

Innovazioni tecnologiche in cardiocirurgia: il progetto Coherent e il seminario permanente Holo-Heart

Mauro Grigioni e Giuseppe D'Avenio
Dipartimento di Tecnologie e Salute, ISS

RIASSUNTO - Il Sesto Programma Quadro per la Ricerca e lo Sviluppo Tecnologico (FP6) dell'Unione Europea ha visto l'Istituto Superiore di Sanità (ISS) impegnato nello sviluppo di metodi di rappresentazione tridimensionale olografica per applicazioni biomediche, come la didattica, l'addestramento e la pianificazione chirurgica. L'unità operativa di biomeccanica cardiovascolare dell'ISS nel progetto Coherent è stato chiamato a sviluppare modelli a partire dalle esperienze *in vitro*, *in silico* e su animale effettuate nel recente passato, e quindi specificamente in ambito cardiovascolare, come l'aneurisma aortico, la chirurgia Fontan e la sollecitazione da dispositivo medico delle membrane eritrocitarie. Questa esperienza sarà destinata a una serie di seminari dell'ISS, per clinici e bioingegneri, nell'ambito delle attività collaborative BioFluMeN, con il titolo Holo-Heart.

Parole chiave: visualizzazione scientifica, olografia, sistema cardiovascolare, pianificazione chirurgica

SUMMARY (*Technical innovations in surgery: the Coherent project and the Holo-Heart seminar*) - During a research project of the 6th Framework Programme of the European Union, the Istituto Superiore di Sanità (ISS) has been involved in the development of three-dimensional holographic visualization methods for biomedical applications, such as teaching, training and surgical planning. The Cardiovascular Biomechanics Unit of the ISS in the Coherent project carried out the task of developing models starting from its *in vitro*, *in silico* and *in vivo* experience. Specifically, applications aimed at the cardiovascular field were considered, such as the aortic aneurism, the Fontan surgery and the mechanical loading on the erythrocyte membrane by medical devices. This experience will be directed to a series of seminars to be held at the ISS, addressed at clinicians and bioengineers, in the framework of the BioFluMen collaboration activities, under the name of Holo-Heart.

Key words: scientific visualization, holography, cardiovascular system, surgical planning

mauro.grigioni@iss.it

Lo scorso 29 novembre 2006 si è tenuto presso l'Istituto Superiore di Sanità (ISS), il Workshop "Technological innovations in surgery: the Coherent project" con l'obiettivo di mostrare le principali caratteristiche di una tecnologia olografica di visualizzazione tridimensionale alla base del progetto Coherent, finanziato nell'ambito del Sesto Programma Quadro per la Ricerca e lo Sviluppo Tecnologico (FP6) dell'Unione Europea.

Mauro Grigioni, responsabile scientifico dell'Unità Operativa dell'ISS (presso il Reparto di Bioingegneria Cardiovascolare, Dipartimento di Tecnologie e Salute) ha introdotto il Workshop, sottolineando la necessità di disporre, in ambito clinico, di strumenti di alta qualità per la visualizzazione di set complessi di dati, generati dalle apparecchiature diagnostiche oggi disponi-

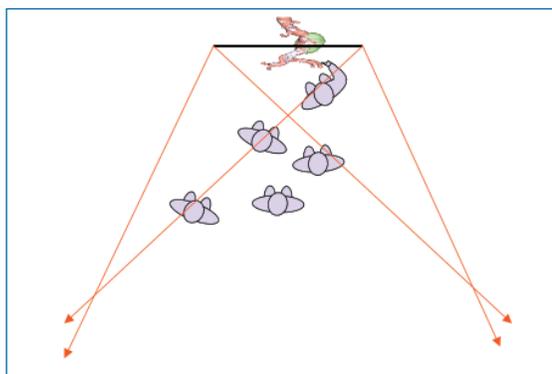
bili, nonché l'importanza della collaborazione fra ricercatori, bioingegneri e clinici sia nell'ambito didattico che della pianificazione chirurgica.

Nel corso del suo intervento sul ruolo della visualizzazione e comunicazione scientifica nelle attività di ricerca e nell'approntamento della strategia chirurgica più conveniente, sono state avanzate ipotesi di lavoro per la diffusione dell'uso della tecnologia quasi-olografica sviluppata nel progetto Coherent, quali attività didattiche da tenersi presso l'ISS sotto il nome di Holo-Heart (attività seminariale continua da svolgersi nell'ambito dell'esperienza dei convegni BioFluMen, e *case studies* per la pianificazione chirurgica).

