

29/01/2025

Participantes:

- Lazares Salcedo Brayam
- Vivanco Enriquez Jesús

Objetivo de la presente sesión: Explorar las cualidades y funcionamiento del dispositivo Emotiv

Investigación:

Pruebas

- Entrenamiento de modo neutral (3)
- Entrenamiento del comando *left* (3)
 - *Calidad máxima de la señal:* 85
 - *Pensamiento:* Lectura de la sílaba “Ma” de la palabra Maestro, logo frente al laboratorio
 - Se detectó baja calidad en el tercer entrenamiento
- Prueba del comando *left*:
 - Poca reacción
 - Mejora de la respuesta al ver y leer el logo de MAESTRO
- Entrenamiento del comando *right* (3)
 - Calidad máxima de la señal: 85
 - *Pensamiento:* Observación de la letra “U” de una tasa PUCP
- Prueba de comandos *right* y *left*:
 - Se dispuso al usuario de espaldas a la pantalla mientras se le daba las indicaciones de movimiento.
 - Las indicaciones se alternaban aleatoriamente entre izquierda y derecha
 - *Pensamiento:*
 - **Derecha:** Imaginar el vaso y color de la letra para imaginarla y visualizarla mentalmente. Se enfocó en la letra que resplandecía como una luz neón, pero sin pronunciarla
 - **Izquierda:** Visualizar mentalmente la sílaba “Ma” a color y leerlo una y otra vez
 - **Resultado:** Hubo un breve movimiento hacia la derecha en un inicio, posteriormente, toda indicación ejecutaba el comando *left* en mayor o menor medida.
- Entrenamiento del comando pull (3)
 - Calidad máxima de la señal: 83
 - *Pensamiento:* Signo de una flecha moviéndose hacia arriba y emitía una luz blanca, mientras que el fondo era negro

- Entrenamiento del comando down (3)
 - Calidad máxima de la señal: 83
 - *Pensamiento*: Visualización de una flecha orientada hacia abajo, pero con la mirada fija en el centro de la misma
- Prueba de los comandos *left*, *right*, *pull*, *down*
 - No hubo reacción alguna
 - El usuario manifestó que, al cambiar de indicación, tenía que detenerse a recordar el comando asociado a la indicación dada
 - El usuario manifestó la pérdida de concentración al tener que procesar las nuevas indicaciones

Preguntas

- ¿Qué significa la gráfica de retroalimentación?
- ¿Por qué los electrodos tienen esa posición?

Objetivo de la siguiente sesión: Investigar el funcionamiento del dispositivo emotiv

05/02/2025

Participantes:

- Lazares Salcedo Brayam Joe

Objetivo de la sesión: Investigar el principio de funcionamiento del dispositivo

Investigación:

Calidad de la señal:

La calidad de la señal del EEG obtenida con el emotiv es simplemente la impedancia de cada uno de los canales, no obstante esta no indica por completo la calidad de la señal. Además, las señales obtenidas no son necesariamente señales cerebrales, pueden ser efectos ambientales.

El dispositivo tiene un algoritmo que por sí solo determina si una señal es de buena calidad o no en base a múltiples métricas:

- **Calidad de contacto:** La clasifica en 4 valores visualizadas con un color característicos: negro (muy malo; 0), rojo (malo; 1), naranja (ok; 2) y verde (bueno; 3)
- **Calidad de la señal del ML:** Esto es un algoritmo de machine learning entrenado en obtener señales de alta calidad por parte del equipo de Emotiv, de tal manera que este lo clasifica con un valor y color característico: negro (muy malo; 0), rojo (malo; 1), naranja (ok; 2), verde claro (bueno; 3) y verde oscuro (muy bueno, 4)
- **Magnitud de la señal:** En algunas ocasiones la señal obtenida por los electrodos tiene una amplitud muy pequeña que genera leves fluctuaciones en el FFT lo que lo vuelve indetectable. Esto se puede deber a una pobre conexión con el cráneo o inadecuada hidratación del sensor.

Profile

En esta oportunidad, al iniciar el programa, se aseguró de contar con una señal EEG cercana a 0, aunque sea por unos momentos. Usarlo en mi (Brayam), hay problemas para obtener una buena calidad del EEG sin importar que esté muy bien posicionado los sensores.

En consecuencia de este inicio con una calidad cercana a 100, el programa ejecutó de forma automática dos procesos que buscaban evaluar cómo se encontraba mi cerebro este día. Habría que probar en posteriores días si ocurre algo similar y con cada profile creado.

Observaciones (Brayam)

- Cuando mi persona se encuentra concentrada en una actividad en concreto, la calidad de la señal puede llegar con facilidad a 73, 83 o incluso 100. No obstante, tan pronto como pierdo la concentración, la señal cae abruptamente a 25 o menos; incluso puede estancarse por varios segundos en 0.
- Dado a que la conexión del dispositivo se encuentra al 100%, significa que los problemas de esta caen en los otros dos criterios: la magnitud de la señal y el algoritmo de ML.

