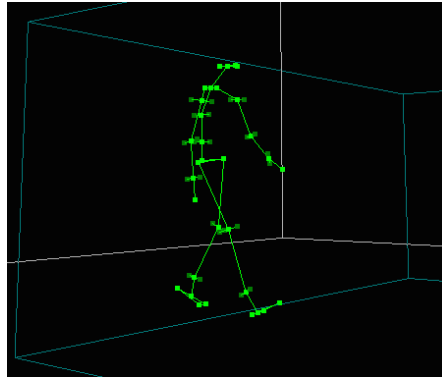




Animazione biologica

N. Alberto Borghese



N.B.: Il diritto di scaricare questo file è riservato solamente agli studenti regolarmente iscritti al corso di Animazione Digitale.



Sommario



Il movimento biologico

I movimenti del braccio e della mano

Il cammino



Il movimento biologico

Variabilità intra-individuale ed inter-individuale.

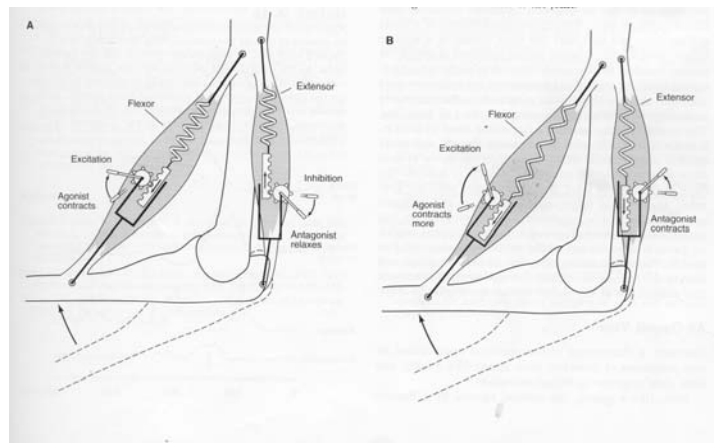
Complessità computazionale.

Vocabolario motorio (unione di chunk motori)

Firma spazio-temporale (e.g. esperimenti di Johanson, Stucchi e Viviani....)



Sistema muscolare

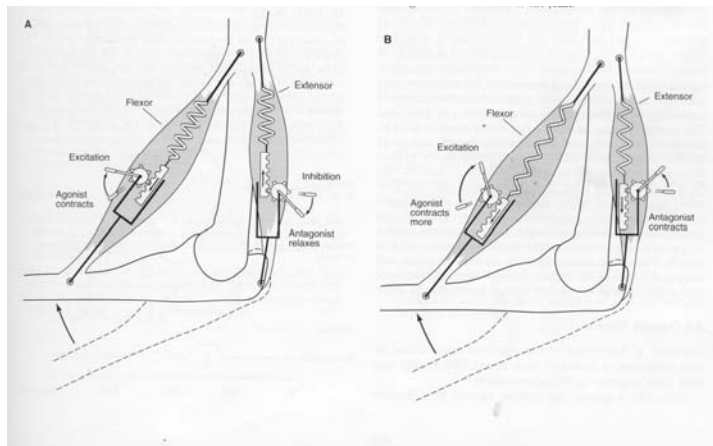
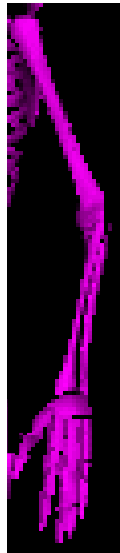


I muscoli generano delle forze visco-elastiche.
Hanno tempi di attivazione finiti e potenza finita.
I sensori utilizzati non hanno una precisione di controllo elevatissima.



Controllo di rigidità

Controllo della rigidità della mano. Come?



Grado di co-contrazione.

