

Premio Mimos 2004

Oggetto: Elaborato preliminare

Candidato: Carbone Fabio

Titolo progetto: *“Sviluppo di un’applicazione, basata su tecniche innovative di interazione, per la simulazione delle analisi di assemblabilità e smontabilità in ambiente virtuale”*

Obbiettivi della ricerca

Lo scopo di questa ricerca è di verificare i benefici che i sistemi di Realtà Virtuale possono apportare nelle analisi di assemblabilità e smontabilità.

In particolare, nel lavoro finora svolto, è stata sviluppata una applicazione prototipo con l’intento di consentire la simulazione del processo di montaggio e smontaggio delle componenti di un DMU (Digital Mock-Up: Prototipo Virtuale) in ambiente virtuale utilizzando diversi dispositivi di input 3D ed in particolare i guanti CyberGloves.

La presente ricerca rientra nell’ambito di una collaborazione fra il Dipartimento di Meccanica dell’Università della Calabria e l’Elasis – Centro Ricerche Auto, di Pomigliano d’Arco (NA).

Risultati Conseguiti

Le fasi che hanno guidato lo sviluppo del lavoro sono le seguenti:

- Analisi dei requisiti utente per l’implementazione dell’applicazione prototipo.
- Sviluppo di un primo prototipo che permetta di movimentare i componenti segnalando in maniera acustica e visiva evitando la compenetrazione fra il componente movimentato e gli altri componenti presenti.
- Test del prototipo ponendo particolare attenzione all’interattività del sistema e alle difficoltà che insorgono nell’eseguire le simulazioni con i dispositivi di input 3D e la visione stereoscopica.
- Implementazione della possibilità di visualizzare e modificare i percorsi definiti dai componenti durante la loro movimentazione.
- Implementazione della possibilità di ripetere la sequenza di assemblaggio/smontaggio.

- Valutazione, attraverso la realizzazione di un ulteriore prototipo software, della possibilità di simulare l'impiego di attrezzi per lo smontaggio delle componenti e di considerare anche l'ingombro delle mani.

Il software utilizzato per lo sviluppo dell'applicativo è dV/MockUp della PTC, scelto poiché supporta numerosi dispositivi di input ed inoltre offre la possibilità di sviluppare delle customizzazioni del software attraverso due differenti meccanismi-strumenti.

- Il primo, basato su uno scripting language, è dedicato allo sviluppo rapido di applicazioni semplici basate su un meccanismo che utilizza dei behaviour. Mediante questo meccanismo è possibile aggiungere ai prototipi virtuali delle funzioni particolari, come ad esempio la reazione del modello ad un particolare input proveniente dall'utente.
- Il secondo meccanismo di personalizzazione di dV/MockUp è un vero e proprio ambiente di sviluppo software basato su una raccolta di funzioni in linguaggio C che lo sviluppatore può impiegare, o per l'implementazione di customizzazioni che girano all'interno dV/MockUp (le cosiddette plug-in) o per la realizzazione di applicazioni indipendenti che utilizzano dV/MockUp come kernel.

Dal punto di vista hardware, oltre all'uso di postazioni pc-workstation, è stato utilizzato l'ambiente virtuale in dotazione all'Elasis su un Powerwall con un dispositivo di tracking 3D Ascension Flock of Bird (a sei gradi di libertà) e come dispositivi di input un mouse 3D, un joystick 3D Manipulator e guanti CyberGloves. Lo schermo PowerWall è uno schermo retroproiettato di 7x2 metri che permette la visione stereoscopica in abbinamento con l'uso di speciali occhiali (shutter glass LCD), le sue grandi dimensioni, unite alla possibilità di poter avere una visione che permette il senso di profondità della scena, consentono all'utente di poter visualizzare anche oggetti abbastanza grandi a dimensioni reali e di poter navigare all'interno della scena stessa. Per quanto riguarda i dispositivi di input, il mouse 3D è uno speciale mouse con sei gradi di libertà e vari pulsanti, e quindi permette di navigare nella scena, richiamare menù ecc, ed è stato usato soprattutto con il pc. Il joystick (anch'esso a sei gradi di libertà) invece è stato usato in abbinamento al PowerWall, in quanto grazie al proprio sistema di tracking ha permesso all'utente di camminare all'interno della scena e di movimentare la mano virtuale. Lo studio attuale è concentrato sull'uso dei guanti CyberGloves che sono di tipo a 16 sensori, quindi permettono di riprodurre i singoli movimenti di ogni dito della

mano (cioè la mano non è più un assembly unico, ma ogni dito della mano è un singolo assembly che si muove indipendentemente, rispettando i vincoli cinematici imposti, ed in accordo con il movimento delle dita dell'utente) in questo modo oltre ad aumentare il grado di interattività nella scena, si vuole simulare l'operazione di afferraggio degli oggetti, con l'aumento di realismo che ne deriva.

