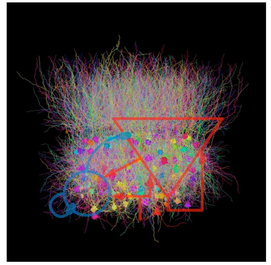
Il neuromorfismo: imitare il sistema nervoso

L'uomo s'ispira spesso alla natura per sviluppare le proprie tecniche, ma non sempre questa è l'idea migliore: gli aerei, per decollare, non sbattono le ali e i mezzi di trasporto su ruota non imitano la locomozione animale!
Nel campo della biorobotica perciò ci chiediamo: conviene imitare il sistema nervoso (neuromorfismo) oppure no?
Da un lato potrebbe essere meglio sviluppare modelli più idonei al tipo di materiali e strumenti inorganici che vengono utilizzati. Dall'altro, dobbiamo prendere atto che il sistema nervoso è robusto (continua a funzionare anche se danneggiato) ed efficiente energeticamente. In particolare, le neuroprotesi si interfacciano meglio e più velocemente con il sistema nervoso se viene usato un linguaggio che esso già conosce.

Neuro-morphism: mimicking the nervous system

Mankind was often inspired by nature to develop successful technologies. However, this strategy is not always the best one: airplanes don't flap their wings to take off, and no animal uses wheels to move around!
That's why biorobotics researchers ask themselves: should we mimic the nervous system (neuro-morphism) or not?
On one hand it could be better to develop models ad hoc for the inorganic materials used in robotics. On the other hand, the nervous system is quite strong – it keeps working even if damaged – and energetically efficient. In particular, neuro-prostheses interact better and faster with the nervous system if they share a common language.

Copertina di "Science", 8 agosto 2014: hardware informatico ispirato al cervello.
Cover of *Science* magazine, 8 August 2014: information hardware inspired by the brain.



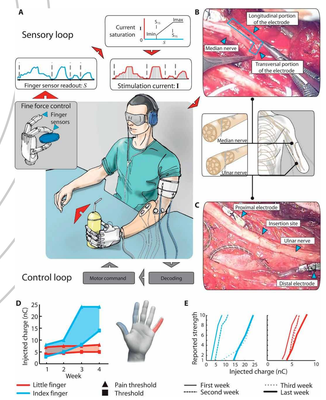
Modelli matematici morfologici e astratti di corteccia visuale primaria.
Morphological and abstract mathematical models of visual primary cortex.

Azione – contatto – reazione

Il tatto è un senso a distanza zero: possiamo vedere senza essere visti, ma non toccare senza essere toccati. Quando afferriamo un oggetto lo percepiamo col tatto e cambiamo la presa in base a ciò che abbiamo sentito.
Un test comune per le protesi robotiche consiste nel riempire un bicchiere d'acqua versandola da una bottiglia. Come mai un gesto apparentemente così semplice rappresenta una sfida per le tecnologie più avanzate? Via via che versiamo l'acqua, il peso della bottiglia e il suo punto di equilibrio cambiano, quindi a ogni istante elaboriamo l'informazione che viene dalla nostra mano e rimoduliamo la forza applicata nelle dita.
Riprodurre tutto ciò in un braccio robotico è molto difficile, perché richiede di implementare una sensazione di tatto artificiale, un obiettivo non ancora completamente raggiunto, anche se studi recenti stanno producendo risultati significativi.

Action – Contact – Reaction

Touch is a zero-distance sensory mode: we can see without being seen but we can't touch without be touched.
When catching an object, we feel it with our tactile perception and we adjust the grasp accordingly. A common test for robotic arms is pouring the water from a bottle to a glass. Why such a simple action is a challenge even for most advanced technologies? As we pour the water, both the weight of the bottle and its balance point are altered. At every moment then we process tactile information to re-calibrate the force applied by each finger.
It is very difficult to re-create this dynamics in a robotic arm, since it needs the exact reproduction of tactile perception – a goal that has not yet been achieved, even though recent studies report significant advancements in this direction.



Un braccio europeo

Il progetto NEBIAS, finanziato dall'Unione Europea e coordinato dalla Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa, mira a sviluppare un braccio robotico controllato dal sistema nervoso periferico e in grado di trasmettere sensazioni tattili.
Per raggiungere questo obiettivo è necessario sviluppare nuove tecnologie, come quelle mostrate nella vetrina al centro della sala:

1. interfacce in grado di comunicare efficacemente con i nervi del braccio;
2. arti robotici capaci di riprodurre i movimenti e le prese degli arti;
3. dita artificiali con sensori di tatto in grado di replicare la percezione umana;
4. un modello matematico che traduca l'attività del sistema nervoso in segnali comprensibili a una macchina e viceversa.

Il progetto NEBIAS interessa numerose discipline (medicina, biologia, fisica, ingegneria) e istituzioni di Italia, Spagna e Germania.

A European arm

The NEBIAS project, funded by the European Community and led by Scuola Superiore Sant'Anna in Pisa, aims at developing an upper limb neuro-prosthesis controlled by the peripheral nervous system and able to convey tactile sensations.
To achieve this goal, it is necessary to develop new technologies, like those displayed in the showcase at the centre of this room:

1. Interfaces able to effectively communicate with the peripheral nerves;
2. Robotic upper limbs able to reproduce the different movements and grasp types of the human hand;
3. Artificial fingers with touch sensors able to reproduce tactile perception;
4. An algorithm able to translate the nervous system activity into signals that can be read by a machine and vice-versa.

The NEBIAS project is a European collaboration between various institutions in Italy, Spain and Germany. It spans a number of fields, namely medicine, biology, physics, and engineering.

La robotica e l'*enhancement*

La mano robotica al centro di questa sala rappresenta uno tra i più avanzati e complessi risultati della biorobotica, ma non è l'unico esempio di macchina progettata e costruita per superare i limiti (patologici o fisiologici) del nostro corpo.
Negli ultimi anni abbiamo assistito all'avvento di moltissime tecnologie di enhancement – mirate cioè al "miglioramento" e al "potenziamento" delle capacità umane – che spaziano dalle protesi robotiche agli impianti neurali fino alle lenti per la realtà aumentata. Queste tecnologie, tuttavia, sollevano diversi dubbi per le loro implicazioni etiche.

• In quali casi è giusto usarle?
• Cosa cambia, ad esempio, in una prestazione sportiva o lavorativa, quando i risultati sono ottenuti tramite le tecnologie di enhancement?
Accedi all'area interattiva per rispondere alle domande.

Robotics and enhancement

The robotic hand at the center of this room represents one amongst the most advanced and complex products of contemporary biorobotics. However, it is not the only example of technologies projected and created to overcome human constraints, both physiological and pathological ones.
In the last decade we have seen the rise of several enhancement technologies –that is, technologies aimed to "improve" and "upgrade" human abilities– ranging from robo-prosthetics to neural implants, including augmented reality lens. These technologies, however, have raised many doubts for their ethical implications.

• When we have the right to use them?
• What does it change, in a sport or work performance, when goals are reached by enhancement technologies?
Go to the interactive page scanning the QR Code to give us your opinion.