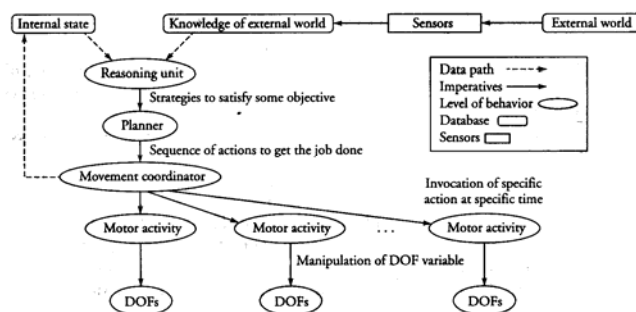


Movimenti complessi

Rappresentazione ad alto livello è simbolica e discreta.

Ciascun segmento viene tradotto in un programma motorio adeguato.

Il programma è implementato da sinergie motorie.



Le sinergie vengono sintonizzate sui parametri particolari del movimento.

L'interazione con i parametri dinamici degli attuatori (muscoli) fa sì che il movimento assuma il caratteristico profilo a campana rovesciata della velocità per i movimenti punto a punto e la relazione curvatura / velocità potenza $2/3$.



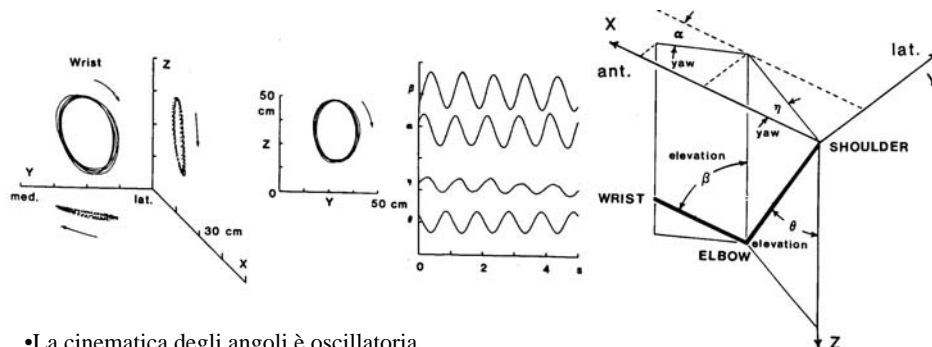
I movimenti del braccio



Organizzazione del movimento su 2 canali di controllo: movimenti liberi



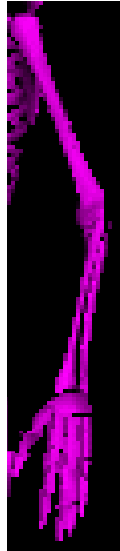
Controllo semplificato: Yaw + elevazione e distanza. Modello a 2 canali.



- La cinematica degli angoli è oscillatoria.
- La somma della fase tra i due angoli di yaw è legata linearmente all'azimuth del piano in cui la figura viene disegnata (NB la fase dà la posizione iniziale!).
- La somma della fase tra i due angoli di elevazione è legata all'inclinazione della figura che vado a disegnare.
- La differenza di fase tra gli angoli di elevazione non dipende dal luogo in cui viene disegnata la figura.



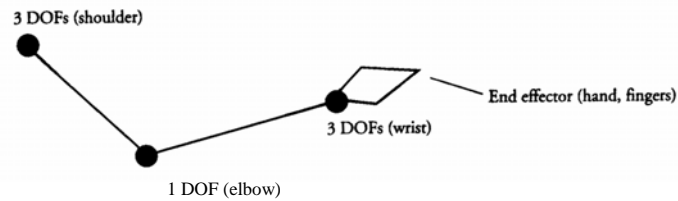
Vincoli anatomici sui movimenti liberi



Avambraccio: articolazione “particolare”.

Limiti anatomici, sono funzione anche della configurazione (*pose*).
Funzione “comfort” a forma di U.

