

Interfaz Cerebro-Computadora

Pensamientos al servicio de la comunicación

Las señales que emite el encéfalo abre muchas posibilidades a personas con deficiencias en sus funciones motoras. Un paso adelante en su calidad de vida y donde, con el correcto entrenamiento, imaginación y realidad pueden interactuar.

> **Ricardo Ron Angevin** / Doctor Ingeniero de Telecomunicación

Personas afectadas de esclerosis lateral amiotrófica, distrofia muscular, parálisis cerebral, lesiones agudas en la médula espinal y otras numerosas enfermedades neurológicas pueden presentar grandes discapacidades, originando importantes deficiencias en sus funciones motoras. En algunos casos, dichas deficiencias llegan a ser realmente severas, hasta el extremo de producir la pérdida total del control de los músculos responsables de los movimientos voluntarios del cuerpo, incluidos los movimientos de los ojos y de la propia respiración.

Personas que sufren de tales deficiencias pierden cualquier opción de comunicación con el exterior, con la única alternativa posible de dotar al cerebro de un nuevo canal no muscular que les permita enviar mensajes y órdenes al mundo exterior. El sistema que permite esto último es lo que se conoce como interfaz cerebro-computadora.

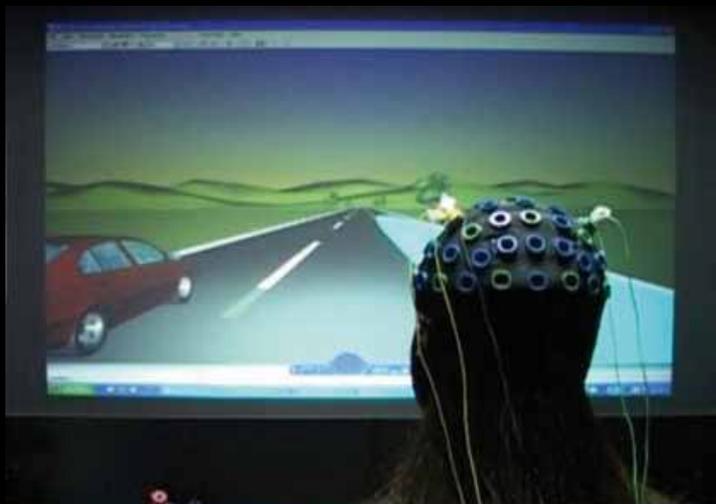
Este tipo de interfaz, más conocida como *Brain-Computer Interface* (BCI), se basa en el análisis de las señales procedentes de la actividad eléctrica del ce-

Las señales EEG pueden ser modificadas y controladas por el sujeto cuando este lleva a cabo determinadas tareas mentales

rebro, muy especialmente de las señales electroencefalográficas (señales EEG), y las transforma en unas señales de control capaces de actuar sobre un dispositivo externo. Si bien existen diferentes tipos de sistemas BCI, hay que destacar aquellos que se adaptan mejor a un modelo de con-



Diagrama de bloques de un sistema BCI.



Distintos entornos virtuales desarrollados por el grupo de investigación DIANA utilizados para el entrenamiento en el control de un sistema BCI (Proyecto BRAINS).

control voluntario, es decir, en el que el propio sujeto ejerce el control sobre el entorno. El principio básico de estos sistemas consiste en que las señales EEG, las cuales son detectadas a través de electrodos aplicados sobre el cuero cabelludo, pueden ser modificadas y controladas de manera voluntaria por un sujeto cuando este lleva a cabo unas determinadas tareas mentales, como por ejemplo, imaginar movimientos de las extremidades del cuerpo: dedos, manos, pies... Al llevar a cabo una tarea mental se generan unos patrones electroencefalográficos distintos que deberán ser

Algunos sectores del mundo de los videojuegos están empezando a mostrar cierto interés por estos sistemas con el fin de ofrecer un canal adicional de control

detectados por el sistema BCI, encargado a su vez de asociar cada patrón detectado a un comando de control.

