



Interfaces cerebro-máquina, un gran paso hacia la Inteligencia Artificial

Jesús Cortés

Institute for Adaptive and Neural Computation, University of Edinburgh, UK

Tipo de artículo: Actualidad.

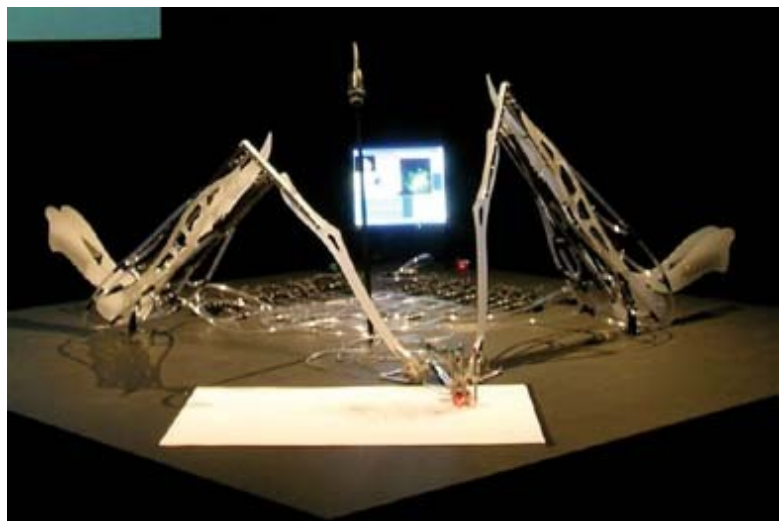
Disciplinas: Neurociencia, Inteligencia Artificial, Psicología.

Etiquetas: Interfaz cerebro-computadora, cerebro, control de prótesis, Neuro-ingeniería.

Dentro de la Neurociencia Computacional, la Neuro-ingeniería desarrolla sistemas de comunicación entre una máquina y alguna parte del sistema nervioso. Sin lugar a dudas, estos sistemas constituyen un gran reto científico, ingenieril y ético. Sin embargo, su correcto funcionamiento todavía plantea muchos problemas.

En 1989, Georgopoulos, Lurito, Petrides, Schwartz y Massey probaron en el mono que existe una relación causal entre la actividad eléctrica de las neuronas de la corteza motora y la dirección del movimiento de sus brazos. Este trabajo inició toda una línea de investigación dentro de la Neurociencia Computacional: la interacción entre el sistema mente-cerebro y una máquina externa (lo que también se ha llamado Neuro-ingeniería).

Su trascendencia social ha sido tan importante que la prestigiosa serie de documentales Horizon de la BBC le ha dedicado muchos de sus programas. Citaremos algunos ejemplos. En este vídeo (<http://www.youtube.com/watch?v=Ppfjnz4NTw>) se describen investigaciones realizadas en la Universidad del Estado de Nueva York, que muestran cómo la estimulación con descargas precisas en la corteza somatosensorial de la rata puede inducir respuestas idénticas a si se estimulan alguno de sus bigotes. La estimulación en un bigote del lado izquierdo lleva al animal a moverse hacia la derecha y viceversa. Además, cuando la rata se mueve hacia el lado que se estimuló, los investigadores inducen refuerzos positivos activando eléctricamente su sistema límbico.



Una máquina interactúa con un cultivo de neuronas. (cc) Figura tomada de Bakkum y col., 2007.

De forma similar, en este otro vídeo (<http://www.youtube.com/watch?v=7-cpcolJbOU>) se ilustra cómo se consiguen interpretar los registros eléctricos del movimiento de muñeca del mono cuando mueve un joystick mientras juega a un videojuego muy simple. Las instrucciones motoras correspondientes a estos registros se envían a un brazo artificial que ejecuta los mismos movimientos.

La esencia de todos los sistemas cerebro-máquina es la misma. Después de la implantación de electrodos en alguna región del cerebro (normalmente la corteza motora), una máquina es capaz de interpretar (decodificar) los registros eléctricos, y ejecutar lo que indican las señales nerviosas. Así, estaremos ejecutando con una máquina lo que la mente del animal quiere hacer.

Aunque a todos los niveles (científico, de ingeniería, clínico o ético), esto representa un logro importantísimo, existen una serie de problemas que aún requieren solución (para más detalles véase Lebedev y Nicolelis, 2006). Normalmente, para que los registros eléctricos sean fiables y unívocamente interpretados se necesitan electrodos pequeños que permiten medir la actividad eléctrica de unas pocas neuronas. Así, esta tecnología depende de una cirugía intracraneal que produce muchas consecuencias post-operatorias. Para evitar infecciones a corto plazo, recientemente se están implantando bio-electrodos, con lo que se consiguen registros estables incluso durante varios meses. Electrodos de este tipo se han implantado en animales muy diferentes, ratones, monos, e incluso humanos. De éstos, la primera vez fue en 2004, cuando la compañía Cyberkinetics en Salt Lake City, USA, implantó en el tetrapléjico Matthew Nagle electrodos para controlar algunos movimientos del ratón del ordenador y del mando de navegación del televisor (véase este excelente vídeo: <http://www.youtube.com/watch?v=cDiWFCa0gaw>).

