

Neurone per neurone

Un sottile nanotubo di carbonio può misurare i piccoli cambiamenti elettrici all'interno di un singolo neurone.

Susan Young

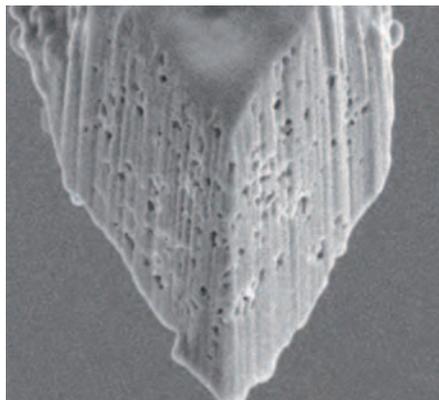
Una sottile sonda composta da nanotubi in carbonio può sondare l'attività elettrica interna di un singolo neurone, dando ai ricercatori una visione più precisa di come le cellule cerebrali rispondano ai segnali provenienti dalle cellule vicine. Sondare il cervello a questa risoluzione potrebbe risultare fondamentale per capire e mappare le sue funzioni.

Le sonde "arpionanti" sono larghe appena 5 o 10 micrometri e possono perforare una cellula vivente per misurare i cambiamenti elettrici associati a segnali neuronali. Nelle porzioni sezionate di tessuto cerebrale ancora attivo di topi, i ricercatori della Duke University sono stati in grado di effettuare registrazioni all'interno di un singolo neurone.

«Per quello che sappiamo, il nostro studio mostra la prima registrazione intracellulare da neuroni sondati con nanotubi in carbonio», afferma Bruce Donald, biochimico e informatico alla Duke University, autore dello studio pubblicato su "PLoS ONE".

I nanotubi in carbonio hanno molte proprietà interessanti per le registrazioni cerebrali, precisa Donald: sono resistenti, sono compatibili con i tessuti del corpo e sono dei buoni conduttori di elettricità. Ma i precedenti dispositivi realizzati con nanotubi di carbonio erano troppo corti o larghi per la registrazione all'interno delle cellule. Le sonde realizzate dai ricercatori della Duke sono lunghe un millimetro e si prestano a monitorare l'attività elettrica in modo più preciso rispetto a modelli montati su tipici elettrodi a vetro o di metallo.

I ricercatori hanno potuto rilevare piccoli cambiamenti nell'attività elettrica all'interno della cellula, che corrispondono a segnali di ingresso ricevuti da altre cellule. Un neurone corticale medio può ricevere segnali da circa 10mila altri neuroni,



spiega Richard Mooney, neuroscienziato alla Duke University e co-autore dello studio. Individualmente, i neuroni generano dei segnali molto bassi, ma nel loro complesso ogni gruppo di segnali risulta percepibile dal neurone ricevente, che decide se attivarsi o meno.

La segnalazione intracellulare potrebbe rivelarsi utile per mappare la connessione funzionale tra neuroni, un obiettivo dell'iniziativa BRAIN lanciata recentemente.

I ricercatori utilizzano una "tecnica intelligente" per realizzare i loro dispositivi, precisa Takashi Kozai, un ingegnere neurale che non era coinvolto nello studio. Partendo dalla punta di un filo metallico di tungsteno, è stata realizzata una lunga sonda simile a un ago, composta di nanotubi di carbonio aggrovigliati. La sonda è stata ricoperta con un materiale isolante, poi la punta è stata bombardata con un fascio di ioni concentrati, rimuovendo il materiale isolante da quest'area e assottigliandola finemente.

Secondo Kozai, che è impegnato nello sviluppo di microscopici elettrodi per la registrazione dell'attività neuronale, il lavoro «getta le basi per la realizzazione di dispositivi ancora più sottili, magari dell'ordine di 100 nanometri invece che micron». Se le future versioni dell'estremità del nanotubo diventeranno più affilate, forse i ricercatori potranno penetrare nelle cellule anche di un cervello morbido e spugnoso, impiantando stabilmente il dispositivo nei cervelli viventi, per esplorare come un cervello vivente impari e ricorda. Kozai ritiene che «se potranno effettuare registrazioni continue nella stessa cellula, sarà possibile mappare i cambiamenti neuronali durante la formazione della memoria e dell'apprendimento». ■

Susan Young è redattrice di MIT Technology Review.

Un atlante 3D del cervello

Gli scienziati hanno visualizzato l'anatomia di un intero cervello umano a una risoluzione senza precedenti.

Courtney Humphries

Una nuova risorsa permetterà di esplorare l'anatomia di un cervello in tre dimensioni in modo molto più approfondito rispetto a prima e ciò potrebbe aiutare a mappare l'attività del cervello umano. Questa iniziativa, chiamata BigBrain, e creata nell'ambito del progetto europeo Human Brain Project, è disponibile on-line e utilizzabile gratuitamente.

I ricercatori del progetto BigBrain, guidati da Katrin Amunts, del Research Centre Jülich, e Heinrich Heine, della University of Düsseldorf in Germania, hanno scansionato il cervello di una donna deceduta di 65 anni, utilizzando la risonanza magnetica e successivamente immergendolo nella paraffina e tagliandolo in 7.400 sezioni, ognuna spessa 20 micrometri. Ogni parte è stata preparata su una slide e ripresa in digitale usando uno scanner piatto.

Alan Evans, professore al Montreal Neurological Institute della McGill University di Montreal, Canada, e autore principale di un articolo in proposito pubblicato sulla rivista "Science", ha precisato che il suo gruppo ha poi accettato «la sfida tecnica di ricomporre le 7.400 sezioni in un oggetto tridimensionale, utilizzando le tecniche di elaborazione digitale». Molte sezioni presentavano piccole lacerazioni e deformazioni, che sono state corrette singolarmente per i danni maggiori e con un programma automatico per quelli minori. Aiutati dalle immagini prese precedentemente e da relazioni tra sezioni vicine, i ricercatori hanno poi allineato le sezioni per creare un oggetto in 3D, che include circa un terabyte di dati.

