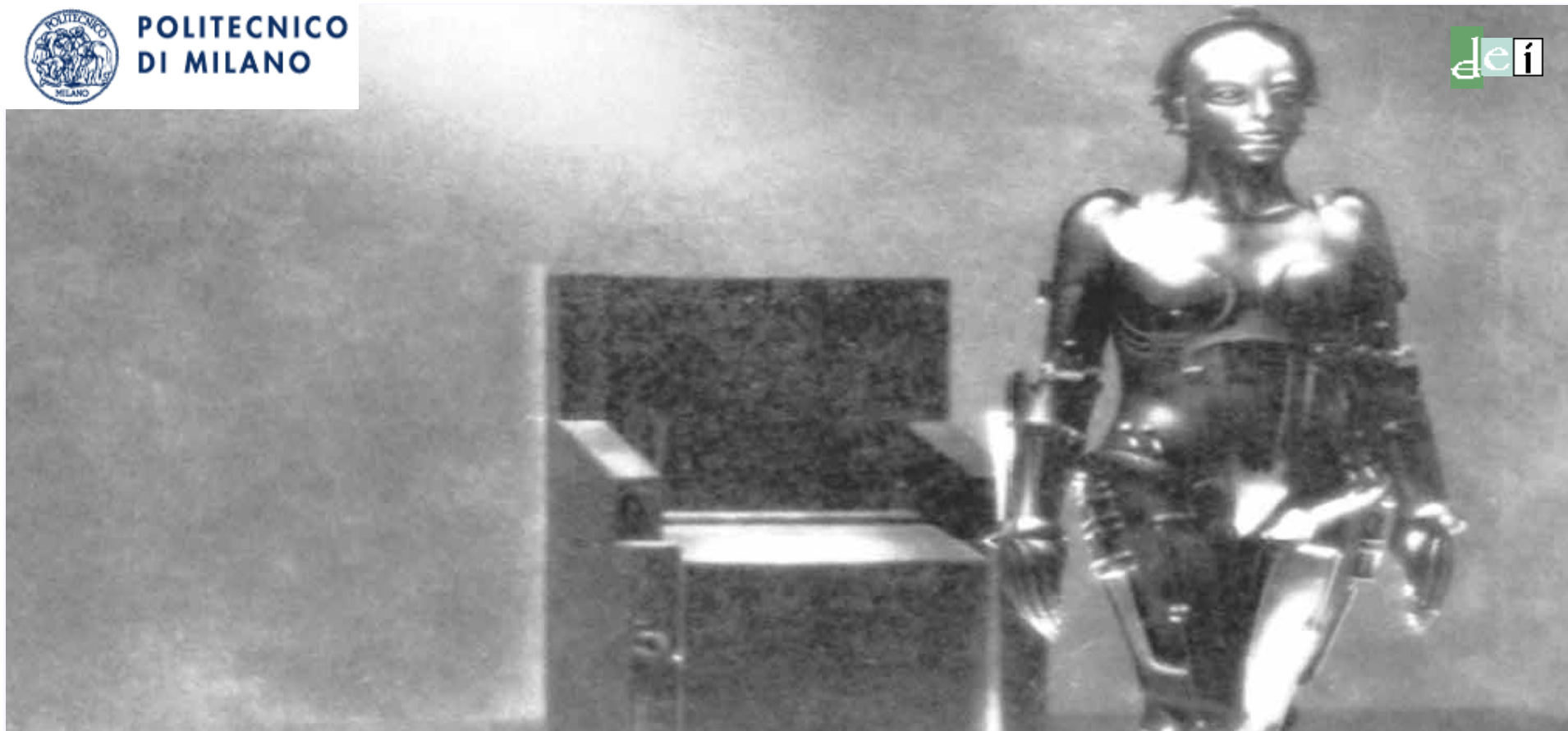




POLITECNICO
DI MILANO



070342 – Robotica

<http://home.dei.polimi.it/gini/robot/>

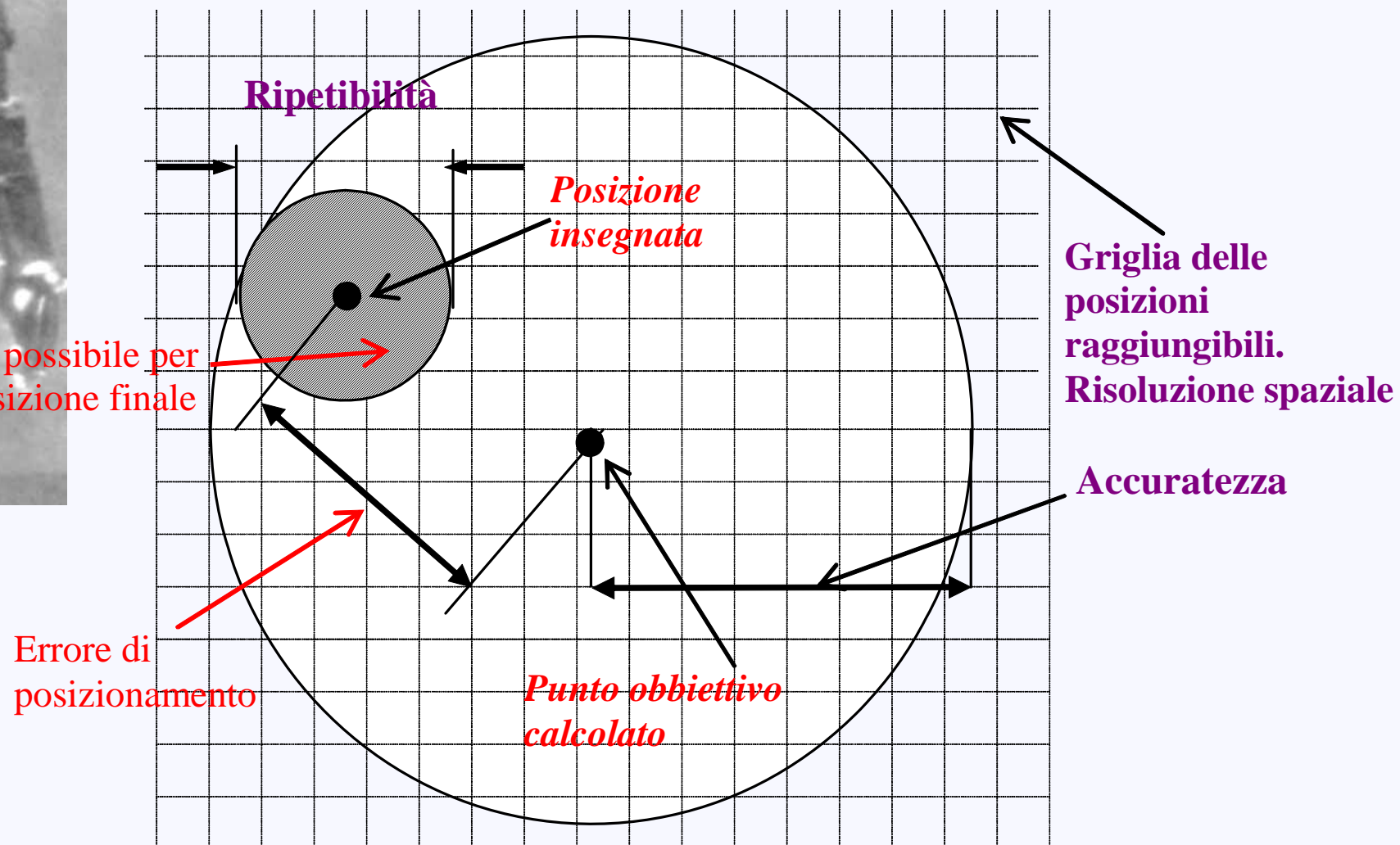
Caratteristiche cinematiche dei manipolatori



Precisione statica

- **Accuratezza:** la differenza fra la posizione cartesiana comandata e quella effettivamente raggiunta dal sistema di controllo alla fine del moto
 - L'accuratezza è tanto più importante quanto più piccole sono le tolleranze.
- **Ripetibilità:** variabilità della posizione raggiunta mandando ciclo dopo ciclo lo stesso comando al controllore.
 - importante quando il robot è programmato sul campo; si lavora in variabili di giunto - esempio per CRS articolato è 0.05 mm, per cartesiano 0.02 mm.
- **Risoluzione spaziale:** la distanza minima che può essere rilevata o comandata. Questo parametro dipende dalla risoluzione dei sensori interni.