- **Hipótesis:** La magnitud de la señal es el verdadero problema y está directamente relacionada al nivel de concentración de mi persona. Esto explicaría las subidas y caídas abruptas.
- El apartado de **métricas de desempeño (performance metrics)** muestra una gráfica del nivel de un determinado estado cognitivo en el tiempo (1)
 - La escala del eje X es la cantidad de muestras, se da una muestra cada 0.1Hz (10s)
 - La escala del eje Y está de 0-100
 - Estados cognitivos: Estrés, atención, interés, relajo, inmersión (engagement) y excitación
 - Estos estados cognitivos están definidos en la página del dispositivo (1)

Preguntas:

- ¿Dónde se puede ver la magnitud de la señal?
 - Con el fin de diagnosticar qué provoca una mala calidad del EEG
 - Se ve en la app PRO las señales EEG y ahí un apartado que indica la magnitud
-

Objetivo de la siguiente sesión: Investigar métodos para optimizar el entrenamiento de la máquina.

08/02/2025

Comandos mentales:

El entrenamiento del **estado neutral** es de gran relevancia para que el algoritmo lo use como referencia. Para este entrenamiento uno puede pensar en cualquier cosa, mientras no sean las utilizadas para los otros comandos, o simplemente relajarse (1).

Todo **entrenamiento** que se hace hacia los comandos, se tiene la oportunidad de aceptarla o rechazarla. En caso uno se desconcentre durante el entrenamiento se puede rechazar este para evitar que el entrenamiento forme parte del algoritmo (1).

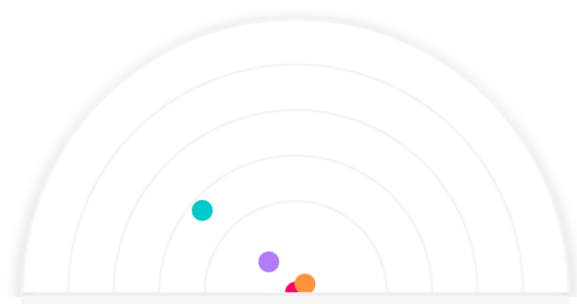
El **feedback** del algoritmo se otorga siempre a partir del tercer entrenamiento realizado en una escala del 1-100. Esto permite identificar un buen entrenamiento de uno malo en base a qué tan consistente es el entrenamiento en comparación a previos en un mismo perfil (1). Se ha de procurar tener un valor mayor a 75, pues cualquiera inferior podría reducir la calidad de tu perfil; por ello, si se obtiene constantemente valores inferiores, cambiar a otro pensamiento que pueda ser más fácil de reproducir (1).

El **Diagrama de espacio cerebral** otorga retroalimentación de la calidad de entrenamiento por cada comando en cada perfil. Mientras más separados estén estos puntos unos de otros más diferentes serán y más sencillo resultará ejecutar el comando (1).

Si dos puntos se encuentran muy cerca entre sí, se recomienda aumentar las sesiones de entrenamiento. En caso falle, se recomienda eliminar los comandos problemáticos o empezar un nuevo perfil para probar otra estrategia (1).

Eliminar un comando provocará que toda la data relacionada a este comando sea borrada. También se puede **desactivar** un comando para aumentar el rendimiento de los otros comandos (1).

Live Mode permite probar los comandos entrenados y ajustar la sensibilidad de cada uno de ellos en una escala de 1-10 donde 10 es la mayor sensibilidad posible y facilitará ejecutar un comando (1).



12/02/2025

Participantes:

- Lazares Salcedo Brayam

Objetivo de la presente sesión: Experimentar con las magnitudes del EEG y la transferencia de perfiles

- Objetivo redefinido: Crear un protocolo de uso del Emotiv para evitar la contaminación de otros perfiles

Investigación:

Se buscó formas de poder exportar los perfiles de uso a otras máquinas para dar acceso a otras personas con perfiles personalizados. Lastimosamente esto no es posible, cada cuenta guarda en la nube el algoritmo de cada perfil para que, al iniciar la cuenta en un nuevo dispositivo, se pueda cargar los diferentes perfiles.

En consecuencia, se estableció el uso de una cuenta en común para que todos hagan uso del dispositivo BCI, y se propone la creación de un protocolo para que el trabajo o experimento de unos no afecte a los perfiles ya creados en esta cuenta compartida.

También nos topamos que el BrainViz era un trial cuyo uso no se puede dar más, por lo menos en la cuenta de Brayam.

Probando con el EEG, se observó que la concentración no era lo que provocaba una caída en la calidad de la señal, es el movimiento. Cuando me relajo suelo moverme, bien hacia adelante o hacia atrás. Es posible que en ese movimiento se de una breve desconexión física entre los sensores y el cráneo, lo que genera ruido y problemas de captura, razón por la cual el algoritmo lo interpreta como pérdida en la calidad. Curiosamente me percaté de ello al masticar los chocolates Vizzio



Figura 1: EEG registrado por el Insight en la app EmotivPRO cuando el usuario se concentra. El usuario se enfocó en el punto verde al lado de la sílaba “Pz” para mantener la concentración.



