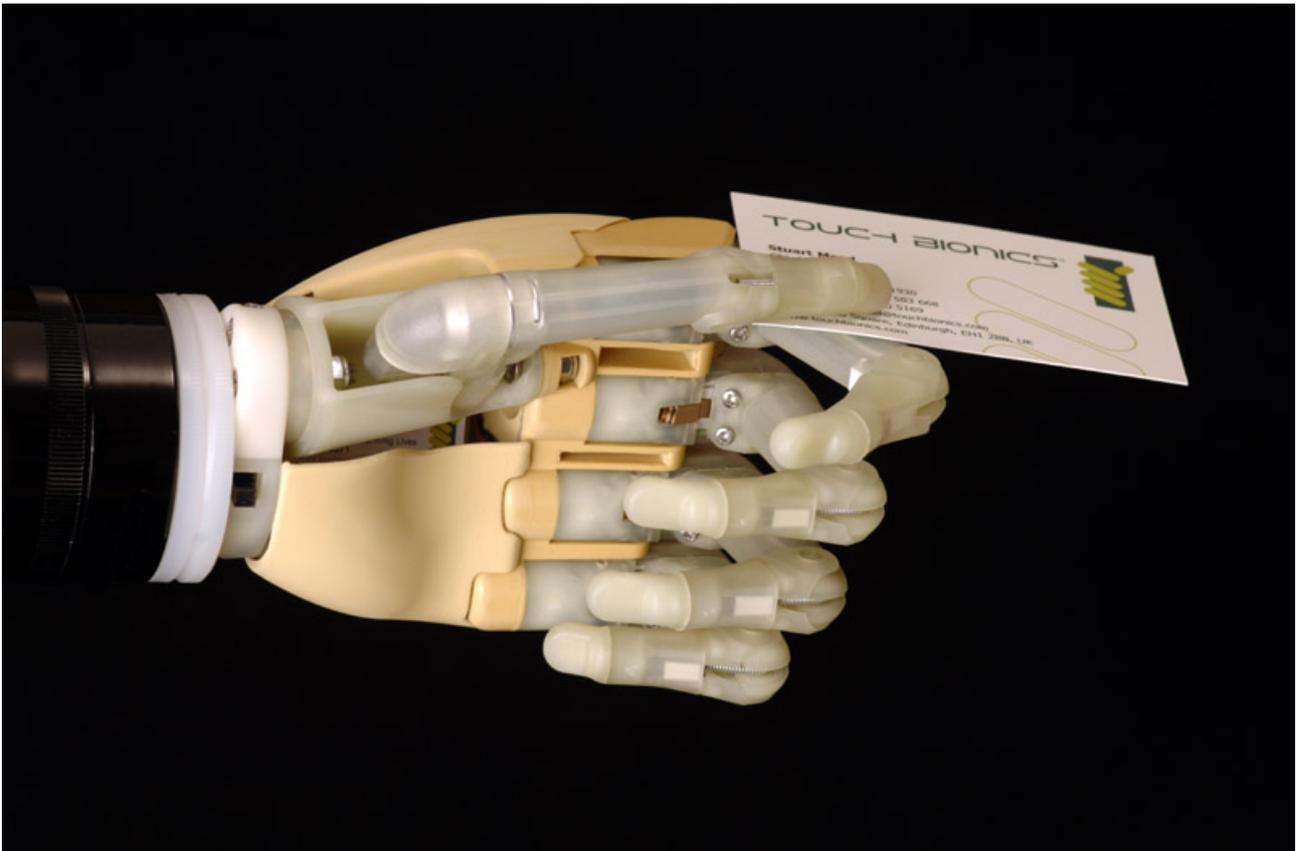


Ingegneria Biomedica



Istituto: ITIS Alessandro Volta

Nome e cognome: Simone Pifferi

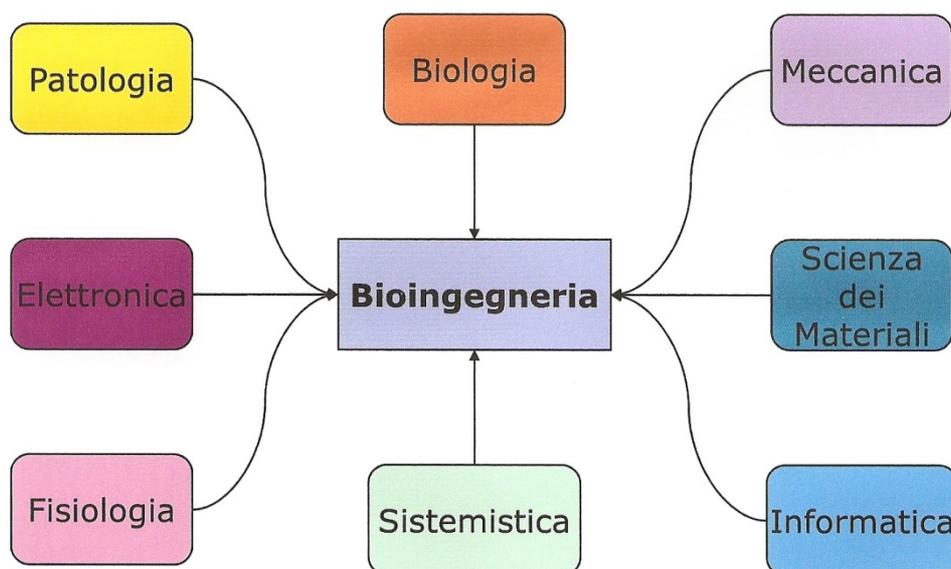
Classe: 5° D

Anno: 2009/2010



Cos' è la bioingegneria

La Bioingegneria è una disciplina che utilizza metodologie e tecnologie dell'ingegneria elettronica, informatica, meccanica e chimica per affrontare problemi relativi alle scienze della vita. La Bioingegneria è riconosciuta universalmente come una disciplina emergente volta a generare una migliore comprensione dei fenomeni biologici ed a produrre tecnologie per la salute con beneficio per la società. La Bioingegneria opera in diversi ambiti, quali quello tecnologico, industriale, scientifico, clinico e ospedaliero. L'obiettivo che essa si pone è duplice: il miglioramento delle conoscenze relative al funzionamento dei sistemi biologici e lo sviluppo di nuove metodologie e dispositivi diagnostici, terapeutici e riabilitativi. Le metodologie di base della Bioingegneria riguardano: la modellistica dei sistemi fisiologici; la descrizione dei fenomeni elettrici e/o magnetici; l'elaborazione di dati, segnali e immagini; strumenti per lo studio e la progettazione di dispositivi ed impianti medicali, di materiali naturali e artificiali, di tessuti, apparati ed organismi; metodi di analisi del legame struttura-proprietà caratteristico dei biomateriali e delle strutture biomeccaniche. Le tecnologie includono: la strumentazione biomedica e biotecnologica (dai componenti elementari ai più complessi sistemi ospedalieri); le protesi, i robot per applicazioni biomediche, i sistemi intelligenti artificiali; i sistemi per la gestione e l'organizzazione sanitaria; i sistemi informativi; l'informatica