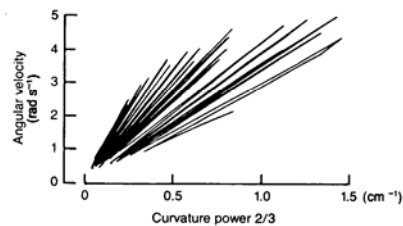
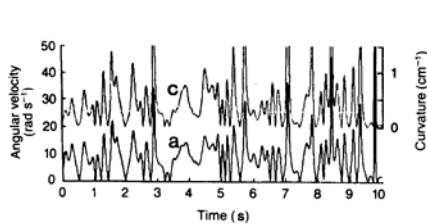
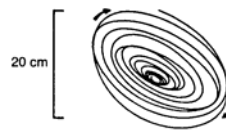
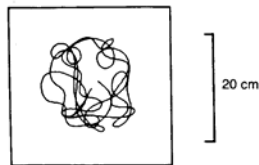
Il braccio è uno strumento di trasporto e di supporto per la mano.
Esegue una traiettoria necessaria per posizionare la mano (cinematica inversa).



La firma temporale nei movimenti liberi



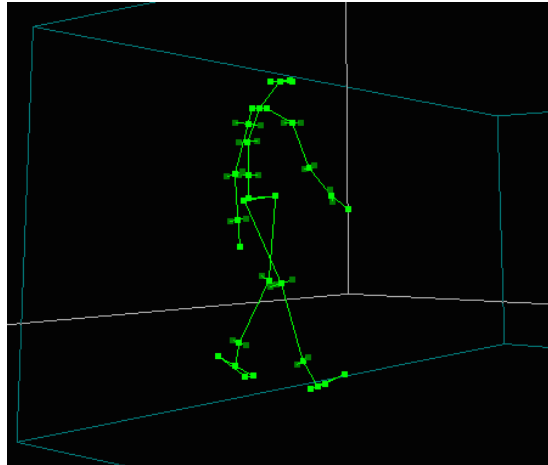
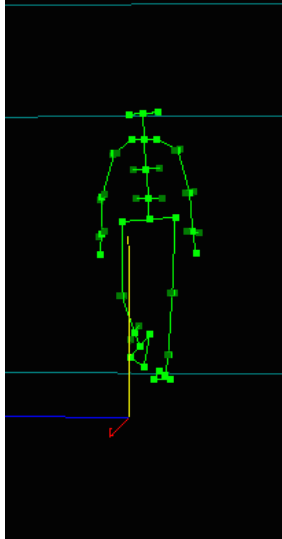
La cinematica dipende dalla curvatura locale, c , e dalla lunghezza della traiettoria, L : $k = k(L)$. Legge potenza 2/3: $v_t = k c^{2/3}$.



Perché? Deriva dalle proprietà visco-elastiche dell'apparato muscolo-scheletrico.



Il cammino

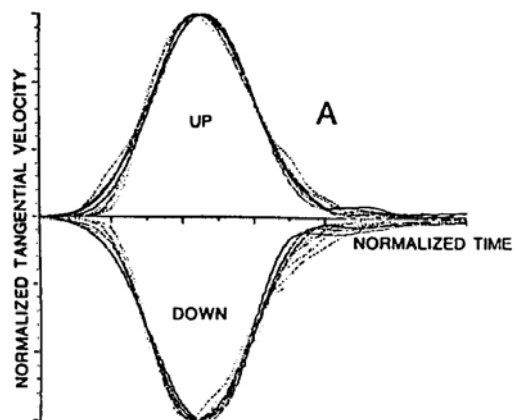


Reaching di oggetti

- Velocità a forma di campana rovesciata per l'end-point, robusta per variazioni della velocità, dei carichi e del soggetto.

Ottimizzazione del jerk

$$\left| \frac{d^3 p(t)}{dt^3} \right|$$





Reaching & grasping



- Relazione di fase angolare per movimenti liberi.
- Cinematica inversa quando l'end-effector si muove lungo una traiettoria dell'end-point. Profilo di velocità bell-shaped.
- Modifica della cinematica del braccio quando si deve affrontare la presa. Fase di trasporto. Apertura della mano e chiusura.
- Il movimento del braccio si adatta al tipo di presa.
- Planning (ostacoli sul percorso) = Via points nel planning o esecuzione.