Risoluzione, ripetibilità, accuratezza

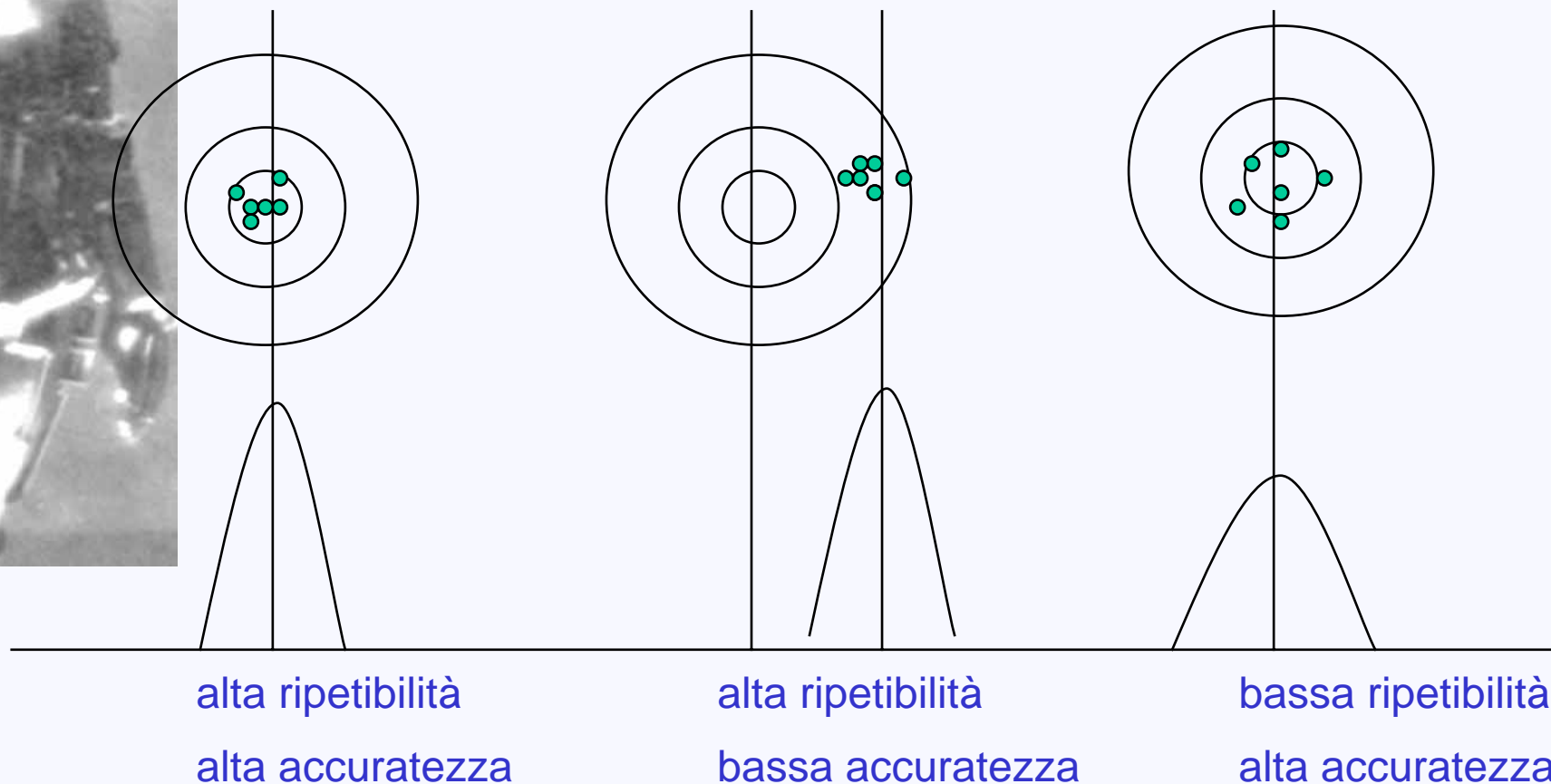




commento

- La griglia rappresenta l'insieme delle posizioni raggiungibili cioè la risoluzione spaziale (nel caso 2D).
- La posizione insegnata è quella presa sul campo che viene memorizzata come variabili di giunto.
- L'errore di posizionamento dipende dall'accuratezza del modello cinematico.
- L'accuratezza del modello cinematico dipende da parametri geometrici (tolleranze) cedevolezza, etc.
- *E' più facile costruire robot ripetibili piuttosto che accurati.*

ripetibilità - accuratezza





Fattori che influiscono sulla accuratezza:

- **Fattori ambientali** (temperatura, umidità, ...);
- **Parametri cinematici** (lunghezza dei link, ...); è il fattore più importante. Per migliorarlo
 - Misurare i parametri reali del robot ed inserirli nel modello (signature)
 - La calibrazione è difficile -non esiste sensore per dare la posizionaer cartesiana
- **Parametri dinamici** (cedevolezza della struttura, attrito, ...);
- **Problemi di misura** (risoluzione e non linearità di encoders o resolvers...);
- **Problemi di calcolo** (arrotondamenti, ...);
- **Aspetti della applicazione** (errori nella installazione e definizione dei riferimenti).

