattasi di uno degli episodi più significativi affrescati da Giotto nella Basilica di S. Francesco di Assisi, alla fine del XIII secolo.

[47] Si tratta di sistemi informatici basati sul tracciamento della posizione e della gestualità dell'utente (tramite telecamera ad infrarossi posizionata di fronte l'utente e software di tracking) che permette l'interazione con una applicazione senza l'uso di *devices* (mouse, tastiere, ecc..).

[48] Il sistema di *motion capture* utilizzato è estremamente agile ed "economico", si basa sul semplice uso di una

videocamera ad infrarossi affissa al soffitto.

[49] Installazione realizzata dal Dip. di Costruzioni e Metodi matematici per l'Architettura, Facoltà di Architettura di Napoli Federico II (prof. S. Sessa) e presentata alla mostra "Archeovirtual" di cui alla nota 23, www.dotmin-dinmotion.com.

[50] L'acronimo sta per *Head Mounted Display*, letteralmente display montato sulla testa, ovvero un casco visore che unisce in genere funzioni di input e di output. Appositi sensori di posizione (tracker) rilevano i movimenti della testa in modo da modificare l'immagine che l'utente visualizza al mutare della posizione del suo punto di vista.