



Motion Analysis (Software applications)

Dott.ssa Marianna Liparoti
PhD in Motor Sciences and Wellness
E-mail: marianna.liparoti@gmail.com

Libri consigliati:

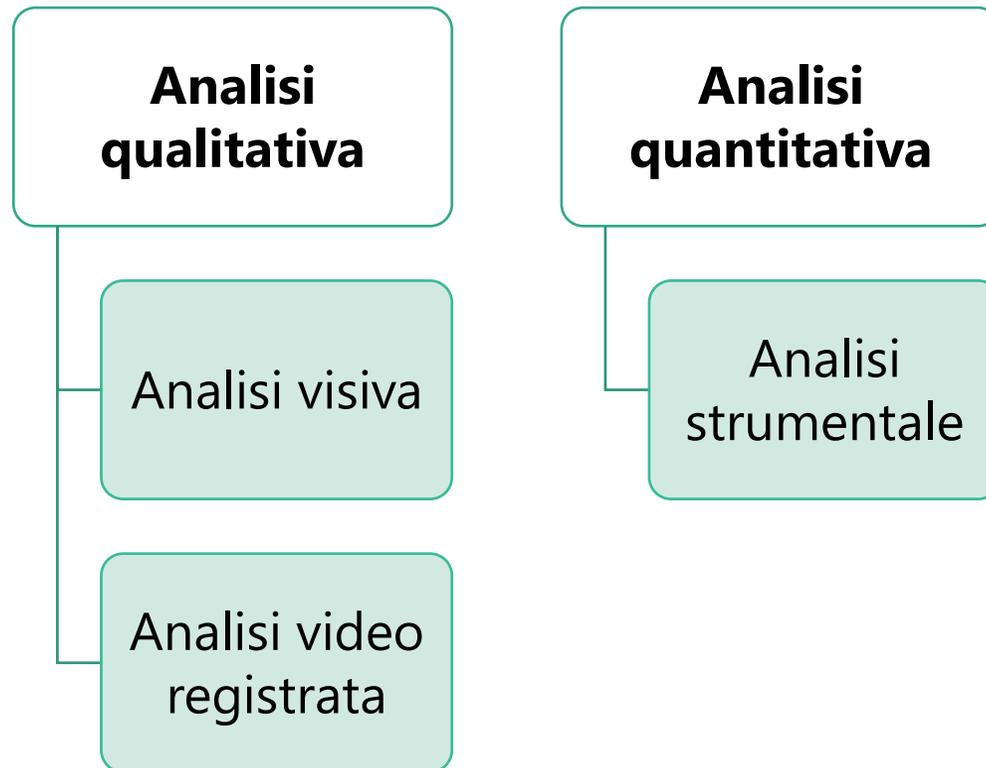
- Gait Analysis: Normal and Pathological Function (Jacqueline Perry)
- Gait Analysis (Whittle's)
- Bioingegneria della postura e del movimento (A. Cappozzo)
- Chinesiologia del sistema muscolo scheletrico (Neumann)

Slide: <http://bit.ly/3BEK8f2>



Definizione di Motion analysis

L'analisi del movimento umano, ha lo scopo di raccogliere informazioni **qualitative** e **quantitative** durante l'esecuzione di un atto motorio.



ANALISI VISIVA

- Si valuta il movimento per mezzo dell'**osservazione diretta**
- Richiede la conoscenza delle corrette dinamiche del movimento che si sta analizzando, in modo da riuscire a valutare gli eventuali cambiamenti di moto rispetto alla normalità.

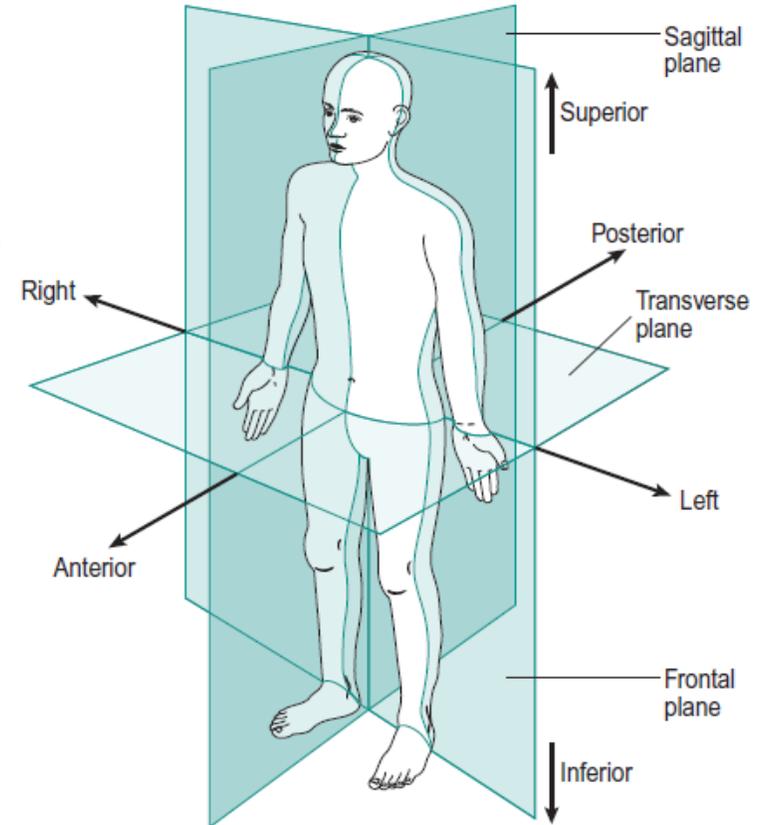
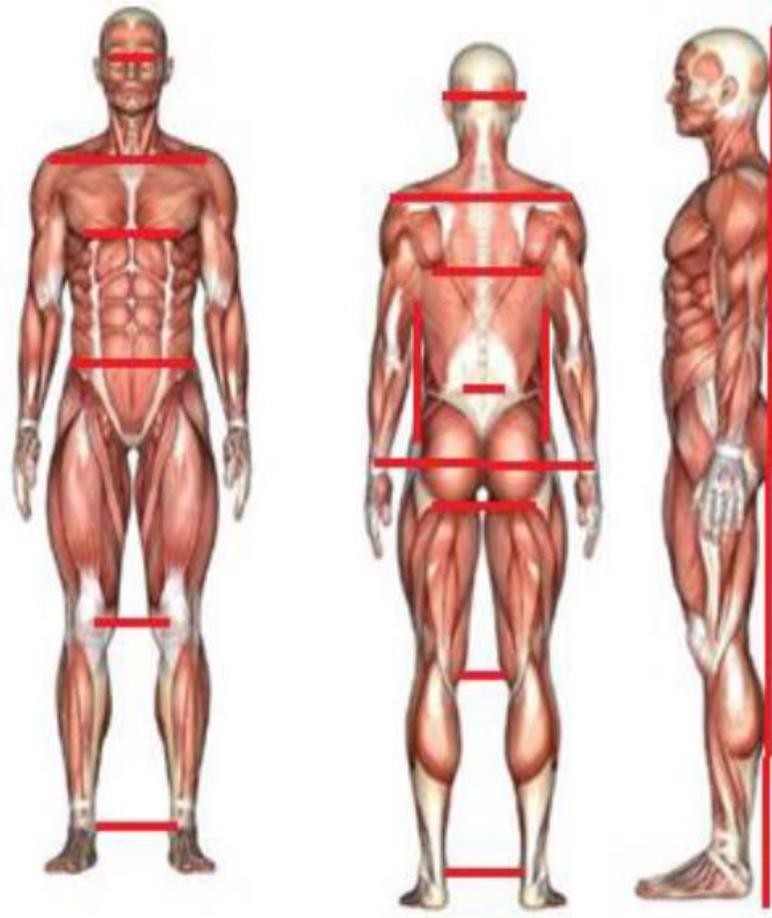


Fig. 1.1 • The anatomical position, with the three reference planes and six fundamental directions.

ANALISI VISIVA

VANTAGGI: approccio semplice ed economico, non richiede attrezzature particolarmente complicate e costose.

SVANTAGGI:

- L'analisi del movimento è condizionata dall'esperienza e dall'interpretazione dell'osservatore.
- Limitata ad un unico piano alla volta
- La valutazione è molto generica e limitata ai movimenti più evidenti, tralasciando quelli minimi.
- Difficili i confronti tra osservazioni diverse.

ANALISI VIDEOREGISTRATA

Si registra un filmato del movimento, che in seguito viene analizzato fotogramma per fotogramma.



VANTAGGI:

- particolarmente semplice e relativamente economico.
- dati possono essere analizzati anche dopo molto tempo dalla registrazione, in modo da poter essere confrontati con dati più recenti per valutare, ad esempio, i progressi effettuati durante un allenamento.

SVANTAGGI:

- La valutazione qualitativa è condizionata dal soggetto che osserva.
- La valutazione rimane generica e limitata ai movimenti più evidenti, tralasciando quelli minimi.

ANALISI QUANTITATIVA

La **meccanica** (statica, cinematica e dinamica) include tutte le leggi fondamentali del movimento meccanico di *corpi solidi inanimati*.

STATICA → Studia le condizioni di equilibrio di un corpo materiale in particolare in che modo un corpo riesce a permanere in uno stato di quiete anche quando su di esso agiscono forze interne ed esterne che perturbano il suo stato

DINAMICA → Studia i fenomeni relativi al moto dei corpi materiali e le grandezze che lo caratterizzano

CINEMATICA → Studia il moto dei corpi materiali indipendentemente dalle cause che lo determinano e lo modificano

BIOMECCANICA

Lo studio della meccanica dei sistemi biologici, in particolar modo del corpo umano, prende il nome di BIO-MECCANICA

BIOMECCANICA



SCIENZA MULTIDISCIPLINARE CHE STUDIA LE STRUTTURE E LE FUNZIONI DEI SISTEMI BIOLOGICI UTILIZZANDO LE CONOSCENZE E I METODI DELLA MECCANICA.

La Biomeccanica ha come oggetto ***lo studio del movimento del corpo umano in toto.***

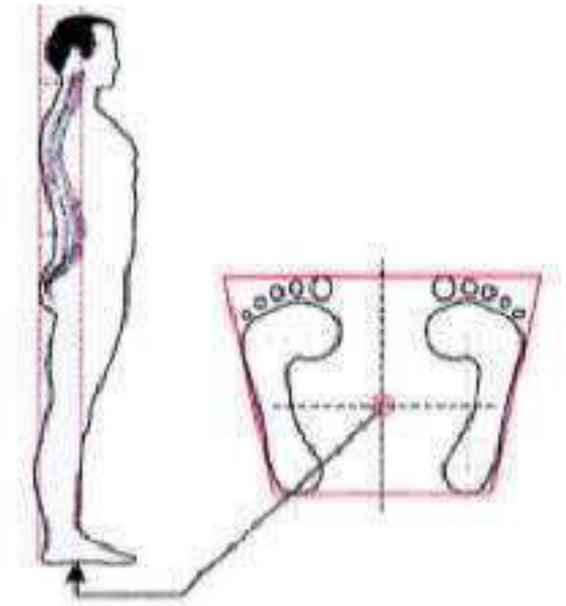
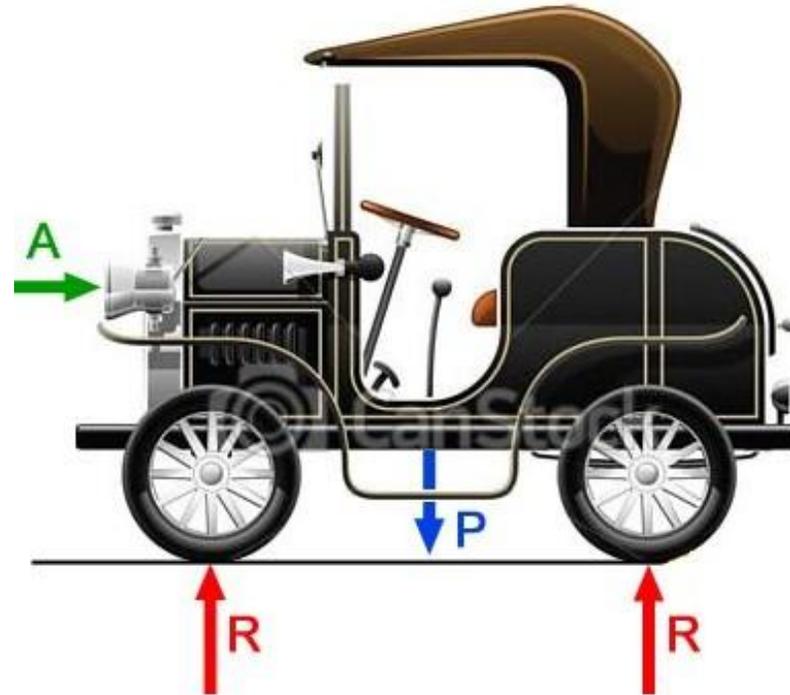
La Biomeccanica studia ed analizza:

- *La distribuzione delle sollecitazioni ossee*
- *Le azioni a livello articolare*
- *L'intervento muscolare durante il movimento e il mantenimento posturale*

1° Principio della dinamica

Il primo principio della dinamica afferma che un corpo rimane a riposo o ad una velocità lineare costante tranne quando è spinto a modificare il suo stato da una forza esterna.

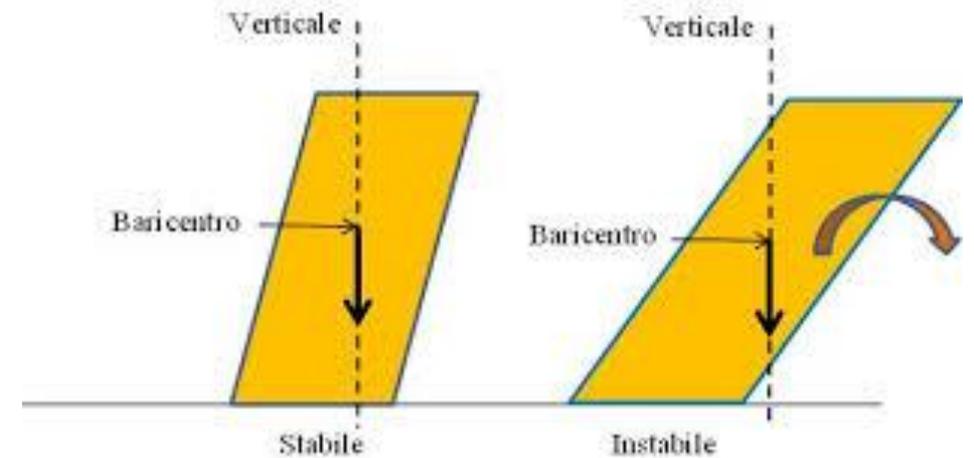
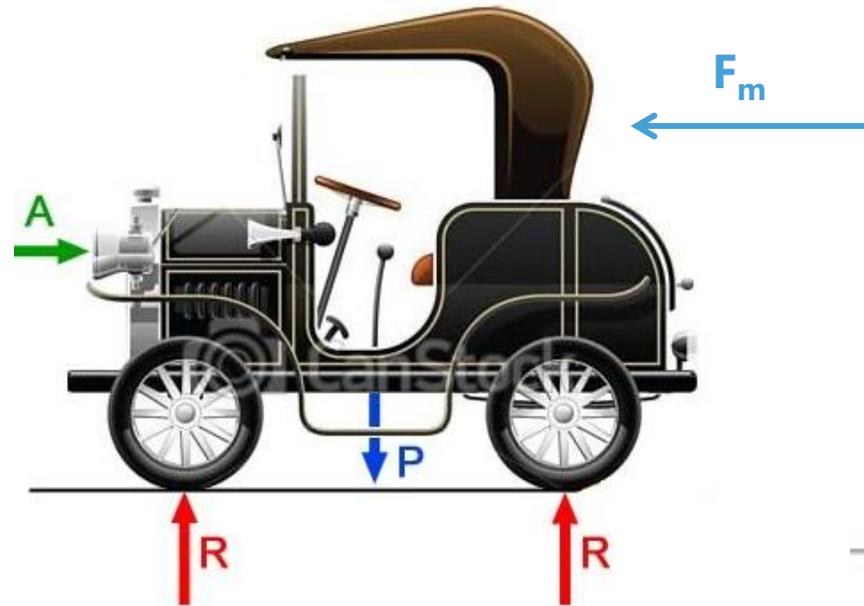
Se $\sum_{i=1}^n F_i = 0$ $\left\{ \begin{array}{l} v=0 \\ V=\text{costante} \end{array} \right.$



2° Principio della dinamica

La seconda legge di Newton afferma che l'accelerazione di un corpo è direttamente proporzionale alla forza che la causa, si verifica nella stessa direzione in cui la forza agisce ed è inversamente proporzionale alla massa del corpo.

$$\sum F = m \times a$$



3° Principio della dinamica

La terza legge della dinamica asserisce che ad ogni azione corrisponde una reazione uguale ed opposta.