Strumentazione biomedica

L'ambito della strumentazione biomedica si occupa della progettazione, sviluppo, realizzazione e test di dispositivi meccanici e/o elettronici da applicare in ambito clinico, o altrimenti come ausilio all'attività di ricerca nelle scienze biologiche e fisiologiche.

La strumentazione biomedica può essere suddivisa in vari settori a seconda della modalità di classificazione scelta, ossia in base allo scopo clinico, al campo di applicazione, alla zona dell'organismo interessata, al tipo di analisi effettuata o alla fonte di energia utilizzata. In riferimento alla prima modalità citata, l'ambito clinico, la strumentazione può essere

- diagnostica
- terapeutica
- riabilitativa

Sebbene non esista una distinzione netta fra i tre campi, è opportuno operare tale suddivisione per un'analisi più sistematica dell'argomento e perché si tratta di una distinzione centrata sulla figura del paziente e sulle sue esigenze.

Strumentazione diagnostica

Nella seguente categoria sono incluse per lo più le apparecchiature utilizzate in medicina nucleare e radiologia che sfruttano tecniche di imaging a scopo diagnostico.

Tra gli esempi più rappresentativi ricordiamo la radiografia a raggi X, la tomografia computerizzata (TC), l'imaging a risonanza magnetica (MRI), la tomografia ad emissione di positroni (PET), gli ultrasuoni ecc...

Strumentazione terapeutica

In questa sezione si includono tutti quei dispositivi, elettrici o meccanici, di supporto all'attività terapeutica del paziente o che costituiscono l'intervento principale della terapia stessa.

Alcuni esempi sono il pacemaker, le valvole cardiache artificiali, i defibrillatori, il dializzatore, il cuore artificiale, la macchina cuore polmone per circolazione extracorporea, i neurostimolatori, gli apparecchi acustici e molti altri ancora: darne un elenco esaustivo sarebbe proibitivo e privo di senso, dal momento che di continuo nuovi apparecchi vengono impiegati in specifiche terapie, o gli stessi apparecchi esistenti modificati vengono impiegati per nuove terapie.

Si tratta di dispositivi molto delicati da tenere sotto costante controllo in quanto, a differenza della categoria precedente, spesso si ha a che fare con energie molto superiori a quelle utilizzate in campo diagnostico e che entrano in diretto contatto col paziente, interagendo direttamente con esso o modificandone alcuni parametri fisiologici e/o fisici. In fase di progettazione si deve pertanto prevedere una possibile diagnostica il meno possibile invasiva delle condizioni dell'apparecchio, per poterne programmare con sufficiente anticipo e rischi minimi la sostituzione o la riparazione.

Strumentazione riabilitativa

L'ultima sezione qui presentata comprende quella della strumentazione utilizzata a fini riabilitativi: sebbene questa sezione abbia molto in comune con la precedente, anzi spesso i due campi vengono considerati simili, è bene distinguere tali dispositivi in quanto si tratta spesso di macchine che tentano di modificare un parametro fisiologico, fisico o meccanico del paziente al fine di farne recuperare il normale e autonomo funzionamento. Si tratta quindi per lo più di soluzioni temporanee che non mirano semplicemente a fornire un supporto terapeutico, ma hanno uno scopo più ambizioso.

Bisogna comunque sottolineare che spesso questi dispositivi, come nel caso delle protesi, pur cercando di integrarsi pienamente nei processi metabolici e meccanici, possono talora rimanere in modo permanente nel corpo dell'ospite, o possono altre volte essere riassorbiti dall'organismo. Alcuni esempi sono le protesi, gli organi artificiali, le macchine pneumatiche per il recupero post-traumatico, e altri ancora.

Cuore artificiale

Il **cuore artificiale** è un componente meccanico impiantato nel torace per rimpiazzare il cuore biologico.

Il termine "cuore artificiale" è spesso utilizzato impropriamente per descrivere un'assistente meccanico cardiaco, il quale è solo una pompa che aiuta il cuore ma non lo sostituisce.

Il cuore artificiale deve essere distinto dal bypass cardiopolmonare assistito (CPB), il quale è una macchina per sostituire sia il cuore che i polmoni. I CPB sono utilizzati solo per poche ore, solitamente durante la chirurgia cardiaca.



Il CardioWest cuore artificiale completo provvisorio (TAH-t) fu il primo cuore completo. Ricevette l'approvazione dal FDA il 15 ottobre 2004, dopo 10 anni di sperimentazione clinica. Originariamente pensato come cuore artificiale permanente, è oggi utilizzato solo come transito durante i trapianti di cuore nel caso in cui il paziente abbia un collasso ventricolare bilaterale del cuore. Ci sono stati più di 800 trapianti del cuore artificiale CardioWest, contando più di 170 pazienti salvati all'anno. Durante la sperimentazione clinica di questo cuore artificiale, il 79% dei pazienti si sono salvati durante il trapianto. Questa percentuale è la più alta per i cuori utilizzati come ponte in tutto il mondo.