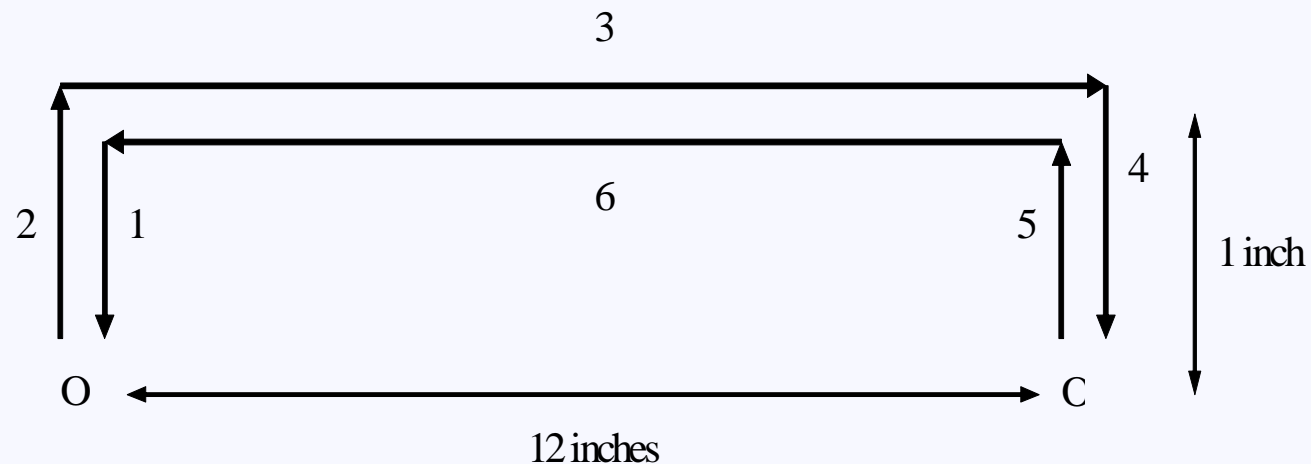


Altre misure di prestazioni

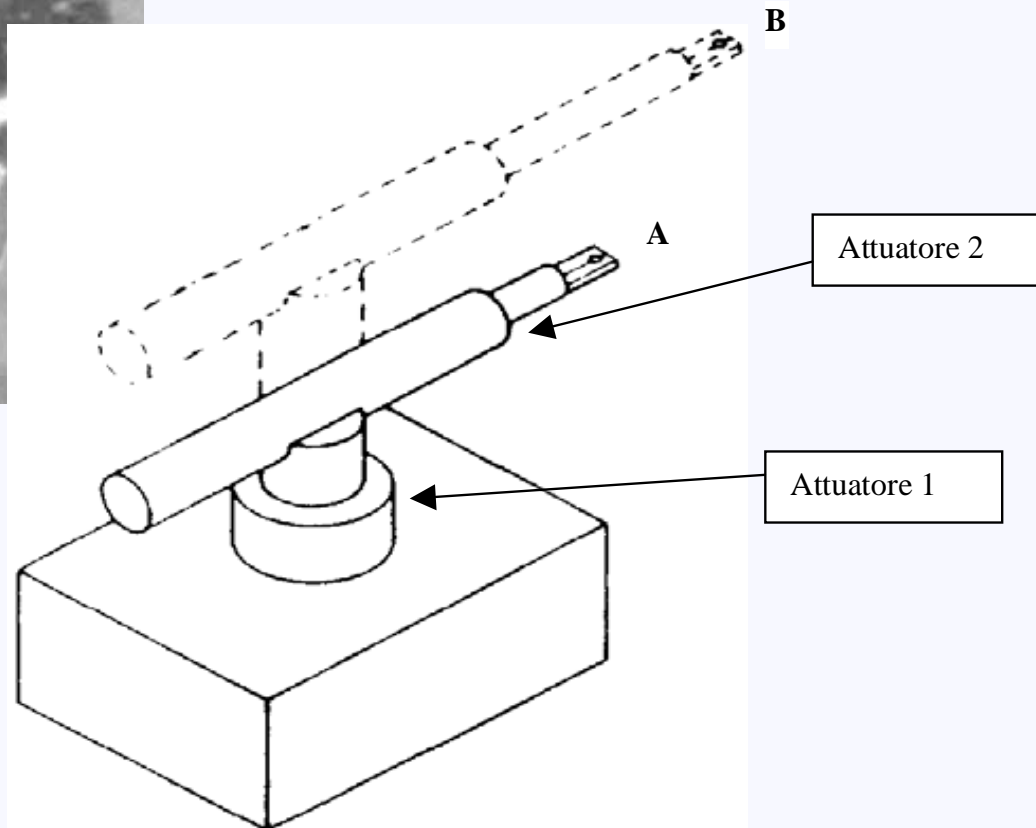
- **Massimo payload:** massimo peso che può essere trasportato dal robot a velocità ridotta mantenendo la precisione. Il *nominal payload* è invece misurato alla velocità massima mantenendo la precisione
 - Per il costruttore del robot payload significa tutto quello che viene attaccato al polso del robot quindi va considerato anche il peso della mano.
- **Massima velocità:** la velocità massima a cui si può muovere l'estremità del robot completamente esteso e muovendo tutti i giunti insieme in direzioni complementari.