...storia dell'analisi del movimento...





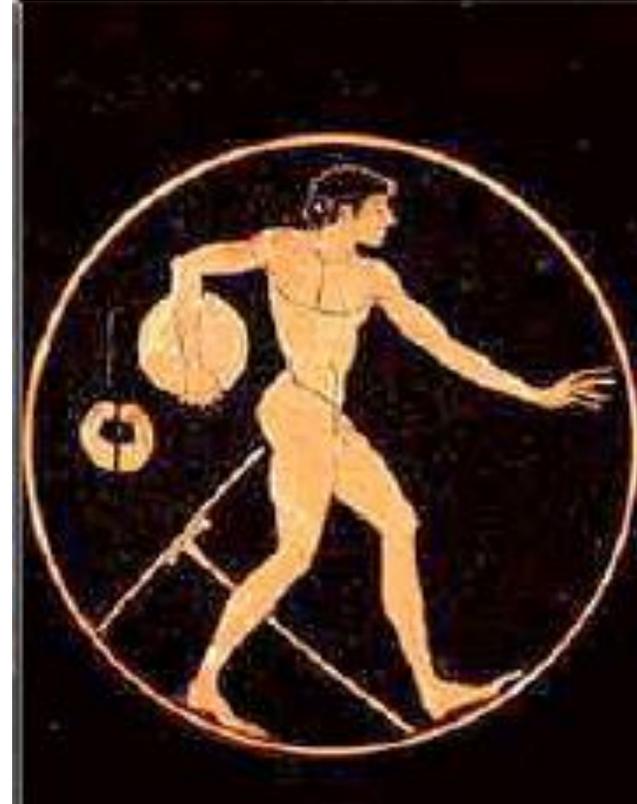
Vasari scrive:

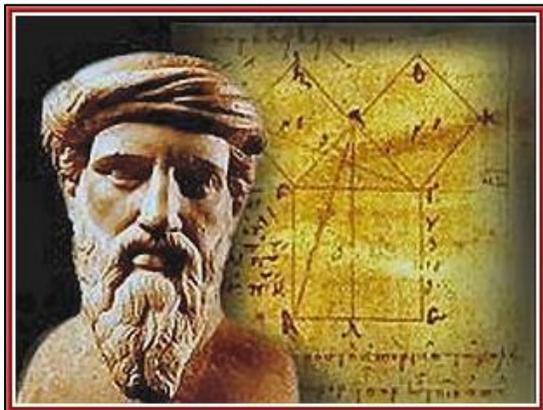
“ ... questo lavoro è e viene in generale ritenuto molto bello per un dipinto del suo genere, e se Paolo non avesse rappresentato le zampe dello stesso lato del cavallo sollevate da terra simultaneamente, cosa che normalmente i cavalli non fanno poichè questo li farebbe cadere... questo lavoro sarebbe stato assolutamente perfetto... ”

John Hawkwood di Paolo Uccello, 1436

Sumeri, Assiro-Babilonesi, Egizi, Fenicio-Punici, Maya e altri, avevano sviluppato profonde conoscenze sulla natura, nelle quali i risultati dell'osservazione e dell'esperienza erano profondamente intrecciati ai miti e alle credenze religiose.

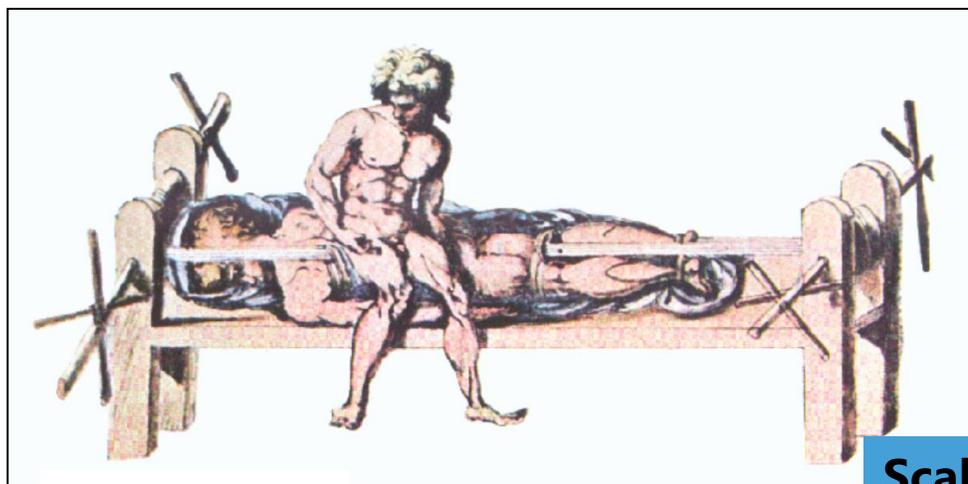
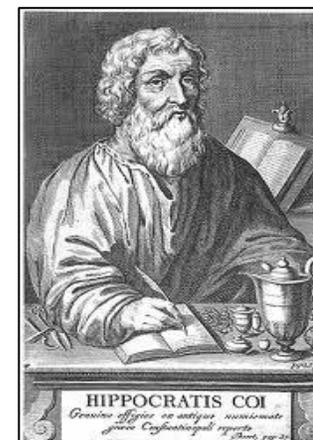
Soltanto in seno alla civiltà **Greca** nacquero i primi tentativi di separare la conoscenza dal mito e dalla religione, sviluppando quella che oggi chiamiamo "**osservazione scientifica**". Possiamo ipotizzare che il primo connubio tra meccanica e anatomia sia già presente nella Grecia Classica, periodo in cui **l'interpretazione del movimento umano era legato alla filosofia e alla medicina.**





Secondo **Pitagora** (570aC – 495aC):” tutte le cose hanno una **forma**, tutte le cose sono forme e tutte le forme possono essere espresse mediante numeri”.

Ippocrate (460aC – 377ac). Sosteneva che ogni fenomeno fosse dovuto a una **causa**, essendo il caso fortuito un modo di giustificare l’ignoranza.



Scala verticale per alleviare i dolori intervertebrali



Aristotele (384aC – 322aC) era uno scienziato e filosofo universale, i suoi interessi comprendevano la meccanica, la matematica, la fisica, la zoologia, la botanica e la psicologia. Sosteneva che scopo della scienza fosse la comprensione della natura e che la matematica fosse lo strumento per acquisirla. Aristotele non superò il dualismo Platonico, tra **mondo dell'esperienza e delle idee**, ma, a differenza di Platone, sostenne che solo l'osservazione del mondo materiale poteva portare alla conoscenza vera.

Il suo trattato ***Sul movimento degli animali***, basato su osservazioni empiriche, descrive per la prima volta geometricamente i movimenti e la locomozione umana.

Il trattato dimostra che Aristotele possedeva una profonda conoscenza delle funzioni delle ossa e dei muscoli.

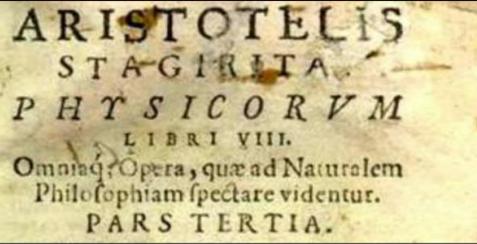
Aristotele illustrò anche la presenza delle forze di reazione affermando: **"quando uno spinge viene spinto"**, **"tutto ciò che si muove, è spinto da un movente, presente nel corpo che si muove o in diretto contatto"**.

Secondo Aristotele un corpo lasciato cadere assumeva una velocità direttamente proporzionale al suo peso e inversamente alla densità del mezzo

Egli descrive la locomozione animale, tentando di analizzare il fenomeno geometricamente. Progettò anche un modello della meccanica animale con giunti e parti del corpo animale incluso le loro funzioni.

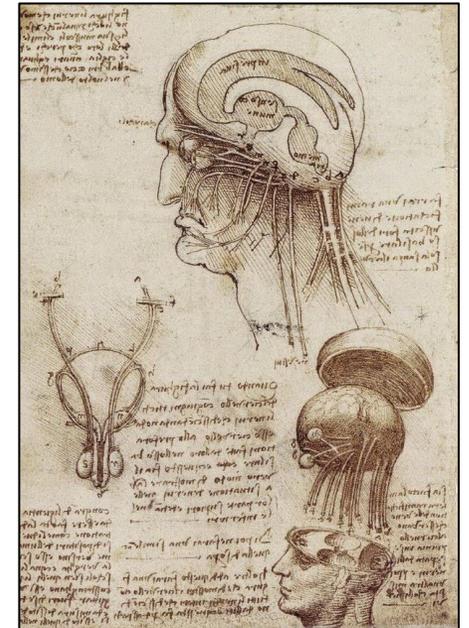
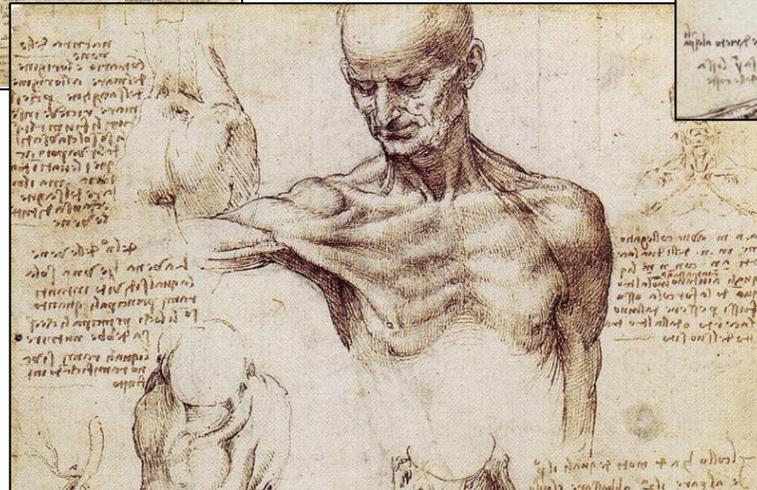
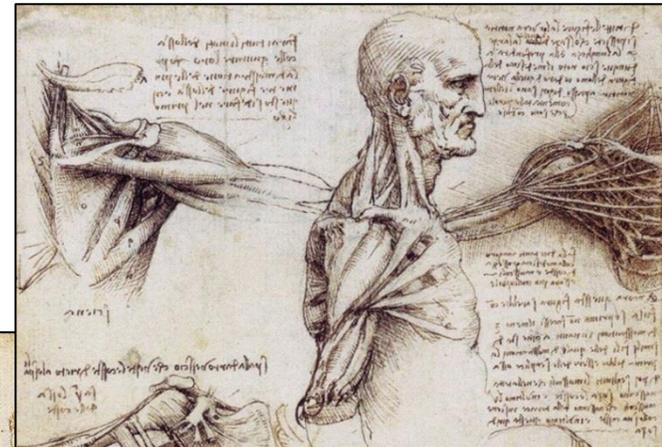
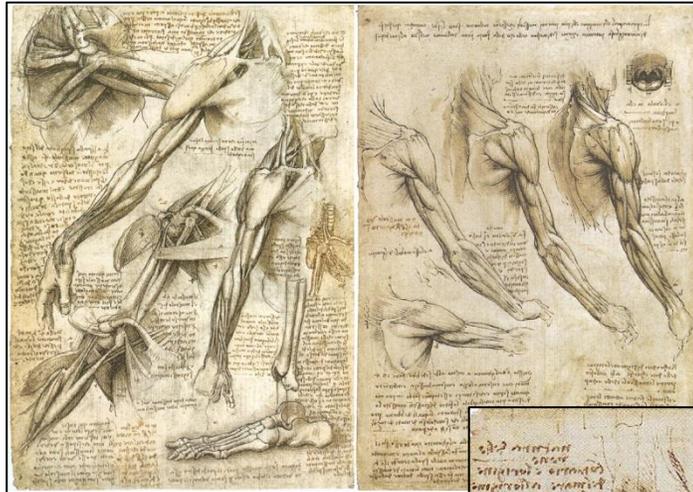
Un'attenta osservazione era il suo unico **"strumento di misura."**

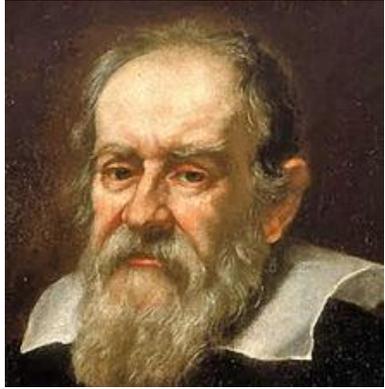
Egli fu il primo a descrivere l'azione dei muscoli e del movimento delle articolazioni durante la locomozione



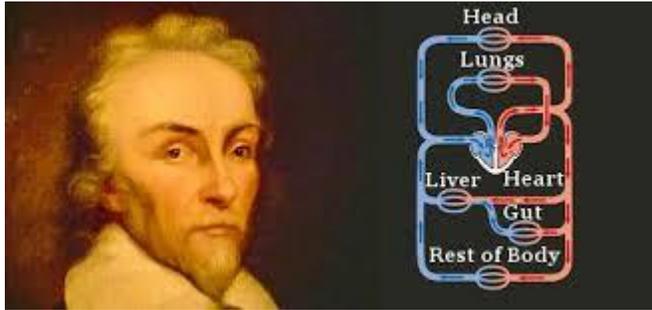
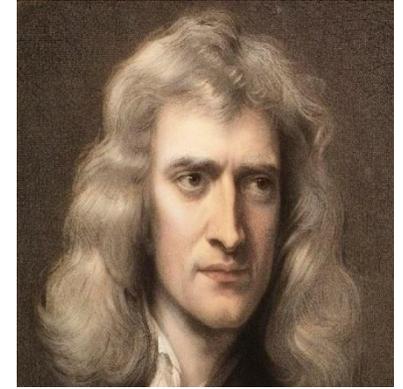
"Noi misuriamo non soltanto il movimento col tempo, ma anche il tempo col movimento. Il moto circolare uniforme è la misura per eccellenza perché tra i moti circolari quello celeste è eterno, uniforme, continuo".

Leonardo da Vinci (1452 – 1519) diede importanti contributi alla conoscenza della meccanica, studiando la relazione tra le forze e il movimento da esse prodotto. Grazie alla sua capacità di rappresentazione e alle conoscenze anatomiche, egli riuscì a chiarire il funzionamento dei muscoli, delle articolazioni e dei segmenti ossei.