Protesi: una cyber mano tra due anni

Soltanto due anni e poi gli scienziati che vi si dedicano potranno 'dare una mano' a quanti ne avranno bisogno. La promessa è solenne, manca poco ormai, gran parte del lavoro è stato fatto nei trascorsi tre anni e mezzo di studi e ricerche. La perfezione è ad un passo: la prima protesi cibernetica (cyberhand) è ormai realtà. Merito di un gruppo di scienziati ed ingegneri con base a Pontedera nell'Istituto Superiore Sant'Anna venuti da Germania, Spagna, Danimarca sotto la direzione dal professor Paolo Dario, responsabile del progetto. La loro costante applicazione ha portato non solo alla creazione di una mano artificiale in tutto simile a quella umana; non solo si può ottenere una fluidità di movimenti per niente 'robotici', ma questa potrà presto 'far sentire' l'oggetto che vuole stringere 'in mano' con tutte le peculiarità tattili che comporta e, soprattutto, sarà la prima protesi che la persona riuscirà a 'sentire' come propria, come una mano 'naturale'. Gli scienziati ne sono sicuri: la mano metallica farà parte integrante del corpo non solo fisicamente ma soprattutto psicologicamente. Insomma, una vera rivoluzione copernicana nel risultato, possibile grazie all'aver osato pensare e tentare di collegare la cyberhand direttamente alle terminazioni nervose del paziente che ha subito una amputazione al di sotto del gomito. Non saranno, dunque, più movimenti 'indotti', come succedeva fino a poco tempo fa quando la protesi si muoveva solo in seguito alla contrazione dei muscoli del braccio, ma i movimenti saranno volontari nel senso più ampio del termine e cioè imposti e dipendenti dalla volontà in maniera diretta e naturale, il che non è poco. La sperimentazione ha superato il punto di non ritorno, anche se bisogna mettere a punto ancora gran parte dell'aspetto più delicato, quello appunto del collegamento tra l'arto artificiale e la rete neurale. Per avere una idea ancora più precisa della mano meccanica e delle sue infinite possibilità bisogna dare una occhiata ai video messi a disposizione dall'Istituto Superiore Sant'Anna, grazie ai quali è possibile rendersi conto della fluidità dei movimenti, della sensibilità e della scarsa rigidità meccanica. Il prototipo che si vede, tuttavia, è guidato da un computer ed ha lo scopo di illustrare le possibilità di movimento e non ancora la funzionalità e l'interazione con il corpo umano. Per esempio qui la cyberhand maneggia una bottiglia, prende una caramella, afferra una spugna o addirittura dà una stretta di mano. Punto Informativo avrebbe voluto approfondire con gli autori le caratteristiche di questa opera dell'ingegno e della ricerca nostrana, ma al momento nessun esponente del team di ricerca si è detto disponibile a parlarne. Il progetto Cyberhand è un progetto finanziato dall'Unione europea con 1,8 milioni di dollari prelevati da un fondo speciale per lo sviluppo delle tecnologie. Durante la presidenza italiana della UE ha avuto il maggior impulso. Un'immagine della robomano La Cyberhand è pensata per essere controllata dagli impulsi inviati attraverso il sistema nervoso centrale. È forse l'estremo esempio di ricerca raggiunto dalla robotica italiana. Dopo un inizio pieno di fervore negli anni '70 questo campo, in Italia, ha attraversato un lungo periodo di stagnazione per riemergere negli ultimi 10 anni spronato dallo sviluppo industriale. Da qui la fiducia della UE ed i necessari fondi per portare a casa i risultati della ricerca. Il progetto sta riscuotendo notevoli riconoscimenti e sta facendo il giro del mondo su tutti i giornali specializzati e non. Il gruppo del Sant'Anna è all'avanguardia e per ora isolato esempio di sperimentazione con queste caratteristiche, 'insidiato', tuttavia, da scienziati giapponesi e da altri team di quei paesi dove la ricerca robotica viene considerata essenziale allo sviluppo. La mano bionica è composta da cinque dita completamente sensibili, ognuna delle quali è capace di articolare movimenti simili alle dita umane, mosse da cinque motori dedicati che consentono di 'riflettere' in maniera autonoma, cioè svincolati uno dall'altro. Sembra un vero miracolo dell'evoluzione, con il pollice opponibile così da permettere un ventaglio di movimenti enorme e consentire di afferrare un oggetto con modalità in tutto simili alla mano umana. Le protesi precedenti appaiono molto, molto lontane. La mano artificiale è importante non tanto perché utilizza un numero ampio di movimenti e di possibilità ma anche dal punto di vista psicologico perché, per la prima volta, il paziente sarà in grado di sentire quello che la sua mano artificiale sta facendo. Le persone cui in passato si trapiantavano gli arti artificiali erano piuttosto infelici proprio perché mancava la sensibilità. Essi non sentivano la mano come parte del loro corpo poiché non

forniva sensazioni, era percepita come altro da sé e, dunque, era utilizzata come fosse un qualsiasi attrezzo esterno.

Un'altra differenza sostanziale è che finora le mani artificiali potevano essere mosse attraverso la flessione dei muscoli delle braccia: contraendo braccio e avambraccio si creava una tensione che meccanicamente muoveva la protesi 'inanimata'. La mano artificiale, invece, sarà collegata e controllata dai nervi del paziente ed i movimenti creati dai motori interni. Alcune funzioni in ogni modo saranno controllate da un microprocessore che darà risposte automatiche in particolari casi. Questo avverrà senza alcun intervento della persona ma servirà a dare reazioni veloci come quando si toccherà un oggetto troppo caldo. In questo caso il microprocessore sostituirà l'istinto ed i riflessi condizionati. L'intera protesi è ricoperta da una guaina speciale che ripropone al meglio le caratteristiche della nostra pelle. Sotto tale guaina sono disseminati i sensori della mano bionica, l'altro aspetto rivoluzionario dell'opera. La loro distribuzione rispecchia molto quella delle terminazioni nervose del corpo umano; questi sensori permettono di distinguere la struttura dell'oggetto e riportare al cervello le sensazioni tattili principali: ruvido, liscio, morbido, duro, freddo, caldo.