Sommario



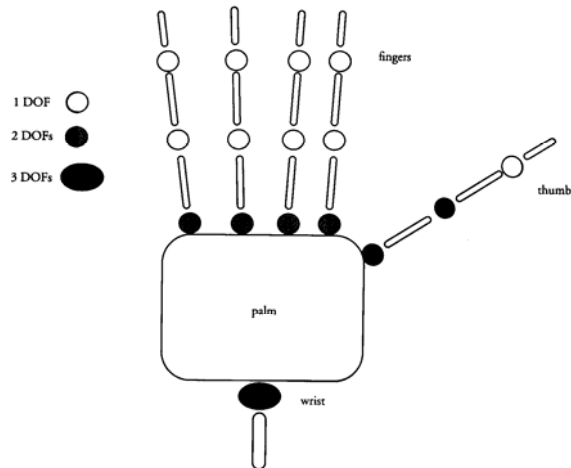
Il movimento biologico

I movimenti del braccio e della mano

Il cammino



La mano, anatomia



Problema: palmo, flessibilità + rigidità.



Grasping (modalità)

Identificazione delle affinità tra possibilità di presa e forma / struttura / peso dell'oggetto.

Cinetica. Forze che devono essere esercitate sull'oggetto.

Cinematica / geometria: definizione della posa.

Input sensoriale: rugosità, temperatura, grado di lucentezza.

Organizzazione dei gradi di libertà tramite libreria di primitive (vocabolario motorio del grasping).

Superfici della mano

CYLINDRICAL **TIP** **HOOK or SNAP**
PALMAR **SPHERICAL** **LATERAL**

A.A. 2004-2005 17/39 <http://homes.dsi.unimi.it/~borgnese/>

Precision vs Power grasp

A. POWER GRASP **B. PRECISION GRASP** **C. COAL HAMMER**

Napier 1956. Ruolo peculiare del pollice nella presa di precisione.