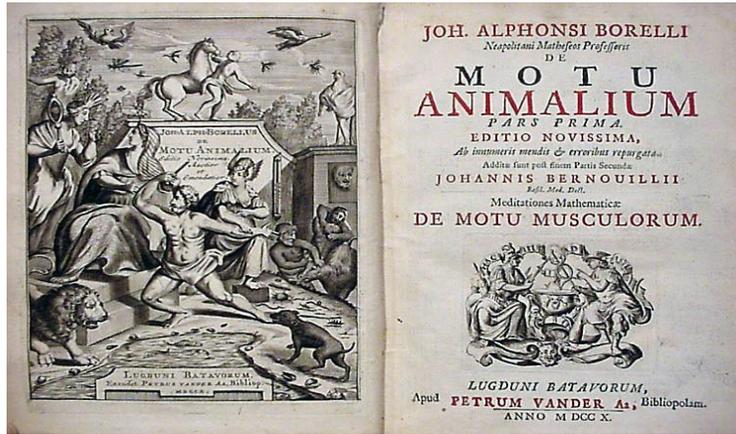
Le opera di **Galileo Galilei** (1564 - 1642), fisico, astronomo, e matematico, e di **Isaac Newton** (1642 - 1727), matematico inglese, fisico, astronomo e filosofo, hanno posto le basi teoriche e sperimentali per l'analisi del movimento basata su principi fisici.



William Harvey (1578 – 1657) Osservando che la portata di sangue pompata dal cuore era superiore alla massa di sangue dell'organismo, dedusse che la portata in mandata doveva tornare al cuore attraverso una rete di vasi capillari. Può essere considerato il primo biomeccanico del cuore.

A **Cartesio** (1596 – 1650) si deve uno strumento di larghissimo impiego nella scienza e nella tecnica, il sistema di coordinate Cartesiane. Fu uno degli autori della filosofia meccanica, secondo la quale ogni cambiamento nella natura è provocato dal movimento e dalla sistemazione di elementi materiali.





Alfonso Borelli (1608-1679). Borelli, fisiologo e astronomo, è stato il principale rappresentante della iatromeccanica, una teoria medica che vedeva l'organismo umano come una macchina assemblata, in cui ciascuna struttura aveva un compito definito ("De motu animalium", 1680).

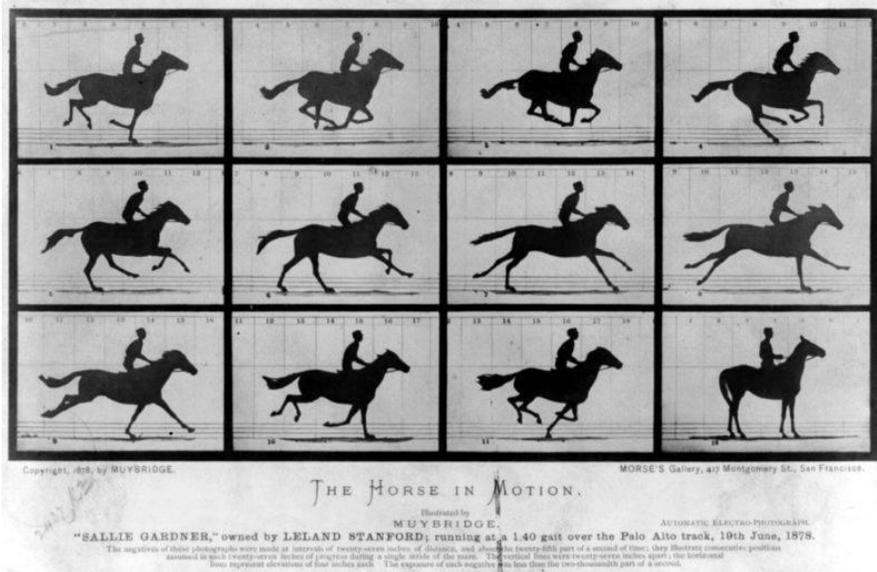
Nel testo Borelli descrive e analizza con metodi geometrici il movimento umano e quello degli animali nei vari tipi di movimento, salto, corsa, nuoto. Nella sua analisi del cammino impiegò i principi della filosofia meccanica, **investigando il ruolo della contrazione muscolare nella generazione del movimento, la direzione delle fibre muscolari in relazione a quella della forza prodotta e la fisiologia del muscolo.**

Borelli fu il primo ad applicare il metodo scientifico di Galileo al fenomeno del movimento e quindi può essere considerato l'iniziatore della bio dinamica e della bio cinematica di locomozione e, quindi, il fondatore della biomeccanica. Egli **considerava le ossa come leve meccaniche mosse da muscoli** secondo i principi matematici. Ha dato suggerimenti su come determinare le forze meccaniche che influenzano il sistema biologico da un punto di vista statico. Integrando la conoscenza della matematica, della fisica e dell'anatomia, Borelli fu **il primo a determinare il centro di massa del corpo umano.**



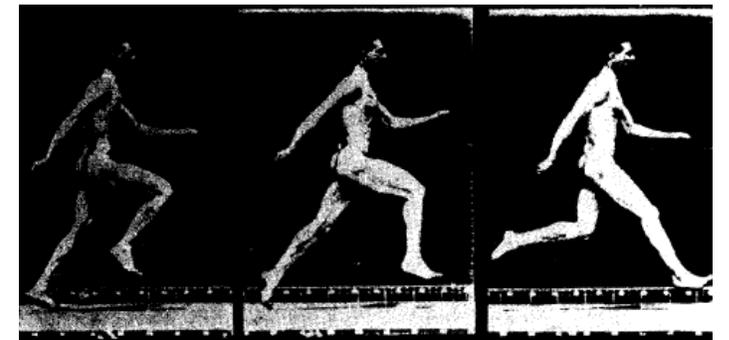
Leonhard Euler (1707-1783), matematico, ha introdotto le equazioni differenziali per la descrizione dei movimenti del **corpo rigido** che erano importanti per lo sviluppo della Cinematica.

I **fratelli Weber** stessi hanno usato **cronografi** sviluppati nella seconda metà del XVII secolo, rendendo possibile la **misurazione del tempo** trascorso. In questo modo, era possibile calcolare la lunghezza del passo e la velocità del cammino. Sono stati i primi a studiare la fase di supporto del passo in fase statica e dinamica, così come il rapporto tra tempo e lunghezza del passo. Dopo aver rappresentato il movimento oscillatorio della gamba come un doppio pendolo invertito, hanno condotto i calcoli numerici per questo modello. La "**teoria del pendolo**" per la gamba oscillante, si basava sull'idea che l'oscillazione si verifica del tutto passivamente, anche se smentita in seguito, era il primo tentativo di modellare matematicamente gli aspetti del movimento umano.

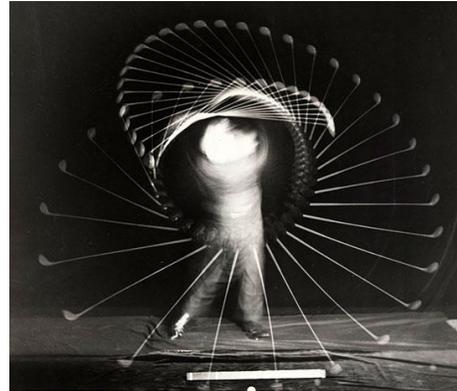
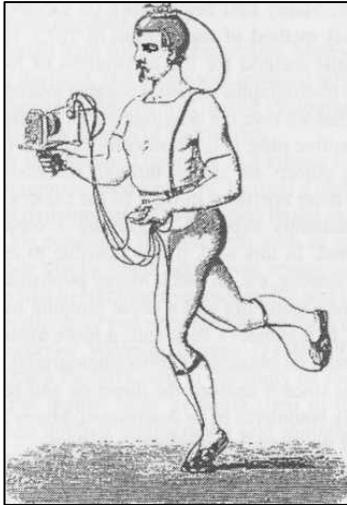


La misurazione della locomozione in senso moderno, però, è dovuta soprattutto a **Eadweard Muybridge** (1830-1904) il quale ha segnato l'inizio dello studio della locomozione come un fenomeno dinamico naturale mediante l'applicazione della fotografia, determinando così **l'approccio quantitativo**.

Nel 1872 l'uomo d'affari e governatore della California Leland Stanford chiese a Muybridge di confermare una sua ipotesi, ovvero che durante il galoppo di un cavallo esiste un istante in cui tutte le zampe sono sollevate da terra. Nel 1878, Muybridge fotografò con successo un cavallo in corsa utilizzando ventiquattro fotocamere, sistemate parallelamente lungo il tracciato, ogni macchina era attivata da un filo colpito dagli zoccoli del cavallo.



In seguito **Etienne-Jules Marey** (1830-1904), fisiologo francese, basandosi sul lavoro effettuato da Muybridge, nel 1888 creò la "**Cronofotografia**".

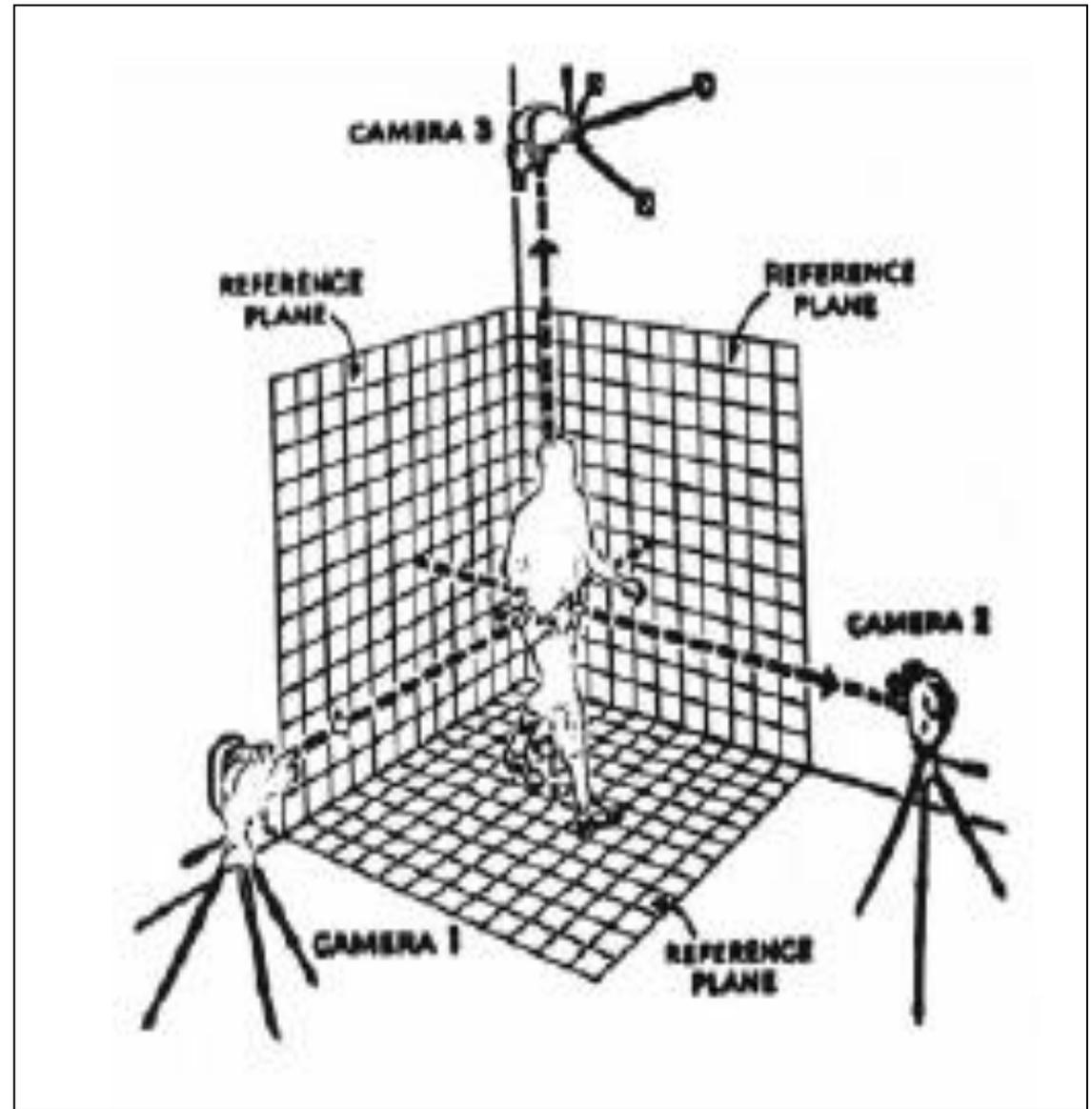


La sua piattaforma di forza era appoggiata su elementi elastici collegata, tramite Sistema pneumatico, ad una leva scrivente su un chimografo. Egli misurò anche le oscillazioni verticali e orizzontali della pelvi durante la deambulazione e seppe correlare la lunghezza del passo con la velocità di progressione.

Nel 1891 due tedeschi, l'anatomista **Braune Wilhelm** (1830-1892) e il fisico **Otto Fischer** (1861-1917), portarono a termine **un'analisi tridimensionale del cammino**. Hanno usato quattro telecamere: due disposte lateralmente rispetto al soggetto e due poste in obliquo frontalmente.

Questo segnò l'inizio della fotogrammetria analitica.

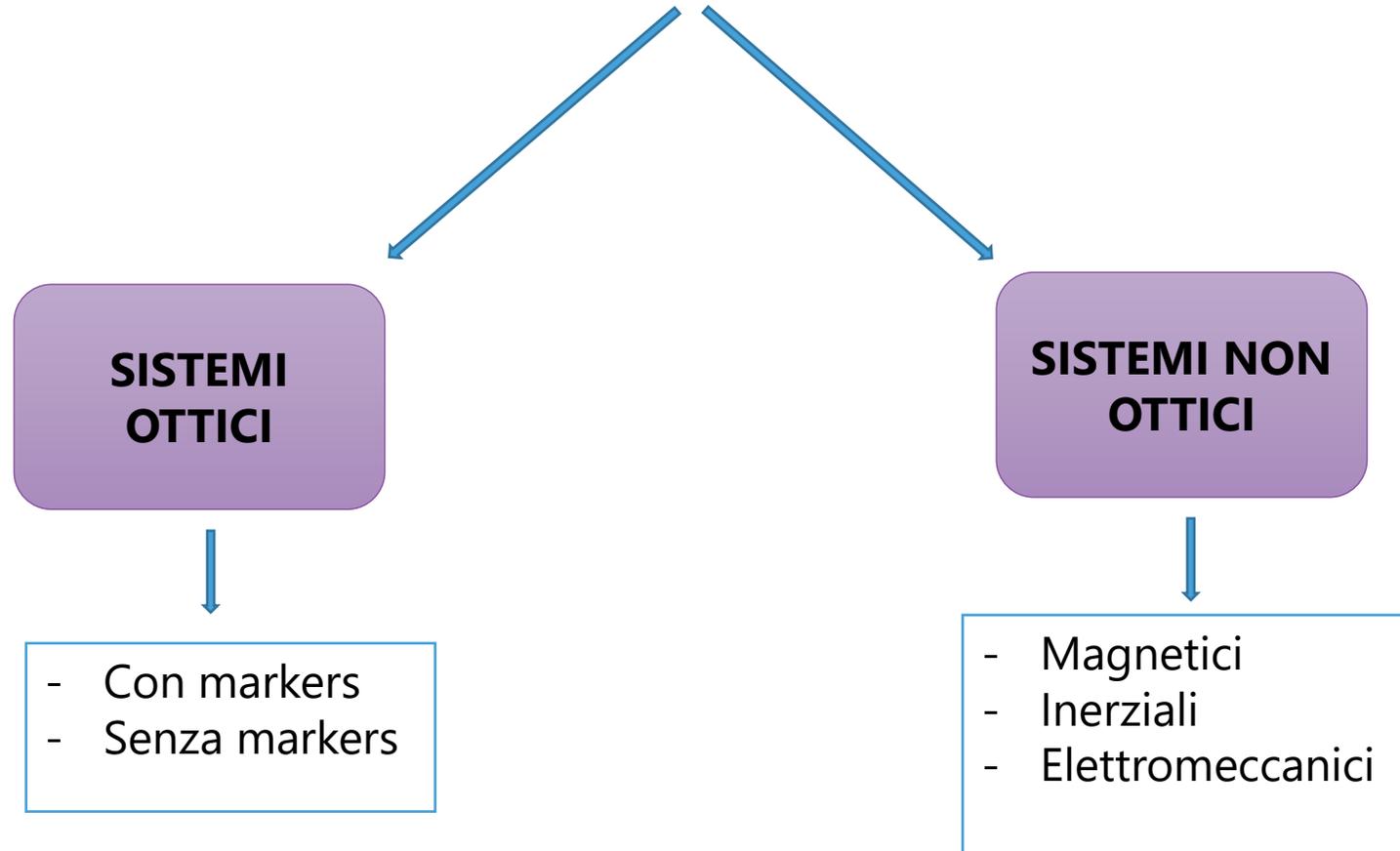
Sulla base di un'analisi cinematica e cinetica, hanno dimostrato che durante la deambulazione su una superficie piana l'oscillazione della gamba era attivamente controllata dalla muscolatura, e non era influenzata solo dalle forze di gravità e inerzia come i fratelli Weber avevano presunto.