- **Tempo di ciclo:** il tempo necessario ad eseguire il ciclo standard di “pick and place” di 12 inches.
- Nei robot di buone prestazioni è circa 1secondo - per CRS 3000 cicli all'ora



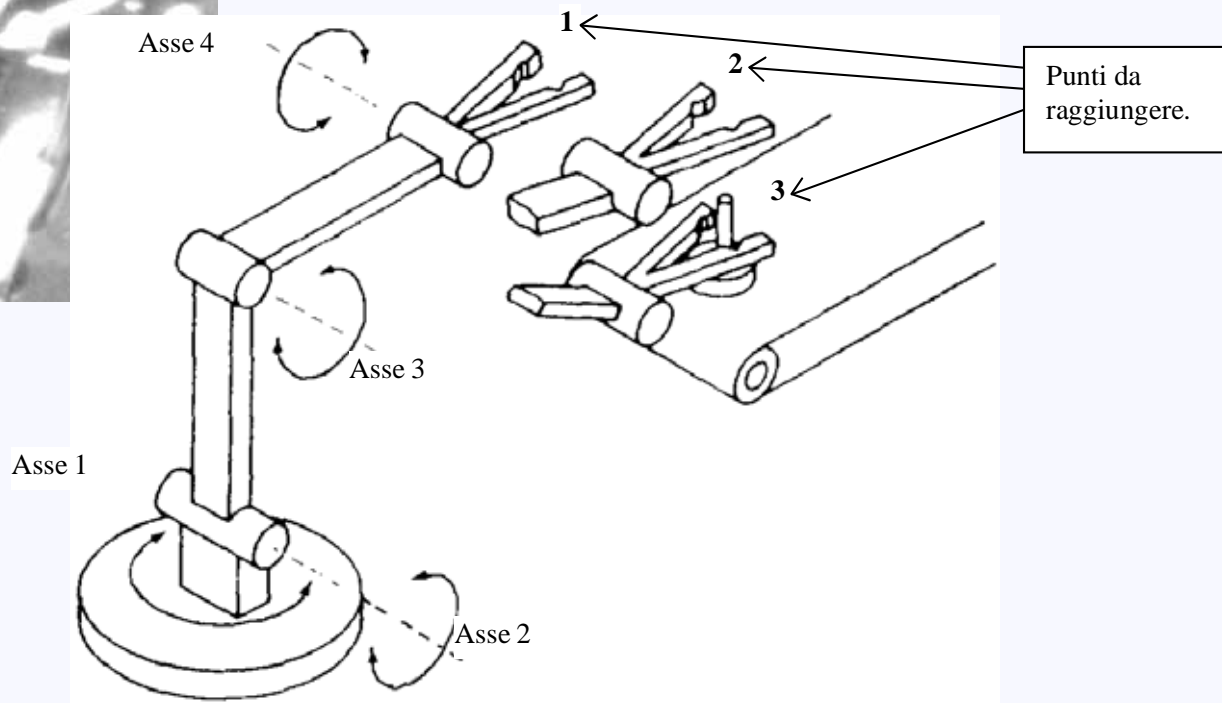
Gestione traiettorie: Stop-to-Stop



- Es: 2 giunti stop-to-stop
- anello aperto
- attuatori pneumatici
- Non richiede alcun calcolo real-time

Gestione traiettorie: Point-to-Point

- Es: pick and place
- sul campo:
 - manualmente il robot in pos 1.
 - memorizza valori giunti.
 - manualmente il robot in pos 2
 - memorizza valori giunti.
 -



memoria

- Il controllore invia i punti da raggiungere agli attuatori usando opportune tecniche di interpolazione e della traiettoria



valori per la posizione 1

valori per la posizione 2

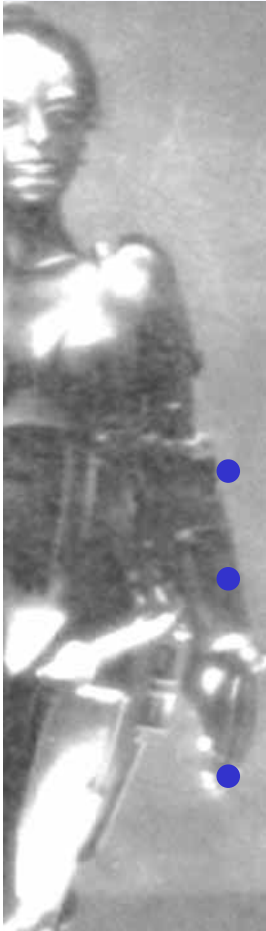
valori per la posizione 3

{	É		
	1000		
	1001	0	θ_1
{	1002	180	φ_1
	1003	90	β_1
	1004	180	B_1
	1005	0	θ_2
{	1006	175	φ_2
	1007	80	β_2
	1008	190	B_2
	1010	0	θ_3
{	1011	170	φ_3
	1012	70	β_3
	1013	200	B_3
	1014		
{	É		