Grazie alla trasposizione di grandi set di dati di risonanza magnetica nucleare angiografica o di semplice imaging tridimensionale associata a simulazione a elementi finiti della funzionalità

emodinamica, saranno organizzati seminari a tema dedicati a discipline miste con bioingegneri e ricercatori clinici nell'ambito della emodinamica, della chirurgia e degli studi di sollecitazione dei corpuscoli del sangue, nel quadro di un'attività di seminari interattivi tenuti da clinici esperti. I primi temi cari al gruppo proponente saranno ad esempio: emolisi e trombogenicità di protesi cardiache valvolari o pompe per assistenza meccanica al circolo; metodiche chirurgiche per ottimizzare l'esito di chirurgie pediatriche per la connessione totale cavale (Glenn, Fontan e Kawashima); studio della pianificazione chirurgica di particolari patologie congenite a partire da ecocardiografie e risonanza magnetica tridimensionali.

Per permettere ai clinici convenuti (chirurghi, cardiologi, radiologi, professori e studenti di medicina, oltre a bioingegneri) una valutazione della effettiva utilità della tecnologia quasi-olografica presentata rispetto alla visione stereoscopica o alla rappresentazione tridimensionale tradizionale su personal computer, nel corso del Workshop sono state illustrate alcune applicazioni in campo biomedico mediante un monitor olografico da 26 pollici. Tali applicazioni, sulla base delle competenze dell'unità operativa guidata da Mauro Grigioni, hanno riguardato, in particolare, il sistema cardiovascolare e l'ambito più specifico dei dispositivi medici, specie in ambito pediatrico. Fra le applicazioni rilevanti è da citare l'applicazione Comedia (Collaborative Medical Application), a cura del Centro di Ricerca, Sviluppo e Studi Superiori in Sardegna (CRS4) di Cagliari, in collaborazione con l'ISS e il produttore ungherese Holografika. Nel progetto Coherent, Comedia ha rappresentato una delle due principali attività

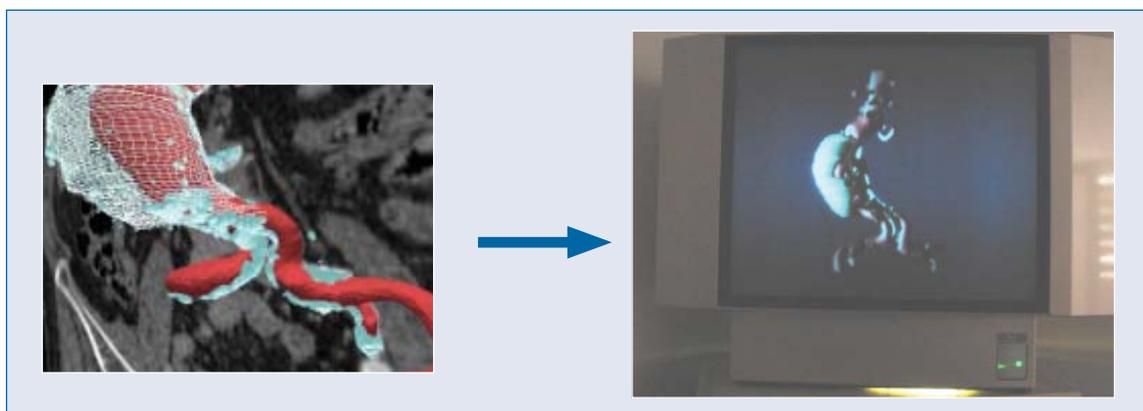


Tutti gli utenti posti davanti al display, in un angolo di circa 50 gradi, hanno una percezione realistica del modello tridimensionale visualizzato, contrariamente ad altre tecniche di visualizzazione 3D in cui si ha un punto di vista

dimostrative delle potenzialità di visualizzazione quasi olografica, essendo l'altra attività mirata ad applicazioni in campo automobilistico, in collaborazione con la ditta Peugeot (Francia).

Al fine di offrire una possibilità di valutazione diretta al pubblico intervenuto, una sessione speciale del Workshop è stata dedicata alla visualizzazione interattiva, grazie al display disponibile presso l'unità operativa dell'ISS. Il display ha funzionato per tutta la durata del Workshop e nella sessione speciale il pubblico è stato invitato a interagire con modelli tridimensionali di interesse chirurgico e biomedico, rappresentativi di un'aneurisma dell'aorta addominale, di una connessione totale cavo-polmonare Fontan e di un eritrocita.

Giuseppe D'Avenio (Dipartimento di Tecnologie e Salute, ISS) ha presentato alcune applicazioni in campo bioingegneristico della nuova tecnologia di visualizzazione (fluidodinamica di ricostruzioni chirurgiche, circolazione uni- ▶

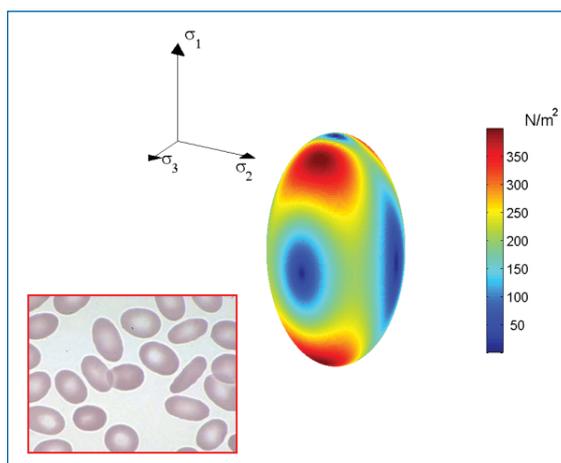


A partire da immagini di diagnostica clinica si crea un modello anatomico (nell'esempio, un aneurisma dell'aorta addominale) che può essere visualizzato direttamente sul monitor olografico (a destra)