Quali sono gli strumenti che si usano per l'analisi quantitativa del movimento?



ANALISI STRUMENTALE



Sistemi magnetici

Siccome è possibile misurare l'intensità e l'orientamento di un campo magnetico utilizzando degli appositi sensori, ma anche generare un campo magnetico di orientamento e intensità note utilizzando degli appositi generatori, è dunque possibile calcolare la posizione e l'orientamento di un sensore rispetto ad un generatore di campo magnetico.

- Posizionando in modo rigido un sensore magnetico su un segmento corporeo, è possibile calcolare la posizione e l'orientamento del segmento corporeo rispetto al generatore di campo.
- Integrando un generatore di campo magnetico e dei sensori magnetici è possibile costruire un sistema di motion capture.

Svantaggi: il generatore di campo magnetico deve essere tenuto in laboratorio, l'accuratezza dipende dalla distanza dal generatore, possibile influenza sulle misure di oggetti ferromagnetici, costoso.

Applicazioni: studio del movimento ove non sia possibile utilizzare sistemi ottici, animazione digitale (a piccola scala).

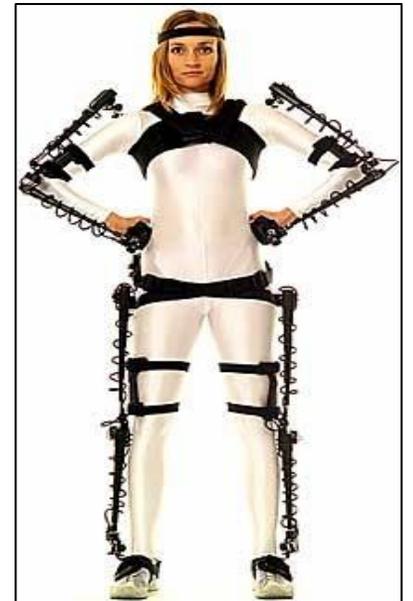
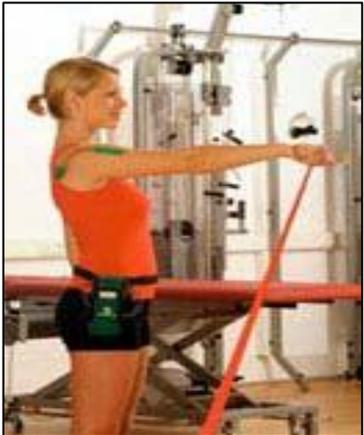
Sistemi elettromeccanici

I più semplici sono gli elettrogoniometri, che misurano l'angolo tra due segmenti corporei. Un sistema di motion capture può essere costruito integrando diversi elettrogoniometri (viene costruita una tuta da far indossare).

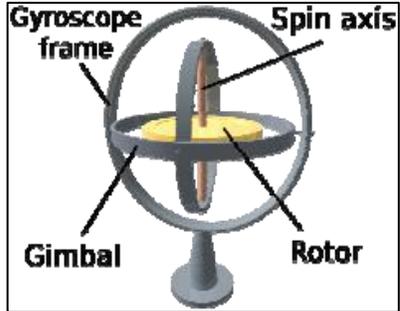
VANTAGGI: economicità, facilità d'uso, possibilità di disporre immediatamente dei dati ottenuti dalla valutazione;

SVANTAGGI: scarsa accuratezza, i sensori possono ostacolare il movimento e forniscono solo misure angolari (non la posizione e l'orientamento tridimensionale dei segmenti corporei).

APPLICAZIONI: usati per lo studio del movimento di singole sezioni del corporee.



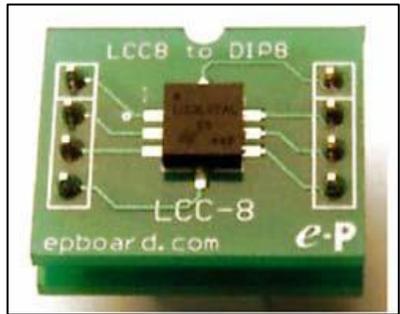
Sistemi inerziali



Gli **accelerometri** sono sensori che misurano le accelerazioni lineari dei vari segmenti corporei su cui gli stessi vengono posizionati.

I microaccelerometri sono piccoli sensori che misurano le accelerazioni cui sono sottoposti; a partire dalle accelerazioni e da un modello che descrive la dislocazione degli accelerometri sul soggetto, si possono calcolare la posizione e l'orientamento dei vari segmenti corporei;

Vengono spesso accoppiati con dei giroscopi: questi sensori sono in grado di misurare le accelerazioni angolari.



Integrando microaccelerometri, giroscopi e un modello del corpo umano è possibile costruire un sistema di motion capture.

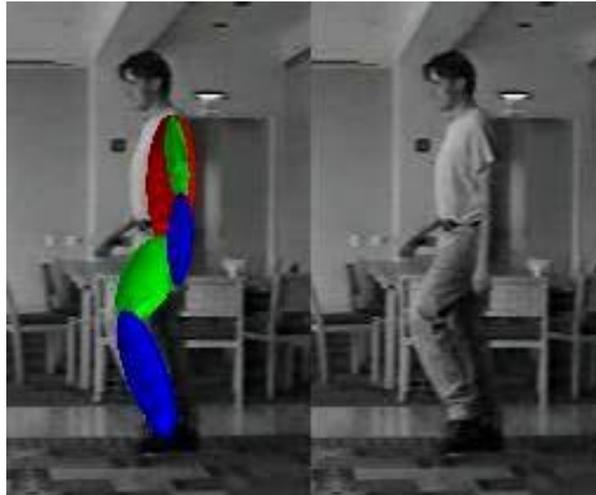
VANTAGGI: economici, poco ingombranti.

SVANTAGGI: l'accuratezza è limitata, diminuisce ulteriormente per acquisizioni lunghe.

APPLICAZIONI: animazione digitale di bassa qualità (videogames), ricerca.

Sistemi ottici senza marker

- Alcuni di questi sistemi riconoscono automaticamente i diversi segmenti corporei nelle immagini acquisite, e ne calcolano poi la posizione e l'orientamento nello spazio tridimensionale.
- Altri sistemi riconoscono l'intera figura del soggetto acquisita dalle camere, e calcolano il volume occupato dal soggetto nello spazio in ogni istante di tempo.
- Dal momento che l'elaborazione dei dati è parecchio dispendiosa e l'accuratezza limitata, questi sistemi sono ancora in fase di studio. Tuttavia, essi costituiscono il futuro del motion capture.



Sistema ottici a marker passivi

Un sistema per il motion capture ottico a marker passivi è costituito da:

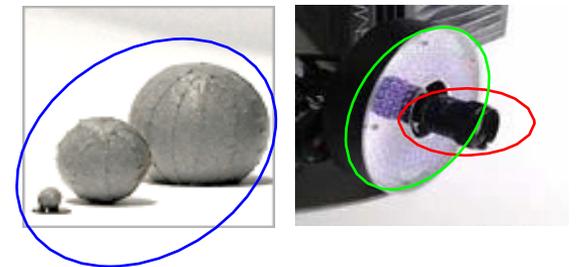
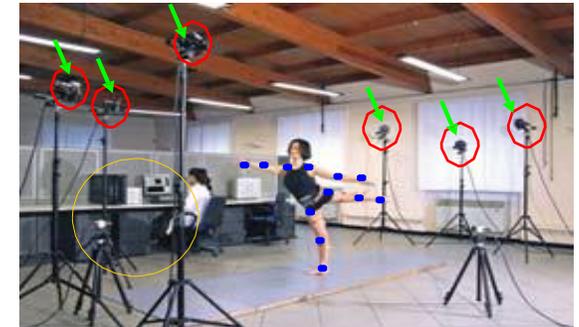
- Un set di almeno **due videocamere**;
- Flash per l'illuminazione della scena;
- Un set di marker sferici ricoperti da materiale riflettente, fissati al soggetto;
- Un elaboratore che riceve le immagini dalle videocamere, estrae i marker dalle immagini e ne ricostruisce le posizioni tridimensionali.

Grazie all'utilizzo combinato di flash e marker riflettenti, è possibile generare immagini ad alto contrasto dove è facile identificare i marker. La luce uscente dal flash viene riflessa dal marker. Nell'immagine acquisita, i marker riflettenti sono molto luminosi (dunque facilmente identificabili) mentre il resto dell'immagine è scuro. Il sistema di motion capture ottico restituisce la posizione tridimensionale dei marker in ogni istante di tempo.

VANTAGGI: elevata accuratezza, i marker non ostacolano i movimenti.

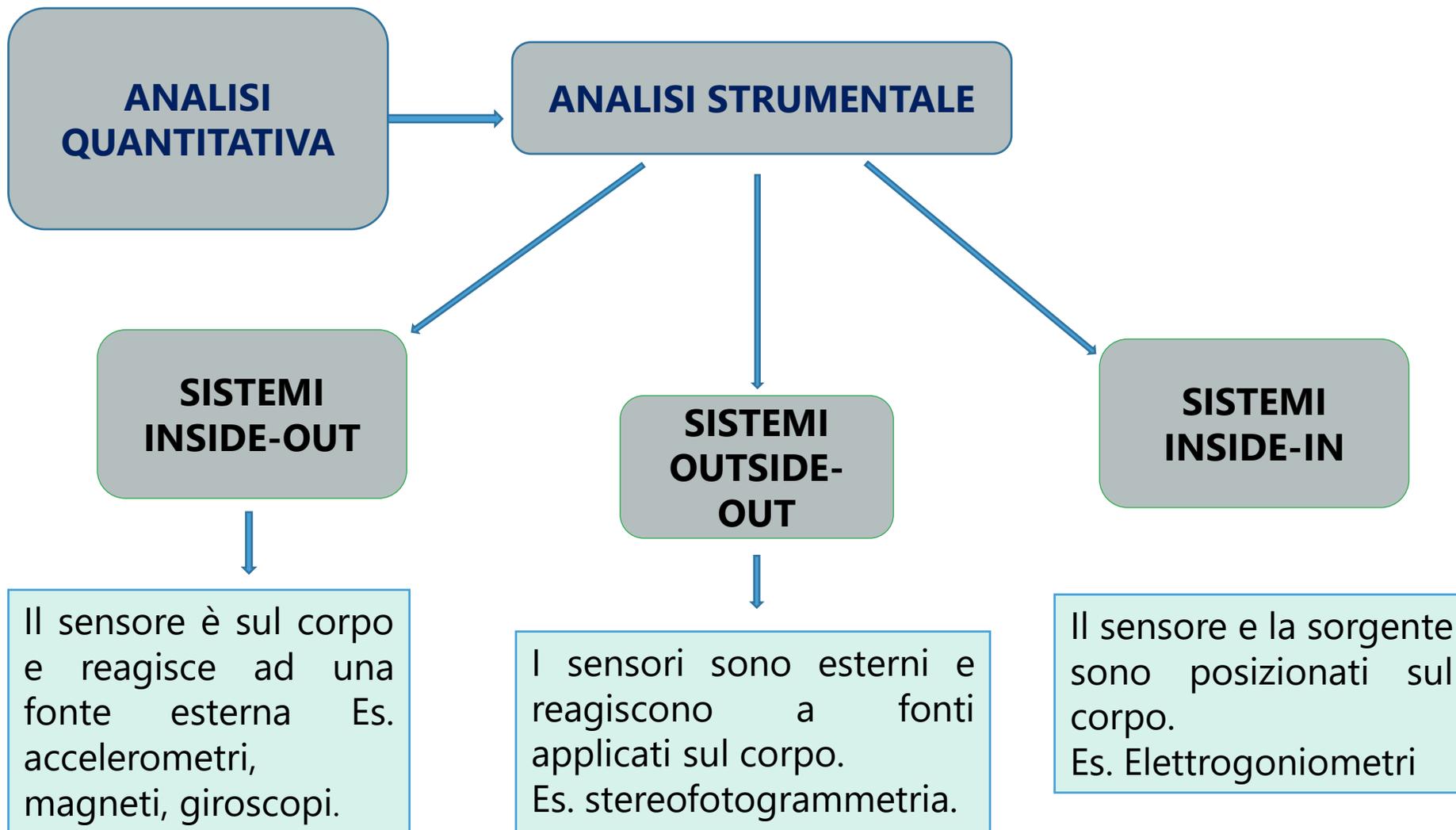
SVANTAGGI: costoso, i marker possono essere occlusi alla vista delle videocamere.

APPLICAZIONI: studio del movimento (medicina, sport), animazione digitale (film).

