

Brain Computer Interfaces (BCI)

Alberto Prieto, Francisco Pelayo, Miguel Ángel López y Samuel Romero

Centro Mediterráneo de la UGR
22 a 26 de julio de 2013



Contenido

- **Definiciones**
- **Tipos**
- **Fundamentos fisiológicos.**
- **BCI no invasivos**
- **Aplicaciones**

¿Qué es un sistema BCI?

DEFINICIONES

24/07/2013

Sistemas BCI

Alberto Prieto



La Ingeniería Neural o Neuroingeniería es una disciplina que utiliza técnicas de ingeniería para comprender, reparar, reemplazar, mejorar, o tratar las enfermedades de los sistemas neurales

- **La investigación actual se centra en la comprensión de la codificación y procesamiento de la información en los sistemas sensorial y cerebral, cuantificando cómo este proceso se ve alterado en un estado patológico, y cómo se puede modificar a través de la interacción con dispositivos artificiales incluidas interfaces cerebro-computador y neuroprótesis.**
- **Este campo de la ingeniería surge los ámbitos de la**
 - neurociencia computacional, neurociencia experimental, neurología clínica, ingeniería electrónica y procesamiento de señales de tejidos neuronales vivos, y
- **Utiliza técnicas y herramientas de**
 - robótica, cibernética, ingeniería informática, ingeniería de tejidos neuronales, ciencia de materiales y nanotecnología.
- **Incluye aspectos tales como:**
 - Neural imaging
 - Artificial Neural Networks
 - **Brain computer interfaces**
 - Neural prostheses
 - **Neurorobotics**

24/07/2013

Sistemas BCI

Alberto Prieto



¿Qué es una Interfaz Cerebro-Computador (BCI)?

- Es un **canal de comunicación** que conecta el cerebro con un ordenador u otro dispositivo externo.
 - De esta forma una persona puede comunicarse utilizando el cerebro como única interfaz.
- En la actualidad muchas BCI se fundamentan en la capacidad del hombre de modificar su actividad cerebral de forma **voluntaria**
- Por lo general es muy difícil establecer **más de 2 estados** mentales de manera endógena
- Las funciones básicas de una BCI son medir la actividad cerebral, procesarla para obtener características de interés, y, una vez obtenidas interactuar con el entorno de la forma deseada por el usuario.

¿Qué es una Interfaz Cerebro-Computador (BCI)?

- Las BCI inicialmente se orientaron a ayudar, reparar o amplificar las funciones senso-motoras o cognitivas humanas.
- Frente a otros sistemas existentes, en el campo de la interacción hombre-máquina, las BCI ofrecen dos características únicas:
 - Permiten establecer un canal de comunicación **natural** con el hombre, dado que traduce las intenciones directamente en órdenes.
 - El resto de los interfaces no son naturales ya que el pensamiento debe de ser traducido de forma que se adapte al tipo de interfaz, como cuando usamos un teclado, el pensamiento de escribir una letra se traduce en la pulsación de uno de los dedos sobre una tecla.
 - Tienen la capacidad de **acceso a la información cognitiva y emocional** del usuario del sistema.

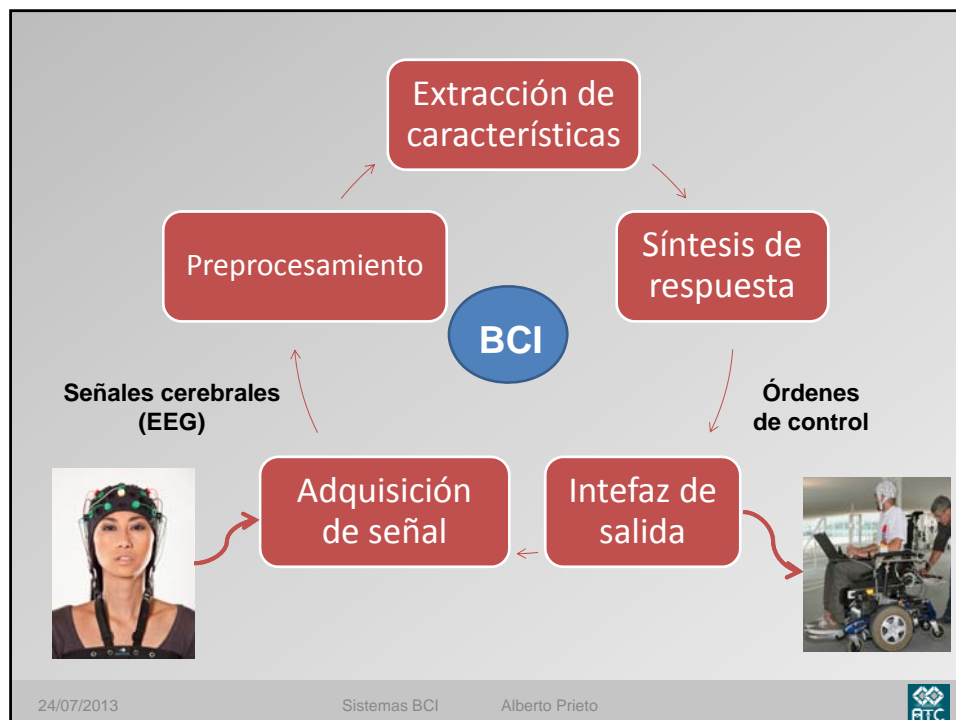
En todo sistema BCI podemos distinguir tres partes o módulos bien diferenciadas:

- **Captación de las señales:**
 - se realiza por medio de sensores, que son los encargados de recoger la actividad cerebral.
- **Procesamiento de Señales**
 - Módulo encargado de recoger la señal resultante de medir la actividad cerebral y aplicar unos filtros para decodificar el proceso neurofisiológico que refleja la intención del usuario.
- **Aplicación:**
 - Módulo encargado de materializar la interacción del usuario con el entorno. Puede ser escribir en una pantalla de ordenador, controlar un brazo robótico, etc.

