

Un'Applicazione per la Manutenzione di Avionica, mediante la Realtà Virtuale Assistita da Interfaccia Aptica

Antonio Rosario Di Martino, Stefano Ricciardi¹, Paolo Leoncini²

VR Lab del Dipartimento di Matematica ed Informatica Università degli Studi di Salerno adimartino@unisa.it

¹VR Lab del Dipartimento di Matematica ed Informatica Università degli Studi di Salerno sricciardi@unisa.it

²CIRA Centro Italiano Ricerche Aerospaziali Capua (CE) p.leoncini@cira.it

In quest'articolo presenteremo una sperimentazione condotta in collaborazione tra L'Università degli Studi di Salerno ed il Centro Italiano di Ricerche Aerospaziali, che riguarda forme innovative e naturali di interazione Uomo-Macchina, nell'ambito della manutenzione ed addestramento di avionica. Le due tecniche da noi utilizzate sono la Realtà Virtuale e l'Interazione Aptica, in verità l'abbinamento di queste due soluzioni tecnologiche.

Introduzione

In questi ultimi anni, le scelte del mondo dell'industria, per le attività di addestramento e di manutenzione, sono orientate su soluzioni assistite da computer, in modo da ridurre i costi e i tempi ed inoltre migliorare sensibilmente la qualità dei prodotti e dei servizi forniti. Normalmente, sistemi di elaboratore creati per assemblaggio o manutenzione di macchine sono implementati da interfacce uomo-macchina tradizionali (tastiera, mouse, ecc). Ma ciò comporta sistemi che sono lontani dalle reali procedure, e non efficienti nelle attività di manutenzione e/o addestramento. Una soluzione migliore ed innovativa potrebbe scaturire dal combinare tecniche di *realtà virtuale* e di *interazione aptica*. Noi pensiamo fermamente che le due tecnologie possano migliorare queste procedure.

Andiamo ad illustrare un'attività di ricerca congiunta tra CIRA (Centro Italiano Ricerche Aerospaziali www.cira.it) e Laboratorio di Realtà Virtuale del DMI (Dipartimento di Matematica ed Informatica), che tratta l'integrazione delle due tecnologie, eseguendo simulazioni di manutenzione o attività di addestramento all'interno di un ambiente virtuale. Viene data la possibilità ad un utente (in questo caso scelto tra meccanici, o tecnici) di interagire, direttamente con modelli virtuali 3D di parti di un aereo ed in più, di sentire retroazioni di forze generate dall'interazione tra l'utente e l'ambiente virtuale. E' altresì

possibile di toccare, afferrare, manipolare oggetti virtuali di una scena 3D, (parti meccaniche di aereo da mantenere), mediante l'ausilio di un'interfaccia aptica.

Tecnologie Utilizzate

Per quanto riguarda le tecnologie utilizzate possiamo affermare che il punto di partenza per questo lavoro è stato **Virstperson**, un motore di realtà virtuale sviluppato dal CIRA (Centro Italiano Ricerche Aereospaziali [www.cira.it]), basato su librerie *open-source*, ad esempio **OpenDE**, per la simulazione completa delle dinamiche dei corpi rigidi [Smith, 1999], che regola l'interazione di tutti i corpi all'interno dell'ambiente. Inoltre dei giunti guida dinamici assistono l'utente nell'assemblaggio/disassemblaggio delle parti meccaniche di aereo. Inoltre **Virstperson** supporta attività ingegneristiche e tecniche quali, validazione di procedure di manutenzione, ed addestramento alla manutenzione. Allo scopo di migliorare il realismo dell'esperienza interattiva di manutenzione o di assemblaggio di pezzi di aereo, estendendo le funzionalità del software **Virstperson** si e' pensato a simulare un'interazione aptica mediante l'ausilio del sistema **Cyberforce®**, un'interfaccia aptica a retroazione di forza, di tipo **hand-based**, fornita dall'azienda americana Immersion [www.immersion.com/3d/]. In questo modo per l'operatore "*il senso di essere lì*", dentro l'ambiente virtuale risulta elevatissimo [Ware, Rose, 1999].