Allo stato attuale dello sviluppo dell'applicativo, l'utente può agevolmente navigare all'interno dell'ambiente virtuale e può inoltre interagire con il DMU attraverso l'uso delle mani, spostando e manipolando i componenti del DMU.

Durante la simulazione del processo di smontaggio, quindi durante la movimentazione dei componenti, viene segnalata l'eventuale collisione dell'oggetto che si sta trascinando con le altre parti del DMU sia attraverso un segnale acustico sia attraverso un segnale di tipo visivo, e nel contempo viene evitato che vi siano compenetrazioni fra il componente movimentato e gli altri presenti nella scena.

Allo scopo di migliorare "l'immersività" della scena e per facilitarne la visualizzazione, nell'applicativo è stato implementato un nuovo strumento di navigazione che permette all'utente, in concomitanza con la pressione di un pulsante del 3D Manipulator, di ruotare e spostare (in accordo con il movimento della mano) simultaneamente tutti gli oggetti presenti nella scena.

In questo modo l'utente può disporre l'intera scena a proprio piacimento, così da renderla più simile alla propria percezione di "reale", avendo successivamente la possibilità di spostare i singoli oggetti senza perdere la visualizzazione degli altri circostanti.

Sempre tramite l'uso del 3D Manipulator, l'utente comanda la mano virtuale e, nel momento in cui questa entra in contatto con un componente, viene segnalata la collisione attraverso un cambio di colore della mano stessa. La mano virtuale si colora di rosso e viene bloccata nell'ultima posizione priva di compenetrazioni e contemporaneamente viene creata e visualizzata una copia della mano (che chiameremo "ghost") di colore verde trasparente, che continua a seguire i movimenti della mano dell'utente (tutto ciò serve a dare all'utente la cognizione visiva all'interno della scena virtuale della posizione della mano fisica, garantendo al contempo l'incompenetrabilità della mano virtuale con gli oggetti da manipolare). Premendo il tasto "grilletto" del 3D Manipulator l'utente può selezionare l'oggetto in questione. Nel momento in cui si procede con la selezione, la mano ghost scompare e la mano che si era colorata di rosso riacquista il suo colore originale. In tal modo

la mano conserva una posizione priva di compenetrazioni con l'oggetto selezionato e facilita la possibilità di eseguire un'impugnatura realistica dell'oggetto stesso.

Nel momento in cui l'oggetto viene selezionato, e fintanto che l'utente mantiene premuto l'apposito tasto, l'oggetto viene movimentato dalla mano, consentendo contemporaneamente sia rotazioni che traslazioni.

Un procedimento analogo viene utilizzato allo scopo di evitare la compenetrazione dell'oggetto selezionato (o della mano) con le altre parti che compongono il DMU. Quando si verifica una collisione, sia nel caso che questa riguardi la mano dell'utente sia che riguardi l'oggetto movimentato, vengono ambedue bloccati nell'ultima posizione priva di compenetrazioni e vengono ambedue colorati di rosso. Contemporaneamente viene emesso un segnale acustico e vengono visualizzati, sia la mano che l'oggetto, in modalità "ghost" e continuano ad essere movimentati fintanto che l'utente non li porta in una posizione priva di collisioni. In tal modo l'utente può individuare in quale direzione muovere la mano per raggiungere una posizione collision-free. Nel momento in cui la mano e l'oggetto ghost raggiungono una posizione collision-free questi scompaiono e l'utente continua a muovere la mano ed il relativo componente.

Ogni volta che un componente viene trascinato, automaticamente viene disegnata una linea spezzata con dei cubi nei suoi vertici(fig.1). Essa descrive il percorso compiuto dal componente, percorso che può essere rivisitato ed eventualmente modificato secondo le proprie esigenze(fig.2). Infatti proprio i cubi forniscono all'utente un'efficace strumento per la modifica a posteriori del percorso di smontaggio. E' sufficiente che l'utente trascini o ruoti i cubi, così come fa con qualunque altro oggetto, per modificare il relativo percorso di smontaggio.