24/07/2013

Sistemas BCI

Alberto Prieto

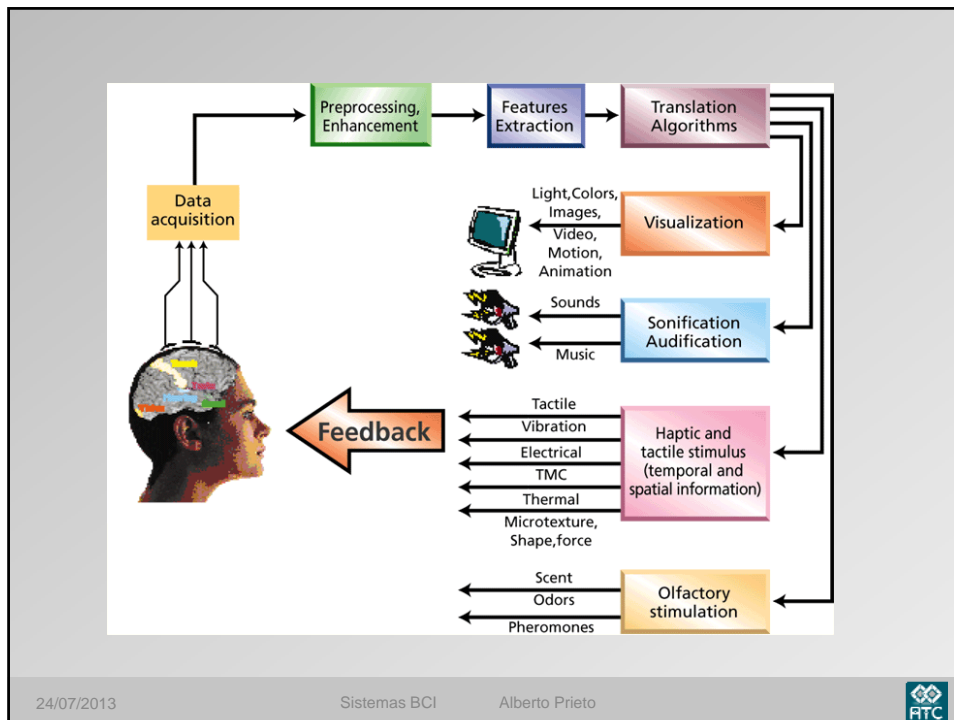


24/07/2013

Sistemas BCI

Alberto Prieto





Las investigaciones y retos actuales se centran en las modalidades anteriormente mencionadas

- **Nuevos procedimientos y técnicas sensoriales que proporcionen una mejor resolución temporal y espacial de las medidas de la actividad.**
 - Obtener información a un caudal de 2 bits/s
- **Con respecto al procesamiento de las señales, el reto es mejorar los procesos de filtrado y de aprendizaje automático de señal.**
 - Los aspectos que dificultan esta parte son debidos a que cada individuo tiene una actividad cerebral distinta y además esta actividad cerebral cambia con el tiempo.
- **Nuevas aplicaciones con interés asistencial o comercial**

Historia y desarrollo del campo

- Las investigaciones sobre BCI se iniciaron en la década de 1970 en la Universidad de California Los Ángeles (UCLA) con una subvención de la *National Science Foundation*, seguido por un contrato de DARPA.
- Los artículos publicados después de esta investigación también marcan la primera aparición del concepto y expresión de **interfaz cerebro-computador** en la literatura científica.
- Tras años de experimentación animal, los primeras neuro-protésis implantados en seres humanos aparecieron a mediados de la década de 1990.
- Hasta finales del siglo XX y principios del XXI no se empezaron a hacer verdaderos avances.
- Actualmente se han realizado grandes progresos:
 - Artículo publicado por Hochberg de la Universidad de Brown, publicado en la revista **Nature** (2012). En este trabajo presentó una BCI con la que dos personas con tetraplejía podían controlar un brazo robótico y realizar varias tareas, por medio de su actividad cerebral.

TIPOS DE SISTEMAS BCI

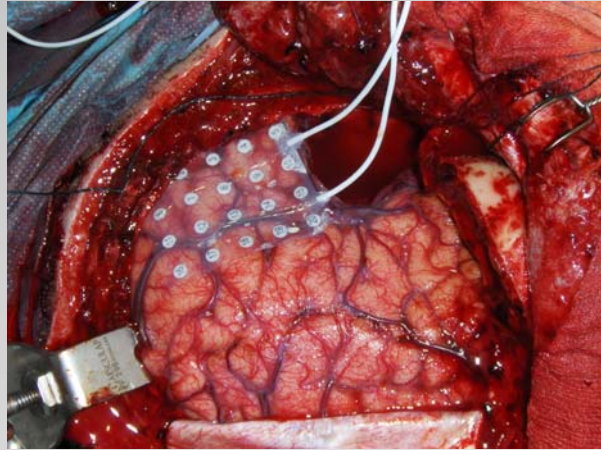
Existen diversos tipos o modalidades de BCI:

- Se utilizan diferentes técnicas que difieren en dónde y cómo se colocan los electrodos. Los dos principales grupos son
 - BCI invasivos
 - BCI no invasivos.

Con los **sistemas invasivos** se introducen sensores en el cerebro capaces de capturar las señales cerebrales.

- La relación señal-ruido que se obtiene y la intensidad de las señales es mucho mejor que en los sistemas no invasivos, que utilizan dispositivos superficiales para capturar estas señales. El grado de especificidad o resolución espacial y temporal que proporcionan las BCI depende en gran medida de su carácter invasivo.
- La mayoría de las investigaciones que se realizan en este ámbito están enfocadas a sistemas para personas con discapacidad motora severa o para la recuperación de la visión en personas ciegas.
- Los sistemas centrados en neuroprótesis permiten mejorar la calidad de vida de personas con parálisis, proporcionándoles dispositivos que les sirven de ayuda, como sillas de ruedas controladas por impulsos cerebrales o brazos robóticos.
- Se implantan directamente en la materia gris del cerebro mediante cirugía siendo son los que se obtiene el mejor nivel de señal registran.