Figura 2: EEG registrado por el Insight en la app EmotivPRO cuando el usuario cambia constantemente el punto de enfoque únicamente moviendo los globos oculares y un estado relajado. No se observa cambios bruscos o caída significativa en la calidad de la señal



Figura 3: EEG registrado por el Insight en la app EmotivPro cuando el usuario mueve la cabeza ligeramente, en todas direcciones para cambiar constantemente el enfoque. En esta se aprecia una caída en la calidad de la señal obtenida.



Figura 4: EEG obtenido por el Insight mediante la app EmotivPRO cuando el usuario mantiene su enfoque en el punto al lado de la sílaba “Pz” e inmediatamente después se aleja de la pantalla tras relajarse. Las caídas drásticas se dieron en el momento que se ejecutó la acción de movimiento, también se observa una caída significativa de la calidad de la señal.

Las gráficas sugieren que existe una pérdida significativa de la calidad de la señal cuando el usuario se encuentra en movimiento. Esto nos lleva a pensar que todo tipo de comando o entrenamiento para propósitos BCI debe de llevarse a cabo sin ejecutar movimientos; mucho menos expresiones faciales.

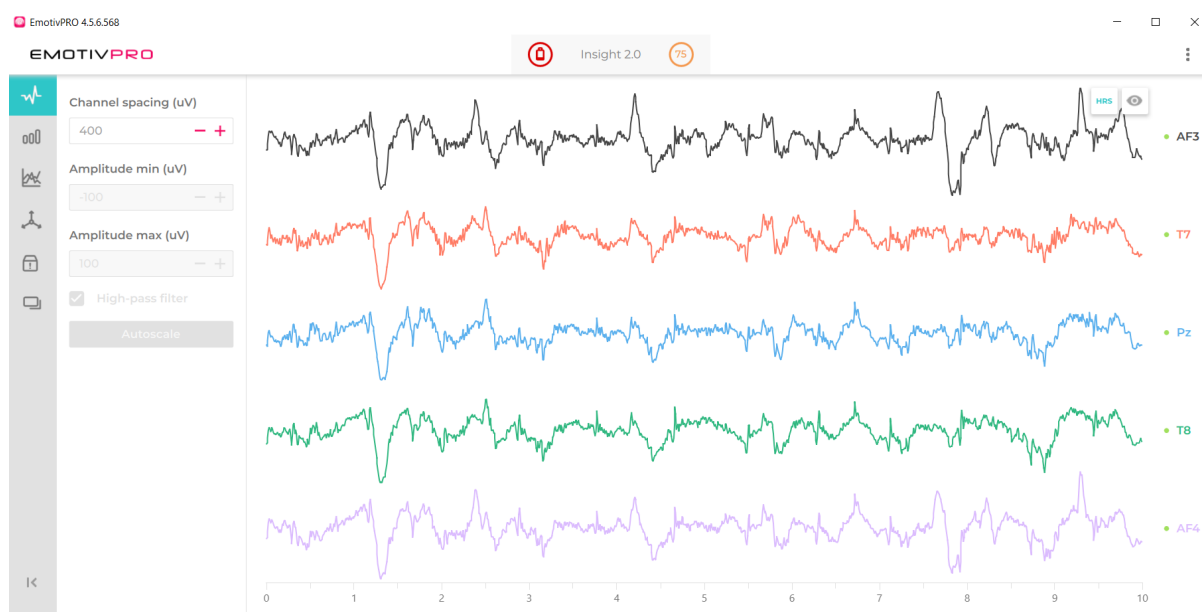


Figura 5: EEG obtenido por el Insight mediante la app EmotivPRO cuando el usuario mantenía la concentración en el punto “Pz” mientras se alejaba y acercaba de la pantalla de forma cíclica. La calidad de la señal ha caído pero no de manera drástica como en anteriores ocasiones.