Por motivos algo evidentes, en esta línea el principal reto consiste en el uso de registros no invasivos (que no necesitan de ningún tipo de cirugía) como Electroencefalogramas (EEG, véase Correa, 2008, <http://www.cienciacognitiva.org/?p=17>) o Resonancia Magnética funcional (fMRI). Sin embargo, estos registros nerviosos tienen otros problemas. ¿Se pueden interpretar de forma unívoca? Los EEG, aunque tienen muy buena resolución temporal (de unos pocos milisegundos), dan información espacial muy ambigua, al recoger la actividad eléctrica promedio de varios miles de neuronas. Por otro lado, los datos fMRI tienen el problema de su interpretación per se, además de requerir un montaje experimental que es muy costoso. Su resolución espacial es buena, pero no miden actividad eléctrica directamente, sino el flujo sanguíneo en determinadas zonas cerebrales. Aunque están relacionados, la naturaleza de la relación aún no se comprende bien.

Hasta la fecha, los resultados conseguidos en la decodificación de estos registros no invasivos todavía no son muy fiables. La tendencia actual es la de hacer registros eléctricos con varias técnicas simultáneamente. De esta forma se puede complementar la interpretación de los registros no invasivos mediante técnicas que sí requieren de una cirugía. De forma anecdótica, y para resaltar la amplia producción científica y popularidad de este campo, existen competiciones mundiales para probar diferentes métodos numéricos y algoritmos de interpretación de estos registros de actividad eléctrica asociados a diferentes acciones motoras (la del último año se puede consultar en http://ida.first.fraunhofer.de/projects/bci/competition_iv).

De forma sutilmente diferente, pero con el mismo fondo, otro tipo de sistemas de interacción máquina-neuronas que han empezado a ser muy populares son los registros en cultivos de neuronas (véase, p. ej., Bakkum, Gamblen, Ben-Ary, Chao y Potter, 2007). Después de la extracción de algunas neuronas de un tejido nervioso (normalmente la médula espinal del animal o su hipocampo), estas neuronas se dividen, produciendo más neuronas que interaccionan entre sí dentro de una población. Con células madre se ha conseguido incluso generar neuronas motoras (Wichterle, Lieberam, Porter y Jessell, 2002). Los patrones de comunicación entre ellas son los mismos que en el animal de origen, así que es interesante conocer sus mecanismos y principios. Registros muy precisos (pues se pueden hacer incluso medidas intracelulares) se envían a un sistema artificial externo, que los interpreta y a su vez es capaz incluso de sustituir la función de esa neurona dentro de la red. Muy recientemente, investigadores en la Universidad de Reading en Reino Unido conectaron los movimientos de un robot a un cultivo de neuronas de rata. Por puro ensayo y error, las

neuronas aprendieron a evitar obstáculos, mejorando así el sistema de navegación del robot (para más detalles, véase el siguiente video: <http://www.youtube.com/watch?v=1-0eZytv6Qk>).

En resumen, en los últimos años neurocientíficos e ingenieros se han unido para desarrollar dispositivos capaces de interactuar y manipular directamente la información procesada por nuestro cerebro. El desarrollo y mejora de estos sistemas ayudará a integrar tres campos de investigación que en los últimos años han estado muy separados (aunque no deberían estarlo): la Inteligencia Artificial, la Neurociencia y la Robótica.

Referencias

Bakkum, D. J., Gamblen, P. M., Ben-Ary, G., Chao, Z. C. y Potter, S. M. (2007). MEART: the semi-living artist. *Frontiers in Neurobotics*, 1:5. doi:10.3389/neuro.12.005.2007

Georgopoulos, A. P., Lurito, J. T., Petrides, M., Schwartz, A. B. y Massey, J. T. (1989). Mental rotation of the neuronal population vector. *Science*, 243, 234-236.

Lebedev, M. A. y Nicolelis, M. A. (2006). Brain-machine interfaces: past, present and future. *Trends in Neurosciences*, 29, 536-546.

Wichterle, H., Lieberam, I., Porter, J., and Jessell, T.M. (2002). Directed differentiation of embryonic stem cells into motor neurons. *Cell*, 110, 385-397.