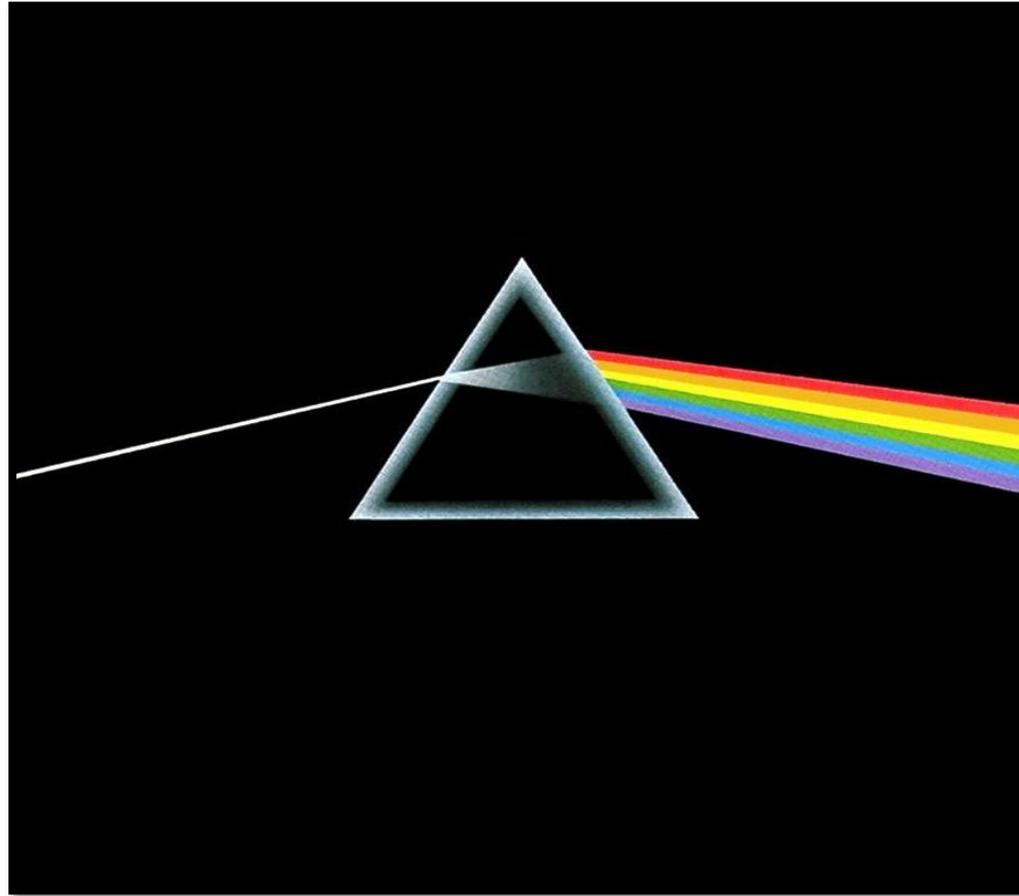


Sistemi ottici a marker attivi

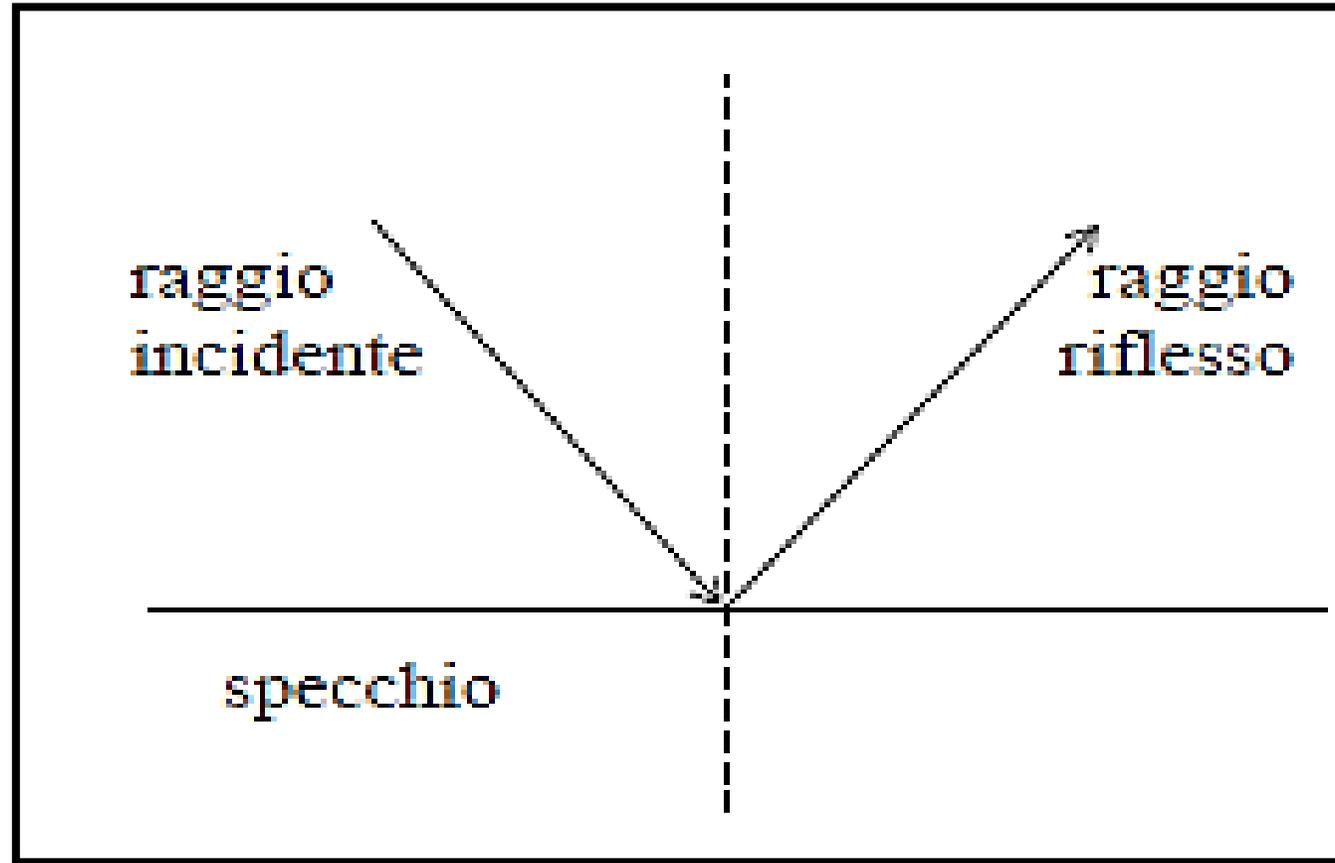
- I sistemi a marker attivi sono simili a quelli a marker passivi, ma i marker sono costituiti, ad esempio, da led colorati;
- Dal momento che ogni marker può avere un colore diverso, o può essere acceso o spento in istanti diversi, la fase di tracking dei dati risulta essere semplificata;
- Ciononostante, questi sistemi non hanno avuto il successo commerciale dei sistemi a marker passivi.



Ottica Geometrica

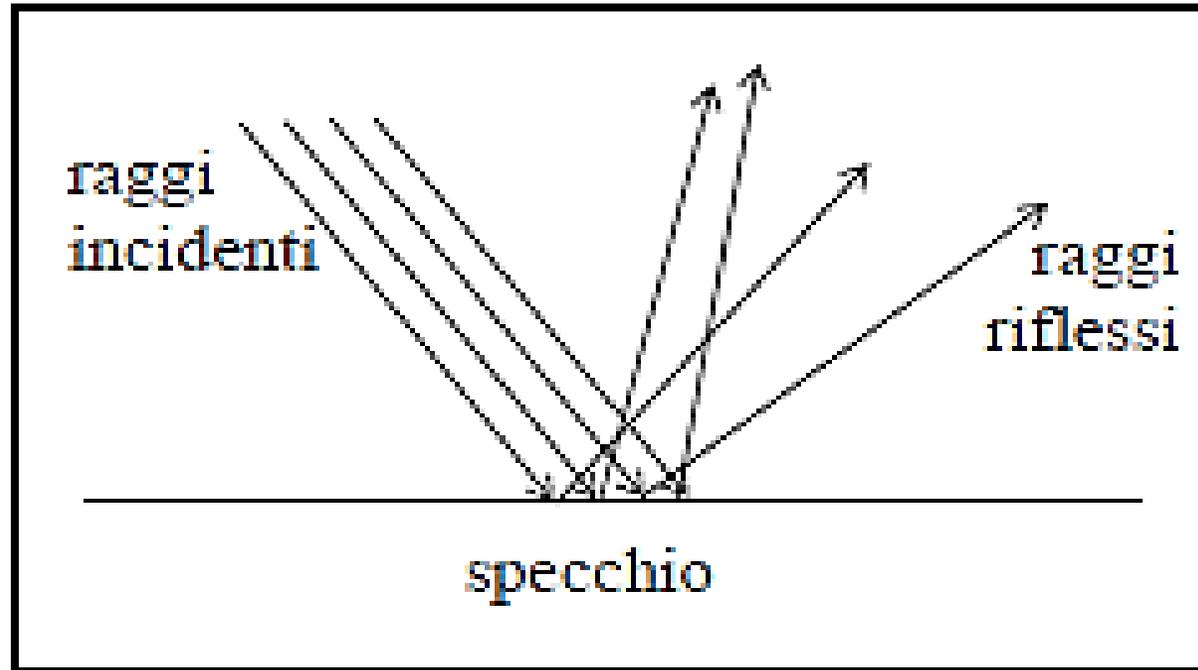


Riflessione



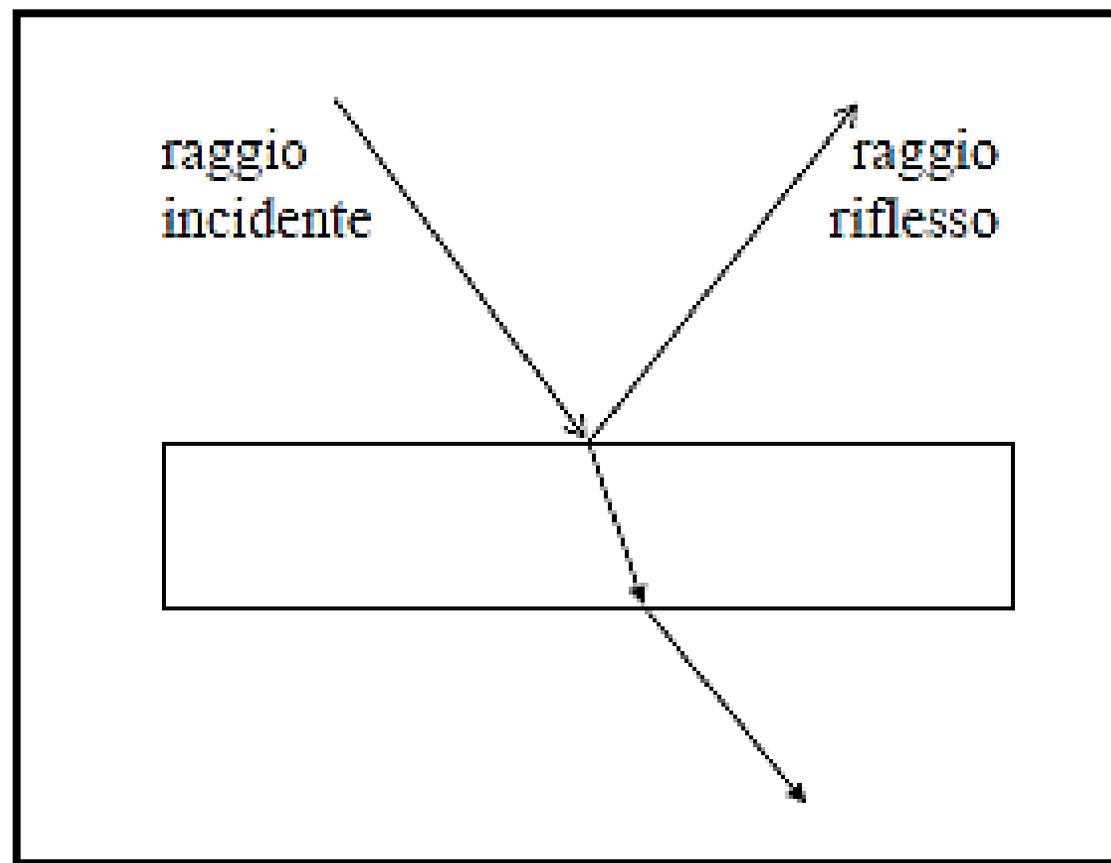
La ***riflessione*** è il fenomeno con cui un raggio di luce viene riflesso (completamente) da una superficie speculare (uno specchio).

Diffusione



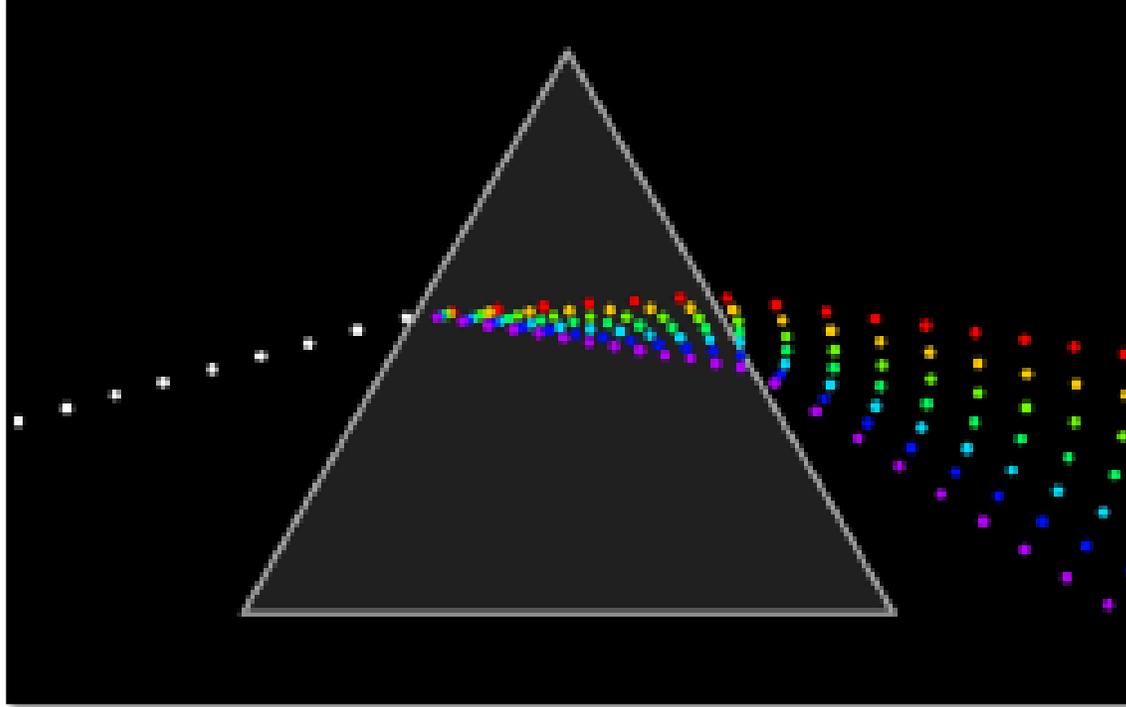
La **diffusione** è il fenomeno per cui i raggi di luce vengono riflessi in ogni direzione da una superficie non speculare. I raggi inizialmente paralleli vengono riflessi in ogni direzione dalla non uniformità microscopica (vi sono varie superficie riflettenti secondo angoli diversi) della superficie riflettente.

Rifrazione



La **rifrazione** è il fenomeno per cui un raggio di luce, passando da un mezzo trasparente in un altro, di diversa densità, devia il proprio percorso.

