

TECNOLOGIE DI VIRTUALIZZAZIONE AL SERVIZIO DELLE IMPRESE

# Realtà Aumentata e Realtà Virtuale per la competitività delle aziende

Grazie allo sviluppo delle tecnologie di visione, la virtualizzazione è oggi in grado di offrire supporto concreto anche in ambito industriale. Alcune interessanti applicazioni illustrano il potenziale raggiunto dalla realtà aumentata e dalla realtà virtuale.

Stefano Mottura  
Marco Sacco

Nell'attuale scenario economico-finanziario, e a causa della crescente competitività dei mercati dovuta ad una maggior presenza di prodotti provenienti dai paesi emergenti (in particolar modo BRIC – Brasile, Russia, India e Cina), le aziende italiane stanno da qualche anno perdendo quote di mercato. Le ricette per venirne fuori possono essere diverse ma sicuramente passano attraverso due punti essenziali: fare più rapidamente (e dove possibile più economicamente) quello che sappiamo ancora fare meglio di altri, unito alla possibilità di non fornire più solo il prodotto ma anche un servizio. Non la panacea di tutti i mali ma sicuramente un valido aiuto può essere trovato nelle nuove tecnologie: ad esempio la realtà virtuale e la realtà aumentata.

Col termine **Realtà Aumentata** (Augmented Reality, AR) si intende la percezione visiva dell'ambiente circostante alla quale vengono aggiunte, in tempo reale, informazioni visuali (digitali) generate artificialmente dal computer. Queste informazioni visive supplementari consistono generalmente in indicazioni, scritte, oggetti bidimensionali e tridimensionali e sono finalizzate ad arricchire, a favore dell'utente, l'apporto informativo. Col termine **Realtà Virtuale** (Virtual Reality, VR) si intende un ambiente completamente digitale generato e gestito in tempo reale dal computer con cui l'utente interagisce e si interfaccia con modalità (livelli di immersione) più o meno coinvolgenti. AR e VR hanno potenzialità per essere usate in svariati campi. Volendo accennare ad una distinzione, la VR è più adatta a simulare e visualizzare come sarebbe, e con quali comportamenti, una specifica situazione: un oggetto, uno spazio, un edificio, un particolare prodotto. La AR, per sua natura, è più adatta a mostrare delle informazioni supplementari per aiutare, indicare, suggerire, mostrare. Poi, naturalmente, è la necessità e la creatività specifica che

definiscono gli scopi effettivi di un'applicazione AR/VR.

Il gruppo EVA (Enterprise, Engineering and Virtual Applications) dell'Istituto di Tecnologie Industriali e Automazione del CNR ha tra le sue principali attività la ricerca applicata nel campo della AR/VR per il manifatturiero e la competitività delle aziende italiane. L'utilizzo delle tecnologie della grafica tridimensionale in tempo reale, dell'interazione uomo-macchina, della modellazione del comportamento dei sistemi è concentrato sullo sviluppo di **applicazioni per la prototipazione virtuale**, per la **pianificazione di risorse** produttive, per la **verifica funzionale** di macchine/prodotti. Essendo queste attività eseguite in ambienti virtuali, ne consegue l'enfasi sul risparmio degli eventuali corrispettivi tempi e costi di realizzazione e di test fisici.

Di seguito andremo ad illustrare alcune applicazioni pilota studiate e realizzate nell'ambito di progetti di ricerca di cui ITIA è partner o coordinatore.



Figura 1 - Il sistema Magic Mirror per la prova di calzature personalizzate



## GLI AUTORI

S. Mottura, M. Sacco, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Tecnologie Industriali e Automazione (ITIA), Milano

### Lo specchio magico (AR)

Quando un cliente sceglie i colori, le parti e le rifiniture di quello che sarà un paio di scarpe personalizzate e realizzato apposta per lui, non ha alcuna possibilità oggi di vedere come sarà il prodotto finito. Il Magic Mirror (MM) è un sistema di AR in cui il cliente si specchia in uno specchio digitale e vede in tempo reale sé stesso con ai piedi la calzatura da lui appena personalizzata (► **figura 1**). Il cliente è libero di muoversi davanti allo specchio per guardarsi da varie angolazioni. In questa applicazione è evidente che la AR è usata per facilitare la risposta alla domanda “come sarebbe se fosse...?”. La preliminare fase di personalizzazione della calzatura viene eseguita usando un catalogo digitale interattivo.

