



*Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni*

Analisi quantitativa e multifattoriale del movimento in ambito clinico

Marzia Abenante, Massimo Esposito,
Luigi Foggia, Ivana Marra

RT-ICAR-NA-08-03

aprile 2008



Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni (ICAR)
– Sede di Napoli, Via P. Castellino 111, 80131 Napoli, URL: www.na.icar.cnr.it



*Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni*

Analisi quantitativa e multifattoriale del movimento in ambito clinico

Marzia Abenante¹, Massimo Esposito²,
Luigi Foggia¹, Ivana Marra²

Rapporto Tecnico N.:
RT-ICAR-NA-08-03

Data:
aprile 2008

¹ Azienda Ospedaliera Santobono-Pausillipon Dipartimento di Neuroscienze e Riabilitazione, Via Posillipo, 226 80122 Napoli

² Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni, ICAR-CNR, Sede di Napoli, Via P. Castellino 111, 80131 Napoli

I rapporti tecnici dell'ICAR-CNR sono pubblicati dall'Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Tali rapporti, approntati sotto l'esclusiva responsabilità scientifica degli autori, descrivono attività di ricerca del personale e dei collaboratori dell'ICAR, in alcuni casi in un formato preliminare prima della pubblicazione definitiva in altra sede.

Analisi quantitativa e multifattoriale del movimento in ambito clinico

Marzia Abenante¹, Massimo Esposito², Luigi Foggia¹, Ivana Marra²

¹Azienda Ospedaliera Santobono-Pausilipon Dipartimento di Neuroscienze e Riabilitazione
Via Posillipo, 226 80122 Napoli

²ICAR-CNR, Via P. Castellino 111, 80131 Napoli

Abstract

Negli ultimi anni moderni sistemi automatici di analisi della postura e del movimento hanno trovato un impiego sempre più diffuso nella pratica clinica. Infatti, in diverse aree della medicina quali la neurofisiologia, l'ortopedia e la riabilitazione motoria, tali sistemi, in grado di acquisire ed elaborare i vari parametri che intervengono nel movimento, consentono un'analisi quantitativa oggettiva, più dettagliata e rigorosa della semplice osservazione visiva del fenomeno.

In questo lavoro verrà descritta la procedura per l'acquisizione, l'elaborazione e l'analisi di dati di moto reale acquisito mediante un sistema optoelettronico di Gait Analysis della BTS e sarà discusso un possibile approccio ontologico finalizzato a fornire supporto decisionale in applicazioni diagnostiche e di ricerca inerenti particolari patologie di deambulazione.

1. Introduzione

L'interesse crescente nel settore biomedico nei confronti dell'analisi del movimento, ha determinato l'importanza strategica delle nuove tecnologie oggi utilizzate nel campo della Gait Analysis, ossia dell'analisi computerizzata del movimento. Per poter valutare in maniera quantitativa e quindi oggettiva i parametri che caratterizzano la postura ed il movimento umano e' necessario rilevare e confrontare tra loro grandezze diverse. In particolare, i sistemi di Gait Analysis consentono la rilevazione di grandezze di cinematica, di dinamica ed elettromiografiche relative all'attivazione e disattivazione muscolare del movimento, fondamentali nella valutazione di una limitazione funzionale del soggetto in esame o dell'efficacia di un trattamento riabilitativo effettuato, o ancora nella scelta della terapia chirurgica più adeguata. La semplicità dell'esame e la sua non invasività consentono di effettuare misurazioni anche su pazienti poco collaborativi o caratterizzati da deambulazioni particolari.

In questo lavoro viene presentato il sistema di Gait Analysis installato presso l'Ospedale Santobono-Pausilipon di Napoli, ed in particolare descritta la procedura di acquisizione ed elaborazione dei dati di moto, utilizzati per uno studio finalizzato alla realizzazione di un sistema di supporto alle decisioni basato su ontologie.

2. Descrizione del laboratorio

Il sistema installato presso il laboratorio di Gait Analysis del dipartimento di Neuroscienze e Riabilitazione nella Struttura Complessa di Riabilitazione Multispecialistica presso l'Ospedale Santobono-Pausilipon consiste di:

1. un sistema optoelettronico (Elite-Bts) a 8 telecamere con frequenza a 50 Hz ;
2. due piattaforme di forza (Kistler);
3. due unità elettromiografiche di 8 canali ciascuna operanti in telemetria;
4. un sistema di ripresa video sincronizzato con i dati della Gait Analysis e 3 Video Controller.