A.A. 2004-2005 18/33 <http://homes.dsi.unimi.it/~borgnese/>

Gli spazi di opposizione

Pad opposition
// asse longitudinale

A

Palm opposition
⊥ asse longitudinale

B

Side opposition
// asse longitudinale
Direzione trasversale

C

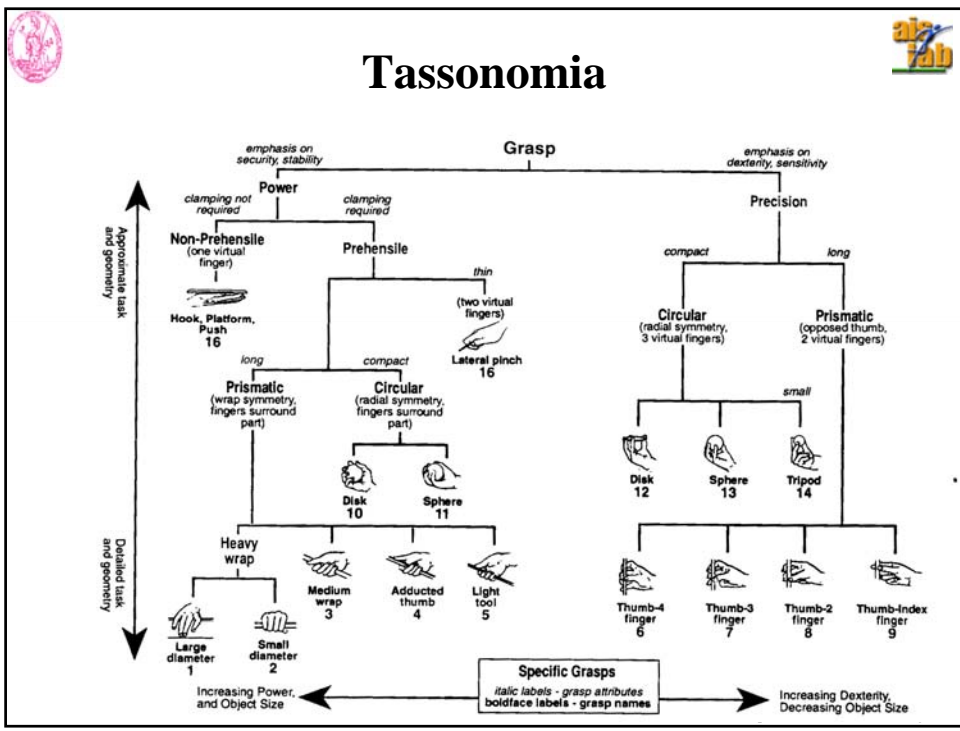
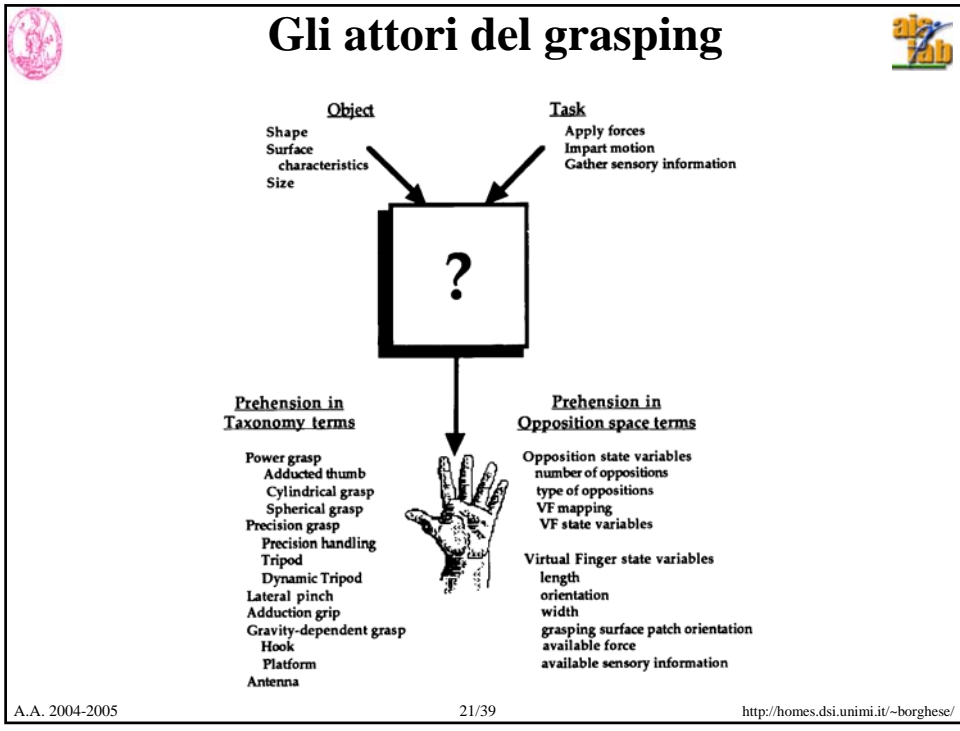
La ricchezza del repertorio avviene combinando i diversi tipi di presa

A.A. 2004-2005
19/33
<http://homes.dsi.unimi.it/~borgnese/>

Virtual fingers

Opposing forces, no torques

A.A. 2004-2005
20/33
<http://homes.dsi.unimi.it/~borgnese/>





Sommario



Il movimento biologico

I movimenti del braccio e della mano

Il cammino

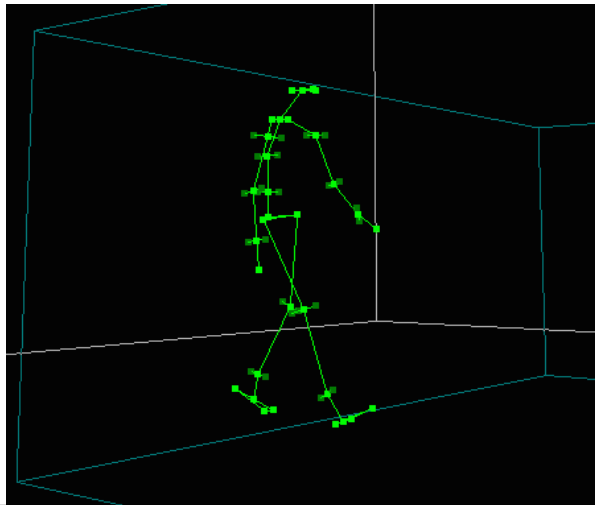


Il cammino



Trasporto del corpo umano:

- 1) Alternanza di appoggio e fase di volo con doppio appoggio.
- 2) Flesso-estensione del ginocchio (slancio in avanti).
- 3) Rullata del piede (frenata e spinta).