Come software per il rendering aptico, ci siamo serviti del componente di sviluppo del sistema Cyberforce con cui integrare l'interazione, in tempo reale, della mano virtuale con le parti di aereo 3D. Le forze di retroazione sono calcolate e restituite indipendentemente per ogni dito dell'utente, che deve indossare il Cyberglove, il guanto a 22 sensori del sistema Cyberforce. Usando delle classi del VHT (Virtual Hand Toolkit, soluzione di sviluppo per l'implementazione di applicazioni aptiche in tempo reale) del sistema Cyberforce,

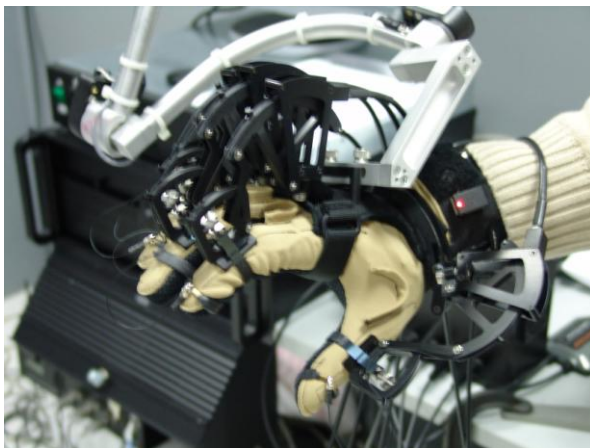


Fig. 1 Dettaglio del guanto con sensori Ciberglove e dell'esoscheletro CyberGrasp

e' stato calcolato il *rendering* aptico, lavorando in una delle quattro modalità operative con cui può lavorare il sistema:

- **Modalità Force mode**

L'utente può indossare anche un casco HMD (**Head Mounted Display**) per una visualizzazione immersiva, ciò massimizza il concetto "di essere al centro della scena virtuale". [Borst, Indugula, 2005]

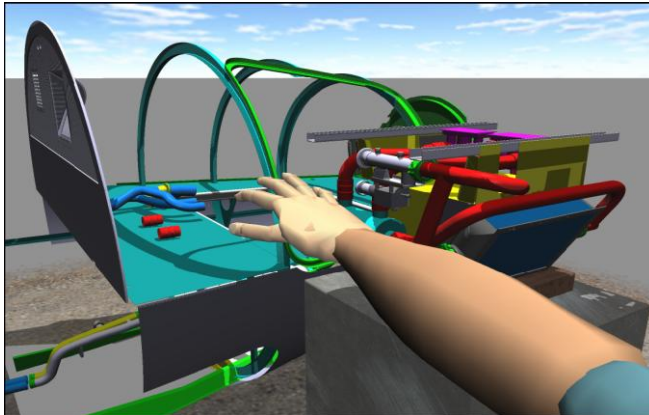
In questa maniera nelle simulazioni di addestramento, l'utente/manutentore viene calato in un ambiente virtuale 3D *full immersive*, con sensazioni di *feedback* aptico.

La modalità operativa **force mode** viene usata per interazioni aptiche in *real time*. L'applicazione calcola e aggiorna le forze di interazione. Il **CyberGrasp Controller** darà in output i livelli dell'ultima forza specificati dall'applicazione Host. Le forze desiderate sono applicate dal **CyberGrasp Controller** usando il metodo **vhtCyberGrasp::sendForce**.

I valori della forza sono specificati come un *array* di 5 valori doppi, nel *range* normalizzato da 0.0 a 1.0, corrispondendo ognuno ad un dito. Un valore di 1.0 corrisponde alla massima forza che il dispositivo può generare. Le forze di valore negativo sono messe a 0.0, dal momento che, il sistema di **CyberGrasp** usa un meccanismo di guida unilaterale che non può applicare forze nella direzione opposta [Rezzonico Hu, Bo, Th, Tha, 1995]

L'esempio seguente applica una piccola forza continua a tutte le cinque dita dell'applicazione: [Carmel, UI, Si, 2001]

```
double f[] = {0.05, 0.05, 0.05, 0.05, 0.05};  
vhtCyberGrasp::setMode (GR_CONTROL_FORCE);  
aGrasp > setForce (f);
```