Angoli dei giunti

Valori degli angoli dei giunti memorizzati in locazioni di memoria consecutive

Numero o indirizzo usato per identificare ogni locazione di memoria.

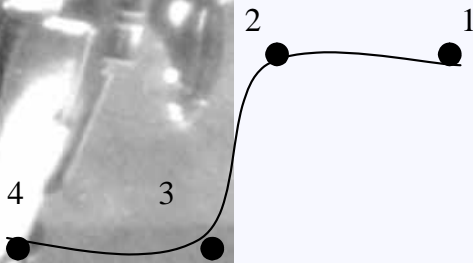


Gestione traiettorie: Traiettoria Controllata

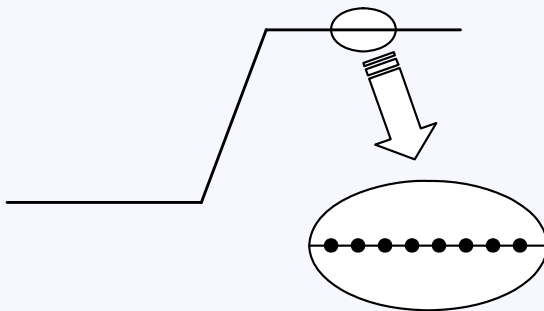
- Calcolata (off line o real-time?)
 - per avere movimento fluido: interpolazione nello spazio dei giunti, etc.
 - per evitare ostacoli?
-
- preparata in modo da essere eseguita real-time

Gestione traiettorie: Traiettoria Continua

- Si memorizzano le posizioni della traiettoria eseguita per prova in modo fitto



traiettoria point-to-point - i punti indicati sono raggiunti in sequenza con traiettorie decise dal controllore fra di essi.
! Sono memorizzati solo quattro punti.



traiettoria continua - i punti indicati sono raggiunti in sequenza.
! Sono memorizzati molto fitti e ad intervalli regolari.



<p>Traiettoria</p> <p><i>Stop-to-stop</i></p>	<p>Controllore molto semplice (anello aperto). La programmazione va fatta a livello fisico (muovendo i fine corsa). Limitata versatilità. Gli usi tipici di questo tipo di traiettoria sono quasi esclusivamente compiti di pick-and-place.</p>
	<p>Traiettoria</p> <p><i>Point-to-point</i></p> <p>Facile programmazione per punti (anche presi sul campo). I programmi possono essere memorizzati usando poca memoria. La traiettoria compiuta fra due punti non è prevedibile. Il movimento non è fluido. Anche questo tipo di traiettoria si usa quasi esclusivamente per compiti di pick-and-place.</p>
	<p>Traiettoria</p> <p><i>Controllata</i></p> <p>Possibilità di specificare le caratteristiche della traiettoria da seguire. Possibilità di integrare sensori per evitare ostacoli e risolvere altri problemi che possono presentarsi run-time. Controllore molto complesso (algoritmi complessi). Irrealizzabilità pratica, al momento attuale, di tutti i vantaggi descritti. Gli usi di questo tipo di traiettoria sono operazioni di assemblaggio saldatura ecc...</p>
	<p>Traiettoria</p> <p><i>Continua</i></p> <p>Possibilità di definire traiettorie complesse. Semplice modalità di programmazione (sul campo). Controllore abbastanza semplice tipo (point-to-point). Movimento fluido. E' necessaria molta memoria per i punti. E' possibile solo la programmazione sul campo. Gli usi di questo tipo di traiettoria sono gli stessi di quelli della traiettoria controllata inoltre verniciatura.</p>

Robot industriali

Concezione moderna:

• Versatilità →

Utilizzabile in molti
compiti anche diversi.



Leggero e piccolo

- Capacità di lavorare in ambienti ostruiti e/o poco strutturati
- Facilità nella programmazione e nel controllo.
- Trade-off tra basso costo ed alte prestazioni.