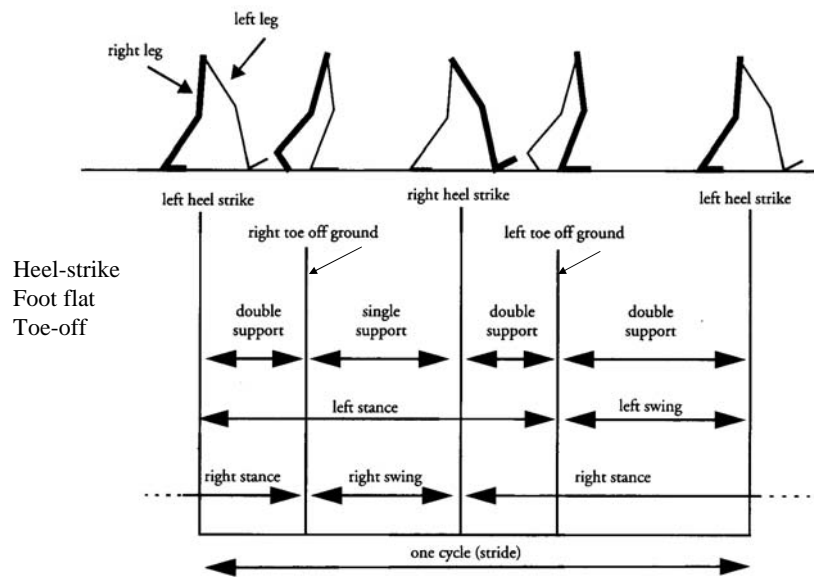


Cammino plantigrado

Non c'è slancio in avanti del ginocchio.
Non c'è rullata del piede (tacco-piatto-punta).



Le fasi del cammino

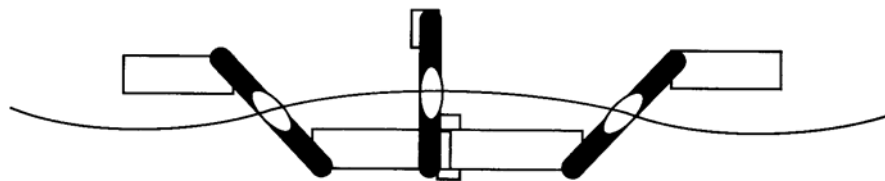
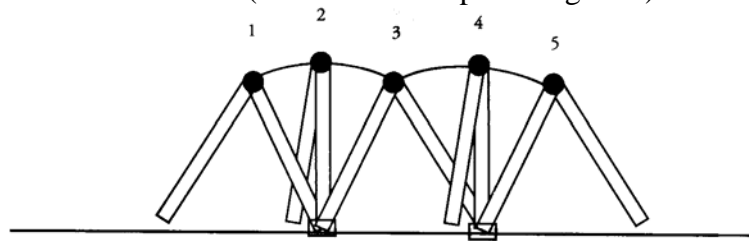




Il cammino – parametri globali



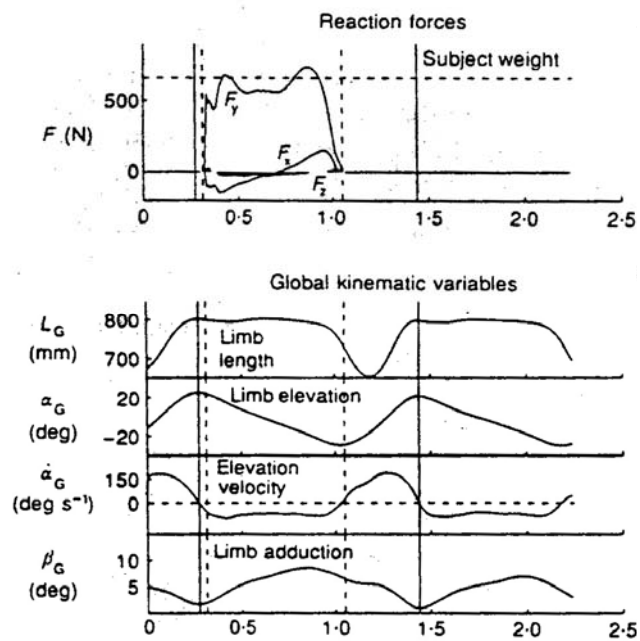
Vertical Elevation (oscillazioni nel piano sagittale)