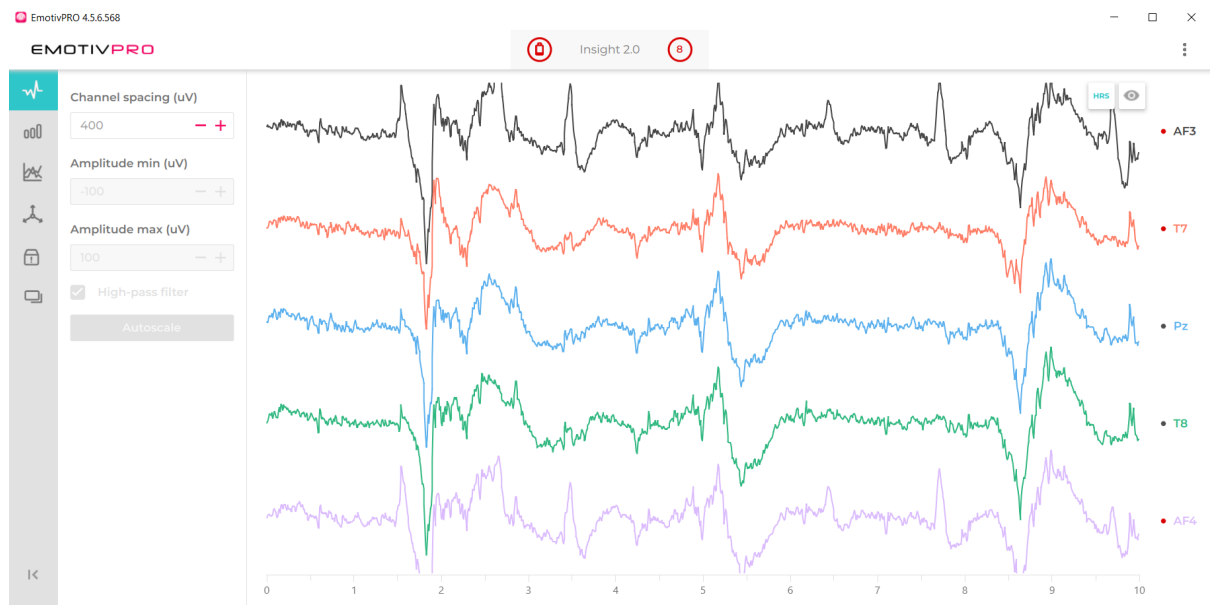


Figura 7: EEG obtenido por el Insight mediante la app EmotivPRO cuando el usuario mueve la cabeza lateralmente de forma brusca y cíclica mientras mantiene el enfoque en el punto “Pz”. Se observan enormes picos que se correlacionan con la caída de la calidad de la señal.



Figura 8: EEG obtenido mientras el usuario realizaba movimientos giratorios en ambas muñecas y mantenía el resto del cuerpo estático. Se aprecia picos más prominentes que en la Figura 1, no obstante no ha habido caída en la calidad de la señal.

Todo apunta que las pérdidas significativas en la calidad de la señal se dan por cambios bruscos en la posición espacial de la cabeza. El usuario puede estar en movimiento sin perder calidad en la señal siempre y cuando esto no implique un cambio brusco en la posición de la cabeza. No obstante, cabe destacar que perder la concentración o realizar movimientos complejos puede disminuir la calidad de la señal.

BCI Node-RED

Es una librería para Node-RED utilizada para crear una gran variedad de funciones al Emotiv BCI sin la necesidad de programar (2). Los requisitos para su uso son los siguientes:

- Tener instalado el programa Emotiv BCI
- Aceptar la **EMOTIV's Developer's License Agreement**
- Instalar NodeJs, de preferencia la versión NodeJS LTS 8.x

El proceso de instalación y apertura del programa se encuentra detallado en la página EmotivBCI ToolBox (2).

Preguntas

-

Objetivo de la siguiente sesión: Investigar el Emotiv BCI toolbox

14/02/2025

Simulación de Insight

- El launcher de Emotiv permitir añadir dispositivos virtuales
- Esta solicita especificar el dispositivo a simular y la calidad de contacto de cada electrodo.
- Existen 2 condiciones de simulación **Interactiva** y **Sample Data**, la segunda usa data ya registrada previamente; la primera, se define de forma manual.
- Se hará uso, en esta ocasión de la **interactiva**
- Se puede ajustar a placer las métricas de desempeño
- También permite ajustar a placer los diferentes comandos mentales y faciales.
- Con cada uno de los parámetros fijados a voluntad, se puede crear la simulación.
- El dispositivo simulado aparecerá en el apartado de **Devices** del Launcher
- Se ha de prender y conectar con el dispositivo para seguir
- Se ha de elegir la aplicación a utilizar para posteriormente conectarlo con el dispositivo simulado
- Se abrió **EmotivBCI** el cual ejecuta el protocolo de estado mental base
- Todo funciona como si se tuviera el dispositivo real, pero el **live mode** no funciona

Se procede a buscar información con respecto al uso y aplicación de esta opción del programa. Las instrucciones para crear y activar la simulación se encuentra registrada en la página Emotiv.gitbook la cual especifica su uso para crear aplicaciones compatibles (3), pero no hay ejemplos claros de su uso.

19/02/2025

Proyecto BCI

Participantes

- Lazares Salcedo Brayam

Objetivo de la presente sesión

- Crear un Protocolo para el uso compartido del Emotiv para visitantes y trabajadores
- Investigar el funcionamiento y aplicación de BCI Node-RED

Investigación

Se está trabajando el apartado del proyecto en la página Web con el fin de resumir lo que se está haciendo y los avances que se tiene de este mismo. De momento, se ha creado un borrador de la organización que se desea que tenga esta página y progresivamente se irá cambiando aspectos de la misma para mejorar la redacción y visualización de la investigación.

Investigando para el uso de Brain Node-Red se observa que se requiere ciertas credenciales. Estas se obtienen mediante la creación de algunas apps mediante el Cortex Apps de la cuenta de cada usuario (4).

Una vez creado en la página, se ha de guardar el Client ID y Client Secret pues serán la Data de acceso. El client ID se mostrará en el apartado de "Cortex Apps" de cada usuario, mas no lo hará el Client Secret.

Preguntas

- ¿Cómo funcionan los ejemplos de Github de Emotiv?