Evans sostiene che gli atlanti tridimensionali esistenti del cervello umano sono spesso limitati dalla risoluzione, di circa un millimetro, delle immagini ottenute con



I ricercatori hanno utilizzato uno strumento chiamato microtomo per tagliare un cervello in sezioni di 20 micrometri l'una.

MRI. L'atlante BigBrain rende invece possibile spostarsi di circa 20 micrometri in ogni direzione. Anche se non è sufficiente per analizzare le singole cellule cerebrali, ciò permette di distinguere come gli strati di cellule sono organizzati nel cervello.

Joshua Sanes, neuroscienziato alla Harvard University, sostiene che il progetto rappresenta un gradino verso la realizzazione del sogno dei neuroscienziati di guardare il cervello umano «con una risoluzione cellulare in gradi di analizzare i cervelli di un topo o di una mosca. Gli altri atlanti, invece, rappresentano solo un singolo cervello e non sono in grado di catturare le differenze tra vari cervelli».

Evans sostiene che questa può costituire una risorsa importante per la ricerca futura. Uno dei maggiori obiettivi delle diverse iniziative sul cervello, incluso il progetto europeo e la nascente BRAIN Initiative negli Stati Uniti, consiste nella integrazione dei diversi generi di dati sulla struttura e sull'attività cerebrale, per creare modelli del cervello per lo studio di processi come lo sviluppo infantile o le malattie neurologiche. Secondo Evans, inoltre, «molte prospettive dipendono dalla possibilità di avere una fotografia chiara dell'anatomia cerebrale come punto di riferimento e il Big-Brain può servire come una piattaforma su cui altre informazioni possono venire inserite». ■

Courtney Humphries si occupa d'informazione scientifica e ha pubblicato recentemente Superdove: How the Pigeon Took Manhattan... and the World.

La mente in un androide?

Al Global Future 2045, si è discusso del trasferimento della mente in un corpo artificiale.

Antonio Regalado

La conferenza di New York, che si è svolta a metà giugno, ha attirato un pubblico vivace, inclusi più di 230 giornalisti oltre a un arcivescovo ortodosso, un lama tibetano, un ingegnere di Google insieme a diversi scienziati autorevoli nel determinare le priorità dei finanziamenti da parte degli Stati Uniti.

L'organizzatore e sponsor dell'evento, Dmitry Itskov, è un ricco imprenditore russo nel campo dell'informatica, che un paio di anni fa ha avuto una «trasformazione spirituale» che lo ha portato a lanciare quella che chiama un'iniziativa globale per creare «una nuova specie libera dai limiti della biologia».

L'apice dell'evento doveva essere la presentazione di un realistico busto animatronico di Itskov, creato da David Hanson, un progettista di robot, e un prototipo di ciò che Itskov spera, entro 20 anni, sarà un «trasportatore artificiale» nel quale possono essere poste menti umane.

«È un diritto dell'uomo. Le persone hanno diritto di vivere e non di morire». Itskov racconta che ha in programma di raccogliere alcune centinaia di milioni di dollari per accelerare la trasformazione dell'umanità in una forma di macchina.

Sul palco, durante la conferenza ho visto la versione odierna di un androide. Creato dal giapponese Hirisho Ishiguro, il robot era una copia stranamente realistica di Ishiguro e inizialmente credevo fosse lui che faceva finta di essere un robot. Ishiguro sostiene che l'effetto è dovuto all'aver programmato il robot per compiere movimenti involontari, sbattere le palpebre, abbassare timidamente il mento e un lieve ondeggiare avanti e indietro.

Per «abitare» un robot è necessario essere in grado di inserire la mente, la personalità e i ricordi in un software. Per



Una versione robotica del ricercatore giapponese Hirisho Ishiguro. Accanto un «telenoide», capace di semplici conversazioni.

quanto inverosimile possa sembrare, la lista degli oratori includeva alcuni biologi importanti, inclusi Ed Boyden del MIT e George Church dell' Harvard Medical School, che solo due mesi fa si erano uniti al Presidente Obama alla Casa Bianca per il lancio dell'iniziativa governativa BRAIN, finanziata con 100 milioni di dollari.

L'obiettivo di questi ricercatori è quello di mappare le molecole e le cellule del cervello nei minimi dettagli, una iniziativa ambiziosa e costosa. Ecco perché hanno bisogno dei soldi del governo e di uno sponsor come Itskov. Ma, se è realmente possibile mappare il cervello, la creazione di menti artificiali potrebbe esserne una conseguenza logica. «Ciò che non posso costruire, non lo posso capire», ha detto Boyden citando il fisico Richard Feynman.

Uno degli accademici saliti sul palco era Theodore Berger, della University of Southern California, di Los Angeles. La sua tecnologia in silicio per immagazzinare ricordi reali è stata selezionata quest'anno per le nostre 10 tecnologie innovative (si veda *Giri di memoria*, nello scorso fascicolo, 4/2013). «Vuole diventare veramente una macchina?», gli ho chiesto. Mi ha risposto: «L'età ha cambiato la mia risposta a questa domanda in un modo che non avrei mai previsto. Non avrei mai voluto diventare una macchina, ma alcune parti del mio corpo stanno iniziando a diventare più fragili e ciò non mi piace, perciò ora ho maggiori motivi per desiderare di diventare una macchina». ■

Antonio Regalado è redattore di MIT Technology Review.