Un'immagine della robomano' La nostra pelle, è capace non solo di distinguere se una cosa è calda o fredda, ma anche se è calda o caldissima, da una parte, dall'altra è anche capace di distinguere il materiale con cui è fatta oppure con che velocità si riscalda. Così riusciamo a distinguere un oggetto costruito in acciaio da uno di legno, anche se hanno la stessa temperatura li sentiamo comunque differenti' I ricercatori sono convinti che la mano artificiale sarà pronta per i trapianti in meno di due anni. Tra sensori, motori, l'ossatura vera e propria, le piccole batterie, tutto non dovrebbe pesare più di 600 grammi come una mano reale. Il numero delle batterie potrebbe essere un problema per far muovere tutti i motori che assorbono grande energia. Un problema pratico che dovrà essere risolto in breve tempo. Intanto, l'ultima parte della ricerca sta perfezionando il metodo per collegare gli elettrodi al sistema nervoso. Per fare questo sono stati pensati nuovi tipi di elettrodi che si possano comportare come una interfaccia tra i circuiti della mano elettronica e i nervi del corpo. 'Un set di elettrodi' servirà per registrare i segnali uscenti dal cervello per trasformarli in segnali elettrici che siano in grado di 'essere capiti' dalla cyberhand. Un secondo set dovrà tradurre invece i segnali artificiali registrati dalla protesi e dai suoi sensori in segnali che possano essere compresi dal sistema nervoso umano e dunque decifrati dal cervello come sensazioni tattili. Sono i sensori a svolgere una parte molto importante, quasi indispensabile, noi stessi non riusciremmo ad utilizzare i nostri arti reali senza le sensazioni tattili. Si immagini di prendere un bicchiere non sapendo quanto stai stringendo la presa: troppo lenta ed il bicchiere scivola, troppo stretta e si frantuma'.



Attuatore

Un **attuatore** è un meccanismo attraverso cui un agente agisce su un ambiente, inoltre l'agente può essere o un agente intelligente artificiale o un qualsiasi altro essere autonomo (umano, animale). In senso lato, un attuatore è talvolta definito come un qualsiasi dispositivo che converte dell'energia da una forma ad un'altra, in modo che questa agisca nell'ambiente fisico al posto dell'uomo. Anche un meccanismo che mette qualcosa in azione automaticamente è detto *attuatore*.

In ingegneria gli attuatori sono capaci di trasformare un segnale in input (tipicamente elettrico) in movimento, come esempi di attuatori sono i motori elettrici, pistoni idraulici, relè, polimeri elettroattivi, attuatori piezoelettrici,...

I motori sono usati soprattutto quando si richiedono movimenti circolari, ma possono essere impiegati per applicazioni lineari trasformando un movimento da circolare a lineare utilizzando un trasduttore a vite senza fine. D'altra parte alcuni attuatori, come quelli piezoelettrici, sono intrinsecamente lineari.



Microattuatori

Gli attuatori trovano un largo utilizzo anche nella microelettronica, infatti esistono vari tipi di attuatori MEMS, i principali sono: microattuatori elettrostatici, elettromagnetici, idraulici.

Elettrostatici

I microattuatori elettrostatici sono semplici da realizzare su wafer di silicio e con essi si possono ottenere elevate velocità di rotazione. Le applicazioni vanno dagli interruttori elettromeccanici e relays, agli interruttori ottici, display, valvole, ad attuatori per il controllo di flusso. Sono costituiti da due piatti piani paralleli il cui principio di funzionamento si basa direttamente sul principio della forza di Coulomb. Queste forze che definiscono un'attrazione fra due corpi aventi cariche opposte, tendono a riallineare i piatti dopo che tra di essi è avvenuto uno spostamento relativo.

Elettromagnetici

Gli attuatori elettromagnetici sono i più diffusi poiché offrono grandi vantaggi: permettono il controllo della forza e della velocità sia in corrente che in tensione, hanno una risposta veloce, una

bassa impedenza d'ingresso, un basso rumore e il loro assemblaggio non pone particolari problemi. Il loro principio di funzionamento si basa sulla forza di Lorentz. I problemi legati all'uso di questo dispositivo sono soprattutto relativi alla sua realizzabilità.

L'intensità del campo magnetico generato è proporzionale al numero di spire che costituiscono l'avvolgimento ed alla corrente circolante. Le dimensioni molto ridotte dei cavi elettrici fanno sì che a parità di tensione, aumentando il numero di spire, si diminuisce la corrente circolante; nella maggior parte dei casi si è deciso quindi di utilizzare una bobina costituita da una singola spirale. Per realizzare bobine di questo tipo si utilizza la tecnica LIGA. Un altro degli inconvenienti più significativi degli attuatori magnetici è la dissipazione di energia, che avviene nelle spire durante il mantenimento di una forza ad un valore costante.

Idraulici

Gli attuatori idraulici riescono a generare una forza maggiore (a parità di volume) rispetto agli altri attuatori. Si distinguono in tre tipi: a pistone, a camera elastica, a turbina. Il tipo a pistone ha lo svantaggio di introdurre attriti ed ha la necessità di essere sigillato. Gli attuatori elastici sono formati da un tubo cilindrico al cui interno sono ricavate tre camere parallele e le cui pressioni vengono controllate separatamente. Una differente pressione nelle camere fa sì che il tubo si incurvi verso la camera a minore pressione. Questo tipo di attuatore idraulico non soffre dei problemi dovuti all'attrito. Gli attuatori del tipo a microturbine infine sono molto facili da realizzare ma hanno un'efficienza ridotta e riscontrano a causa dell'attrito.

Sensore

Comunemente con il termine **seniore** si definisce un dispositivo che trasforma una grandezza fisica che si vuole misurare in un segnale di natura diversa (tipicamente elettrico) più facilmente misurabile o memorizzabile. Esiste una vasta gamma di sensori.

Fotocellule

Le fotocellule, o sensori fotoelettrici sono dispositivi elettronici che utilizzano il principio dell'emissione luminosa combinata con l'optoelettronica e costituiscono una famiglia di sensori impiegata nei più svariati settori dell'automazione industriale per la rivelazione e conteggio di oggetti, lettura di contrasti, misure, rilevano la presenza di materiali non conduttori come il legno, la plastica, il vetro, ecc. e di metalli ferrosi e non ferrosi. In generale un sensore fotoelettrico, consiste di una sorgente luminosa o emettitore, un ricevitore, un amplificatore/demodulatore e uno stadio di uscita. Quando il fascio luminoso generato dai fotoelementi viene interrotto, lo stadio di uscita della fotocellula cambia il proprio stato logico.