Una volta definito il percorso di smontaggio è possibile visualizzare l'animazione del movimento dei componenti lungo i percorsi di smontaggio, precedentemente creati ed eventualmente modificati. L'animazione riproduce esattamente l'intera sequenza di smontaggio effettuata dall'utente anche quando questa coinvolge più componenti.

Per poter rivedere l'animazione della sequenza di smontaggio, l'utente ha a disposizione un pannello di controllo della sequenza (creato appositamente) che prevede due pulsanti(fig.3), i quali permettono rispettivamente, di far partire l'animazione (play), e di cancellare tutti i percorsi di smontaggio che sono stati definiti, riportando le parti dell'assemblato nelle loro posizioni originali.

Il pannello di controllo può essere avvicinato alla mano semplicemente premendo un pulsante del 3D Manipulator, facilitando così il suo utilizzo. Il pannello può comunque essere trascinato come qualunque altro oggetto.

Si è cercato infine di simulare l'uso degli attrezzi di smontaggio, al fine di verificare la raggiungibilità e la mobilità necessaria(fig.4). A tal fine è sufficiente importare nel DMU le geometrie degli strumenti che si intende impiegare. L'unico accorgimento da adottare è che per poter essere riconosciuto dal sistema come uno strumento, il nome dell'assembly che lo rappresenta deve iniziare per "NC_tool".