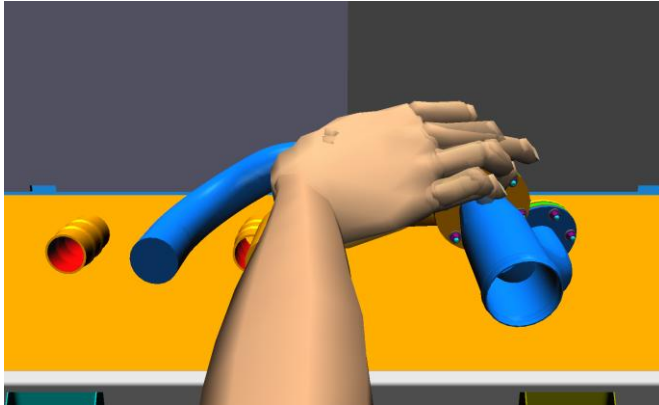


Fig. 2a – 2b Screenshots catturati durante l'interazione diretta nell'applicazione di manutenzione virtuale, usando VirstPerson

Discussione

La simulazione di compiti di manutenzione in un ambiente virtuale è basata sulla consapevolezza dell'ambiente da parte degli utenti attraverso un'interazione intuitiva e naturale. L'esecuzione di un compito di manutenzione virtuale, attraverso specifiche apparecchiature di interazione, influenza significativamente il rendimento degli utenti, e l'avvertire anche forze di contatto può migliorare il suo rendimento durante l'esecuzione della manutenzione. Ciononostante le forze di contatto non sono l'unico fattore che ha importanza sul rendimento umano. La natura dell'interazione con l'ambiente virtuale, la differenza nei livelli di percezione tra la manutenzione eseguita nel mondo reale e quella ricostruita nell'ambiente generato al computer, altri fattori umani, problemi ergonomici, e altre considerazioni correlate agli effetti di interazione uomo-macchina, sono tutti fattori da prendere in considerazione prima di valutare il valore aggiunto della tecnica di interazione sviluppata, approfondendo il suo effetto sul rendimento dell'utente in compiti di manutenzione in ambienti virtuali [Zachmann G, Rettig, 2001].

Lo sviluppo di un paradigma di interazione aptica può contribuire al miglioramento dei compiti di manutenzione, particolarmente quando la manipolazione degli oggetti richiede un elevato livello di percezione e l'esecuzione di compiti di manutenzione virtuale non consistono semplicemente di assemblare e/o disassemblare parti di modelli 3D [Chryssolouris, Ma, Fr, Ka, 2000]. Un importante aspetto di questa applicazione è la capacità dell'interfaccia aptica di replicare fedelmente le forze coinvolte nella manipolazione dei componenti tecnici di un aereo.

Effettivamente la massa ed il peso di ogni componente, come viene percepito dall'utente del sistema, dovrebbe essere paragonabile alle parti reali di un aereo (in un *range* che varia da alcune centinaia di grammi a diversi chili).

Anche il volume operativo può avere un impatto diretto sul realismo della simulazione, se non consente di raggiungere alcune apparecchiature, ma in

questo caso, una soluzione semplice, potrebbe essere spostare virtualmente la
posizione del dispositivo aptico nell'ambiente virtuale [Liang, Sh, Gr, 1991].