Objetivo de la siguiente sesión

- Investigar Cortex Api
- Realizar pruebas y experimentos con Brain Node-Red

23/02/2025

Proyecto BCI

Neurofeedback

Definición

Técnica no invasiva para entrenar el cerebro que se basa en dar retroalimentación en tiempo real sobre la actividad cerebral (5). La retroalimentación permite a las personas controlar y optimizar las funciones cerebrales que, en consecuencia, mejoran la salud física y mental (5).

Aplicaciones

Mediante el análisis del EEG en tiempo real, el usuario puede reconocer cuándo su actividad cerebral se encuentra en un estado deseado. Mediante sesiones repetidas y retroalimentación visual, el usuario aprende a alterar los patrones de su actividad cerebral (5).

Depresión: En un estudio piloto se usó el EMOTIC EPOC headsets para permitir a personas mayores ajustar el volumen y ritmo de la música en función de sus estados emocionales. Esta retroalimentación demostró reducir la depresión en un promedio del 17.2% en los participantes.

Ansiedad:

TDAH:

Estrés post-traumático:

24/02/2025

Node-red

Pasos:

1. Instalar Node js en la pc a usar el node-red
2. Instalar red node en la pc mediante cmd con el código `npm install -g --unsafe-perm node-red`
3. Si cree necesario actualice el node-red con el comando que se le indique en el cmd
4. Corre node red mediante "node-red" para asegurarse de que todo funcione bien
5. Cierre y vuelva a abrir el cmd
6. Coloque el siguiente comando `npm install node-red-contrib-emotiv-bci`
 - a. En caso se tenga problemas con el anterior, use el siguiente `npm install -g node-red-contrib-emotiv-bci`
7. Ve a %appdata%, busca la carpeta npm, entra a la carpeta node_modules y abra la carpeta node-red-contrib-emotiv-bci
8. Abra la carpeta emotiv-bci y en su interior abra el archivo, con algún programa para escribir código, bci-config.js

```
// Get your client id and client secret from https://www.emotiv.com/my-account/c
// Use your client id and client secret with cortex example and Cortex UI to acc
```

```
module.exports = {
  path      : 'wss://127.0.0.1:6868/com.emotiv.noderedtoolbox',
  clientid   : 'your client id',
  clientsecret: 'your client secret',
  errorCode: {
    ERROR_USER_LOGGED_IN      : -32032,
    ERR_NO_HEADSET           : -32004,
    ERR_INVALID_PROFILE      : -32031,
    ERR_INVALID_USERNAME_PWD : -32001,
    ERR_REQUEST_TIME_OUT     : -32039,
    ERR_PROCESSING_PROFILE   : -32036,
    ERR_SESSION_DOES_NOT_EXIST: -32007,
    ERR_SESSION_CONFLICT     : -32005,
    ERR_EULA_IS_NOT_ACCEPTED  : -32041,
    ERR_PROFILE_CONFLICT     : -32044,
    ERR_PROFILE_LOADED_BY_ANOTHER_APP: -32046
  },
  maxSocketListener: 0,
  stream           : ['fac', 'com', 'mot', 'met', 'pow']
};
```

9. Coloque en client id y en cliensecret los respectivos códigos generados al crear su app en cortex app
10. En la misma carpeta del bci-config.js, abra ahora bci-emotiv.js
11. Ubíquese cerca en la línea 57 y agrega las modificaciones de la línea 59 y 60 mostradas a continuación. Esto permitirá conocer la ejecución de comandos en el córtex

```
57 |     node.socket.on("message", function (data) {
58 |       let msg = JSON.parse(data);
59 |       console.log("Mensaje de Cortex: ");
60 |       console.log(msg);
61 |
```

12. Ingrese a su cuenta emotiv

13. Ejecute node-red y verifique que este ha detectado el inicio de sesión en Emotiv
14. Acepte la solicitud de conexión
15. Cree un esquema simple usando los nodos de BCI y ejecútelos para verificar que todo funcione

Se corrigió el problema del mensaje del cortex. Resulta que se debía de tener algo corriendo en el programa de node-red para que todo comience a fluir, tanto los mensajes como la conexión con la app creada.

26/02/2025

Proyecto BCI

Participantes

- Lazares Salcedo Brayam

Objetivo de la presente sesión

- Explorar el funcionamiento y aplicaciones del BCI NODE-red Toolbox
- Crear un pequeño circuito controlado por los pensamientos

Investigación

Se inicia con un ejemplo dado por la misma empresa, el tutorial se encuentra en Youtube bajo el nombre [TUTORIAL] Sample coding tutorial for Cortex Python Example (6). Debido a la antigüedad del video, los pasos realizados no encajan con el contenido actual de los archivos, por lo que se registrará los pasos.