La implantación de BCI invasivas es muy delicada y pueden surgir problemas de rechazo por parte del organismo del sujeto.



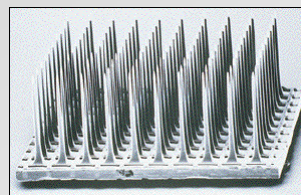
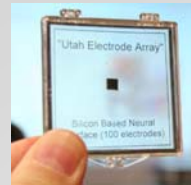
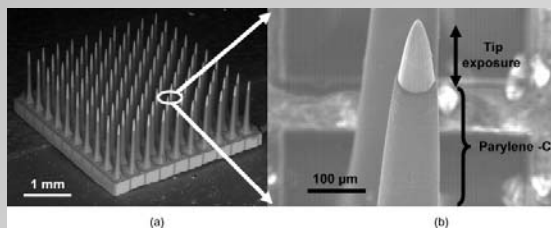
24/07/2013

Sistemas BCI

Alberto Prieto



En estas investigaciones es frecuente utilizar la **matriz de electrodos Utah**. Este dispositivo está formado por unos electrodos en forma de “alfiler” de iridio que se insertan a 1,5 mm dentro de la corteza cerebral (Richard Normann)



24/07/2013

Sistemas BCI

Alberto Prieto

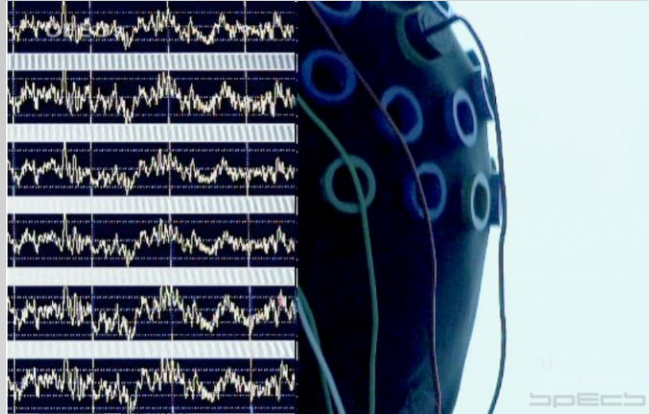


En los **sistemas no invasivos** no se necesita una intervención quirúrgica, y normalmente se colocan sobre la superficie externa del cráneo.

- El problema de estos sistemas es que el nivel de señal conseguido es mucho más pobre.
- Para realizar la adquisición de datos se utilizan técnicas como la **electroencefalografía (EEG)**, la **magnetoencefalografía (MEG)** o la **resonancia magnética funcional (fMRI)**.
 - Debido a que las dos últimas técnicas requieren de instrumental muy costoso y voluminoso, el EEG es la técnica que utilizan la mayoría de las aplicaciones en BCI.

FUNDAMENTOS FISIOLÓGICOS

Un sistema BCI se basa en la recepción e interpretación de las señales eléctricas producidas por el cerebro (proceso de electrogénesis)



24/07/2013

Sistemas BCI

Alberto Prieto



En efecto, una de las funciones básicas del tejido nervioso es la capacidad de generar potenciales eléctricos, que son la base de la excitabilidad del organismo.

- Todo el sistema nervioso tiene capacidad electrogénica, aunque para los sistemas BCI no invasivos se consideran únicamente la corteza cerebral y las regiones directamente relacionadas con ella.
- La actividad eléctrica del tejido cortical se caracteriza por trenes de ondas lentas sobre las que se superponen ritmos rápidos. Entre un tren y otro aparecen períodos de silencio eléctrico.
 - Son consecuencia de la actividad sináptica en el tejido: los PPSE (potenciales postsinápticos excitadores) y los PPSI (potenciales postsinápticos inhibidores) se suman entre si y dan origen a potenciales lentos que son las ondas que se registran.

24/07/2013

Sistemas BCI

Alberto Prieto



Dentro de la actividad electroencefalográfica se pueden distinguir diferentes ritmos u ondas cerebrales, dependiendo de su frecuencia y localización.

- **Ritmo Alfa (α):**
 - registran una subida de potencia, cuando una persona se encuentra en un estado de no actividad o relajación, por el contrario cuando la persona está realizando un esfuerzo mental su amplitud disminuye. Tienen una frecuencia entre 8 y 12 Hz y una amplitud entre 20 y 60 μ V. Estas ondas podemos captarlas mejor en el lóbulo occipital.
- **Ritmo Beta (β):**
 - Más acusada cuando alfa está bloqueada o en actividad mental intensa o estados de máxima alerta. Su frecuencia oscila entre 13 y 30 Hz y una amplitud entre 2 y 20 μ V. Estas ondas cerebrales se detectan normalmente en los lóbulos parietal y frontal de la cabeza.
- **Ritmo Theta (θ):**
 - Está presente en niños, y en adultos en un estado de sueño ligero, estrés o ansiedad. Su frecuencia varía entre 4 y 7 Hz y una amplitud entre 20 y 100 μ V. Podemos registrarlo en el lóbulo temporal.
- **Ritmo Delta (δ):**
 - Surge principalmente en sueño profundo y en niños menores de 1 año. Muy raras veces se pueden experimentar estando despierto. Estas ondas tienen una frecuencia de oscilación entre 1 y 3 Hz y su amplitud varía entre 20 y 200 μ V.
- **Ritmo Mu (μ):**
 - Se encuentra en estados de reposo, mientras que su amplitud disminuye durante la imaginación de movimientos. Se genera en el área sensoriomotora y tiene una onda de frecuencia entre 8 y 12 Hz y una amplitud inferior a 50 μ V.
- **Estos ritmos están siempre presentes aunque, dependiendo de la actividad que estemos realizando, se distinguirán unos mejor que otros.**