Le fotocellule vengono divise per tipo di funzionamento, tra questi sono:

- Tipo proiettore/ricevitore (o sbarramento)
- Tipo sbarramento a riflessione (o riflessione)
- Tipo sbarramento a riflessione polarizzato
- Tipo tasteggio (o reflex)
- Lettori di tacche colorate

- Sensori ultravioletti
- Fibre ottiche



Proiettore ricevitore

In queste fotocellule, il proiettore e il ricevitore costituiscono due dispositivi separati, tipicamente montati l'uno in fronte all'altro. Ogni oggetto interposto tra i due dispositivi interrompe il raggio di luce e viene rilevato. Questo tipo di sensore è utilizzato per applicazioni con distanze di lavoro elevate o in ambienti molto sporchi ed inoltre rappresenta la soluzione ideale per rilevare qualsiasi oggetto indipendentemente dal colore o dal grado di riflessione. Il punto critico è l'impossibilità di rilevare oggetti trasparenti. I sensori a forcella, invece, vengono utilizzati principalmente per la lettura di tacche, ad esempio sulle bobine di etichette.

Sbarramento a riflessione

Questi tipi di fotocellule sono dispositivi nei quali i fotoelementi di emissione e ricezione sono contenuti nello stesso corpo meccanico. Il fascio di luce emesso è riflesso da un riflettore prismatico (catarifrangente) che lo ritorna al ricevitore. Quando un oggetto attraversa il percorso del raggio di luce, esso viene rilevato. Questo tipo di sensore è molto diffuso, in quanto a buone distanze operative aggiungono semplicità di allineamento sensore/riflettore e facilità d'installazione anche in spazi ristretti. Occorre però prestare attenzione nel caso di rilevazione di oggetti altamente riflettenti o brillanti, in quanto, se gli oggetti hanno le stesse caratteristiche di riflessione del riflettore, possono non essere riconosciuti.

Sbarramento a riflessione polarizzato

Il suo funzionamento è simile allo sbarramento a riflessione, questo tipo utilizza un filtro polarizzato per risolvere il problema di rilevamento di oggetti lucidi o altamente riflettenti. Infatti il filtro polarizzato posto di fronte all'emettitore fa sì che il raggio di luce venga convogliato su un piano, che colpendo il riflettore viene ruotato di 90° diventando così visibile all'emettitore attraverso un ulteriore filtro, posto davanti ad esso chiamato analizzatore. La presenza di un oggetto altamente riflettente, tra fotocellula e riflettore invece ritorna al ricevitore luce sullo stesso piano di quello con cui è stato raggiunto e quindi rilevato. Questo tipo di fotocellule sono impiegate per il rilevamento di oggetti con superfici molto riflettenti come metallo, vetro, plastica.

Tasteggio

Le fotocellule a tasteggio basano il loro funzionamento sulla riflessione della luce da parte dell'oggetto che intercetta il raggio luminoso emesso. L'emettitore e il ricevitore sono nello stesso contenitore. La distanza operativa è limitata e legata al colore e al tipo di superficie dell'oggetto da rilevare. La distanza di lavoro diminuisce con superfici meno riflettenti o di colori più scuri. Questo tipo di fotocellule vengono utilizzate per il rilevamento diretto dell'oggetto, per rilevamenti precisi e determinati di piccoli oggetti e per rilevamenti con esclusione di superfici di sfondo. Esistono vari tipi di tasteggio, in relazione all'applicazione, come tasteggio diffuso e tasteggio focalizzato che sono usati in presenza per il rilevamento di piccoli oggetti, e tasteggio con soppressione di sfondo

che sono in grado di discriminare oggetti di piccole dimensioni indipendentemente dallo sfondo a loro adiacente (la loro distanza operativa è insensibile al colore dell'oggetto stesso).

Lettori di tacche colorate

I lettori di tacche colorate sono dispositivi speciali dotati di ottica sofisticata e frequenza di commutazione elevata. Sono funzionanti con il principio del tasteggio, e trovano principalmente impiego nel riconoscimento dei contrasti esistenti tra le tacche colorate e lo sfondo. Un segnale elettrico proporzionale all'intensità della luce riflessa dal contrasto da rilevare, viene inviato ad un comparatore, che genera un segnale di uscita quando il contrasto è superiore ad un determinato valore di soglia preimpostato. Esistono versioni con regolazione del contrasto manuale, semiautomatico o automatico. Per applicazioni con spazi limitati sono disponibili versioni a fibra ottica.

Sensori ultravioletti

Il loro principio di funzionamento è basato sulla proprietà dei corpi fluorescenti di emettere luce visibile se irradiata da luce ultravioletta. Il proiettore emette luce UV che investe il target fluorescente e viene riflessa al ricevitore come luce visibile. Per questo principio i lettori UV sono totalmente immuni da riflessioni di oggetti e superfici molto riflettenti. Applicazioni tipiche sono il riconoscimento e il rilevamento di riscontri fluorescenti visibili e invisibili (gessi, colle, inchiostri, vernici, liquidi e pennarelli) su qualsiasi tipo di materiale come legno, metalli, ceramica, plastica, carta, ecc

Fibre ottiche

Le fibre ottiche rappresentano semplicemente un completamento della gamma fotocellule. Realizzate in PMMA o in vetro, trasmettono la luce emessa dal proiettore attraverso due conduttori, uno di trasmissione e uno di ricezione. Sono disponibili come tasteggio e proiettore/ricevitore, in relazione al tipo di applicazione. Questi dispositivi sono principalmente utilizzati per montaggio in spazi limitati di difficile accesso, con alte temperature, vibrazioni o condizioni ambientali particolari.

Sensori ad ultrasuoni

Il sensore ad ultrasuoni è basicamente e genericamente un ecoscandaglio ultra-acustico. Il sensore emette un fascio impulsivo di ultrasuoni. Il fascio è composta da una o più onde pulsanti che si espandono a partire dalla membrana di emissione. Come tutto ciò che si propaga, il fascio ultrasonoro si espande in forma conica, con un angolo tipico che dipende dalla geometria della testa del sensore e dalla presenza di eventuali lenti acustiche o guide d'onda. L'eco riflessa dal bersaglio ritorna al trasduttore. La distanza tra il bersaglio ed il sensore viene ricavata dall'intervallo di tempo tra la trasmissione del fascio e la ricezione dell'eco. Il sensore converte l'intervallo di tempo in un segnale digitale che è utilizzato internamente per calcolare la distanza dell'oggetto da rilevare. I principali parametri che influenzano la riflessione sono:

- tipo di superficie del bersaglio (fonoassorbenza)
- distanza del bersaglio (attenuazione del segnale)
- angolo di incidenza del fascio ultrasonico sul bersaglio
- dimensioni del bersaglio (energia riflessa)

