

I ROBOT ARTICOLATI

In robotica è sempre più frequente l'uso di sistemi mobili che riproducono le meccaniche di funzionamento animali. Iniziamo a conoscere alcune caratteristiche delle articolazioni artificiali dei robot.

La robotica è una delle scienze che studiano e progettano macchine prendendo ispirazione dal mondo animale. Di esempi in proposito ve ne sono molti, dagli insetti robotici ai robot bipedi pensati per riprodurre la deambulazione umana. Al di là della forma, però, tutte queste macchine hanno un elemento in comune: la presenza di arti e di un complesso sistema di controllo predisposto per coordinare i movimenti di ogni singolo componente. Siamo di fronte ai cosiddetti **'robot articolati'**. Ogni robot di questa tipologia, come i bracci robotici e ovviamente i miniumanoidi, può essere visto come una catena di due classi di componenti elementari chiamati **link** e **giunti**. Volendo fare un paragone con l'anatomia umana, potremmo equiparare il ruolo dei link a quello delle ossa, mentre i giunti rivestono una funzione analoga a quella svolta dalle articolazioni.

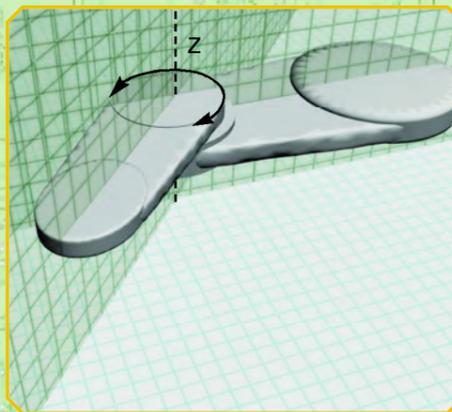
GIUNTI A CATENA >>>

Come si può intuire pensando al sistema osseo umano, il ruolo dei giunti meccanici è fortemente legato alla capacità di movimento delle macchine.

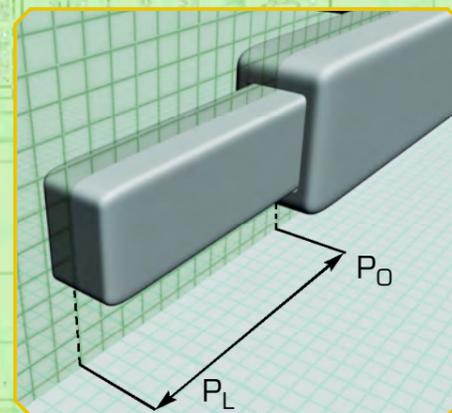
Ma in che modo tali elementi possono contribuire alla mobilità di un robot? In robotica si distinguono due tipi elementari di giunti, chiamati rispettivamente **traslazionali** (o **prismatici**) e **rotazionali**. Il nome non è scelto a caso, ma richiama in maniera diretta la geometria di movimento ottenibile da tali componenti. I giunti prismatici più semplici operano producendo una 'traslazione', ossia uno spostamento di tipo lineare lungo un segmento. Al contrario, come è facile intuire dal nome, la presenza di giunture della seconda tipologia citata comporta la possibilità di applicare rotazioni rispetto a un asse. Poiché i giunti sono elementi collegati alla cinematica dei robot (ossia al movimento) è normale riscontrare, assieme a essi, la presenza di particolari componenti attivi, gli **attuatori**. Con questo termine faremo

Due giunti elementari: nella prima immagine un giunto rotazionale che ruota attorno all'asse z , più in basso un giunto traslazionale, libero di muoversi linearmente dalla posizione P_0 a quella di 'fine corsa' P_L .

GIUNTO ROTAZIONALE



GIUNTO TRASLAZIONALE



riferimento a tutti quei componenti meccanici in grado di trasformare una qualsiasi forma di energia (normalmente elettrica) in lavoro meccanico. A questa categoria appartengono, quindi, le varie tipologie di motori elettrici, tra i quali rientrano anche i servo utilizzati da RoboZak, e i sistemi pneumatici. In ogni robot articolato, inoltre, vi è una relazione molto stretta che lega il numero di giunti e quello di link. Se consideriamo una qualsiasi struttura meccanica composta da N articolazioni, potremo localizzare sempre $N+1$ link. Per agevolare l'identificazione di questi elementi, si è stabilita un'apposita nomenclatura che prevede la numerazione dei link con valori che vanno da 0 a N . I giunti, invece, sono indicati con valori numerici che vanno da 1 a N . Due ruoli particolari sono rivestiti dal **link 0**, che è la base della struttura articolata, e dal **link N** che, al contrario, ne rappresenta l'elemento finale.



↑ Il Canadarm2, in dotazione allo Space Shuttle, è uno dei bracci articolati più sofisticati e avveniristici del panorama robotico mondiale.