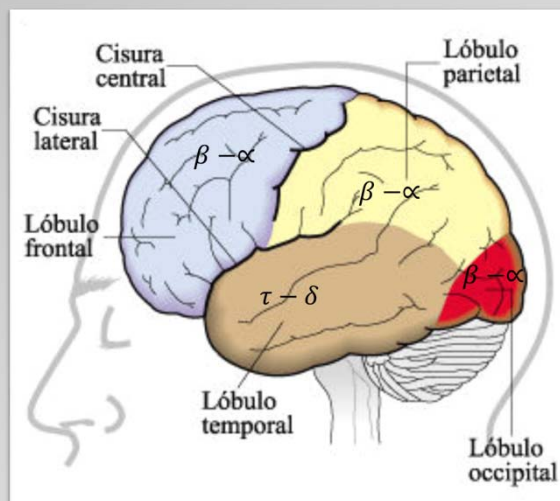


Observando las formas de onda es relativamente sencillo identificar las distintas bandas EGB

Ritmo	Ancho de banda	Estado mental	Forma de onda
Alfa(α)	8 – 12 Hz	Despierto relajado	
Beta(β)	12 – 30 Hz	Despierto	
Theta(θ)	4 – 7 Hz	Sueño ligero	
Delta(δ)	0 – 4 Hz	Sueño profundo	



Las distintas zonas de captación de señales electrogénicas son las que se muestran en la figura



24/07/2013

Sistemas BCI

Alberto Prieto



Hay diversas técnicas y equipos para detectar y medir la actividad cerebral

- **Electroencefalografía**
 - Este es el enfoque más común en los BCI no invasivos .
- **Electrocorticografía (ECoG)**
 - Es una forma de EEG invasiva, donde los electrodos son ubicados directamente sobre la superficie del cerebro y conectados a un electroencefalógrafo.
 - Permite centrar el análisis en grupos de neuronas concretos, por lo que se produce un filtrado espacial más efectivo y selectivo del grupo de neuronas objeto de la medida. Gracias a esto, esta técnica permite filtrar más fácilmente artefactos como señales provenientes de EMG o movimientos oculares. Las señales registradas por medio de ECoG se encuentran en el rango de los mV y tienen buena SNR, lo que provoca que los usuarios necesiten una fase de entrenamiento mucho menor y a la hora de clasificar se obtienen tasas de acierto bastante mejores que usando EEG. Los principales problemas que plantea esta técnica son la necesidad de realizar una operación quirúrgica, y que la vida útil de los electrodos implantados es limitada.
- **Magnetoencefalografía (MEG)**
 - Es un método no invasivo y que permite obtener mapas de la actividad cerebral con una alta resolución espacial y una alta resolución temporal, del orden de los ms. Se miden directamente los campos magnéticos de la corteza producidos por la corriente eléctrica. El cráneo al ser transparente a las ondas magnéticas, permite medir un mayor nivel de señal y no son necesarios electrodos en contacto con la piel. Sin embargo, el equipo es extremadamente caro y voluminoso, por lo que su uso se hace prohibitivo.
- **Tomografía por emisión de Positrones (PET)**
 - Esta técnica está encuadrada dentro de las no invasivas y se basa en la medicina nuclear. Es capaz de generar imágenes tridimensionales debido a una inyección de un radiofármaco de baja vida media. Por medio de los tomógrafos que son capaces de detectar fotones gamma, podemos obtener una imagen con una resolución espacial del orden de mm aunque con una resolución temporal muy pobre. Al igual que con el MEG, el costo del equipamiento es muy elevado y en este caso se necesita de personal especializado para realizar las inyecciones de los radiofármacos.

24/07/2013

Sistemas BCI

Alberto Prieto



Un electroencefalograma (EEG) es el registro y evaluación de los potenciales eléctricos generados por el cerebro y registrados superficialmente en el cuero cabelludo.

- Para realizar un EEG se colocan una serie de electrodos en la superficie del cuero cabelludo, que serán los encargados de registrar la actividad eléctrica. En el cerebro hay miles de millones de neuronas cada una de las cuales genera pequeños impulsos eléctricos. El conjunto de todos esos impulsos eléctricos es lo que captamos con los electrodos, por lo que el EEG es la superposición de muchas señales eléctricas individuales generadas por las neuronas.



24/07/2013 Sistemas BCI Alberto Prieto



La amplitud de una señal EEG típica varía en un rango de 1 μV a 100 μV en una persona adulta.

- Debido a lo **débil de las señales** EEG que captamos pueden ser fácilmente contaminadas por otras fuentes. Un **artefacto** es cualquier señal EEG que no se ha originado en el cerebro.
 - **Artefactos fisiológicos**, producidos por campos eléctricos capaces de ser generados en cualquier parte del cuerpo: músculos, la lengua y los ojos principalmente. El sudor también puede alterar la impedancia con los electrodos y originar artefactos.
 - **Artefactos no fisiológicos** los más frecuentes son los creados por el acoplamiento de la señal de red eléctrica y los electrodos. Para asegurar una buena medida, debe haber un buen contacto con el cuero cabelludo, así como apantallar al máximo cualquier interferencia electro-magnética externa

24/07/2013 Sistemas BCI Alberto Prieto



Potenciales susceptibles de medir

- Potenciales Visuales Evocados (VEP)
- Potenciales Auditivos Evocados (AEP)
- Potenciales Corticales Lentos (SCP)
- Sistemas basados en P300

Potenciales Visuales Evocados (VEP)

- Producidos por cambios en la actividad bioeléctrica cerebral tras una estimulación luminosa. Normalmente para realizar esta estimulación se utiliza una imagen en forma de tablero de ajedrez, con una serie de cuadros blancos y negros que van alternándose.
- A veces se utiliza una serie de elementos parpadeando a diferentes frecuencias. El objetivo es que, cuando el usuario **fije su atención** en uno de estos elementos, se genere un potencial de la misma frecuencia que el elemento al que está mirando y de esta manera identificar una opción.

