

# **Presentazione della tesi**

Autore: **Alessandro De Mauro**

Titolo: **Simulazione dinamica ed interazione real-time per un sistema di training chirurgico**

Relatore: **Prof. Giovanni Aloisio**

Correlatore: **Ing. Lucio De Paolis**

## ***Introduzione al tema trattato***

La chirurgia mininvasiva si propone di raggiungere gli stessi obiettivi delle tecniche chirurgiche tradizionali riducendo il trauma provocato al paziente minori traumi per il corpo, più breve permanenza in ospedale e minore sofferenza post-operatoria. L'apprendimento di tale tecnica, però, risulta più complesso e, pertanto, richiede un training differente da quello per la chirurgia aperta e da effettuarsi senza rischi per il paziente.

Per questo motivo, l'utilizzo della tecnologia della realtà virtuale e di opportuni dispositivi aptici, ossia di avanzate interfacce uomo-macchina capaci di replicare sull'utente le forze generate durante l'interazione in ambiente virtuale, permette la realizzazione di specifici simulatori che forniscono un metodo valido ed innovativo per il training nella chirurgia mininvasiva riducendo i costi per la preparazione degli specialisti e migliorandone le prestazioni.

## ***Lavoro svolto, originalità del metodo e risultati ottenuti***

Affinché il simulatore possa essere utilizzato con successo nel training chirurgico è necessario disporre di una simulazione realistica in modo che ci sia poca differenza tra l'ambiente simulato e quello che si presenterà nella realtà al chirurgo.

Per questo motivo è estremamente importante sia che le interazioni in ambiente virtuale avvengano in real-time, sia che gli organi siano modellati in modo che il loro comportamento a seguito del contatto con la strumentazione chirurgica risulti quanto più vicino possibile a quello reale.

Pertanto un ruolo fondamentale viene ad avere l'implementazione di un corretto algoritmo di *collision detection e response* (rilevazione delle collisioni in ambiente virtuale e generazione delle forze da replicare sull'utente del simulatore tramite l'interfaccia aptica) e di un appropriato algoritmo di *modellazione fisica* degli organi del corpo umano e della strumentazione chirurgica utilizzata.

In questa ottica si inquadra la presente tesi di laurea con l'obiettivo di progettare ed implementare un applicativo software dotato di opportuna interfaccia utente per la simulazione delle interazioni in ambiente virtuale e la modellazione fisica dei tessuti da utilizzarsi per il training chirurgico. Pertanto, i diversi organi, supporti deformabili, devono offrire, a seguito del contatto con la strumentazione chirurgica, risposte diverse legate alla loro differente anatomia e composizione.

Dopo uno studio dello stato dell'arte relativamente ai metodi di modellazione fisica presenti in letteratura, si è pensato di implementarne uno diverso da quelli già esistenti, ma ottenuto da una fusione del Mass-Spring Model con il Pressure Soft Body Model. Si è ottenuto un modello valido in grado di fornire deformazioni realistiche dei tessuti anche nel caso di oggetti poco complessi e dettagliati (cioè con ridotto numero di vertici) e con un ridotto carico computazionale.

Il Mass Spring Model, ampiamente adottato per la simulazione di qualsiasi tipo di struttura, consiste nel collegare i punti di un corpo tramite delle molle e nell'assegnare una massa a ciascun punto; le molle esercitano una forza sui punti vicini ed il loro comportamento è governato dalla legge di deformazione scelta.

Il Pressure Soft Body Model presenta grandi potenzialità per le interazioni in real-time e si presta egregiamente per la modellazione di corpi tendenzialmente sferoidali, dotati di un'unica struttura esterna sulla quale agisce una pressione interna.

Pregi e difetti di entrambi tali approcci hanno dato spunto per la realizzazione di un nuovo metodo di modellazione fisica.

Partendo da una struttura esterna di punti connessi da molle (formanti quindi un tessuto) si considerino due superfici simili alla prima ma differenti per un fattore di scala; Le tre superfici saranno caratterizzate da un identico numero di punti e saranno connesse con delle molle i punti corrispondenti della superficie più vicina. L'aggiunta di altre superfici interne alla prima nasce dalla constatazione che, in assenza di punti interni, le deformazioni non sono abbastanza puntuali da poter simulare il corretto comportamento fisico degli organi. La presenza di molle ortogonali alla superficie risponde bene alla necessità di interazioni di corpi solidi o deformabili le cui caratteristiche fisiche possono essere ben simulate agendo sulle costanti elastiche delle molle, non necessariamente uguali tra loro, e sulla pressione interna.

Il software realizzato è dotato peraltro di un importer di file ASC di 3D-STUDIO e tale caratteristica permette di introdurre nell'ambiente grafico oggetti 3D creati in uno tra i più diffusi formati tridimensionali. Inoltre sono possibili diverse modalità di visualizzazione; sia con un insieme di linee rappresentanti tutte le connessioni tra i punti del corpo, sia con delle texture a scelta che ne aumentano la verosimiglianza con l'organo reale.

È fornita la possibilità di visualizzare tramite linee colorate i vettori velocità di ogni punto sulla superficie del corpo e tale possibilità offre una ulteriore comprensione della dinamica delle interazioni essendo la lunghezza delle linee proporzionale al corrispondente modulo del vettore velocità.

La pressione interna dei singoli organi può essere modificata tramite l'interfaccia grafica per adattarla alle caratteristiche specifiche dell'organo o per simulare una qualche dinamica di variazione continua del livello di

pressione interna (si pensi, ad esempio, al movimento dei polmoni durante la fase di respirazione).

Inoltre è stata studiata la possibilità di applicare ad alcuni punti del corpo degli spostamenti periodici i quali, grazie alla presenza degli smorzatori e delle molle tipiche nel modello, consentono, ad esempio, di simulare il battito cardiaco ed il conseguente flusso del sangue arterioso.

Il metodo utilizzato ha permesso di simulare la navigazione interattiva all'interno di un corpo con il fine di apprendere meglio l'anatomia umana interagendo con i diversi organi e simulando il loro comportamento nel caso di contatto con la strumentazione chirurgica.

Il metodo di modellazione proposto è stato testato con in una serie di simulazioni dinamiche ed i test eseguiti permettono di concludere che il metodo di modellazione proposto offre, a parità di realismo, prestazioni migliori rispetto al mass-spring camper method e che si presta ad essere utilizzato per l'implementazione di un sistema di training chirurgico.

### ***Pubblicazione e rilevanza scientifica***

I risultati ottenuti con il presente lavoro di tesi hanno dato spunto per la realizzazione di un sistema di simulazione che è stato descritto nella pubblicazione sotto riportata:

Aloisio G., De Paolis L. T., Blasi E., De Mauro A., **“Dynamic Simulation and Real-Time Interactions with Reconstructed Human Body Organs”**, to The Human Computer Interaction International 2005 (HCI 2005), July 22-27, 2005, Las Vegas, Nevada, USA.