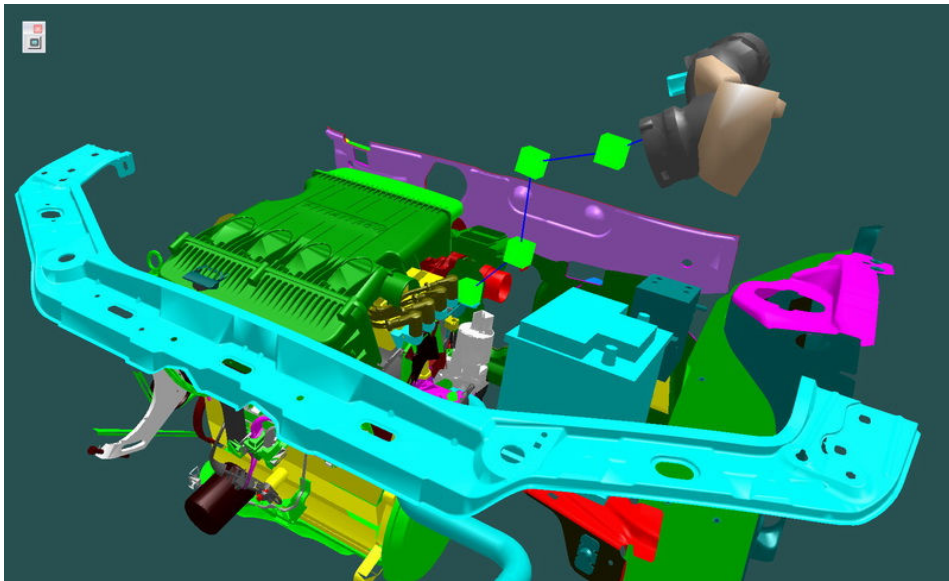


fig. 1: Tracciamento del percorso di smontaggio

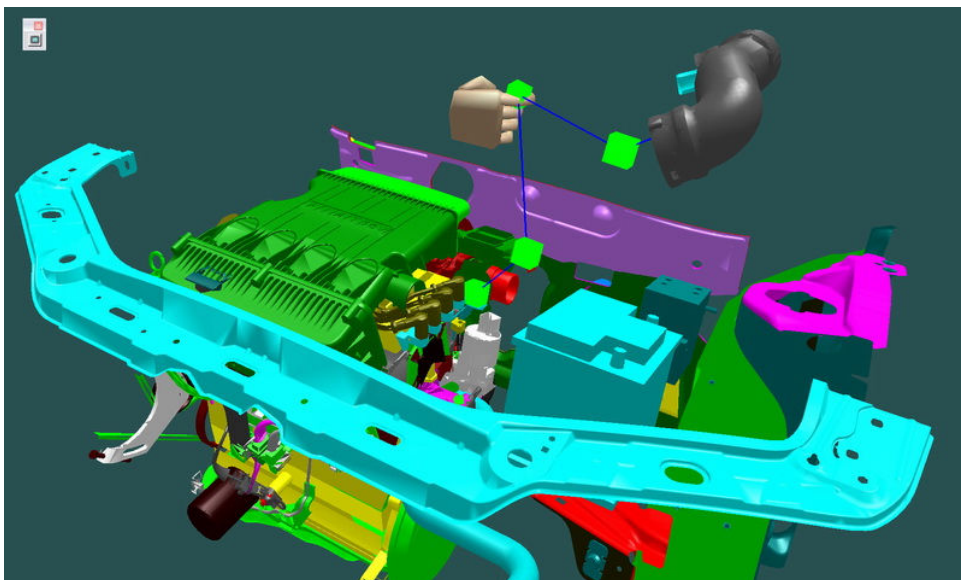


fig. 2: Modifica del percorso di smontaggio

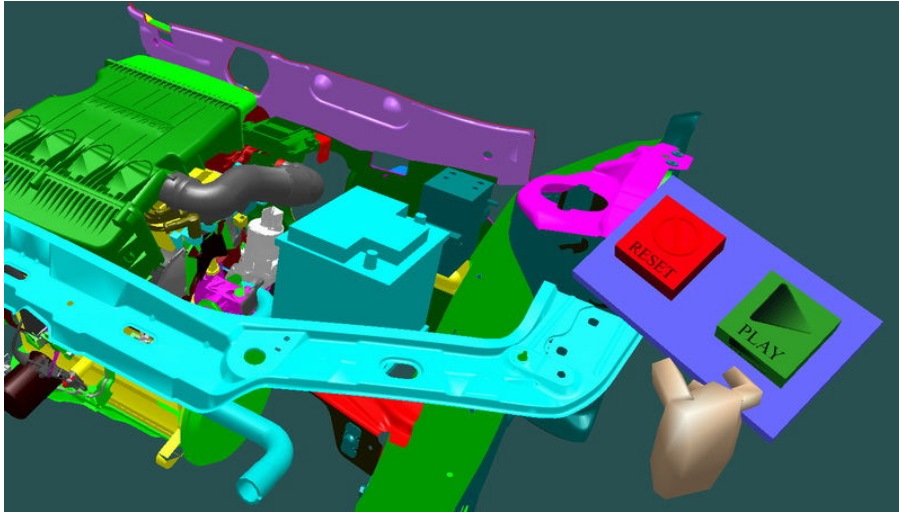


fig.3: Il pannello di controllo con i pulsanti per avviare e fermare l'animazione della sequenza di smontaggio