Pasos seguidos:

- Descargar el zip del github
- Se extrae el archivo y se abre la carpeta python
- Se instala websocket y python-dispatch, la vía de instalación se encuentra en el archivo "read me" de la carpeta python.
- Abre el archivo mental_command_train para modificar el código
 - Ve a las últimas líneas y llena lo pedido (client ID, client secret, profile name)
- Se usó el profile test1 para la prueba con un emotiv simulado
- En el archivo mental_command_train, busque la función train_mc_action
 - Ponga entre comillas a los bloques de código if y else

```
def train_mc_action(self, status):
    """
    To control the training of the mental command action.
    Make sure the headset is at good contact quality. You need to focus during 8 seconds for training an action.
    For simplicity, the example will train action by action in the actions list

    Parameters
    -----
    status : string, required
        to control training: there are 5 types: start, accept, reject, erase, reset
    Returns
    -----
    None
    """
    if self.action_idx < len(self.actions):
        action = self.actions[self.action_idx]
        print('train_mc_action: -----: '+ action + ":" + status)
        self.c.train_request(detection='mentalCommand',
                             action=action,
                             status=status)
    else:
        # save profile after training
        print('train_mc_action: -----: Done')
        self.c.setup_profile(self.profile_name, 'save')
        self.action_idx = 0 # reset action_idx
```

```

def train_mc_action(self, status):
    """
    To control the training of the mental command action.
    Make sure the headset is at good contact quality. You need to focus during 8 seconds for training an action.
    For simplicity, the example will train action by action in the actions list

    Parameters
    -----
    status : string, required
        to control training: there are 5 types: start, accept, reject, erase, reset
    Returns
    -----
    None
    """
    """
    if self.action_idx < len(self.actions):
        action = self.actions[self.action_idx]
        print('train_mc action: -----: ' + action + ":" + status)
        self.c.train_request(detection='mentalCommand',
                             action=action,
                             status=status)
    else:
        # save profile after training
        print('train_mc action: -----: Done')
        self.c.setup_profile(self.profile_name, 'save')
        self.action_idx = 0 # reset action_idx
    """

```

- Vaya a la línea 43 al def `__init__`
 - En la línea 44, cambia el `debug_mode` a "False"
- Ejecute el programa
 - Debe de tener la sesión abierta en emotiv launcher
 - Otorgue acceso en caso no lo haya hecho aún (Aparecerá una notificación en su Emotiv launcher)
- De forma automática el apartado de entrenamiento se activará en la app BCI y dará paso al entrenamiento de 3 funciones: neutral, push y pull

Preguntas

Objetivo de la siguiente sesión

- Controlar las teclas de un piano virtual y/o físico con los pensamientos mediante el Emotiv

28/02/2025

Se está utilizando la simulación de un dispositivo insight para poner a prueba el programa de ejemplo descargado mencionado el día 26/02/2025. Aparentemente se obtuvo un resultado positivo para el entrenamiento de estos. Con esto se procederá a configurar el live mode. Al ejemplo usado se modificó ligeramente el código para programar la cantidad de entrenamientos deseados para cada comando mental. Ahora se modificará el

live_advanced

- Se introduce las credenciales requeridas en el def main()
- Se cambia el debug_mode a False en el def_init__()
- Se ejecuta el programa
 - Si se tiene el app de BCI abierta, esta cambiará automáticamente al modo live
 - Si se usa una simulación, se puede variar sus parámetros en configuración y esto afectará en tiempo real las respuestas del live (El cubo obedecerá al comando que le coloques)
-

Live mode

01/03/2025

Se comienza a experimentar con el node red y la simulación de un insight para testear. El canal Emotiv Academy está resultando de gran ayuda para comenzar testeos en este apartado.

Previo a ejecutar otros experimentos, se entrenó el perfil test1 con el fin de tener ciertos comandos preestablecidos con sensibilidad ya establecida. Además, esto servirá para experimentar con el ejemplo dado y mencionado en ocasiones anteriores.

- Se experimentó los comandos push con una sensibilidad de 5
- Se experimentó los comandos pull con una sensibilidad de 8
 - Según el programa, no hay diferencia entre los dos comandos, pese a la sensibilidad colocada
- Se experimentó los comandos lift con una sensibilidad de 10
 - Tampoco hay diferencia de esta con las anteriores
- Se probará el comando drop variando constantemente su sensibilidad entre 5-9
 - No hubo diferencia alguna con respecto a los anteriores
- Se probará solo 2 entrenamientos por cada uno de los comandos ya establecidos
 - No hay diferencia alguna, quizá haya mejor diferencia al probarlo realmente

Se mantendrá este último estado para realizar los experimentos siguientes en relación al node-red

03/03/2025

Node-Red y Arduino

Se tendrá como guía el siguiente video de Youtube del canal Julian Ruiz (8,9)

Pasos para enviar data de Arduino a Red Node (8):

1. Ubicar el nodo Serial in
 - a. Si no se tiene, se va a configuración, manage pallette y se busca "node-red-node-serialport"
 - b. En caso no se encuentre, se dirige a la pestaña install, lo busca y lo instala
2. Conecte el port Serial in con el debug
3. Cree un programa corto y básico en Arduino y corra el programa
4. Vaya a red-node, haga doble click sobre el nodo Serial para abrir su configuración
5. Vaya a la opción Serial Port y al símbolo "+" Para crear un puerto
6. Use la lupa para buscar el Puerto en uso y cambie el Baud Rate al utilizado en el programa de Arduino
7. Cierre cualquier app que esté usando el puerto elegido
8. Corra el programa creado en node-red (Si hay otro programa usando el puerto establecido - como Arduino IDE- no funcionará)

Pasos para enviar data de Red Node a Arduino (9):