3. Preparazione all'acquisizione

Dopo aver eseguito una calibrazione completa del sistema e' possibile passare all'acquisizione vera e propria. La seduta inizia con la memorizzazione nel sistema dei dati anagrafici ed antropometrici del paziente, a cui fa seguito l'applicazione dei marker, che vengono posti in particolari punti di riferimento, e di otto elettrodi di superficie applicati sui muscoli, per l'acquisizione di segnali elettromiografici.

3.1 Misure Antropometriche

Il protocollo utilizzato nel nostro laboratorio è il Protocollo Davis. Esso prevede la rilevazione dei seguenti parametri antropometrici relativi al soggetto in esame:

1. altezza
2. peso
3. larghezza del bacino
4. altezza del bacino (ottenuta facendo sedere il soggetto su un piano rigido misurando la distanza tra la cresta iliaca superiore e il piano d'appoggio)
5. lunghezza della gamba (distanza tra i marcatori del condilo laterale femorale e del malleolo laterale)
6. diametro del ginocchio (distanza intracondilare)
7. diametro della caviglia (distanza intramalleolare)

3.2 Applicazione dei Marker e del sistema elettromiografico

Con il sistema **Elite Clinic** è possibile acquisire e confrontare segnali di diversa natura:

- segnali cinematici
- segnali cinetici
- segnali elettromiografici
- segnale video.

Dopo la rilevazione dei parametri antropometrici vengono posti sulla cute del soggetto e in determinati punti di repere 22 marker di materiale riflettente.

Il sistema optoelettronico, attraverso otto telecamere, misura le coordinate di tali marker ed un opportuno programma, partendo da queste coordinate, calcola gli angoli di flessione-estensione, abduzione-adduzione, extra-intra rotazione delle articolazioni anca, ginocchio caviglia; dalla misura del sistema di forze effettuato dalla piattaforma di forza, unitamente alla cinematica vengono calcolati i momenti e le potenze alle varie articolazioni.

Oltre ai marker, sul corpo del paziente vengono posizionati anche gli otto elettrodi per l'analisi elettromiografica. I muscoli che di volta in volta vengono evidenziati sono scelti a seconda della situazione patologica del soggetto e a seconda del muscolo di cui si vuole studiare il ruolo durante la deambulazione.

4. Acquisizione, Elaborazione e Rappresentazione dei dati di moto

La procedura di acquisizione inizia con la fase di Standing, in cui viene richiesto al paziente di mantenere la posizione ortostatica per un tempo variabile tra i 5 e i 10 secondi. La rilevazione di tale posizione risulta necessaria per la definizione di una posizione iniziale per ogni segmento anatomico, a cui fare riferimento per le successive rotazioni e traslazioni.

La procedura di acquisizione prosegue con una serie di prove locomotorie, effettuate dal paziente lungo un percorso prestabilito. Per poter ottenere dati affidabili è importante che il paziente abbia raggiunto una posizione di regime nel momento di appoggio di ciascun piede sull'opportuna piattaforma di forza. La visualizzazione immediata dei dati acquisiti, favorisce l'individuazione in tempo reale di una eventuale prova difettosa offrendo così la possibilità di ripeterla.

Dopo la procedura di acquisizione del movimento, inizia la fase di elaborazione. Ai dati acquisiti viene applicata la procedura di *Tracking*. Questo processo serve a determinare la posizione 3d di tutti i marker posti sul paziente e ad ottenere le informazioni sulle traiettorie descritte durante le prove, in modo da poterne effettuare un'analisi grafica. Al termine viene ricostruita una stick figure (fig.1), ossia uno schema di ricostruzione in cui ciascun segmento rappresenta una parte anatomica e i relativi punti di interconnessione le articolazioni tra le varie parti.

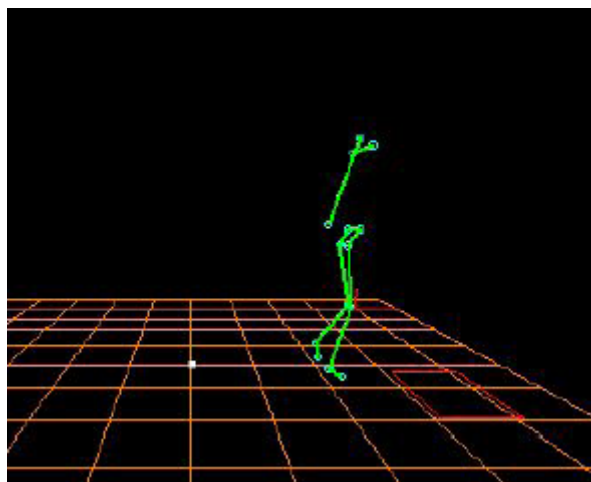


Fig. 1

I dati cinematici, dinamici, elettromiografici ottenuti a valle dell'acquisizione, vengono combinati e confrontati (fig. 2) anche con quelli ottenuti dalla procedura di tracking per la definizione del ciclo del passo, ossia per l'identificazione delle fasi di volo e appoggio relative a ciascun piede.