Il controllore non-intrusivo opera per propagazione attraverso i solidi e liquidi. Il sistema offre il vantaggio di non richiedere nessun contatto diretto del sensore con il prodotto, poiché la sonda

viene applicata esternamente alla parte del serbatoio o del tubo. E' possibile misurare anche prodotti tossici, aggressivi, infiammabili e sotto pressione. Questo tipo di controllore può essere utilizzato per una vasta gamma di applicazioni, come il controllo di livello in serbatoi, segnalazione di bolle gassose in liquidi, misura di livello in contenitori sotto pressione, controllo del ghiaccio in celle frigorifere, ecc

Fotocellule laser

Esistono in commercio sensori schermati, sia induttivi che capacitivi, per contrastare i problemi di interferenze e sono riconoscibili dall'involucro metallico filettato con cui vengono "rivestiti". Questo tipo di sensori possono essere totalmente o solo parzialmente schermati. I sensori totalmente schermati sono caratterizzati dall'involucro metallico che copre lateralmente la superficie attiva del sensore e possono essere installati uno affianco all'altro senza problemi di interferenze. Nei sensori parzialmente schermati, invece, l'involucro metallico lascia scoperta la parte laterale della superficie attiva del sensore e permette di ottenere una distanza di intervento maggiore rispetto a quelli totalmente schermati.



Robotica

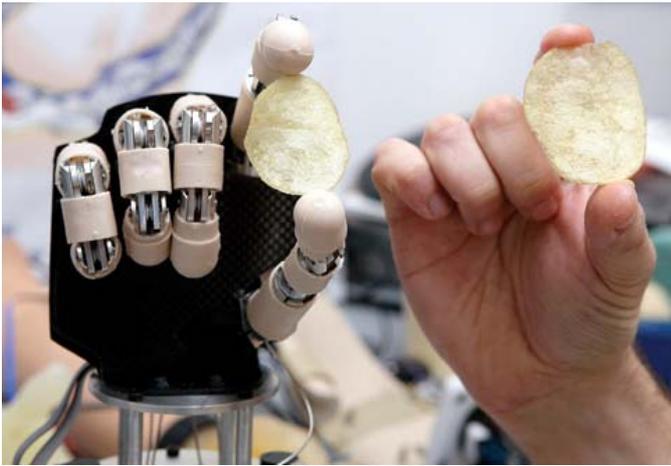
La **robotica** è una scienza che studia i comportamenti degli esseri intelligenti, cerca di sviluppare delle metodologie che permettano ad una macchina (robot), dotata di opportuni dispositivi atti a percepire l'ambiente circostante ed interagire con esso quali sensori e attuatori, di eseguire dei compiti specifici. È una disciplina relativamente nuova, che affonda le sue radici nell'antico desiderio dell'uomo di costruire strumenti che possano liberarlo da compiti troppo faticosi, noiosi o pericolosi. Anche se la robotica è una branca dell'ingegneria in essa confluiscono gli studi di molte discipline sia di natura umanistica come biologia, fisiologia, linguistica e psicologia che scientifica quali automazione, elettronica, fisica, informatica, matematica e meccanica.

La scienza robotica proprio in virtù della sua natura interdisciplinare trova applicazioni in molteplici contesti, questo ha fatto sì che nascessero varie sotto-discipline fra le quali però raramente esiste una netta linea di demarcazione.

- **Arte robotica** robotica: utilizzata sia per creare nuove forme di espressione artistica sia per imitare e riprodurre le forme artistiche già esistenti come i robot progettati per dipingere o per suonare uno strumento musicale analizzando in tempo reale uno spartito.
- **Biorobotica**: robot usati in campo medico.
- **Domotica**: automazione applicata all'ambiente domestico, tra gli sviluppi a breve termine più interessanti ci sono le tecnologie di aiuto in casa ai portatori di handicap mentali o fisici.
- **Microrobotica**: si occupa dello studio e della diffusione di piccoli robot a basso costo utilizzati per scopi educativi o ludici.
- **Robotica biomedicale**: ramo della robotica molto vasto comprende diversi tipi di robot; si va infatti dai robot capaci di assistere il medico durante le operazioni chirurgiche a quelli che tramite tecnologie di telepresenza permettono al medico di operare a distanza. Rientrano

nella categoria anche le sofisticate apparecchiature per analisi biologiche utilizzate nei laboratori.

- Robotica degli sciame.
- Robotica di intrattenimento: si occupa delle tecnologie utilizzate nei parchi tematici, nei musei o negli effetti speciali cinematografici per intrattenere ed educare grandi quantità di pubblico; un esempio di utilizzo sono gli audioanimatori spesso utilizzati per riprodurre le fattezze di personaggi fantastici o di specie animali oggi estinte come i dinosauri.
- Robotica evolutiva: metodologia che attraverso lo studio di algoritmi evolutivi tenta di realizzare robot sempre più versatili in modo da rendere meno essenziale il supporto umano.
- Robotica industriale: il campo industriale è sicuramente quello in cui i robot hanno trovato maggiore diffusione: il loro impiego nelle catene di montaggio ha permesso alle aziende di abbattere notevolmente i costi accelerando e migliorando la produzione. Fra i robot più utilizzati dall'industria vi è il braccio robotico costruito a imitazione del braccio umano ma spesso dotato di più gradi di libertà: è una macchina molto versatile che si presta a svariate mansioni tra cui verniciatura, saldatura o montaggio. Interessante notare come questa tipologia di macchine sia spesso utilizzata per produrre altri robot simili rendendo le speculazioni fatte dalla fantascienza sulle macchine autoreplicanti un discorso molto più vicino alla nostra quotidianità.
- Robotica marina: si tratta di una branca in via di espansione per le numerose applicazioni di tipo industriale (principalmente legate al settore petrolifero), scientifico, archeologico e militare.
- Robotica militare: sono utilizzati più che altro con scopi di ricognizione e vigilanza fra i quali troviamo ad esempio gli aerei privi di equipaggio detti droni. Questo tipo di veicoli è sì controllato a distanza da personale apposito ma in caso di emergenza può anche compiere diversi compiti in totale autonomia permettendo la ricognizione di teatri di guerra pesantemente difesi senza mettere a repentaglio vite umane. Altro esempio di robotica militare sono i robot artificieri che sono in grado, grazie al numero di strumenti di cui sono muniti, di compiere analisi su un ordigno esplosivo ed eventualmente neutralizzarlo a distanza riducendo drasticamente i rischi per gli artificieri.
- Robotica sociale: cerca di sviluppare tecnologie che rendano i robot sempre più capaci di interagire e comunicare con gli esseri umani in modo autonomo.
- Robotica spaziale: anche se sviluppa tecnologie e metodiche destinate all'impiego di robot fuori dall'atmosfera terrestre questo settore della robotica ha raggiunto dei risultati utili anche in campi che esulano dalla ricerca spaziale. Esempi di questi robot sono le sonde esplorative impiegate in diverse missioni sui pianeti del sistema solare ma anche robot più *tradizionali* come il famoso braccio manipolatore dello Space Shuttle o quello di sembianze umane destinato alla ISS che verrà utilizzato in sostituzione degli astronauti nelle attività extraveicolari.
- Robotica umanoide.
- Telerobotica.
- Competizioni robotiche.