Potenciales Auditivos Evocados (AEP)

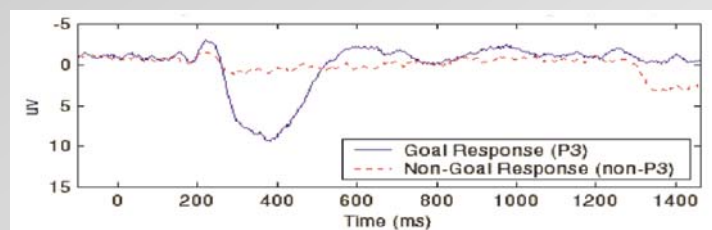
- Estos potenciales son los que se producen al prestar atención a sonidos de diferentes frecuencias.
- Se presentan a los usuarios fuentes de sonido de diferentes frecuencias. El usuario, al concentrarse en uno de ellos, generará un potencial de la misma frecuencia que el estímulo **identificándose la opción elegida**.
 - Un sistema basado en AEP, desarrollado en el CITIC-UGR (Dto. ATC) permite comunicarse con una persona en estado de lock-in por medio de estos estímulos. El sistema se basa en presentar una pregunta de carácter binario a una persona. Posteriormente se le presenta un estímulo auditivo por cada oído, teniéndose que concentrar en la locución derecha si su respuesta es positiva y en la izquierda si es negativa. De esta manera es posible discriminar si dicha persona es capaz comunicarse con el mundo exterior y llevar a cabo esa comunicación aun estando en un estado de consciencia disminuida.

Potenciales Corticales Lentos (SCP)

- Corresponden a cambios muy lentos de la tensión. Los SCP negativos están asociados con movimientos y otras funciones que impliquen activación cortical. Mientras que los positivos están asociados a la reducción de la actividad en el córtex.
- Pueden ser controlados por las personas y de esta manera pueden transmitir información por medio del cerebro. El principal objetivo de dispositivos basados en estos potenciales, es proporcionar capacidades básicas de comunicación a personas con alguna deficiencia. Estos sistemas han sido probados con éxito en pacientes con esclerosis lateral amiotrófica (ELA).
- El inconveniente de estos sistemas es que necesitan sesiones de entrenamiento de 1 a 2 horas por semana durante varias semanas o meses.

Sistemas basados en P300

- Las P300 se registra en el lóbulo parietal con una latencia de aproximadamente 300 ms tras la aparición del estímulo deseado. La respuesta es evocada por la atención a un cierto estímulo, que se produce aleatoriamente dentro de un intervalo de tiempo.
- Morfología típica de un P300:



24/07/2013 Sistemas BCI Alberto Prieto



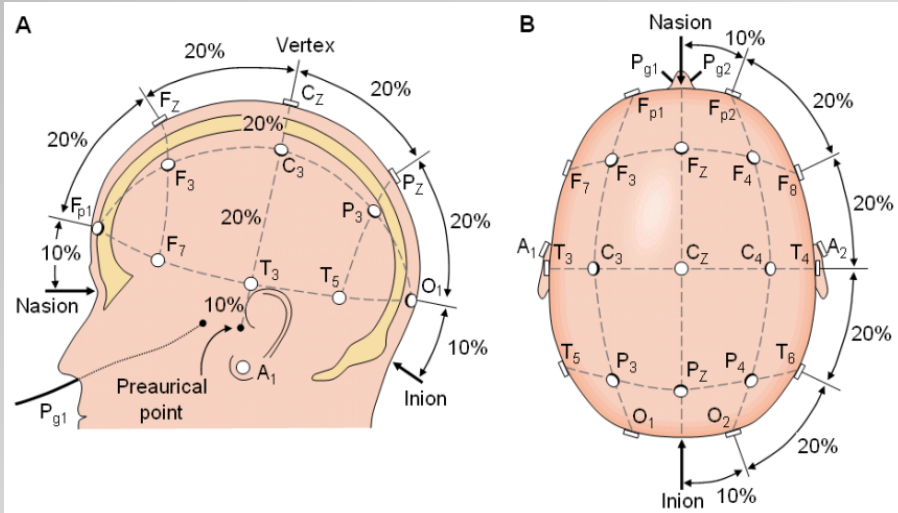
Ejemplos de sistemas basados en P300

- **Sistema de Otten & Donchin, 2000**
 - Los usuarios deben centrar su atención en una celda (letra o icono) de una matriz 6 x 6 que se muestra en una pantalla.
 - Sucesivamente y de forma aleatoria se iluminan filas y columnas de manera que la celda en la que el usuario está concentrado parpadeará dos veces produciendo un potencial P300.
 - La velocidad de selección de elemento es muy bajo; aunque se están obteniendo mejoras notables: selección media de 2,3 opciones por minuto con tasas de acierto en torno al 79%
- **En la actualidad con teclado de teléfono y predictor de palabras**

24/07/2013 Sistemas BCI Alberto Prieto



La Federación Internacional de Sociedades de Electroencefalografía estableció un método estándar de colocación de los electrodos para Electroencefalografía (EEG) (1958)



24/07/2013

Sistemas BCI

Alberto Prieto



BCI NO INVASIVOS

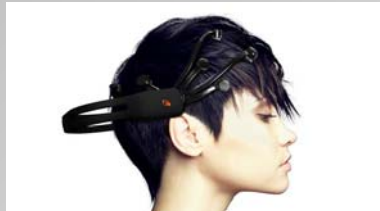
24/07/2013

Sistemas BCI

Alberto Prieto



Existe una gran variedad de dispositivos comerciales para detección de señales cerebrales diseñados específicamente para BCI



24/07/2013 Sistemas BCI Alberto Prieto



Los BCI no invasivos se basan en la realización de dos tipos de medidas de la actividad cerebral.