I dati così raccolti ed elaborati possono essere visualizzati attraverso Report personalizzati, che riportano la rappresentazione grafica (fig.3) di traiettorie, angoli, forze e momenti ottenuti in fase di acquisizione.

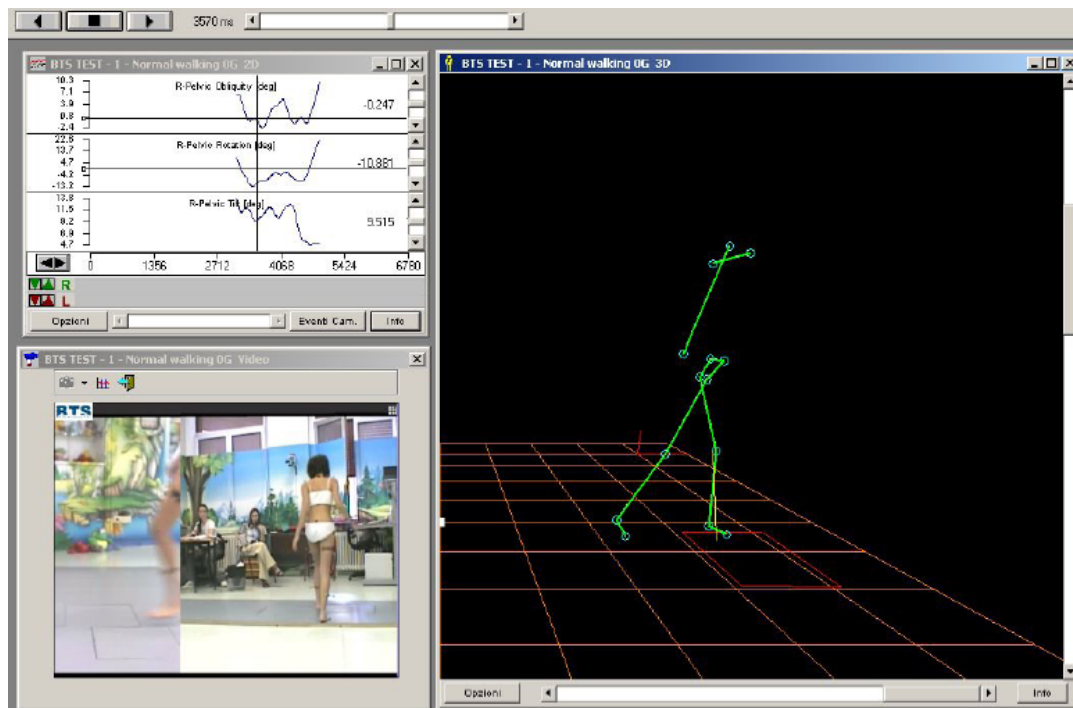


Fig.2

In particolare un report è composto da tre parti:

- la prima contiene tutte le informazioni di carattere generale associate alla prova, quali nome e cognome del paziente, età, patologia, peso, altezza, medico referente e classificazione della prova.
- La seconda parte contiene tutte le variabili legate al ciclo del passo, tra cui i grafici di cinematica.
- Infine, la terza parte contiene tutti le informazioni sui segnali elettromiografici.