Il sistema è costituito da uno schermo alla cui base è fissata una webcam ed un sistema di tracciamento della posizione a 6 gradi di libertà. Lo schermo assolve la funzionalità di specchio, la webcam riprende il cliente, il sistema di tracciamento calcola in tempo reale la posizione dei piedi del cliente in modo che scarpe virtuali siano visualizzate in modo coerente con i suoi piedi. Il sistema di tracciamento è costituito da una coppia di telecamere all'infrarosso in grado di tracciare i piedi dell'utente e di fornirne in tempo reale la posizione. I riferimenti sono montati su un paio di calzari che devono essere indossati, senza togliersi le proprie scarpe, durante la prova virtuale. Ci sono due tipi di calzari: uno per le scarpe chiuse, in cui il piede è completamente avvolto dalla calzatura, e uno per le scarpe aperte, ad esempio il decolté da donna oppure i sandali (► **figura 2**).



**Figura 2** - Con i calzari si rileva in tempo reale la posizione dei piedi e si mixa correttamente l'immagine della scarpa virtuale

I moduli importanti dell'applicazione software sono la gestione della webcam, il tracciamento all'infrarosso, il cambio di sistemi di riferimento di cui sopra, la visualizzazione dei modelli digitali delle scarpe. La visualizzazione delle scarpe virtuali avviene usando la **computer grafica 3D** (basata sulle librerie OpenGL), in cui è stato impostato un campo di vista con le stesse caratteristiche della webcam ed in cui si usano le sestuple del tracciatore per posizionare gli oggetti 3D nello spazio virtuale che viene sovrapposto al

video catturato dalla webcam (tramite le librerie DirectShow di Microsoft). La sovrapposizione diretta darebbe come risultato visivo finale le scarpe virtuali che nascondono le caviglie dell'utente, perdendo così il realismo della gamba che termina all'interno della calzatura. Per ovviare a questo grave inconveniente è usata la **tecnica del chromakey**: fissato come colore chiave l'arancione, i calzari speciali sono di tessuto arancione e l'area disponibile per il movimento è coperta da un pannello arancione adagiato sul pavimento. Quindi il software visualizza la parte di scarpa virtuale al posto della chiave cromatica, come risultato sembra che l'utente indossi veramente le scarpe.

### AR per il supporto all'operatore

Nell'ambito industriale, tipicamente dell'automazione, la computer vision viene impiegata per il riconoscimento automatico di caratteristiche di oggetti a partire da immagini riprese dalle telecamere, al fine di guidare i robot e le macchine nell'esecuzione della corretta operazione. Usando la realtà aumentata ed integrando la visione artificiale si può ottenere un'interfaccia avanzata con cui l'operatore può imparare dei compiti, può conoscere informazioni utili allo svolgimento delle sue mansioni. In tal senso è stato realizzato un **sistema pilota per il setup di un tornio** in cui l'operatore è supportato da un sistema automatico di controllo che lo guida passo dopo passo nella procedura, tale sistema usa la computer vision per determinare lo stato del lavoro, l'interfaccia AR mostra all'utente cosa deve fare ed evidenzia le parti su cui egli deve operare (► **figura 3**). In questo senso la AR e la computer vision sono usate per ottenere una sorta di manuale on-line dotato di controllo, che fa vedere sulla scena reale cosa si deve fare.