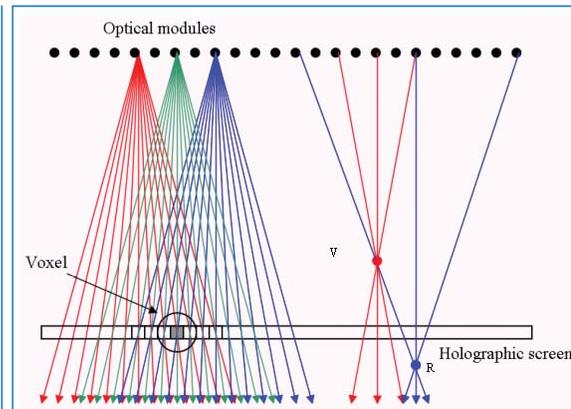
ventricolare, biomeccanica cellulare, valutazione delle alterazioni morfologiche di protesi valvolari biologiche). Mario Vescovi (Research Systems Inc., Italia) ha illustrato alcuni strumenti software sviluppati su specifiche dell'unità di ricerca dell'ISS, con l'obiettivo di rendere disponibili a un pubblico disciplinarmente interessato i risultati di campagne sperimentali e di simulazione, svolte presso l'ISS, riguardanti la fluidodinamica dei dispositivi impiantabili cardiovascolari. È stato presentato il database di dati biomedici, avente la possibilità di esportare dati fluidodinamici, sulla base del protocollo VRML, a utenti remoti dotati di un semplice plug-in per il browser Internet, al fine di realizzare una disseminazione relativa alla funzionalità emodinamica dei dispositivi medici e di permettere l'elaborazione remota su specifiche del Client, con possibile successivo upload sul server di ISS.

Nel convegno Peter Kovacs (Holografika, Budapest, Ungheria) ha presentato gli aspetti tecnici della visualizzazione tridimensionale offerta dal sistema HoloVizio. Marco Agus (CRS4, Pula, Cagliari) ha illustrato i principali sviluppi dell'applicazione Comedia, prevista nel progetto Coherent con l'obiettivo di fornire strumenti software per la visualizzazione, la manipolazione di modelli tridimensionali di interesse clinico. La sessione delle presentazioni è stata chiusa da Umberto Morbiducci (Università Politecnica di Ancona), con un lavoro sulla fluidodinamica computazionale dei bypass chirurgici.

L'attività seminariale Holo-Heart sfrutterà le caratteristiche della tecnologia di visualizzazione



La tecnologia è stata impiegata per la visualizzazione della sollecitazione meccanica su membrana eritrocitaria. L'esempio nella figura si riferisce a una patologia associata a cambiamenti morfologici (ellissocitosi)



L'immagine tridimensionale è creata tramite moduli ottici, a cui viene fornito un ingresso tale da ottenere una particolare distribuzione angolare dell'intensità luminosa, che viene poi opportunamente filtrata dallo schermo olografico

quasi olografica sviluppata nel progetto Coherent, che permettono a ogni utente posto davanti al display, in un angolo di circa 50 gradi, una netta percezione della profondità dei diversi punti del modello visualizzato. Mediante un mouse 3D o altri dispositivi di puntamento sarà possibile interagire con i modelli visualizzati realizzando le condizioni per lo studio interattivo di modelli 3D. Non esiste quindi un utente privilegiato, come in molti modelli basati sulla rappresentazione stereoscopica. Date le caratteristiche della nuova tecnologia, l'utente è portato naturalmente a "esplorare" il modello, spostandosi lateralmente alla ricerca di dettagli nascosti.

Altre demo originali sono state mostrate da Holografika e ISS. Specificatamente, l'unità di ricerca dell'ISS ha presentato un modello per la visualizzazione 3D del carico meccanico dovuto a turbolenza sulla membrana cellulare eritrocitaria, che è stato applicato allo studio di emolisi in presenza di impianto valvolare protesico e concomitante patologia eritrocitaria ereditaria. Un'altra visualizzazione sviluppata dall'ISS, sulla base dei propri dati bioingegneristici, è stata la ricostruzione tridimensionale di una valvola protesica di tipo biologico, utile per valutare le progressive alterazioni morfologiche dovute a test di fatica (prove idrodinamiche a battito accelerato per simulare diversi anni di funzionamento *in vivo*). ■

Chi fosse interessato a proporre temi e *case studies* per attività che finalizzino la disponibilità della tecnologia olografica presente in ISS, oltre quanto è stato proposto nell'ambito dei convegni BioFluMen, può scrivere a: mauro.grigioni@iss.it.