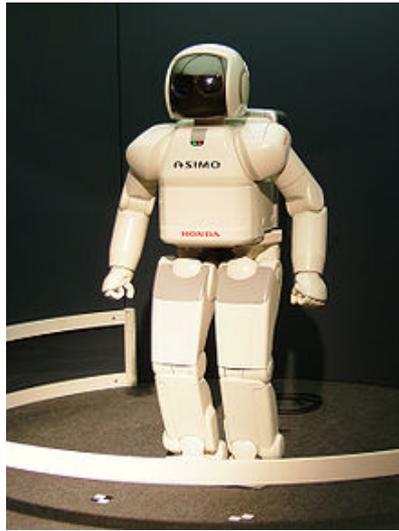
Robot

Il termine **robot** indica una qualsiasi macchina (di forma più o meno antropomorfa), in grado di svolgere più o meno indipendentemente un lavoro al posto dell'uomo.

Nel linguaggio comune, un **robot** è un'apparecchiatura artificiale che compie determinate azioni in base ai comandi che gli vengono dati e alle sue funzioni, sia in base ad una supervisione diretta dell'uomo, sia autonomamente basandosi su linee guida generali, magari usando processi di intelligenza artificiale; questi compiti tipicamente dovrebbero essere performati al fine di sostituire o coadiuvare l'uomo, come ad es. nella fabbricazione, costruzione, manipolazione di materiali pesanti e pericolosi, o in ambienti proibitivi o non compatibili con la condizione umana o semplicemente per liberare l'uomo da impegni.

Un **robot** così definito, dovrebbe essere dotato di connessioni guidate dalla retroazione tra percezione e azione, e non dal controllo umano diretto. L'azione può prendere la forma di motori elettro-magnetici, o attuatori, che muovono un arto, aprono e chiudono una pinza, o fanno deambulare il robot. Il controllo passo-passo e la retroazione sono forniti da un programma che viene eseguito da un computer esterno o interno al robot, o da un microcontroller. In base a questa definizione, il concetto di *robot* può comprendere quasi tutti gli apparati automatizzati.

In alternativa, il termine *robot* viene usato per indicare un **essere artificiale**, un automa o Androide, che *replichi* e somigli ad un animale (reale o immaginario) o ad un uomo. Il termine ha finito per essere applicato a molte macchine che sostituiscono direttamente un umano o un animale, nel lavoro o nel gioco. In questo modo, un robot può essere visto come un tentativo di biomimica. L'antropomorfismo è forse ciò che ci rende così riluttanti a riferirci a una moderna e complessa lavatrice, come a un robot. Comunque, nella comprensione moderna, il termine implica un grado di autonomia che escluderebbe molte macchine automatiche dal venire chiamate robot. Si tratta di una ricerca per robot sempre più autonomi, il che è il maggiore obiettivo della ricerca robotica e il motivo che guida gran parte del lavoro sull'intelligenza artificiale.



Linguaggio di programmazione dei robot

In robotica educativa la programmazione del *mattoncino intelligente* rappresenta una delle fasi fondamentali dell'esperienza. Per chi ha utilizzato i diversi prodotti che a partire dagli inizi anni ottanta la Lego in collaborazione con il MIT rendevano disponibili per attività didattiche, si possono ricordare quelli che sono stati più utilizzati in ambito formativo: dai lego® TC, Control Lab, The Intelligent House e la tecnologia che è riscontrabile nei prodotti lego mindstorms fino ai recenti mattoncini intelligenti NXT.

Prima di prendere in considerazione i recenti mattoncini NXT è opportuno data la grande diffusione di due linguaggi di programmazione che sono forniti da lego® e si caratterizzano per essere entrambi grafici:

- RCX Code, incluso nella versione commerciale ;
- ROBOLAB, basato su LabVIEW ;

Il software ROBOLAB nasce dalla collaborazione di tre gruppi: TUFTS: Tufts University College of Engineering, University College of Engineering Center for Educational Outreach National Instruments LEGO® Dacta.

RCXCode

RCXCode è un ambiente di programmazione cosiddetto iconico funzionante su computer ed è in dotazione nel kit "Robotics invention System" e permette lo sviluppo di programmi di controllo del robot LEGO MindStorms®.

Il programma è molto accattivante e per la sua struttura e si realizza assemblando blocchi grafici in "impilamenti" di strutture grafiche bidimensionali, e attraverso una torretta a raggi infrarossi scaricato sull RCX e quindi eseguito.

Come in molti ambienti, l' interfaccia grafica agevola il lavoro di programmazione e di fatto impedisce al programmatore di commettere errori, importante in questo ambiente di programmazione è la gestione dell' evento definito come proprietà che assumono i sensori.

In pratica quando la lettura di un sensore supera un certo valore di soglia, viene generato un evento che produce l'esecuzione di una particolare sequenza di istruzioni Il kit Mindstorms® mette a disposizione una prima fase introduttiva alla programmazione definita "Modalità guidata di programmazione RIS", una serie di esercitazioni ben guidate che permette di comprendere i principi e le procedure fondamentali.

L'RCX INCLUDE GIÀ CINQUE PROGRAMMI CHE PERMETTONO AL ROBOT DI:

spostarsi in avanti ed emettere suoni

- controllare il robot mediante due sensori di contatto eseguendo azioni di spostarsi in avanti e ruotare su i lati
- spostarsi in avanti fino a quando il sensore ottico registra una diversa intensità di luce
- eseguire un movimento avanti/indietro cinque volte e per un intervallo di tempo casuale
- spostarsi in avanti e modificare successivamente il senso di marcia quando incontra un ostacolo sul proprio percorso.