Il sistema è costituito da una telecamera puntata sulla zona di lavoro e da un'applicazione software apposita che integra gestione logica del processo, computer vision e visualizzazione nonché da un monitor su cui l'utente vede l'output in AR (basato sulle librerie OpenGL). Per enfatizzare gli oggetti su cui si deve operare, dei modelli 3D vengono visualizzati in sovrapposizione in corrispondenza dei corrispettivi oggetti reali. Per ottenere questo, il sistema è stato calibrato con un marker naturale presente nella scena da cui è calcolata la posizione a 6 gradi di libertà della videocamera, consentendo così la corretta sovrapposizione

**Figura 3** - Il sistema indica la parte su cui agire ed indica l'operazione da compiere



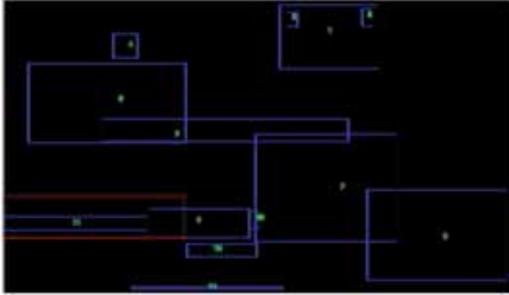


Figura 4 - Visualizzazione di una fase intermedia dell'elaborazione in tempo reale (non mostrata all'utente) in cui sono identificate delle forme di interesse per calcolare su quali parti della macchina si sta agendo

dei modelli 3D al video di quest'ultima. Il modulo di computer vision (basato sulle librerie OpenCV) è quello che sostanzialmente svolge la parte più importante in quanto, tramite funzioni di elaborazione dell'immagine (►figura 4), quali natural feature detection, tracking, segmentazione, confronto, è in grado di rilevare lo stato attuale

del sistema reale, quindi interviene il modulo di logica di processo che fornisce all'operatore le istruzioni appropriate.

Attualmente il sistema pilota qui descritto è in fase di **ulteriore sviluppo** con la finalità di poter usare una telecamera mobile, quindi coinvolgendo il riconoscimento di features naturali multiple e l'adeguamento automatico del sistema di riferimento camera, e di migliorare il controllo automatico delle operazioni in modo da comunicare all'utente anche la tipologia dell'errore commesso.

### Virtual prototyping e shopfloor planning (VR)

La possibilità di vedere in stereoscopia l'oggetto e di poter interagire con esso in tempo reale, cambiando anche delle sue componenti o il suo aspetto, è un aiuto che l'uso della tecnologia della Realtà Virtuale provvede, consentendo principalmente di fare quello che si vuole (contestualmente alle funzionalità previste dal sistema) ripentendo all'infinito prove e configurazioni senza coinvolgere fisicamente i laboratori, gli spazi, la realizzazione di costosi prototipi. Andiamo a sintetizzare due esempi di applicazione di VR a supporto della prototipazione di prodotto e di processo.

#### Virtual Prototyping (un esempio)

Una delle fasi di progettazione e sviluppo del motociclo coinvolge la realizzazione di un simulacro fisico (chiamato maquette) che rappresenta al minimo dettaglio la moto e che consente di percepire e di verificare in effetti l'aspetto, le proporzioni delle parti e le emozioni evocate, in quanto, è abbastanza noto, nell'ambito motociclistico ed automobilistico il prodotto parla anche con esse. Eventuali ripensamenti o modifiche implicano il rifacimento della maquette o di parti di essa. Con l'ausilio della VR, un sistema di virtual prototyping supporta il

team di designer e di progettisti nella **fase di verifica della maquette** che, in questo caso, è digitale. Il sistema in oggetto

ha avuto lo scopo di essere un aiuto alla metodologia standard, non una sua completa sostituzione, e di essere un banco di verifica delle potenzialità della tecnologia VR. Il beneficio ottenuto è stato quello di poter effettuare variazioni di configurazione senza dover intervenire sul prototipo fisico, con relativi tempi di attesa e costi e risorse annesse.

L'ambiente VR è un sistema a visualizzazione stereoscopica su un grande schermo retroproiettato (detto powerwall) in cui il team di progettisti e di designer possono **interagire col prototipo virtuale** della motocicletta (basato sulle librerie OpenGL) come illustrato nella ►figura 5. È possibile navigare attorno e dentro il prototipo virtuale e cambiare delle parti e dei materiali avvalendosi di un'interfaccia utente che può essere comandata via mouse, tastiera o altri dispositivi di interazione.