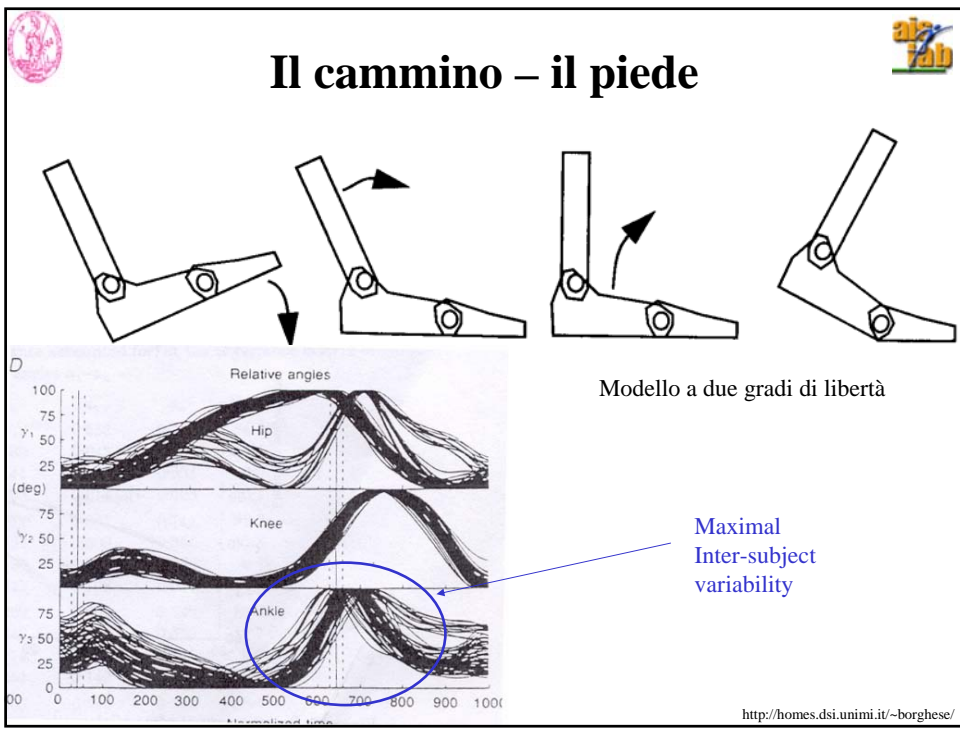
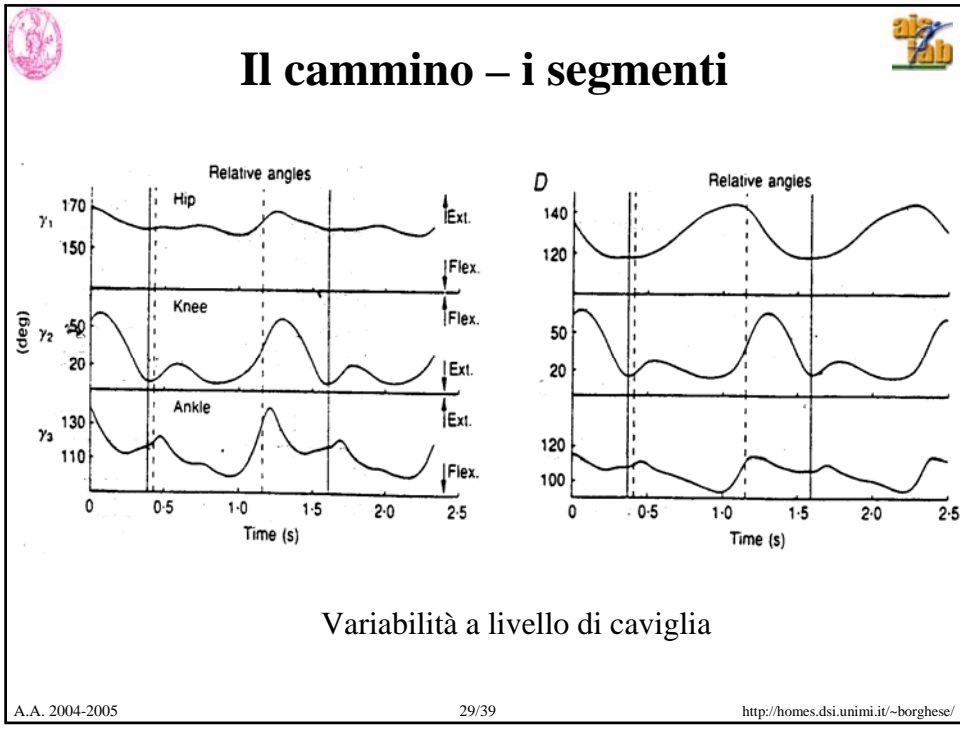