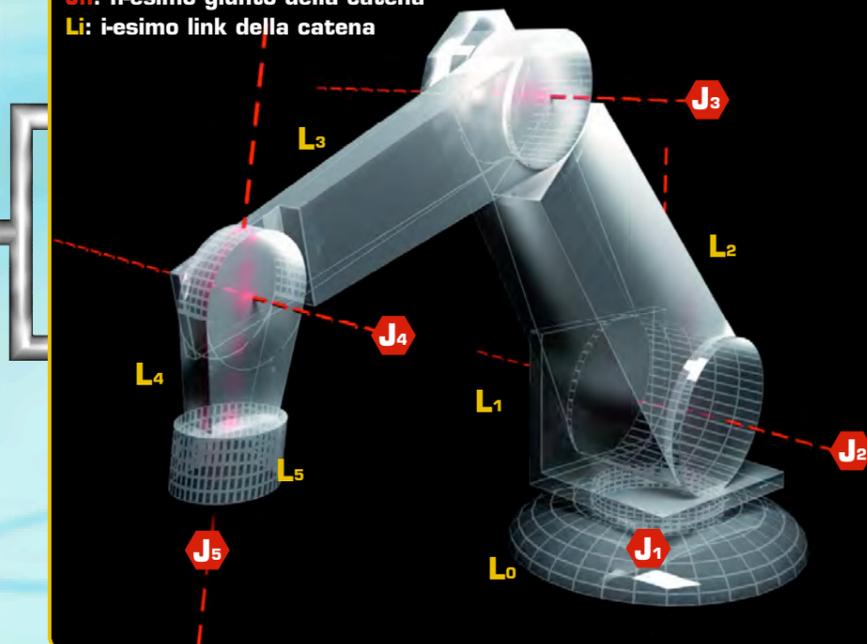
Quest'ultimo assume un ruolo importante poiché è impiegato come innesto per l'**end-effector**, ossia lo strumento che consente al robot l'interazione con il mondo circostante. Nei bracci robotici può essere costituito da una mano o una pinza, ma anche da saldatori o da utensili per la fresatura.

GIUNTI E GRADI DI LIBERTÀ >>>

Abbiamo già accennato al concetto di **gradi di libertà** nell'ambito della deambulazione.

Vediamo ora come esso può essere applicato più in generale alla robotica articolata. Se prendiamo in considerazione un generico giunto, possiamo descrivere il suo stato usando una serie di variabili (dette **variabili di giunto**), che quantificano numericamente la rotazione o la traslazione (più in generale la **'trasformazione'**) da esso applicata. Ognuna di queste variabili equivale a un grado di libertà. Nei casi più elementari (come quelli mostrati nella pagina precedente) il numero di variabili necessarie a tale scopo è uno (la traslazione o l'angolo di rotazione), tuttavia vi sono strutture che consentono una maggiore mobilità. I giunti sferici, ad esempio, offrono tre assi di rotazione, un fattore che li rende particolarmente adatti alla realizzazione dei 'polsi' d'innesto degli end-effector. Se calcoliamo la somma dei g.d.l. dei giunti di un robot, otteniamo i g.d.l. del robot stesso: maggiore è questo numero, maggiore è la sua mobilità.

J_n : n-esimo giunto della catena
 L_i : i-esimo link della catena



SCHEMA CINEMATICO DI UN MANIPOLATORE >>>

I manipolatori sono esempi tipici di sistemi robotici articolati. Nell'immagine è schematizzato un modello di braccio robotico a 5 g.d.l. rotazionali, molto simile a quelli comunemente impiegati nelle catene di montaggio industriali. I link sono numerati convenzionalmente da 0 (la base) a N (il link terminale), mentre la numerazione dei giunti va da 1 a N . Il numero di link di ogni struttura articolata è sempre pari al numero di giunti più uno.

IL MONTAGGIO DELLA MANO

Con l'assemblaggio della prima mano inizia la realizzazione di RoboArm, la prima delle configurazioni di RoboZak.

Con questo fascicolo potrai iniziare ad assemblare i primi elementi di RoboZak. Quella che realizzerai oggi è una delle sue mani provvisorie. La versione definitiva dell'umanoide, infatti, sarà dotata di arti prensili che ti consentiranno di fargli impugnare oggetti e di interagire con ciò che lo circonda. Tuttavia, questa prima versione della mano ti sarà indispensabile per giungere alla prima delle sue configurazioni evolutive. Assieme alle due valve

che costituiscono le due metà della mano, troverai anche l'intelaiatura dell'avambraccio in alluminio anodizzato e l'armatura posteriore del torso. Proprio quest'ultimo elemento

rivestirà nella configurazione finale di RoboZak un ruolo di notevole importanza, poiché avrà funzione di proteggere la motherboard del robot e tutti i connettori dei servi.