1. Ubicar el nodo Serial out
2. Ubicar 2 nodos Inject
3. Abre las propiedades de cada inject
4. En la caja al lado de msg.payload, cambia el tipo de data a "string"
5. Escribe el caracter que se enviará al Arduino en cada nodo
6. Conecte los nodos inject con el Serial out
7. Configura el Serial Out para ajustarse al puerto y bauds en uso
8. Abre Arduino IDE
9. Crea un código en el que Arduino tenga que leer data
10. Deshabilitar los nodos Seriales en Node-Red y correr (para guardar)
11. Suba el programa de Arduino Idle
12. Cierre Arduino Idle, active los nodos Serial y ejecute el programa en Node-red

Experimento con Comandos simulados de BCI para controlar 2 leds

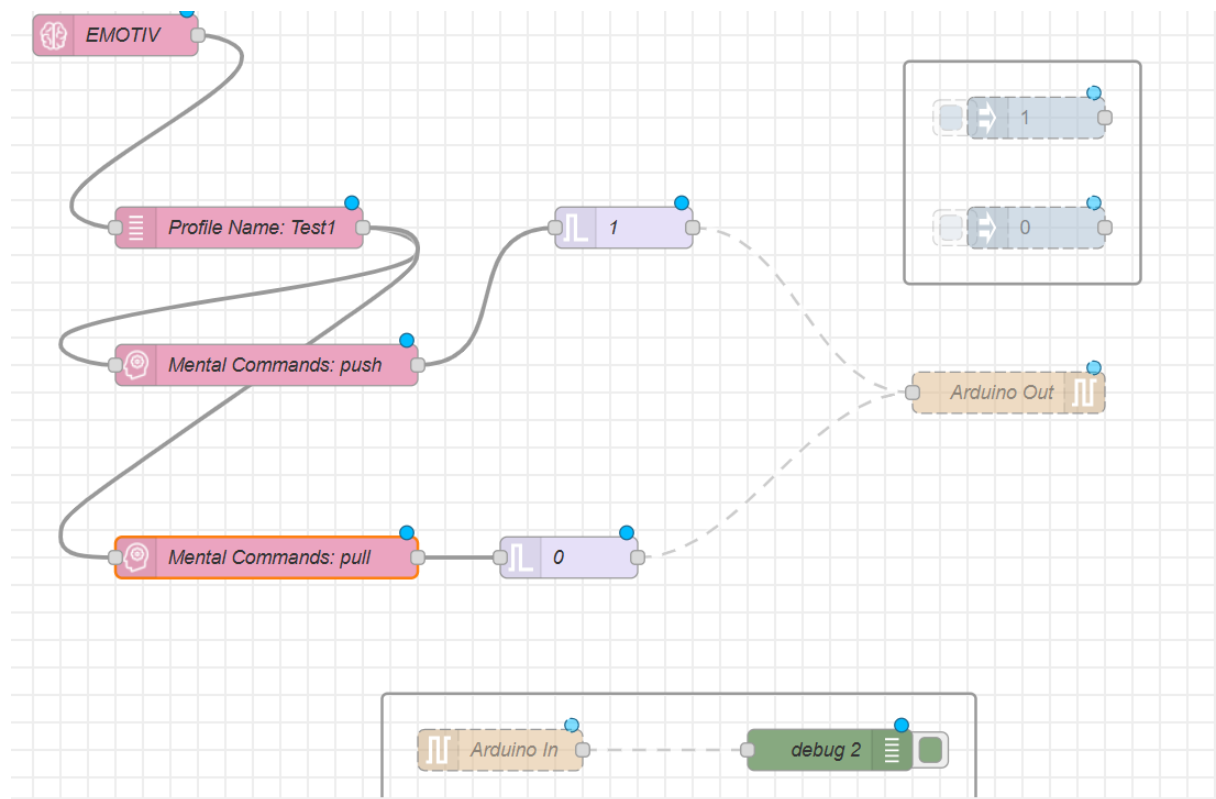


Diagrama del node-red de la ejecución de comandos. El comando Push está configurado a una sensibilidad de 8 y el pull a 7. Los triggers

05/03/2025

Proyecto BCI

Participantes

- Lazares Salcedo Brayam

Objetivo de la presente sesión

- Explorar los conceptos básicos de Red-Node
- Explorar los conceptos básicos de Red-Node para microprocesadores como arduino

Investigación

Inject: Envía un mensaje o data de un tipo en particular (string, number, boolean, JSON, etc) al nodo siguiente. Puede enviar más de uno y de diferente tipo cada uno.

Deploy: Mostrará en el apartado de debug mensajes o data que reciba por parte de otros nodos. Por lo general solo muestra un solo mensaje o información, pero se puede configurar para que sea más.

Change: Puede fijar, cambiar, eliminar o mover la información que le llegue por su extremo izquierdo y enviar la mod

Function: Ejecuta una función específica codificada por el usuario al recibir una señal. Estas funciones se pueden ejecutar cuando se da por primera vez una señal y/o cuando es reseteado.