#### Shopfloor planning

Una tematica di ricerca molto importante a livello europeo è quella della Virtual Factory, ovvero la resa digitale e la modellazione dell'intera "fabbrica" al computer, dal punto di vista logico-funzionale e geometrico. Nel progetto europeo Virtual Factory Framework, ITIA ha realizzato un sistema di VR multiutente (basato sulle librerie OpenGL) per la **pianificazione del layout di produzione di una fabbrica** (►figura 6). Più utenti collegati alla rete possono entrare nel layout ed in modalità collaborativa possono modificare la disposizione delle macchine, le risorse umane destinate a ciascuna macchina, possono dialogare testualmente e via audio tramite un sistema di chat (basato sulle librerie di Skype). Il layout virtuale viene poi simulato e i risultati successivamente presentati nell'ambiente virtuale tramite un'interfaccia grafica. Tale strumento non è indirizzato principalmente al personale professionalmente qualificato ad operare in materia di pianificazione e simulazione, ma è indicato come interfaccia uomo-macchina che può rendere la comunicazione più semplice nel

Figura 5 - A sinistra, moto reale e moto virtuale; a destra, prove preliminari di percezione delle proporzioni



Figura 6 - L'ambiente virtuale di pianificazione shop-floor. A sinistra, vista in soggettiva e visualizzazione di informazioni relative ad una macchina; a destra, altre viste, dall'alto e panoramica

caso di gruppi eterogenei di persone; rappresenta un ottimo strumento per tutte quelle attività che vengono svolte da gruppi interdisciplinari.

## Conclusioni

Nel breve articolo sono stati forniti solo alcuni esempi di come la simulazione 3D interattiva e la human-computer interaction, declinate in diverse soluzioni e applicazioni, possano essere **un reale aiuto all'uomo** nel ciclo di vita del prodotto e del processo industriale nel senso esteso del termine, e quindi in ultima analisi riescano a velocizzare alcuni tempi di progettazione o a fornire prodotti a valore aggiunto. Il perfezionamento delle tecnologie disponibili ha reso più appetibile la disciplina della Realtà Aumentata: webcam in alta definizione, personal computer potenti e schede grafiche altrettanto performanti consentono di guardare alla progettazione e sviluppo di applicazioni sapendo di poter contare anche su tecnologie comunemente diffuse. La diffusione di computer palmari e di tablet PC con webcam incorporata miglioreranno la portabilità e l'indossabilità di alcuni sistemi.

Infine, la Realtà Aumentata quale tecnologia di frontiera vedrà concentrarsi gli sforzi di ricerca verso la possibilità di calibrare meglio i sistemi e verso l'effettiva usabilità, sia dal punto di vista di interazione uomo-macchina, sia dal punto di vista della qualità delle immagini (condizioni di illuminazione, ostacoli visivi ecc.).

## Bibliografia

- "A Survey of Augmented Reality", R. Azuma, *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 6, no. 4, Aug. 1997, 355-385.
- "Recent advances in augmented reality", R. Azuma, Y. Baillot, R. Behringer, S. Feiner, S. Julier, and B. Macintyre, *Computer Graphics and Applications*, IEEE, 21 (6), 2001, 34-47.
- *The Science of Virtual Reality and Virtual Environments*, Roy Kalawsky, Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA, 1st Edition, 1993.
- "Speeded-Up Robust Features (SURF)", H. Bay, A. Ess, T. Tuytelaars, and L. Vangool, *Computer Vision and Image Understanding*, 110 (3), June 2008, 346-359.
- "A virtual and augmented reality tool for supporting decisions in motorbikes design: Aprilia application case", G. Viganò, M. Sacco, S. Mottura, E. Travaini; *3th International Conference Virtual Design and Automation, Innovation in Product and Process Development*, 28-29 giugno, 2007, Poznan, Polonia, 89-96.
- *Tecniche di visione artificiale e realtà aumentata finalizzate all'assistenza di un operatore durante l'attrezzaggio di una macchina utensile*, Andrea Fadini, Tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica (presso ITIA-CNR), Politecnico di Milano, marzo 2011.
- "Shoe customers behaviour with new technologies: the Magic Mirror case", C. Redaelli, R. Pellegrini, S. Mottura, M. Sacco, ICE 2009, *15th International Conference on Concurrent Enterprising*; 22-24 giugno 2009, Leiden, Olanda. ■