Robot ridondanti

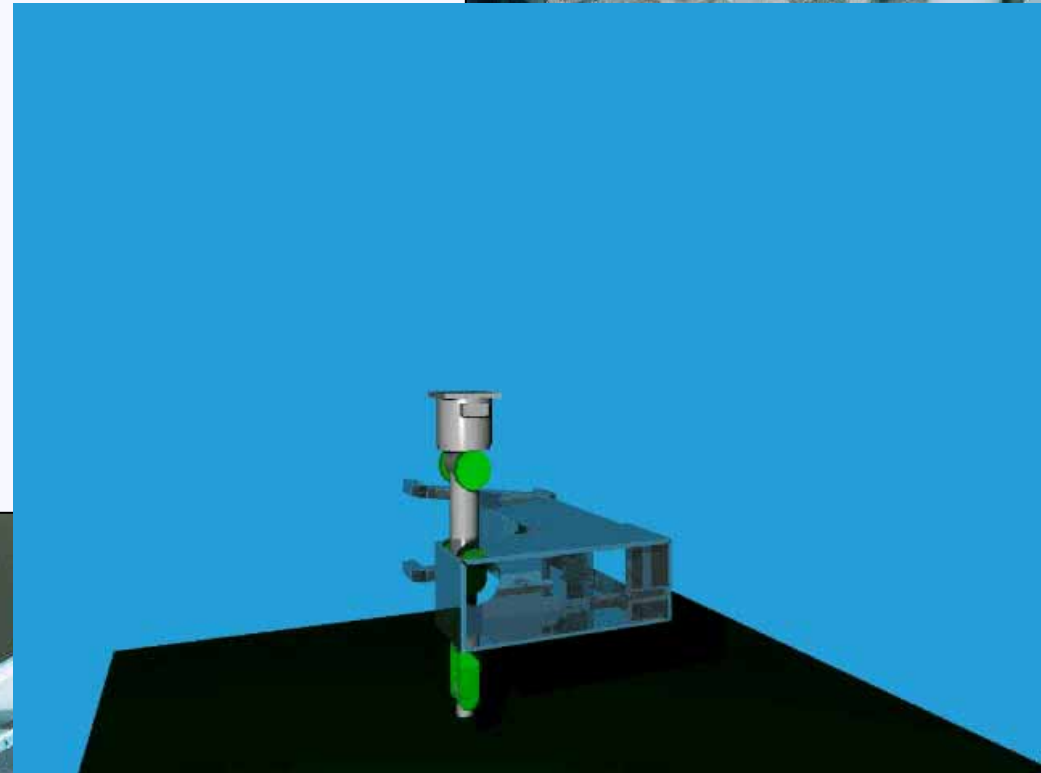
Lavorando nello spazio 3D il manipolatore ha 6 g.d.l. e quindi per lavorare gli bastano 6 g.d.m. Per avere robot capaci di adattarsi meglio ad ambienti vincolati, si realizzano robot ridondanti:

$\text{g.d.m.} > \text{g.d.l.}$

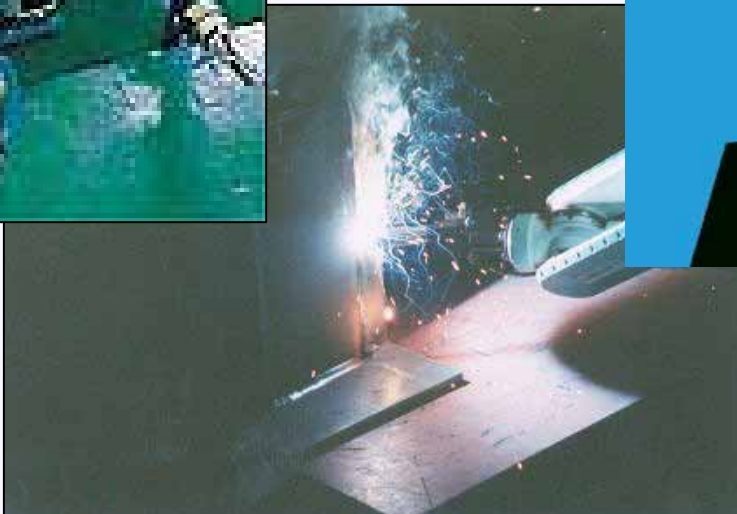
Si hanno più variabili che equazioni.

Si hanno ∞ soluzioni possibili.