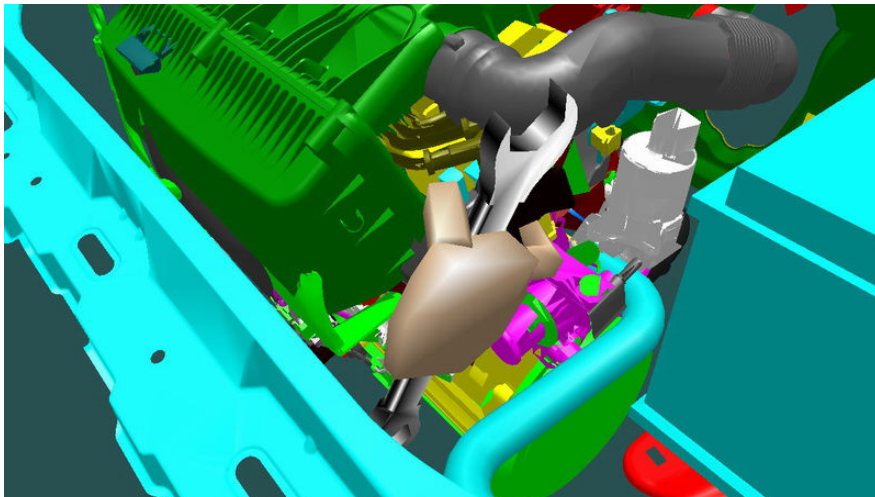


fig.4: Uso degli utensili

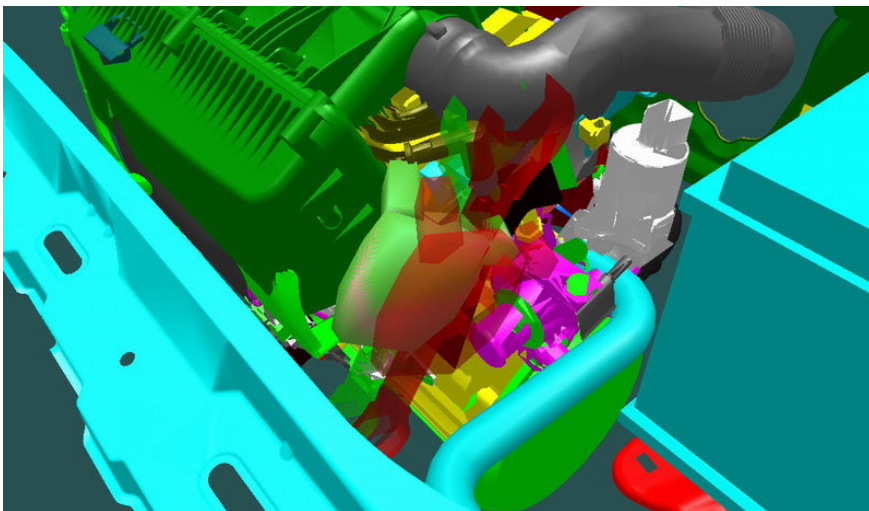


fig.5: Collision detection nell'uso degli utensili

Limiti di applicabilità allo stato attuale

- L'applicazione non è di agevole impiego nei casi in cui sia necessario eseguire un percorso esattamente rettilineo.
- La movimentazione degli oggetti con ambedue le mani non è agevole poiché il controllo dell'oggetto viene sempre comandato dalla mano destra. La mano sinistra, in congiunzione con la destra, serve solo per effettuare il picking.
- Non è impedita la compenetrazione della mano virtuale quando questa è comandata dal Cyberglove.
- Non è possibile cambiare la geometria della mano virtuale quando questa è comandata dal Cyberglove.
- L'utilizzo degli attrezzi (avvitatori, chiavi, giraviti, etc.) non è agevole per la mancanza di una funzionalità di snap che permetta di "agganciare" gli utensili agli elementi quali viti, bulloni, etc.
- Se si impiega uno step ridotto (< 2 cm) fra i nodi del percorso si ottiene una sequenza molto compatta dei cubi che rappresentano i nodi e diventa difficoltoso e laborioso effettuare le modifiche del percorso movimentando i nodi.

Sviluppi Futuri

Nel proseguimento della ricerca saranno approfondite le tecniche di interazione, le potenzialità e le problematiche legate all'impiego dei Cyberglove. In particolare si vuole studiare la possibilità di garantire una adeguata "impugnabilità" degli utensili e delle parti del DMU, fornendo una rappresentazione realistica della configurazione della mano durante l'afferraggio degli oggetti. In pratica si vuole sviluppare una tecnica che in assenza di dispositivi di force-feedback permetta di garantire che ogni parte della mano (palmo e varie falangi delle dita) sia adiacente all'oggetto afferrato evitando al contempo la compenetrazione con lo stesso. A tal fine si sta sviluppando un modello virtuale della mano che tenga in considerazione sia la cinematica inversa che regola i movimenti delle varie parti della mano e sia la collision detection fra ogni singola parte e gli oggetti presenti nella scena virtuale.

Una soluzione alternativa al problema, che pure sarà investigata, prevede la definizione di una serie di oggetti (utensili ed assembly) per ognuno dei quali verrà definita una specifica configurazione di afferraggio cosicché quando il sistema riconosce che l'utente sta afferrando l'oggetto in questione la mano si posiziona nella configurazione precedentemente elaborata, con un effetto tipo "calamita" che porta la mano nella posizione esatta di afferraggio. Questa soluzione permette di simulare gli afferraggi anche in ambienti di Realtà Virtuale in cui non si abbia a disposizione i guanti Cyberglove.

Commento tutor

Oggetto: Elaborato preliminare

Candidato: Carbone Fabio

Tutor: Prof. Maurizio Muzzupappa

Il presente lavoro rappresenta una parte fondamentale di un progetto di ricerca che il Dipartimento di Meccanica dell'Università della Calabria sta svolgendo in collaborazione con l'Elasis – Centro Ricerche Auto, di Pomigliano d'Arco (NA).

I risultati conseguiti finora dallo studente Fabio Carbone, nell'ambito del suo lavoro di tesi, sono estremamente interessanti poiché trovano già una concreta applicazione nella progettazione industriale e nelle analisi di smontaggio.

Nel proseguimento del lavoro si spera di poter fornire dei risultati applicabili nell'ambito della valutazione dell'ingombro delle mani e nella simulazione delle impugnature degli oggetti. Questo aspetto, che potrebbe rappresentare un interessante contributo alla ricerca sulle tecniche di interazione in ambiente virtuale, sarà affrontato studiando delle apposite tecniche adatte sia all'impiego con i Cyberglove e sia con altri dispositivi come il 3D Manipolatore o altri dispositivi tipo mouse 3D che non consentono la movimentazione delle dita.

Prof. Maurizio Muzzupappa