- **Potenciales relacionados con eventos (ERP),**
 - son cambios de potencial surgidos como respuesta de la aparición de un determinado evento.
- **Ritmos de cerebrales o ritmos de actividad cerebral,**
 - que son oscilaciones continuas de potencial, que en su conjunto forman el electroencefalograma.
 - Las señales corticales son consecuencia de la actividad neuronal. Dado que en un registro normal se recoge la actividad de muchos miles de neuronas, para poder conseguir una actividad global mínima es preciso que las neuronas vecinas se encuentren sincronizadas.
 - Cuando se produce la sincronización se pueden observar ondas mayores y más lentas.
 - La sincronización se encuentra bajo el control de estructuras subcorticales, fundamentalmente ciertos núcleos talámicos que actúan como los marcapasos sincronizadores de las actividades rítmicas corticales. Por el contrario, otras regiones más caudales que van desde el hipotálamo hasta la porción rostral del bulbo constituyen estructuras desincronizadas

24/07/2013 Sistemas BCI Alberto Prieto



Potenciales relacionados con eventos (actividad evocada)

- Se procesan potenciales que se generan en el cerebro provocados por trenes de estímulos externos (**potenciales evocados**). Son debidos a una respuesta cerebral evocada o relacionada con eventos que pueden ser visuales (VEP) o auditivos (AEP).
- El usuario debe centrar su atención en una opción concreta, auditiva o visual, que genera una estimulación concreta y, como consecuencia, se produce el potencial evocado asociado al evento. El módulo de procesamiento, a partir de los datos registrados, debe reconocer la opción en la que el usuario estaba concentrado.
- Estos sistemas son síncronos en el sentido de que el usuario está sincronizado con el BCI, siendo el un módulo del BCI quién presenta los estímulos al usuario.
- Los potenciales evocados se pueden detectar a partir de ondas P300 (llamado así porque se producen a partir de 300 ms tras la percepción de un estímulo).

Actividad detectada por medio de ritmos cerebrales

- Estos BCI se fundamentan en la **modulación voluntaria de la actividad cerebral** que puede realizar el usuario concentrándose en alguna tarea mental predefinida, relacionada con el lenguaje, el cálculo, rotación de figuras complejas, etc. Estas tareas activan áreas específicas del cerebro permitiendo al sistema saber si se está realizando dicha tarea o no.
- No se corresponden, por tato, con eventos, sino que los usuarios deben aprender a controlar diferentes estados cognitivos (el “pensamiento”) de tal forma que el módulo de procesamiento de señales puedan maximizar el reconocimiento.
- La detección se realiza mediante potenciales corticales lentos (SCP), ondas alfa, beta o mu. Estos potenciales se registran en la corteza sensoriomotora, u otras áreas del cerebro, dependiendo de la tarea realizada.
- Estos BCI son asíncronos debido a que es el usuario el que puede decidir cuándo enviar una orden a su voluntad.
- Dentro de este tipo se encuentran los **BCI de imaginación motora** o “motor imagery”, basados en que el usuario debe imaginar cómo realizaría un movimiento de una de sus extremidades. Este pensamiento crea una actividad en la corteza motora, que puede reconocerse y utilizarse para generar las señal de control oportunas.

¿Para qué sirven las BCI?

APLICACIONES

24/07/2013

Sistemas BCI

Alberto Prieto



Inicialmente, las aplicaciones BCI se centraron en la mejora de la calidad de vida de personas con discapacidad motora severa, ayudándolas a comunicarse

• **Con el paso de los años se han ido explorando distintas aplicaciones, entre las que se encuentran:**

- Médico-asistenciales
- Comunicación
- Conducción de vehículos
- Domótica
- Robótica
- Realidad Virtual
- Videojuegos y otras aplicaciones lúdicas

24/07/2013

Sistemas BCI

Alberto Prieto



Aplicaciones médico-asistenciales

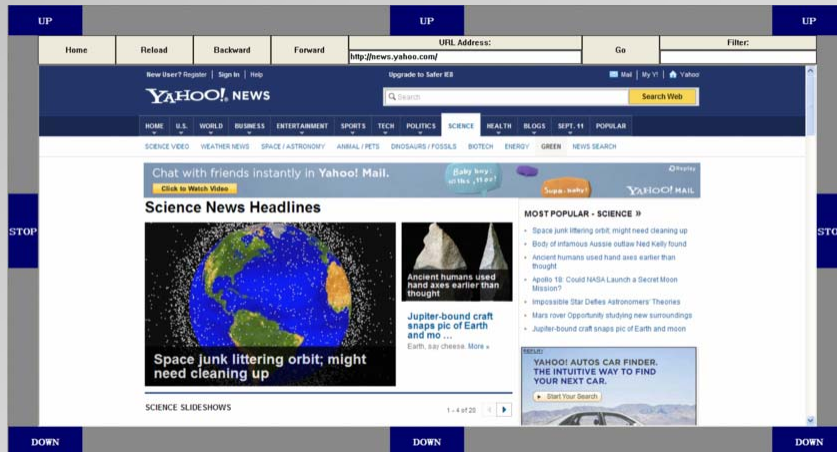
- ayudar a personas con trastornos como el autismo, el déficit de atención, la epilepsia o las migrañas

El objetivo de las aplicaciones de “comunicación” es permitir a una persona comunicarse con su exterior tan sólo a través de sus ondas cerebrales

- De interés extraordinario para personas con discapacidades motoras que no puede comunicarse con el exterior por medio del habla o por ningún otro medio que implique actividad muscular.
- Ejemplo clásico (**Farwell y Donchin, 1988** matriz) matriz bidimensional **de letras** en las que el participante debe fijar su atención en una de ellas. Las filas y las columnas se iluminan sucesivamente, hasta que coincidían la fila y la columna con el carácter deseado y se evocaba el potencial P300.