PA10 Mitsubishi

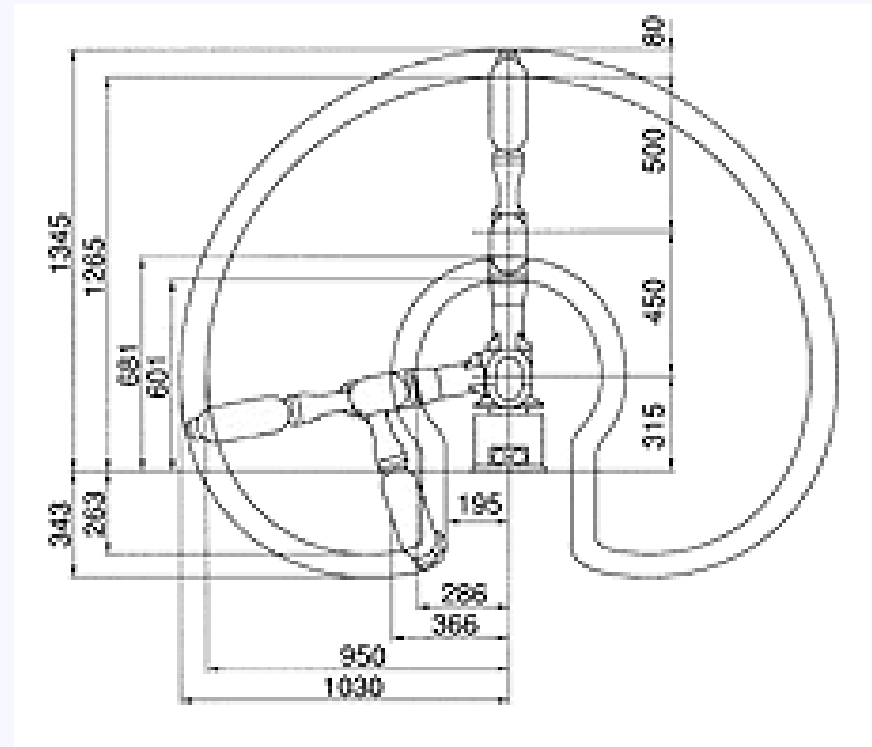
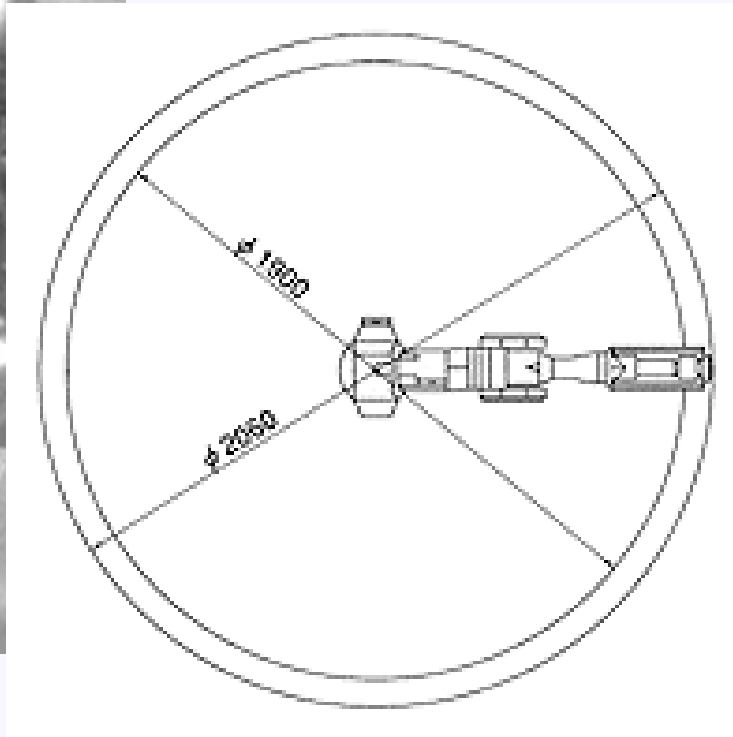


@ G. Gini



controllore “aperto”

Spazio di lavoro



Spazio di lavoro sferico come nel caso del PUMA.

Rispetto al PUMA è più versatile vicino alla base di appoggio.

Confronto puma - pa10

PUMA 500 (560,562)	PA-10	Specifiche
13kg	35kg	Peso
863,4mm	950mm	Lunghezza
560: 2,25kg; 562: 4kg;	10 kg	Max Payload
560: 17%; 562: 30%;	28,5%	Numero di giunti
6	7	Motori
Buona	Eccellente	Comando (via ARCNET)
Motori DC	Motori AC	Velocità max
1245mm/s	1550mm/s	Ripetibilità
+/- 0,1mm	+/- 0,1mm	Insensibilità
36,3kg	25kg	Freni
317,5 x 444,5 x 500 mm	346 x 225 x 395 mm	Peso controllore
teach pendant e/o computer	input numerico ad ogni giunto, input posizione/orientamento, insegnamento diretto da tastiera	Dimensioni controllore
		Insegnamento



WAM arm

- Barrett Technologies, MA
- Controllore aperto in C
- 4 o 7 dof
- Peso: 25 Kg
- Payload: 4 kg
- Ripetibilità: 50 μm