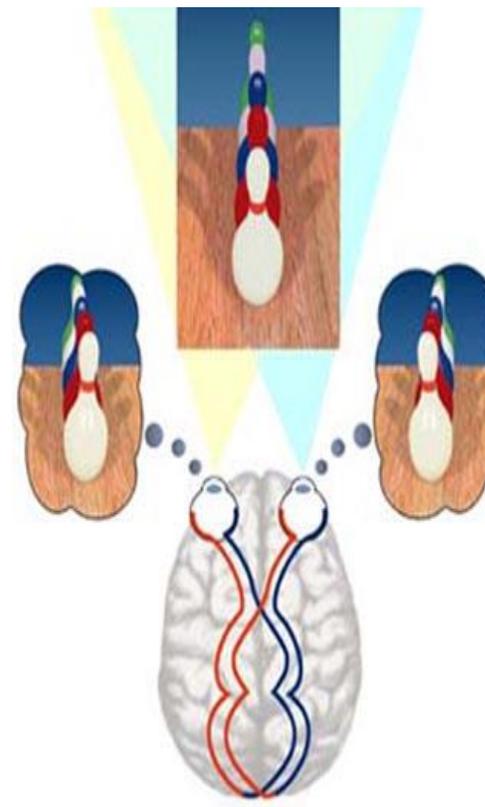
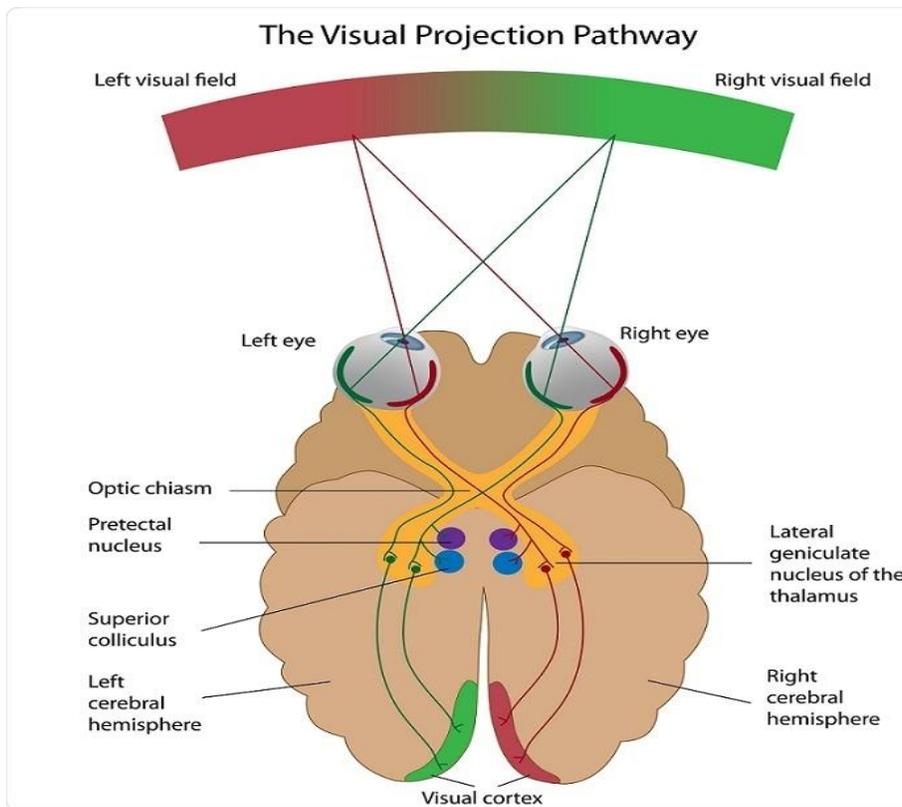
Dispersione



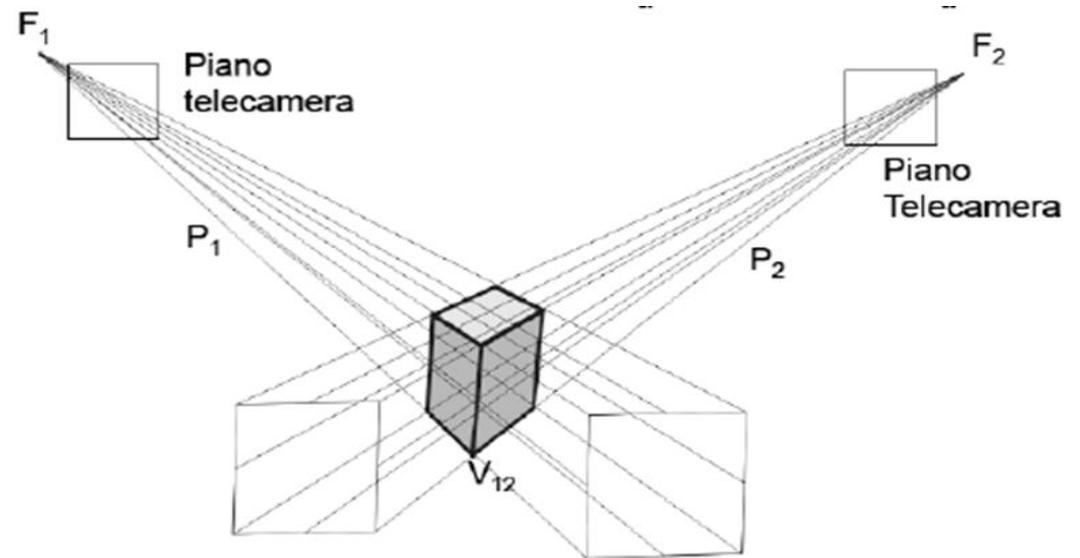
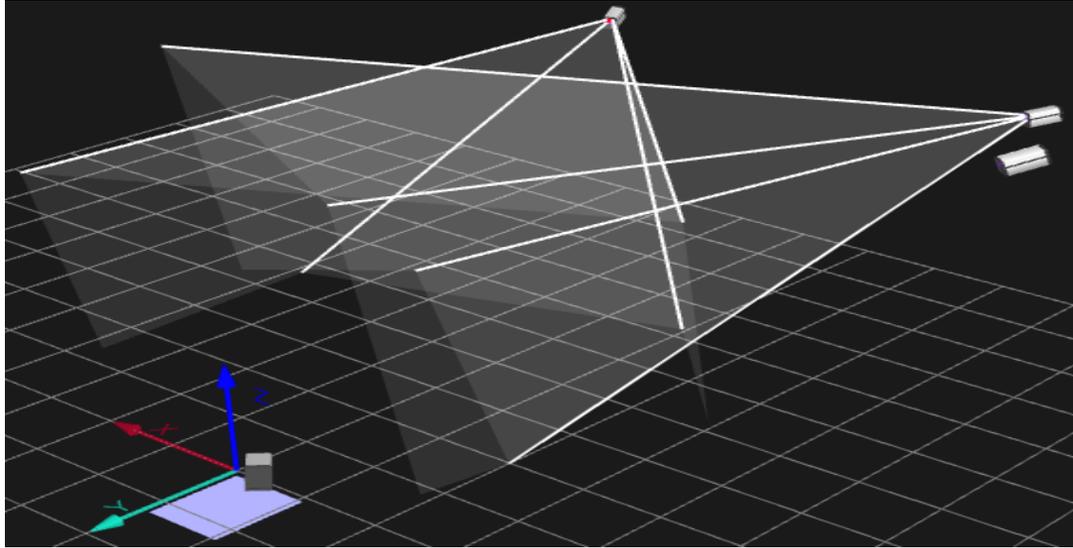
La **dispersione** è il fenomeno per cui la luce bianca, passando attraverso un prisma, si scompone nei vari colori che la compongono che vanno dal rosso al violetto, i sette colori dell'arcobaleno. La variazione dell'indice di rifrazione con la lunghezza d'onda produce la separazione dei colori in un fascio di luce bianca. Il rosso è il meno deviato, il violetto il più deviato.

STEREOFOTOGRAMMETRIA

La capacità di percepire la natura tridimensionale degli oggetti che ci circondano è definita **visione stereoscopica** ed è dovuta all'impiego combinato dei due occhi.



Il cervello riceve quindi una doppia immagine di ciascun oggetto, una da ogni occhio, ed ha la capacità di *unirle in un'unica immagine tridimensionale* fortemente differente dalle immagini originali.



VANTAGGI:

- **Tridimensionalità (3D)**

- **Non invasività**

- Possibilità di fornire informazioni quantitative con elevata **precisione, accuratezza e affidabilità**

- Possibilità di effettuare una analisi integrata multifattoriale e cioè di acquisire contemporaneamente dati relativi alla cinematica (per es. le traiettorie del movimento) alla dinamica (per es. lo scambio di forze al terreno) ed all'attivazione muscolare (elettromiografia o EMG).

- Facile utilizzo

- Costi adeguati

- nessun ostacolo al movimento

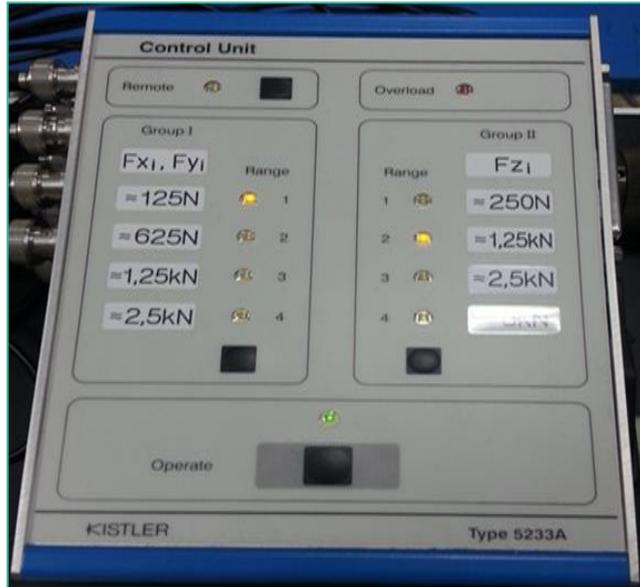
- acquisizioni total body

SVANTAGGI:

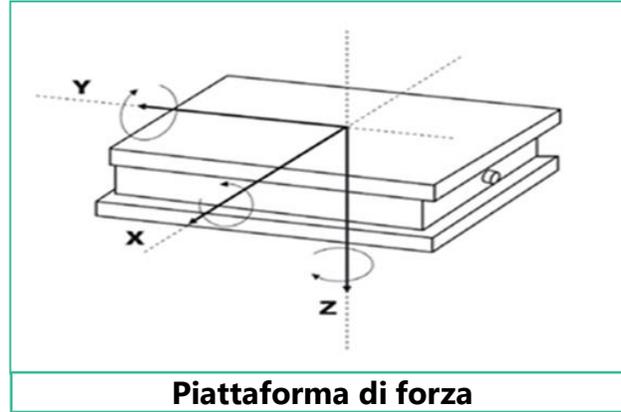
- Sebbene la stereofotogrammetria optoelettronica sia un potente mezzo per la *quantificazione della cinematica segmentale ed articolare* finalizzata alla valutazione della funzionalità motoria, essa presenta *diverse tipologie di errori*: **errori strumentali; errori nella determinazione delle coordinate locali dei repere anatomici; errori da artefatti da tessuti molli.**

- necessaria **calibrazione** per l'accuratezza dei dati.

STRUMENTI DEL SISTEMA STEREOFOTOGRAMMETRICO



Unità di controllo della padana



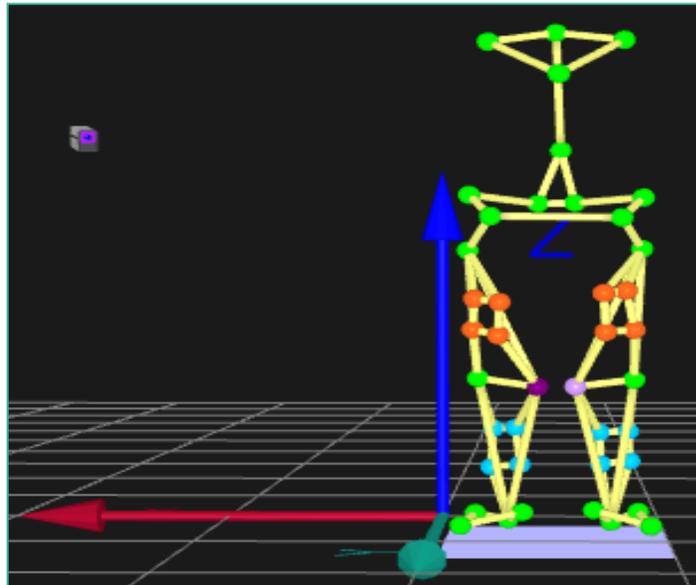
Piattaforma di forza



Camera system modello ProReflex MCU 240



Markers



Software Qualysis Track Manager



Wand and L-Frame

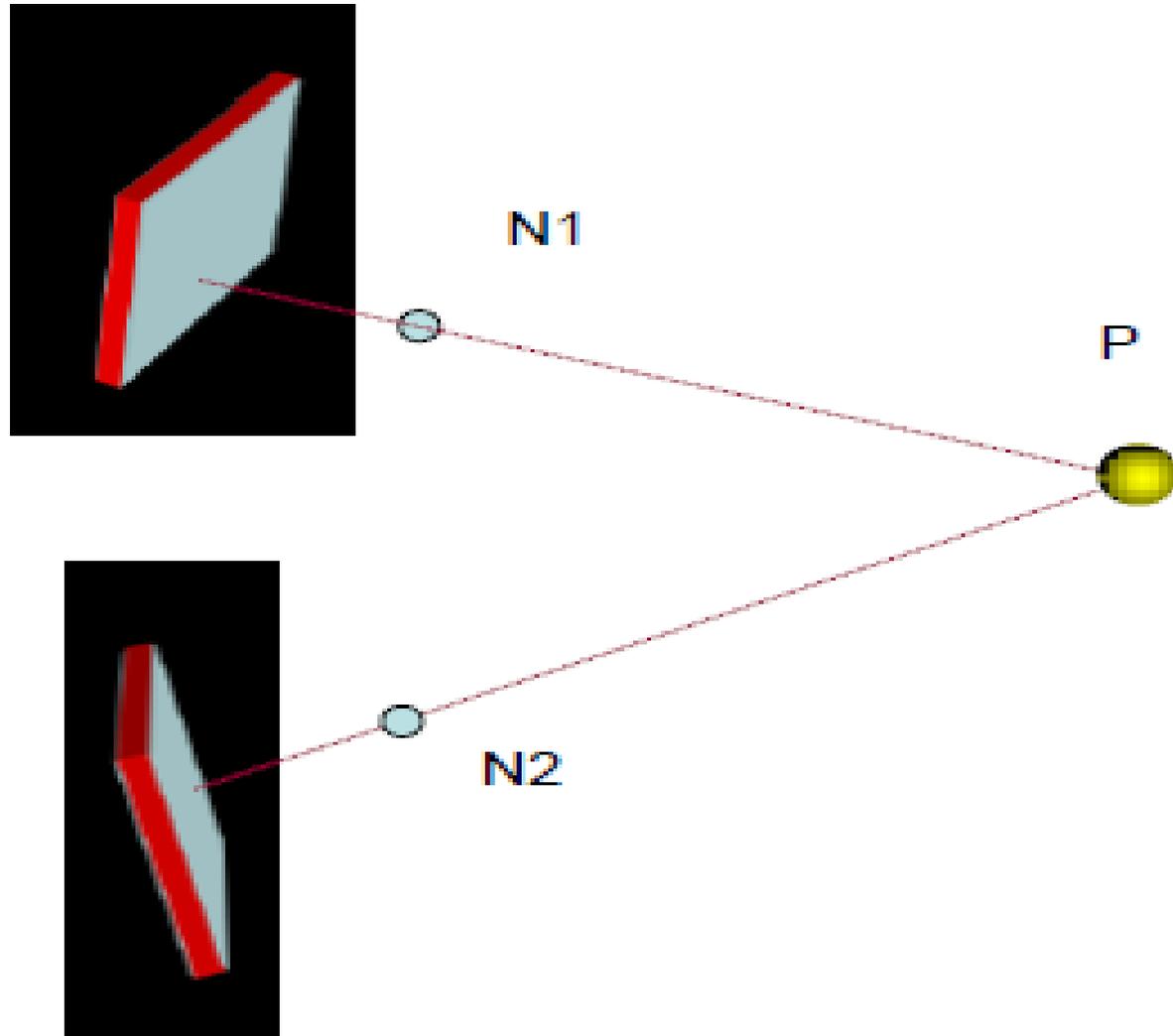


Software Visual 3D



Camera system modello ProReflex MCU 240

RICOSTRUZIONE GEOMETRICA 3D

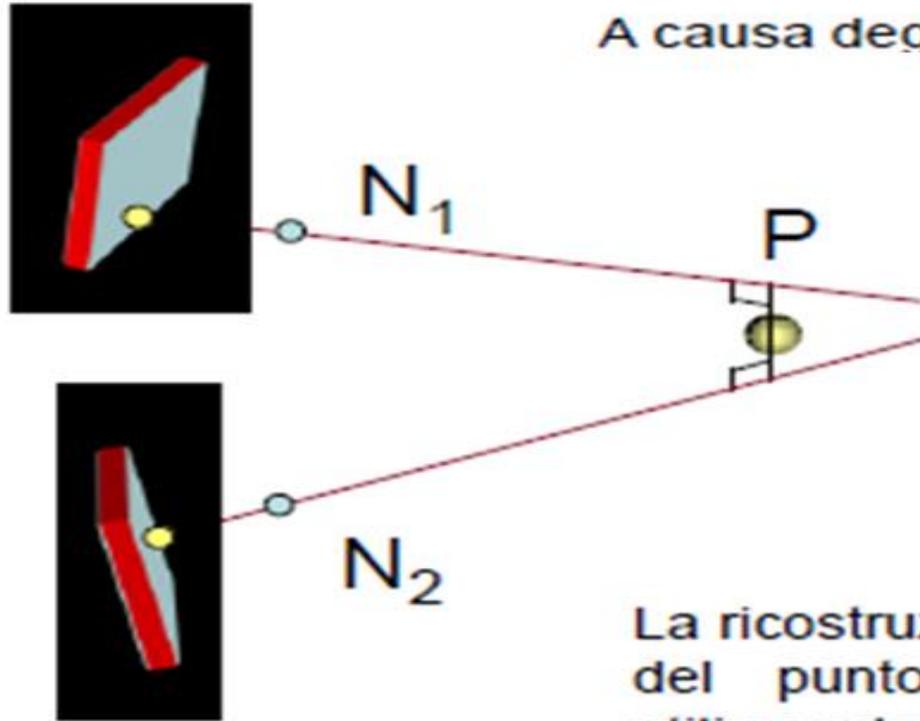


In un istante di tempo
definito

l'immagine del punto
oggetto P è proiettata sul
piano principale della
camera 1

l'immagine del punto
oggetto P è proiettata sul
piano principale della
camera 2

RICOSTRUZIONE GEOMETRICA 3D



A causa degli errori queste linee non si intersecano.