Navegación a través de internet con una BCI



24/07/2013

Sistemas BCI

Alberto Prieto



Las aplicaciones de “domótica” pretenden ayudar a personas con discapacidad motora a realizar tareas cotidianas de casa

- **Tareas que para las personas sin ningún tipo de trastorno motor pueden resultar sencillas:**
 - apagar la luz, la televisión o llamar por teléfono. Con ello se pretende mejorar la calidad de vida de estas personas.
- **Selección de un icono o palabra dentro de un menú de opciones incluidas en una matriz cuyos elementos se van iluminando sucesivamente (filas y las columnas).**
 - Al activarse la opción deseada y focalizar en ella la atención se genera una onda P300 y se activa la orden para ejecutar la tarea deseada;
 - Control iluminación, aire acondicionado, DVD, etc.
 - Seleccionar canal de TV, etc.

Switching 32 on/off control points at home every 3 seconds: e.g.
Turn on light
Turn on TV
Move channel UP
Move channel UP
Move volume down
Turn AA on
Move Temp. Down
Move Temp. Down
Move Fan high

En menos de 1 minuto

24/07/2013

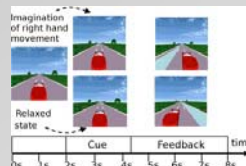
Sistemas BCI

Alberto Prieto



Otro de los retos es conseguir conducir un vehículo a través del pensamiento

- A group of researchers from the University of Essex in the U.K. are currently working on a BCI that will enable astronauts to control a shuttle with their thoughts only. The BCI which can control a spacecraft simulator has recently been tested at NASA's Jet Propulsion Laboratory in Pasadena, Calif. An electrode cap was put on a human subject; then a computerized simulation was created and test subjects were tasked to steer a spaceship (represented by a large circle on the screen) around the sun (a white sphere that grew larger as the spaceship was guided closer) just by thinking about it. Eight gray dots were arranged in a circle around the screen



24/07/2013

Sistemas BCI

Alberto Prieto



En el campo de la robótica se están desarrollando sistemas que tratan de ayudar a personas con discapacidad motora severa a trasladarse por medio de una silla de ruedas o a controlar un brazo robótico que les permita realizar tareas por sí mismos.



24/07/2013

Sistemas BCI

Alberto Prieto



Otras de las aplicaciones que se llevan a cabo se basan en la inmersión en entornos de realidad virtual

- Por ejemplo, R. Leeb y V. Settgast de la Universidad de Graz (2007) han desarrollado un sistema que permitía a una persona realizar una visita a la Biblioteca Nacional Austríaca por medio de un sistema BCI.



24/07/2013 Sistemas BCI Alberto Prieto



Las BCI están teniendo una gran relevancia comercial dentro del campo de los videojuegos.

- En estos sistemas se puede controlar un avatar o añadir nuevas funciones en un entorno virtual, gracias a las señales cerebrales
 - En 2009 Mattel se asocia con NeuroSky y crean Mindflex, un juego que utiliza un EEG para dirigir una bola a través de una carrera de obstáculos. Con una amplia diferencia, es el producto más vendido hasta la fecha basado en EEG.



24/07/2013 Sistemas BCI Alberto Prieto



Otros tipos de aplicaciones



App para iPhone 4 que permite medir niveles de concentración y relajación (NeuroSky, 2011).

24/07/2013

Sistemas BCI

Alberto Prieto



Hay muchos videos interesantes en Youtube

- <http://www.youtube.com/watch?v=TJJpbpHoPW0>
- <http://www.youtube.com/watch?v=QRt8QCx3BCo&NR=1&feature=endscreen>
- http://www.youtube.com/watch?v=The_oE_Ztm8
- Deletreo P300:
 - <http://www.youtube.com/watch?v=KsyzxOJFlak>

24/07/2013

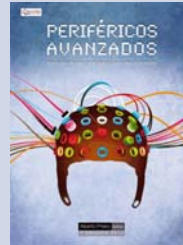
Sistemas BCI

Alberto Prieto



Referencias bibliografía

A. Prieto. *Periféricos Avanzados*. Editorial : *Garceta*, ISBN: 978-84-15452-03-4. 2012.



Plataforma BCI de lectura de ritmos cerebrales, PFC realizada por Efrén Álvarez Lamolda, y dirigido por Francisco José Pelayo Valle. Departamento de Arquitectura y Tecnología de los Computadores, Granada, Julio 2013.



Referencias bibliografía

- Google



- Wikipedia (*inglés*)