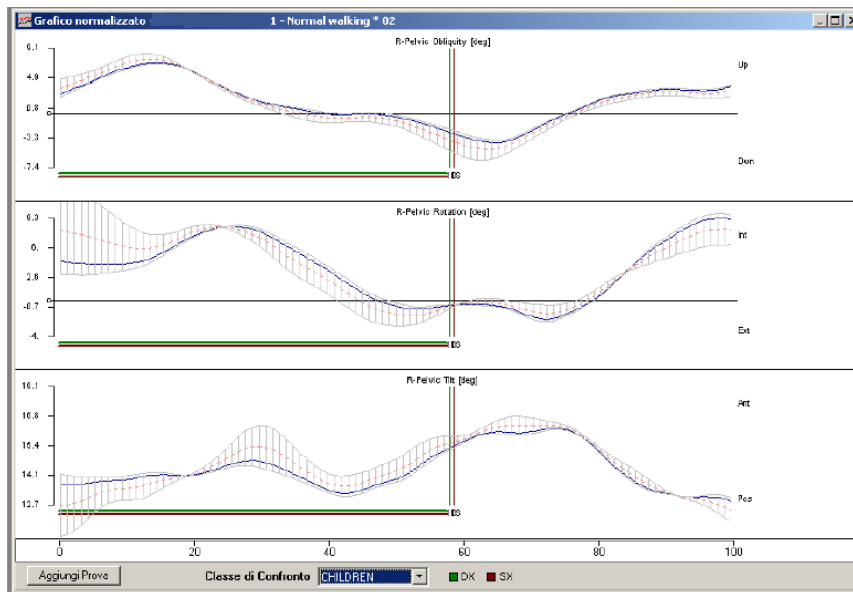


Fig. 3

5. Sistema di supporto alla diagnostica e alla ricerca

L'analisi dei dati formalizzati nei Report viene effettuata da medici specialisti sia per fini diagnostici che per scopi di pura ricerca.

Il processo di valutazione di tali dati si fonda sulla competenza clinica del medico, nella quale rientrano non solo le sue conoscenze fisiopatologiche e cliniche, ma anche esperienza, capacità di intuizione, attitudine al ragionamento e buone capacità mnemoniche.

Meccanismi e sistemi di supporto alla procedura di valutazione di tali dati possono rappresentare un aiuto "intelligente" finalizzato a coadiuvare le decisioni del medico in situazioni di difficile interpretazione o in cui si ha a che fare con grosse moli di dati. Questo scenario rappresenta il campo ideale per l'applicazione di approcci basati sulla formalizzazione della conoscenza al fine di poter poi simulare i meccanismi di ragionamento logici effettuati dal medico.

In particolare è possibile ricorrere ad ontologie, ossia tassonomie di concetti che consentono una formalizzazione chiara, esplicita e strutturata della conoscenza senza alcuna dipendenza da un particolare linguaggio. In un'ontologia possono essere formalizzati, nello specifico, concetti per descrivere sia i dati antropometrici di un paziente, sia i dati di cinematica e cinetica legati all'analisi del ciclo del passo, sia i dati elettromiografici.

Tali ontologie possono, poi, essere integrate con set di regole, costruite a partire da esse, atte a formalizzare i processi logici esistenti alla base dei ragionamenti effettuati dal medico nell'analisi del ciclo del passo.

Ontologie e regole possono essere infine sottoposte ad un reasoner che, in maniera automatica, effettua inferenze logiche atte a desumere nuovi concetti o relazioni non esplicitamente specificate. Questo consente di interpretare in modo intelligente la base di conoscenza medica opportunamente organizzata, fornendo chiarimenti sulle strategie di ragionamento adoperate e giustificazioni delle decisioni elaborate.

Un sistema "intelligente" che si basa su un approccio ontologico, di supporto alla Gait Analysis, ha quindi la funzione di guidare nella raccolta dei dati ottenuti a valle della procedura di acquisizione, di elaborare le decisioni relative alla diagnosi e/o alla terapia più appropriata, fornire eventuali spiegazioni sulle procedure seguite o sulle conclusioni raggiunte, senza però ledere l'autonomia del medico nella scelta della decisione finale.

6. Conclusioni

Nel presente lavoro, sono state descritte le varie fasi riguardanti l'intera procedura per la preparazione e l'acquisizione di dati qualitativi e quantitativi di pattern locomotori, attraverso il sistema di Gait Analysis installato presso l'Ospedale Santobono-Pausilipon di Napoli. I dati acquisiti ed elaborati durante alcune sedute di rilevazione sono stati analizzati ed interpretati al fine di valutare la possibilità di realizzare un sistema di supporto alle decisioni basato su ontologie che, formalizzando la conoscenza del medico, possa essere di ausilio nei processi di diagnosi e cura, sia in ambito clinico che di ricerca.

Bibliografia

1. Anibaldi C., *"Sistemi Esperti come supporto per la decisione clinica"*, Seminario di Informatica e Decisione Clinica, Ospedale S. Eugenio, Roma, aprile 2004
2. Davis I., Ounpuu S., Tyburski D., Gage J., *"A gait analysis data collection and reduction technique"*, Human Movement Science, Vol. 10, No. 5. (October 1991) pp. 575-587
3. BTS, *Manuale Utente Elite Clinic*, ver. 3.0