Possibile soluzione:

individuare la distanza minima tra tutti i punti delle due rette e stimare la posizione del punto P nel punto medio di questa distanza.

La ricostruzione geometrica della posizione del punto oggetto è stata effettuata utilizzando informazioni che riguardano:

- **posizione e l'orientamento** di due camere (inclusi i punti nodali) calibrazione del sistema (**invarianti nel tempo**)
- **posizione nei piani principali dei due punti immagine** variabili misurate (**varianti nel tempo**)

I **markers attivi** sono costituiti da LED che generano autonomamente il segnale luminoso e vengono posizionati in specifici punti di repere dei quali si vuole definire la traiettoria. Questi dispositivi necessitano però di alimentazione e sincronizzazione via cavo.



Diodo a Effetto Collaterale



Markers passivi

I **markers passivi** sono costituiti da supporti in materiale plastico ricoperti da pellicola catarifrangente. La sfericità rappresenta la migliore geometria del supporto della riflessione dei raggi infrarossi, a vantaggio della visibilità nel volume di misura. Per l'identificazione e classificazione dei markers è necessaria una sofisticata fase di pre-elaborazione.

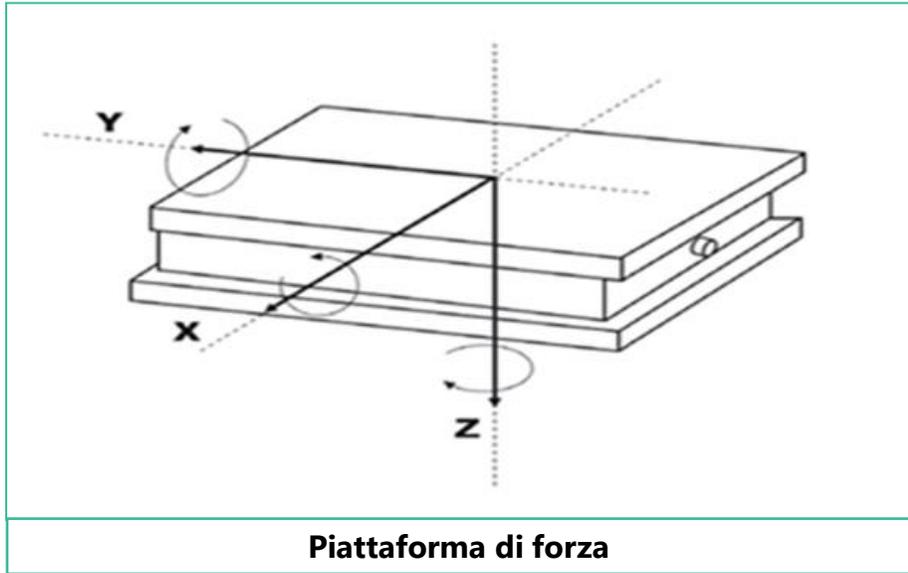


Markers passivi

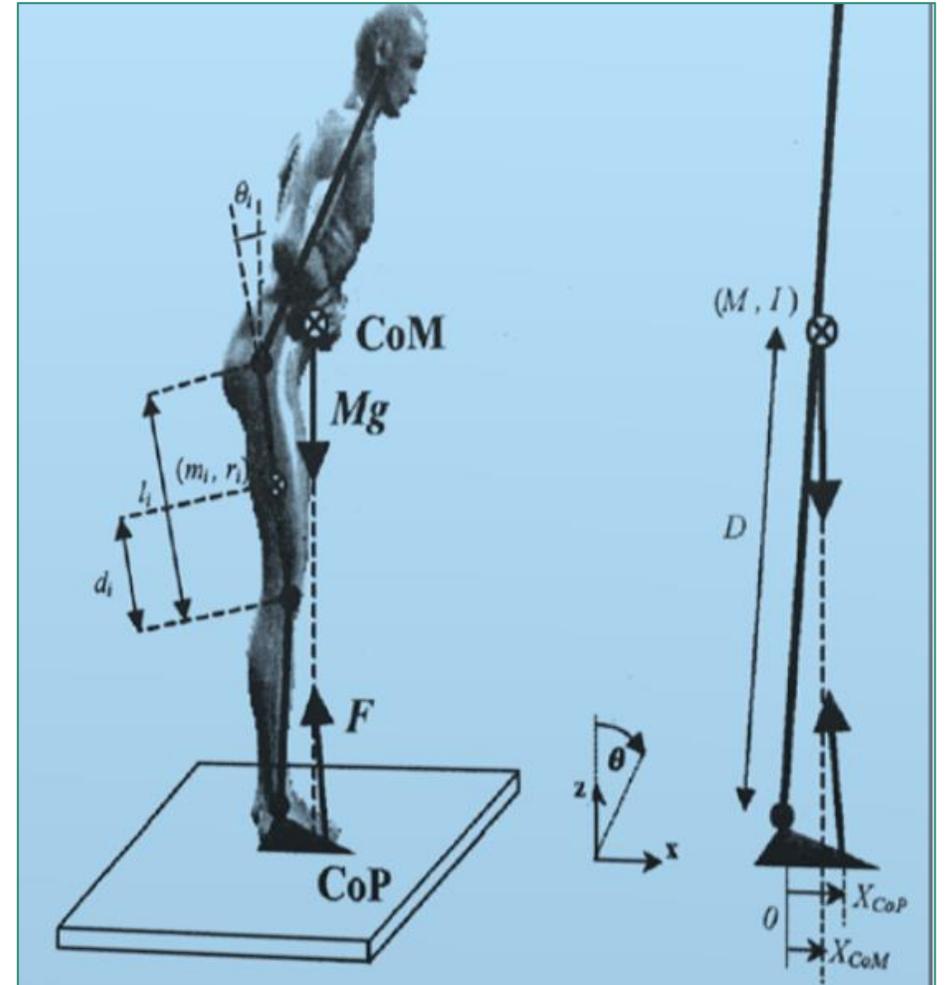
ANATOMICI

TRACKING

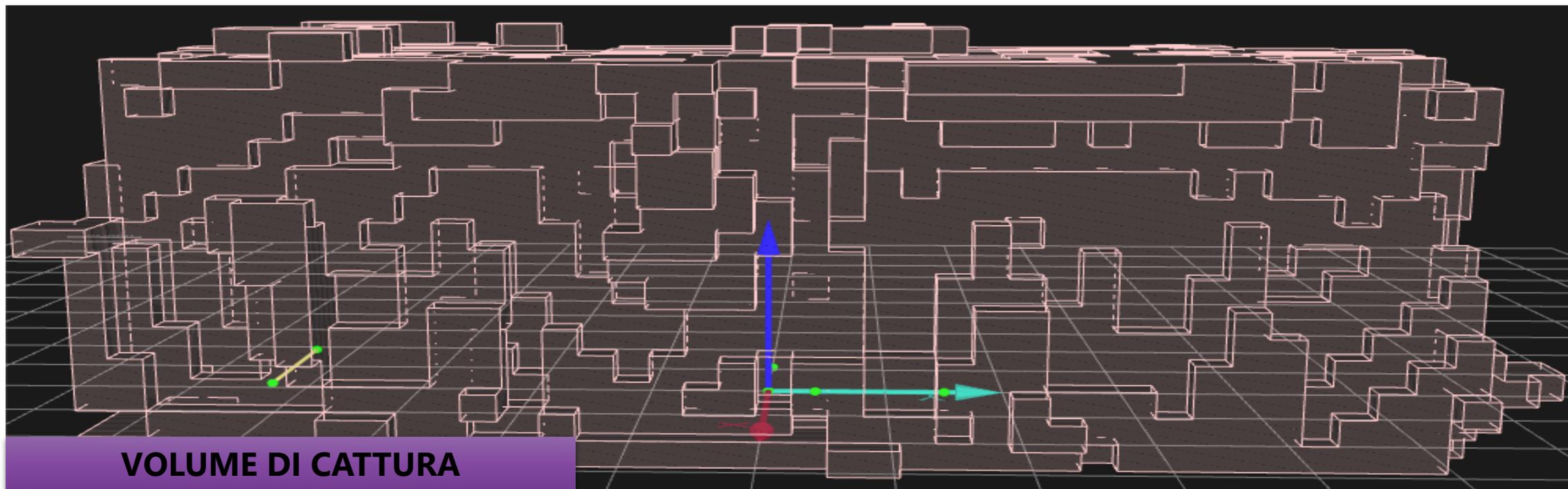
CALIBRAZIONE



Consente di rilevare la forza vincolare al suolo e la velocità, momenti generati dal corpo in statica e dinamica. I dati si ottengono sfruttando le caratteristiche di pienzaelettricità della piattaforma (capacità di polarizzarsi quando viene applicato uno stimolo meccanico).



CALIBRAZIONE



CALIBRAZIONE

CALIBRAZIONE STATICA



Consiste nel posizionare L-Frame sulla superficie dell'area di cattura.
Utile a fissare l'origine e la direzione degli assi del sistema di riferimento globale.



CALIBRAZIONE DINAMICA



Consiste nel muovere il Wand nello spazio in diverse direzioni al fine di creare il volume di cattura.



CALIBRAZIONE

Current Calibration

Calibration file: _____

20161110_133250.qca

Open

Load Other...

Calibration results _____



Calibration passed

Camera results

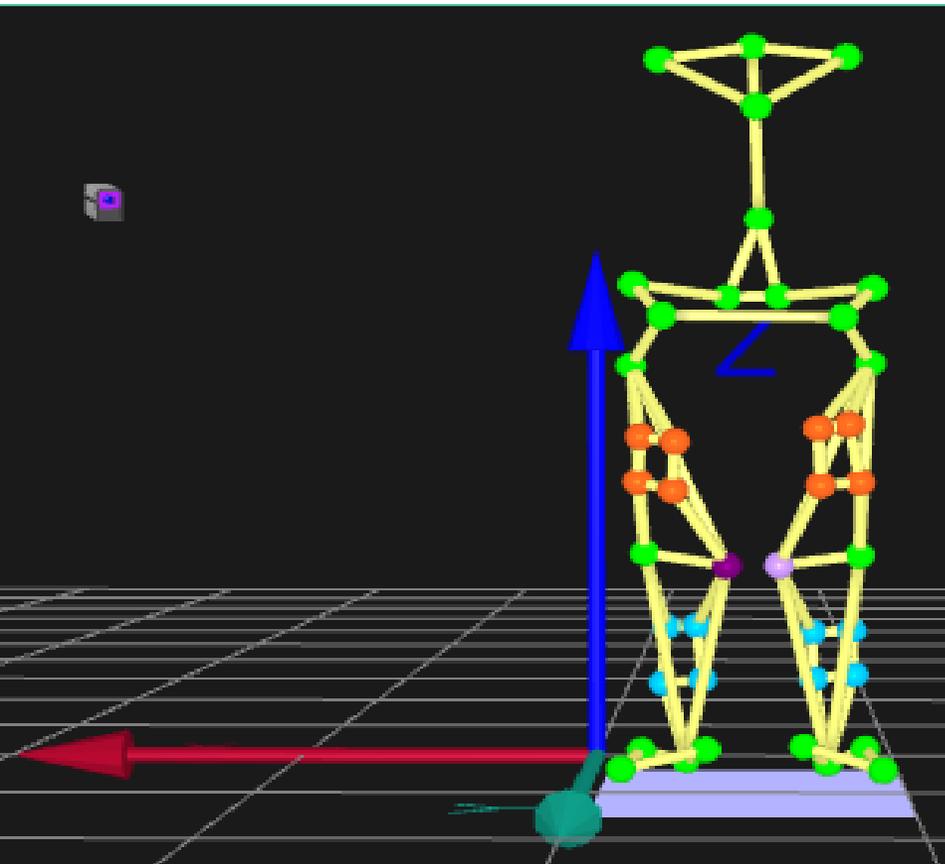
Camera	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Points	Avg. residual (mm)
01	-1393.28	-5209.41	1615.09	971	1.01514
02	-2686.21	-2679.13	2539.54	1205	0.70527
03	-2639.78	2108.70	2588.95	1228	0.63965
04	-1455.20	4802.06	1640.88	974	0.85119
05	1890.50	4853.49	1636.56	870	0.72932
06	2693.53	2308.19	2595.08	1112	0.64381
07	2604.62	-2768.15	2523.27	1209	0.61472
08	2008.78	-5436.67	1580.38	1272	0.85040

Standard deviation of wand length: 0.76704 (mm)

Calibration carried out: 2016-11-10 13:32:50

Il valore della deviazione standard della lunghezza del Wand deve essere inferiore a 1mm viceversa bisogna ripetere la calibrazione.

QTM



Software Qualisys Track Manager

Il sistema *Qualisys Track Manager*, o QTM, è il principale software della Qualisys in grado di gestire il processo di motion capture in modo semplice ed efficiente, utilizzabile da utenti esperti e non. Accoppiato con un sistema hardware della Qualisys, consente la raccolta dei dati relativi al gesto motorio acquisito in tempo reale in 2D-3D con errore di rilevazione minimo (inferiore al millimetro).

Il software supporta tutte le principali piattaforme di forza e sistemi EMG utilizzati nella ricerca biomeccanica.

Il sistema di motion capture Qualisys offre una vasta gamma di scenari applicativi come ad esempio in aria, in acqua, in ambienti esterni o chiusi, con l'impiego di marcatori che possono essere passivi o attivi.

Il sistema QTM consente una raccolta dei dati delle posizioni assunte dai markers nello spazio in 2D e calcola i dati in 3D e 6DOF e questo può essere fatto in tempo reale. È costituito da una serie di algoritmi avanzati di motion capture per garantire elevate prestazioni e precisione, grazie anche al processo di calibrazione che permette al software di possedere informazioni circa l'orientamento e la posizione di ogni telecamera, al fine di monitorare ed eseguire calcoli sui dati 2D e 3D.