Existen diversas configuraciones con respecto a la implementación de un sistema BCI, pero en líneas generales sigue una estructura dividida en cuatro etapas. La primera de ellas es la etapa de adquisición

de las señales EEG procedentes del sujeto, las cuales son amplificadas y digitalizadas. A continuación se sigue con un bloque de procesado que puede dividirse en otras dos etapas: extracción de características y etapa de clasificación. Por último, se tiene una fase de salida que transforma, dependiendo de la aplicación concreta, las señales procesadas en algún tipo de orden, pudiendo a su vez proporcionar algún tipo de *feedback* al sujeto.



> Posibilidades infinitas

Muy recientemente, algunos sectores relacionados con el mundo de los videojuegos están empezando a mostrar cierto interés por estos sistemas con el fin de ofrecer un canal adicional de control. Sin embargo, la comunidad científica está llevando a cabo un gran esfuerzo de investigación para desarrollar aplicaciones que permitan mejorar la calidad de vida

>>



Prototipo de control de una silla de ruedas a través de un sistema BCI llevado a cabo por el grupo de investigación DIANA (Proyecto INTENTIA).

de personas con importantes deficiencias motoras. Entre estas aplicaciones cabe citar aquellas que permiten a un paciente controlar su entorno (control de temperatura, luz, televisión...), sencillas prótesis ortopédicas, e incluso un teclado virtual. Tareas nada despreciables si consideramos que la principal aplicación de estos sistemas es la de dotar de un mínimo canal de comunicación y control a individuos con importantes discapacidades en sus funciones motoras.

Sin embargo, el reto es aún mayor, ya que otro de los objetivos que se persigue es el de desarrollar un sistema que permita a estos pacientes dirigir una silla de ruedas a través del control de sus señales EEG, ofreciéndoles una mayor autonomía en el desplazamiento.

Ciertos impedimentos pueden complicar enormemente el manejo inicial de un sistema BCI, que consta de una fase de aprendizaje o de entrenamiento y de otra de control. En la mayoría de los casos el éxito radica en la capacidad que

tenga un sujeto en generar de forma fiable un mismo patrón electroencefalográfico cuando lleve a cabo una determinada tarea mental. En este punto es necesario un adecuado entrenamiento que, en algunos casos, puede llegar a prolongarse durante meses, lo que puede provocar el abandono del aprendizaje y la desestimación en el manejo de estos sistemas por parte de muchos de estos sujetos. La concentración, la frustración, el cansancio, la distracción y la motivación son algunos de los factores que pueden afectar a la capacidad de los sujetos para controlar sus señales EEG, exigiendo eficaces algoritmos adaptativos que reduzcan sus efectos.

Tal motivo hace necesario y que resulta de vital importancia investigar sobre el desarrollo de modelos de entrenamiento basados en técnicas de *biofeedback* que garanticen una mayor motivación y fa-

cilidad de aprendizaje del control de las señales EEG. En este sentido, las técnicas basadas en realidad virtual pueden ser una herramienta de gran eficacia. Al combinar representación 3D, sonido y aislamiento, se consigue una interacción más natural y atractiva, aislar al sujeto de distracciones y, por lo tanto, un efecto más inmersivo y motivante, sin descartar la posibilidad de entrenarse en entornos seguros, como el que exigiría el control de una silla de ruedas.

Si bien se requiere un gran esfuerzo de investigación multidisciplinar para superar las dificultades que plantean estos sistemas, los datos científicos demuestran que una interfaz cerebro-computadora puede mejorar enormemente la calidad de vida de estas personas que no poseen posibilidad alguna de comunicación con el exterior. ●

Es muy importante investigar sobre el desarrollo de modelos de entrenamiento basados en técnicas de *biofeedback* que garanticen una mayor motivación y facilidad de aprendizaje