Successivamente, dopo aver imparato a costruire autonomamente robot, si dovrà programmarli rendendoli veri robot ai quali sarà insegnato a muoversi ed agire liberamente. Programmando l'RCX in modo che reagisca ai sensori, è possibile determinare il reale comportamento delle "creature cibernetiche" e, in ultima analisi, rendere intelligenti i robot.

Per far ciò occorre programmare nel **Codice RCX** attraverso una tecnica visuale molto efficace che procede attraverso un "impilamento di blocchi grafici".

Il codice RCX è uno specifico linguaggio di programmazione di Robotic Invention System.

I BLOCCHI DEL CODICE RCX SONO:

- blocco **program** (program untitled): rappresenta sempre il blocco iniziale di ogni programma e permette di aprire, salvare, eliminare il programma.
- blocchi del menù **commands**: sono istruzioni che consentono all'RCX di eseguire i comandi ricevuti. Possono infatti accendere i motori, rimanere in attesa, emettere un suono
- blocchi del menù **sensor watcher**: servono per controllare i valori dei sensori e determinano l'esecuzione di uno specifico stack collegato, quando vengono ad essere soddisfatte determinate condizioni.

In pratica verificano le modifiche dell'ambiente di un robot e determinano una reazione conseguente.

- blocchi del menù **controllers**: molto utili nella pratica permettono di controllare le modalità di esecuzione di talune parti di programma.
- blocchi del menù **my commands**: costituiscono dei collegamenti di programmazione e consentono anche di sostituire un lungo stack di comandi con un unico blocco.

Il codice RCX permette di costruire stack a discesa e ciò significa che l'esecuzione del programma inizia al primo blocco e continua con quelli successivi.

Nell'RCX possono essere memorizzati fino a cinque programmi: ogni programma può essere avviato o arrestato e ciascuno di questi può effettuare un numero massimo di nove stack diversi che vengono comunque eseguiti tutti contemporaneamente (Multitasking).

Sul desktop si osserveranno i diversi comandi e istruzioni posti in relazione all'attività del robot e si porterà l'attenzione degli soprattutto alle relazioni intercorrenti tra evento e sensori ed eventi che possono attivare task.

Un concetto fondamentale nella esecuzione del programma è quello di "concorrenza" o "multitasking". Accanto al software RIS troviamo la Constructopedia che permette di costruire robot e fornisce suggerimenti e consigli pratici per affrontare le "sfide" proposte dal software.

Altri tipi di linguaggi e programmazione

Il C è un linguaggio di programmazione relativamente minimalista; la sua semantica utilizza un insieme ristretto di concetti relativamente semplici e vicini al funzionamento dell'hardware dei calcolatori; molte istruzioni C sono traducibili direttamente con una singola istruzione di linguaggio macchina (per esempio, gli operatori di auto incremento e autodecremento). Nel linguaggio un ruolo centrale viene svolto dal concetto di puntatore, che viene generalizzato fino a coincidere con l'**indirizzamento indiretto**, un modo di accedere alla memoria hardware caratteristico di tutte le moderne CPU. Questo rende il C un linguaggio particolarmente efficiente. D'altra parte, rispetto al linguaggio assembly il C ha in più una struttura logica definita e leggibile, funzioni in stile Pascal e soprattutto il controllo sui tipi (in fase di compilazione), che manca completamente in assembly. Inoltre la grammatica e la sintassi del C sono molto libere e flessibili, permettendo di scrivere istruzioni complesse e potenti in poche righe di codice (ma anche istruzioni assolutamente criptiche e illeggibili). In definitiva, il successo del C fu decretato dall'essere un linguaggio creato da programmatori esperti, per essere usato da programmatori esperti.

Questa grande libertà, la complessità sintattica del linguaggio (che come abbiamo visto contiene poche istruzioni di base) e il ruolo centrale dei puntatori, che è necessario usare praticamente fin dai primi programmi, ne fanno viceversa un linguaggio ostico e sconsigliabile ai neofiti, che cadono quasi subito in una serie di trappole che, se pure ovvie per un esperto, sono molto difficili da individuare per un principiante.

Grazie alla particolare efficienza del codice prodotto dai suoi compilatori, il C venne utilizzato per riscrivere la maggior parte del codice del sistema UNIX, riducendo l'uso dell'assembly ad un piccolo gruppo di funzioni. La sua importanza tuttavia, crebbe solo dopo il 1978 con la

pubblicazione da parte di Brian Kernighan e Dennis Ritchie del libro *The C Programming Language* nel quale il linguaggio venne definito in modo preciso.

Il suo successivo larghissimo utilizzo portò alla nascita di diversi dialetti e quindi alla necessità di definirne uno standard: a questo scopo nell'estate del 1983 venne nominato un comitato con il compito di creare uno standard **ANSI** (America National Standard Institute) che definisse il linguaggio C una volta per tutte. Il processo di standardizzazione, il quale richiese sei anni (molto più del previsto), terminò nel dicembre del 1989, e le prime copie si resero disponibili agli inizi del 1990. Questa versione del C è normalmente chiamata C89. Lo standard venne anche adottato dall'*International Organisation for Standardisation* (ISO) nel 1999 con il nome di **C Standard ANSI/ISO**. Nel 1995 fu adottato l'**Emendamento 1** al C Standard che, fra le altre cose, ha aggiunto nuove funzioni alla libreria standard del linguaggio. Usando come documento base il C89 con l'Emendamento 1, e unendosi l'uso delle classi di Simula, Bjarne Stroustrup iniziò a sviluppare il C++. Il risultato finale del continuo sviluppo del C fu lo standard promulgato nel 1999, noto come ISO C99 (codice ISO 9899).

Esempio di una calcolatrice che esegue la somma di due numeri interi mediante linguaggio C.

```
#include <stdio.h>

int main()
{
    int somma;
    int num1;
    int num2;

    printf("Inserisci il primo valore: ");
    scanf("%d", &num1);

    printf("Inserisci il secondo valore: ");
    scanf("%d", &num2);

    somma = num1 + num2;

    printf("La somma dei due numeri e' la seguente: %d\n", somma);
return 0;
}
```