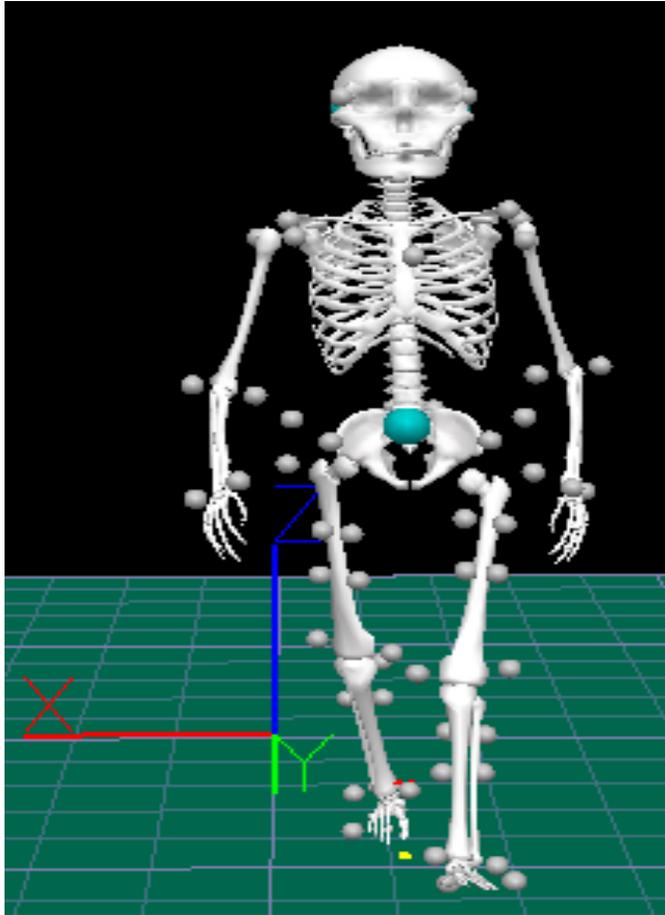
I dati possono essere trasferiti ad altri programmi di analisi quali: Matlab o Visual 3D.

VISUAL 3D

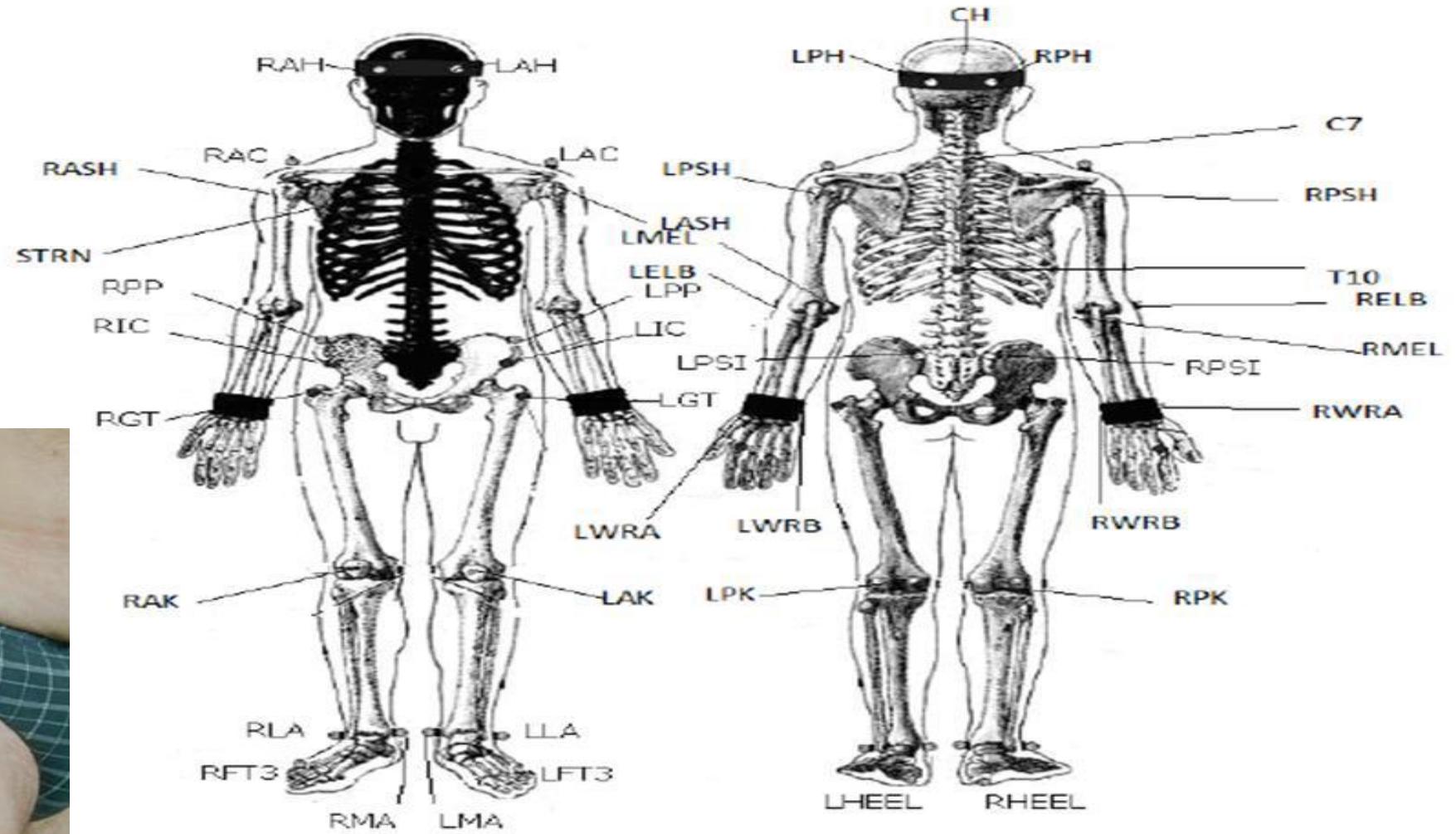
Visual3D è un software utile all'analisi biomeccanica del movimento (cinematica e cinetica) è in grado di elaborare i dati importati da qualsiasi tipo di sistema di Gait, utilizzando il formato standard C3D e tratta anche i segnali analogici sincronizzati come piattaforme di forza, celle di carico e EMG, calcola la biomeccanica in base alla dinamica newtoniana, in tempo reale. Può essere utilizzato nel campo della Gait Analysis, dello sport e della valutazione delle prestazioni sportive, della riabilitazione fisica, dell'ergonomia, delle neuroscienze, degli studi sugli animali, dello spettacolo e dei processi Industriali.

Le caratteristiche principali del sistema Visual3D sono:

- Sei gradi di libertà di modellazione e di analisi;
- Modellazione e analisi di cinematica inversa;
- Integrità dei dati;
- Modellazione avanzata – Supporto per qualsiasi marker set;
- Advanced Signal Processing per dati 2D e 3D;
- Pipeline per un'analisi ripetibile e automatizzata;
- Reporting integrato;
- Hardware di Gait Analysis indipendente;
- Streaming e analisi dei dati in tempo reale e analisi a partire dai sistemi di Gait Analysis ottico più diffusi.



MARKER SET



REPORT

Spatio Temporal Parameters

Gait Cycle

Speed 1.283 m/s 0.768 Statures/s
Stride Len(8) 1.323±0.022m
Cycle Time Computed: 1.046 s Actual (8) 1.031±0.034 s

Measure±StdDev (Count)

Measure±StdDev (Count)

Left : 0.645±0.019 m (5)	Step Length	Right : 0.681±0.008 m (7)
Left : 0.515±0.011 s (5)	Step Time	Right 0.518±0.026 s (7)
Left Stance : 0.660±0.032 s (7)	Stance/Swing	Left Swing 0.385±0.009 s (5)
Right Stance 0.650±0.030 s (3)	Stance/Swing	Right Swing 0.396±0.015 s (6)
Left : 0.660±0.032 s (7)	Stance Time	Right : 0.650±0.030 s (3)
Left : 0.385±0.009 s (5)	Swing Time	Right : 0.396±0.015 s (6)
Left : 1.040±0.037 s (4)	Cycle Time	Right : 1.023±0.032 s (4)
Left : 116.547±2.477 (5)	Steps / Minute	Right : 116.106±5.650 (7)
Left : 57.771±2.039 (4)	Strides / Minute	Right : 58.699±1.842 (4)
Left : 0.126±0.021 s (6)	Initial DBL Support	Right : 0.139±0.015 s (8)

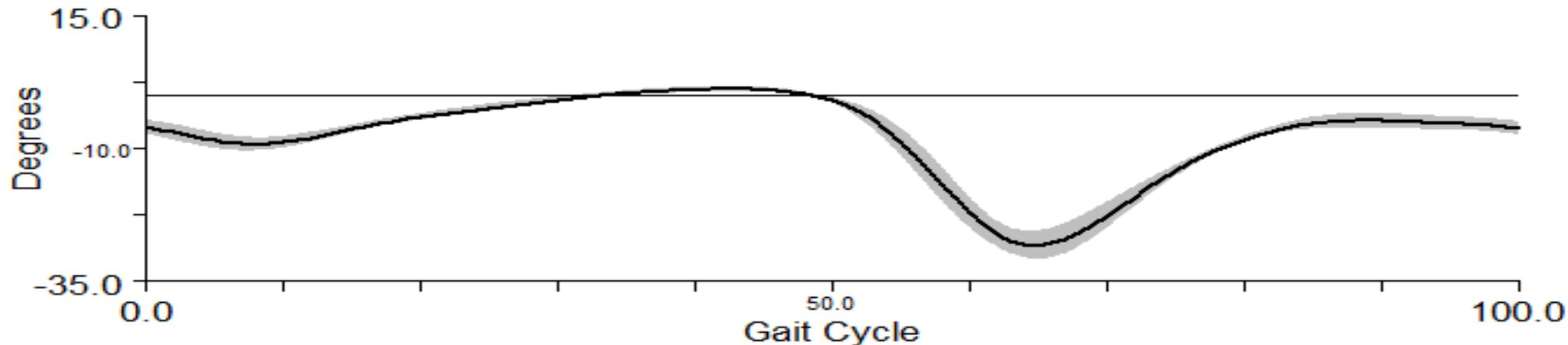
DbL Limb Support (14)

0.265±0.036 s

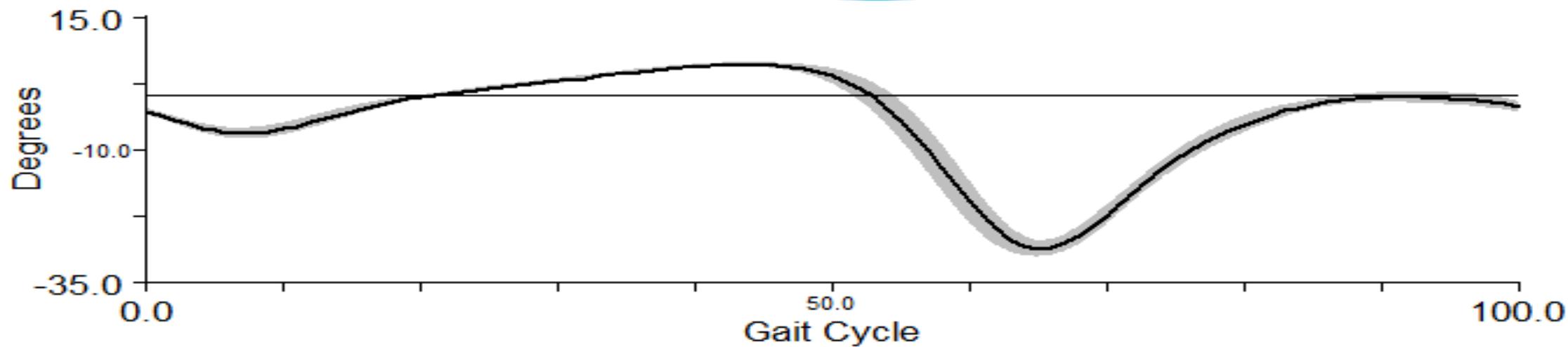
REPORT

Ankle Angle

Left Ankle Angle



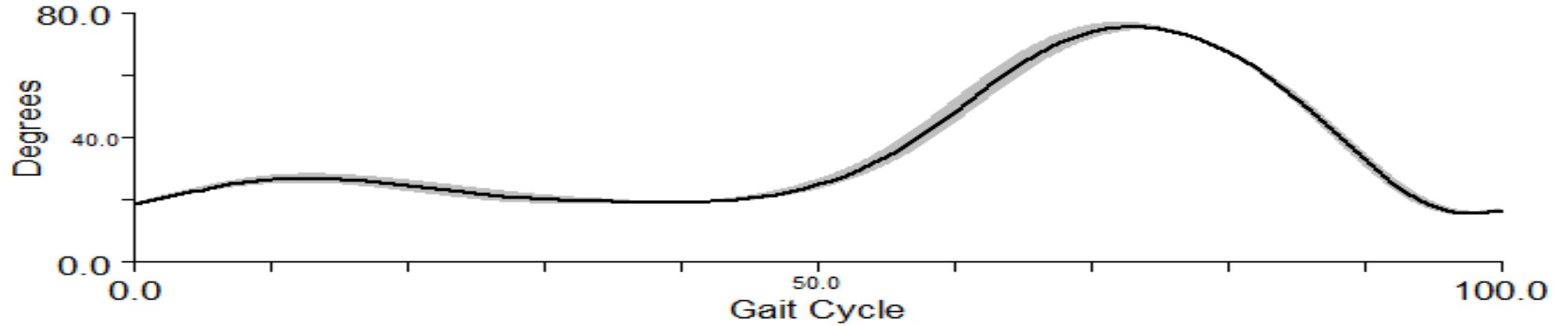
Right Ankle Angle



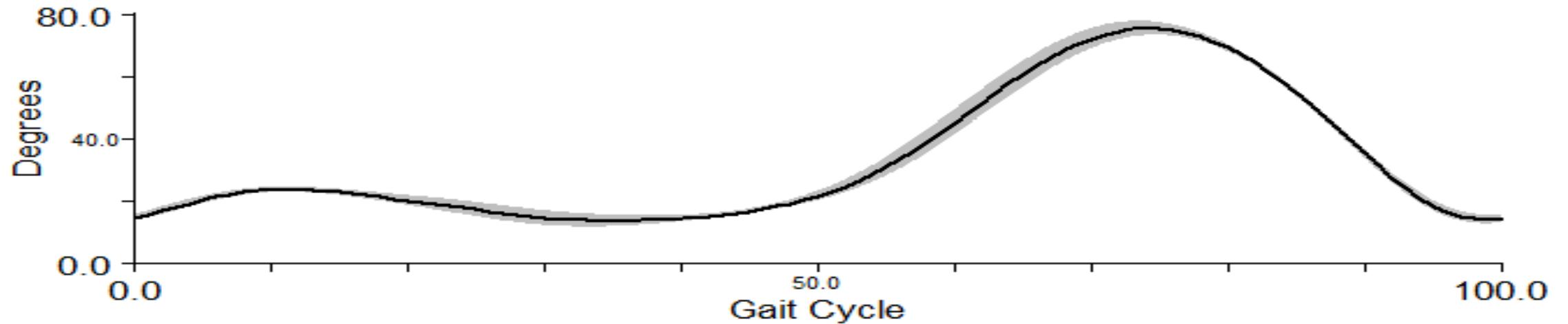
REPORT

Knee Angle

Left Knee Angle



Right Knee Angle



REPORT