- Youtube



Publicaciones de nuestro grupo en revistas especializadas

- **Title: Customized stimulation enhances performance of independent binary SSVEP-BCIs**
 - Author(s): Lopez-Gordo, M. A.; Prieto, A.; Pelayo, F.; et al.
 - Source: CLINICAL NEUROPHYSIOLOGY Volume: 122 Issue: 1 Pages: 128-133 DOI: 10.1016/j.clinph.2010.05.021 Published: JAN 2011
- **Title: Use of Phase in Brain-Computer Interfaces based on Steady-State Visual Evoked Potentials**
 - Author(s): Lopez-Gordo, M. A.; Prieto, A.; Pelayo, F.; et al.
 - Source: NEURAL PROCESSING LETTERS Volume: 32 Issue: 1 Pages: 1-9 DOI: 10.1007/s11063-010-9139-8 Published: AUG 2010
- **Title: Evidences of cognitive effects over auditory steady-state responses by means of artificial neural networks and its use in brain-computer interfaces**
 - Author(s): Lopez, M. -A.; Pomares, Hector; Pelayo, Francisco; et al.
 - Source: NEUROCOMPUTING Volume: 72 Issue: 16-18 Pages: 3617-3623 DOI: 10.1016/j.neucom.2009.04.021 Published: OCT 2009
- **Title: An auditory brain-computer interface evoked by natural speech**
 - Author(s): Lopez-Gordo, M. A.; Fernandez, E.; Romero, S.; et al.
 - Source: JOURNAL OF NEURAL ENGINEERING Volume: 9 Issue: 3 Article Number: 036013 DOI: 10.1088/1741-2560/9/3/036013 Published: JUN 2012
- **Title: Statistical Characterization of Steady-State Visual Evoked Potentials and Their Use in Brain-Computer Interfaces**
 - Author(s): Lopez, Miguel A.; Pelayo, Francisco; Madrid, Eduardo; et al.
 - Source: NEURAL PROCESSING LETTERS Volume: 29 Issue: 3 Pages: 179-187 DOI: 10.1007/s11063-009-9102-8 Published: JUN 2009
- **Title: A BINARY PHASE-SHIFT KEYING RECEIVER FOR THE DETECTION OF ATTENTION TO HUMAN SPEECH**
 - Author(s): Lopez-Gordo, M. A.; Pelayo, F.
 - Source: INTERNATIONAL JOURNAL OF NEURAL SYSTEMS Volume: 23 Issue: 4 Article Number: 1350016 DOI: 10.1142/S0129065713500160 Published: AUG 2013
- **Title: AN AUDITORY BRAIN-COMPUTER INTERFACE WITH ACCURACY PREDICTION**
 - Author(s): Lopez-Gordo, M. A.; Pelayo, F.; Prieto, A.; et al.
 - Source: INTERNATIONAL JOURNAL OF NEURAL SYSTEMS Volume: 22 Issue: 3 Article Number: 1250009 DOI: 10.1142/S0129065712500098 Published: JUN 2012

24/07/2013

Sistemas BCI

Alberto Prieto



Publicaciones de nuestro grupo en congresos

- **Title: A high performance SSVEP-BCI without gazing**
 - Author(s): Lopez-Gordo, M. A.; Pelayo, F.; Prieto, A.
 - Book Group Author(s): IEEE
 - Conference: World Congress on Computational Intelligence (WCCI 2010) Location: Barcelona, SPAIN Date: 2010
 - Sponsor(s): IEEE
 - Source: 2010 INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON NEURAL NETWORKS IJCNN 2010 Book Series: IEEE International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN) Published: 2010
- **Title: Multiple AM Modulated Visual Stimuli in Brain-Computer Interface**
 - Author(s): Lopez, M. -A.; Pomares, H.; Prieto, A.; et al.
 - Conference: 10th International Work-Conference on Artificial Neural Networks (IWANN 2009) Location: Salamanca, SPAIN Date: JUN 10-12, 2009
 - Source: BIO-INSPIRED SYSTEMS: COMPUTATIONAL AND AMBIENT INTELLIGENCE, PT 1 Book Series: Lecture Notes in Computer Science Volume: 5517 Pages: 683-689 Published: 2009 0
- **Title: Evolutionary design of a brain-computer interface**
 - Author(s): Romero, G; Arenas, MG; Castillo, PA; et al.
 - Conference: 8th International Work-Conference on Artificial Neural Networks Location: Barcelona, SPAIN Date: JUN 08-10, 2005
 - Source: COMPUTATIONAL INTELLIGENCE AND BIODISPRED SYSTEMS, PROCEEDINGS Book Series: LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE Volume: 3512 Pages: 669-676 Published: 2005
- **Title: Use of Kohonen maps as feature selector for selective attention brain-computer interfaces**
 - Author(s): Lopez, Miguel Angel; Pomares, Hector; Damas, Miguel; et al.
 - Conference: 2nd International Work-Conference on the Interplay Between Natural and Artificial Computation Location: La Manga del Mar Menor, SPAIN Date: JUN 18-21, 2007
 - Source: Bio-Inspired Modeling of Cognitive Tasks, Pt 1, Proceedings Book Series: LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE Volume: 4527 Pages: 407-415 Published: 2007
- **Title: Use of ANNs as classifiers for selective attention brain-computer interfaces**
 - Author(s): Angel Lopez, Miguel; Pomares, Hector; Damas, Miguel; et al.
 - Conference: 9th International Work-Conference on Artificial Neural Networks Location: San Sebastian, SPAIN Date: JUN 20-22, 2007
 - Source: Computational and Ambient Intelligence Book Series: LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE Volume: 4507 Pages: 956-963 Published: 2007

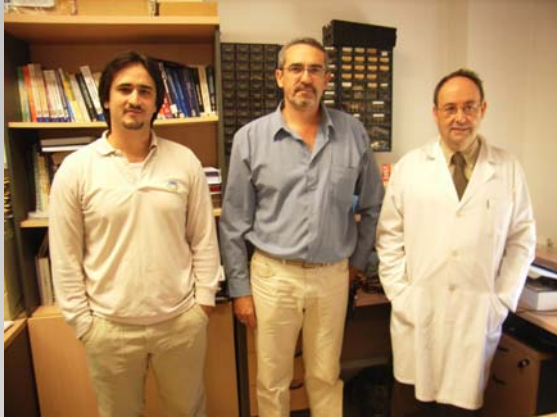
24/07/2013

Sistemas BCI

Alberto Prieto



Doctores implicados en esta linea



24/07/2013 Sistemas BCI Alberto Prieto



Casco no invasivo (¡pero tampoco BCI!)



24/07/2013 Sistemas BCI Alberto Prieto



Muchas gracias