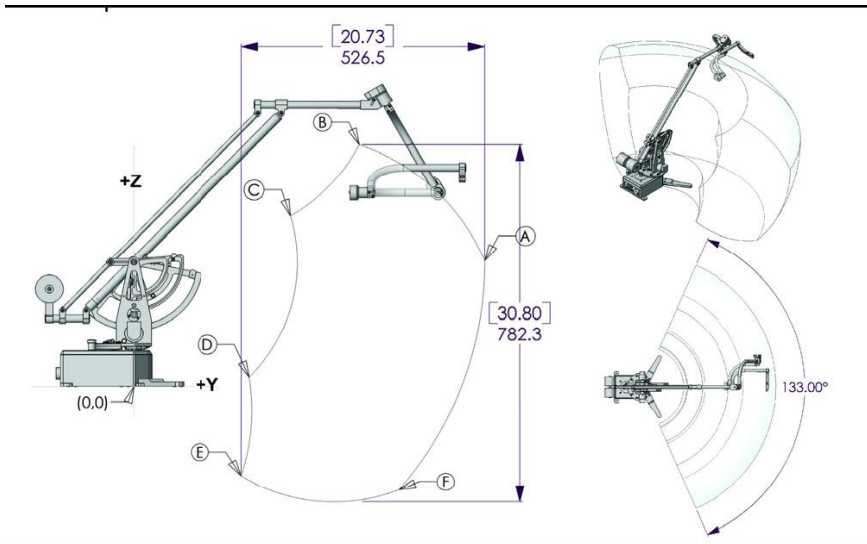


Fig. 3 Esoscheletro CyberForce e suo spazio operativo.

In ogni modo, dai test preliminari condotti sui modelli virtuali di un sistema di manutenzione avionico, eseguendo delle semplici manipolazioni di componenti, con e senza l'ausilio dell'interfaccia aptica, è risultata un'esplicita preferenza per la modalità assistita da interfaccia aptica, incoraggiando gli autori a proseguire in questa ricerca.



Fig. 4 L'interazione aptica nell'applicazione di manutenzione proposta usando il sistema a ritorno di forze CyberForce

Conclusioni

Un'ulteriore estensione di un simile framework punta a misurare i vantaggi di un approccio basato su un interfaccia aptica rispetto alla sola realtà virtuale, inoltre un incremento del realismo nell'applicazione potrebbe essere introdotto utilizzando un sistema aptico a due braccia per simulare la coordinazione e la manipolazione di due mani che potrebbe risultare fondamentale per alcune attività reali. Poiché questo studio è ancora in una fase iniziale non è ancora possibile paragonare obiettivamente la simulazione di addestramento basata sulla sola realtà virtuale, rispetto all'approccio proposto, basato su un interfaccia aptica.

Questo sarà, infatti, uno degli obiettivi principali nello sviluppo di questa ricerca, che prenderà in considerazione, aspetti quali: l'usabilità dell'applicazione, il grado di accettabilità dell'applicazione da parte degli utenti (tecnici e manutentori), il livello di corrispondenza tra percezione aptica dell'ambiente operativo virtuale e l'esperienza tattile dell'ambiente di lavoro reale.

Bibliografia e sitografia

[Rif 1] Borst CW, Indugula P Realistic virtual grasping. In: Proceedings IEEE virtual reality conference (VR'05). Bonn, Germany, 2005 pp 91–98, 320

[Rif 2] Carmel R, Ullrich C, Silver J VirtualHand v2.5 Programmer's Guide, 2001

Un'Applicazione per la Manutenzione di Avionica, mediante la Realtà Virtuale Assistita da
Interfaccia Aptica

[Rif 3] Chryssolouris G, Mavrikios D, Fragos D, Karabatsou V A virtual reality-based experimentation environment for the verification of human-related factors in assembly processes. *Robot Comput Integr Manuf*, 2000, 267–276

[Rif 4] Immersion Corp 3D Interaction Hardware and Software Products. (www.immersion.com/3d/).

[Rif 5] Liang, J., Shaw, C. and Green,. On temporal/spatial realism in the virtual reality environment. *Proceedings of the ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, 1991, 9-25.

[Rif 6] Rezzonico S., Huang Z., Boulic R., Magnenat Thalmann N. and Thalmann D. Consistent Grasping Interactions with Virtual Actors Based on the Multi-sensor Hand Model. In *Virtual Environments '95*, Springer, Wien, 1995, 107-118.

[Rif 7] Smith, R. "ODE: Open Dynamics Engine". (ode.org).

[Rif 8] Ware, C. and Rose, J. Rotating virtual objects with real handles. In *ACM Transactions on CHI*, 6,2, 1999, 162-180.

[Rif 9] Zachmann G, Rettig A Natural and robust interaction in virtual assembly simulation. In: *Proceedings 8th ISPE international conference on concurrent engineering: research and applications*. Anaheim, CA 2001 156-162.