PER UN MONTAGGIO PIÙ AGEVOLE»»

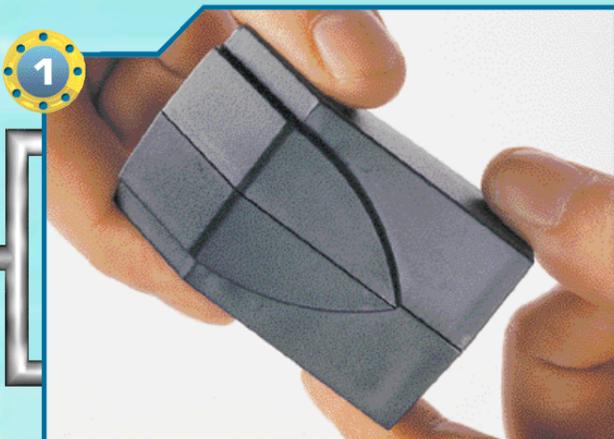
Assemblare RoboZak è un procedimento semplice, ma che richiede comunque una certa attenzione. Poiché ti verranno forniti numerosissimi pezzi di piccole dimensioni, ti consigliamo di procurarti un **contenitore**, magari dotato di scomparti, dove conservare tutto il materiale. Una buona organizzazione ti permetterà di suddividere la minuteria per tipologie, evitando di confondere elementi simili. Un altro suggerimento riguarda poi l'uso di **cacciavite magnetizzati** ed eventualmente di **pinzette**, con cui ti risulterà più semplice prelevare i singoli elementi di minuteria dai relativi contenitori. Ti consigliamo, inoltre, di lavorare su un tavolo sgombro e di procedere con calma e cura: **RoboZak è costituito da motori e componenti sofisticati che devono essere assemblati con il massimo della precisione per poter funzionare correttamente.**



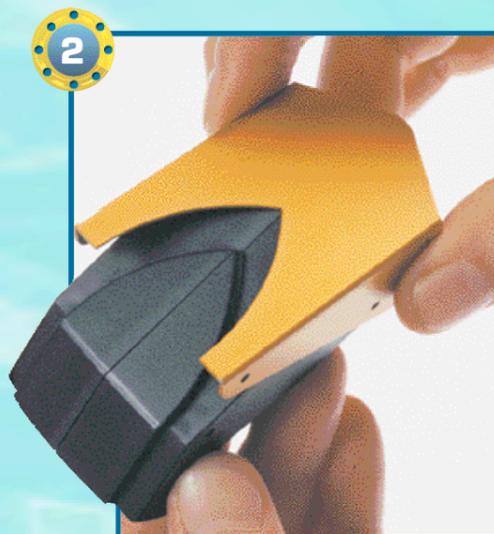
COMPONENTI

- ◀1▶ armatura del dorso
- ◀2▶ elementi plastici della mano
- ◀3▶ intelaiatura metallica del polso
- ◀4▶ 2 viti tipo M da 2,6x4 mm
- ◀5▶ 6 viti tipo T-2 da 2x5 mm
- ◀6▶ fascetta di fissaggio dei cavi
- ◀7▶ rondella da 6x2,2x0,5 mm
- ◀8▶ 2 viti tipo T-2 da 2x26 mm

MONTAGGIO



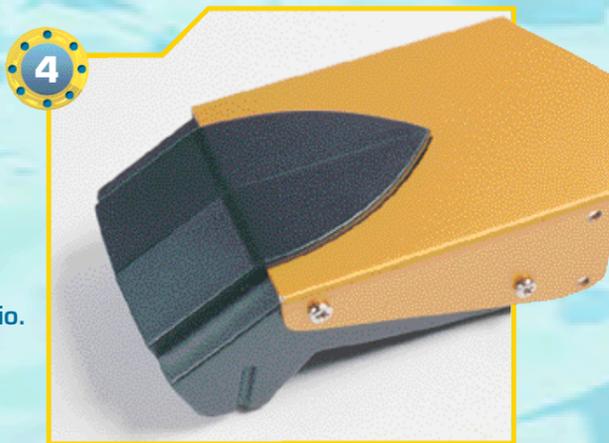
1 Per prima cosa prendiamo le due metà della mano e accostiamole facendo attenzione che i perni coincidano con gli appositi alloggiamenti. Esercitiemo una leggera pressione finché i due elementi non sono incastrati l'uno con l'altro.



2 Prendiamo ora l'intelaiatura metallica del polso e uniamola alla mano realizzata in precedenza. Nell'assemblare i componenti facciamo combaciare la sagomatura della staffetta di alluminio con quella della mano. Facendo attenzione a non deformare il metallo, incastriamo mano e polso fino a far combaciare correttamente i fori per le viti.



3 Recuperiamo ora 4 viti tipo T-2 da 2x5 mm e utilizziamole per mantenere uniti gli elementi appena assemblati. Ne saranno necessarie due per ogni lato, inserendole nei fori evidenziati in figura. Le viti andranno serrate saldamente, ma senza forzare per non rischiare di 'spanare' i fori.



4 Con il serraggio della quarta vite abbiamo ultimato la costruzione della prima mano di RoboZak. In foto il risultato finale dell'assemblaggio. Conserva con cura gli elementi non utilizzati e riponili assieme a quelli che ti abbiamo fornito in precedenza.