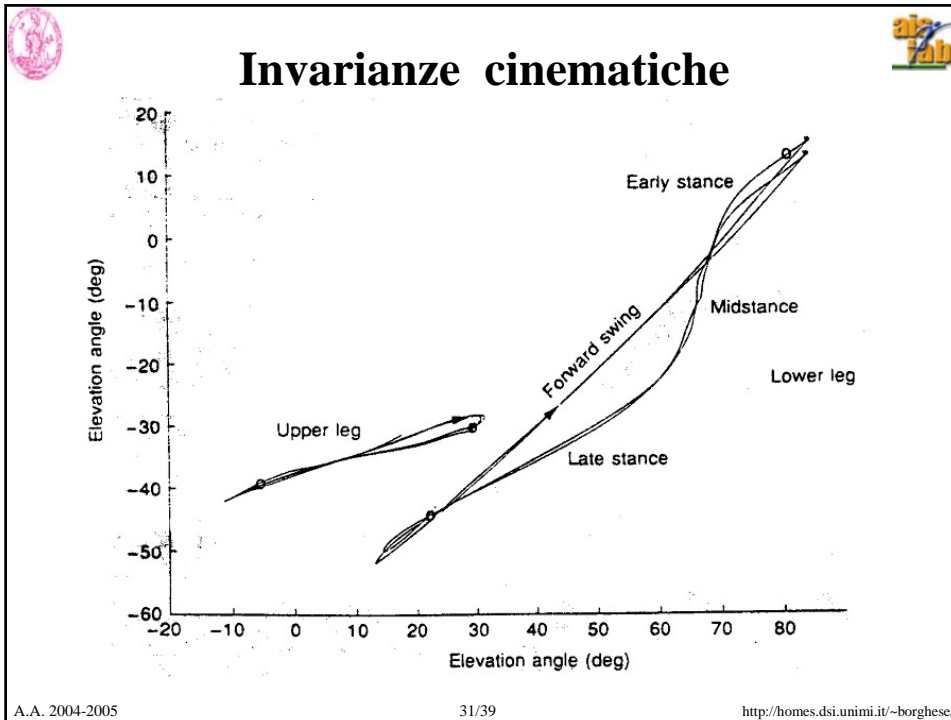
Pelvic List (oscillazioni nel piano frontale)



Il cammino – profilo di velocità







-
- Sintesi del cammino**
- 1) Antropometria.
 - 2) Definizione della velocità.
 - 3) Impostazione della curva di velocità globale.
 - 4) Impostazione delle covariazioni angolari o della cinematica degli angoli relativi.
- A.A. 2004-2005 32/39 <http://homes.dsi.unimi.it/~borgnese/>



Sommario

Il movimento biologico

I movimenti del braccio e della mano

Il cammino