Trigger: Envía uno o varios mensajes específicos ante una señal de activación. Estos mensajes pueden enviarse constantemente, esperar cierto período de o esperar a ser reseteado para enviar otro mensaje.

Pruebas

Se modifica la propiedad del trigger para que se resetee cuando reciba el mensaje "0", para ello se utilizó al nodo Change para setear el `msg.payload = "0"`. De esta manera el programa respetará al trigger cada vez que se ejecute, funcionando más como un botón. El único problema es que se envía tanta, pero tanta información, que se tarda mucho en manifestarse el cambio por parte del arduino.

Se agregó un delay de 200ms entre el trigger y el comando mental. Esto redujo el cambio entre los leds a 15s.

Se modificó la ubicación del delay a estar entre el Change y el Trigger por la salida del Change. Esto provocó que el cambio de led a led entre comandos tarde aproximadamente 10s.

Se eliminó el delay del arduino para ver si este es el que origina el problema del retraso en mayor medida. En efecto lo era, quitando el delay del arduino el cambio es inmediato entre los leds. No obstante, si se coloca en modo neutra uno de los leds se mantiene prendido.

Se intentó cambiar al colocar en el else del arduino instrucciones para apagar ambos LEDS, pero esto provoca que parpadeen rápidamente. Quizá si se quita el delay de los triggers esto se corrija. No resultó

Se han requerido de eliminar los diferentes delays para poder ejecutar adecuadamente los comandos. Con esto logrado se pudo simular el control de leds mediante comandos mentales. El esquema final en node-red es el siguiente:

Nota: En cada computadora se inicia un node diferente pese a que el link sea el mismo. Por lo que el esquema desarrollado en una computadora no será el mismo en otra, pese a que se haya abierto con la misma cuenta BCI

Preguntas

Objetivo de la siguiente sesión

- Crear programas básicos con BCI, Red-Node y Arduino
- Controlar pequeños circuitos con el insight

09/03/2025

Se observa que la forma de procesar las señales del insight sin requerir de una conexión alámbrica o una PC, se ha de usar el Remote Connect que ofrece el software Emotiv. De esta forma se puede conectar con el Raspberry Pi para que este se encargue de procesar las señales y ejecutar acciones en consecuencia.

El procedimiento de instalación de los recursos y software necesario se detalla a continuación:

- Instalación del Cortex Api (se ha de instalar en el raspberry, por lo que se requiere este componente)

13/03/2025

Proyecto BCI

Participantes

- Lazares Salcedo Brayam

Objetivo de la presente sesión

- Entrenar un perfil de usuario dedicado al carrito minero
- Explorar códigos de control de carritos para BCI EMOTIV

Investigación

Se practicarán tres comandos mentales para comenzar: neutral, push y pull. Se espera que estos comandos representen en el carrito se ejecuten como: detenerse, avanzar, retroceder; respectivamente

Comando neutral: Mi persona, reposando sobre mi cama boca arriba, con las extremidades extendidas y escuchando música con unos audífonos blanco conectados a mi celular ubicado en mi abdomen. Estoy escuchando el sonido de muerte de Half life 2 mientras intento caer dormido y la mirada está puesta desde arriba. **N° = 4**

Nota: Cuando me concentro en el anterior pensamiento, la calidad del EEG aumenta hasta 92 aproximadamente, después, cae drásticamente

Comando push: Mi persona, intentando con todas sus fuerzas mover un carrito minero de mi tamaño sin éxito. Este carrito es de color plomo, tiene un poco de musgo en las partes inferiores, tiene cuatro ruedas negras, limpias. Me encuentro en un fondo minero, con una luz amarilla por encima del carro. Mi expresión es de esfuerzo y dolor porque no puedo mover el carrito. **N° = 4**

Nota: El entrenamiento llegó al 2do semicírculo

Comando pull: Mi persona en el gimnasio, con el pelo amarrado, polo azul y shorts oscuros, tirando de una soga elástica para entrenar el deltoides posterior. El movimiento es repetitivo y cíclico. La perspectiva es desde atrás y de la cintura hacia arriba **N°=4**

Nota: Llegó al nivel del 4to semicírculo

Pruebas en Live Mode:

- El comando con mejor respuesta fue el push, se activa con relativa facilidad, incluso si se pensaba en pull
-

Preguntas

Objetivo de la siguiente sesión

- Simular el funcionamiento de un carrito

14/03/2025

Proyecto BCI

Participantes

- Lazares Salcedo Brayam

Objetivo de la presente sesión

- Entrenar un perfil de usuario dedicado al carrito minero
- Explorar códigos de control de carritos para BCI EMOTIV

Investigación

Se decidió re entrenar todo debido a que no se conseguía la suficiente diferencia entre los pensamientos para lograr que la máquina interprete bien los pensamientos

Comando neutral: Este será muy simple, se mira a la nada mientras nos imaginamos el sonido de muerte del half life 2 de forma continua. **Nº 8**

Comando push: Nº 8

- La escena de krillin muriendo a manos de freezer, pero sin sonido. No pasó ni del primer semicírculo.
- Mirando a la nada, imaginamos echar azúcar, milo, leche, huevos y harina; luego lo batimos, nos movemos a la sartén y lo freímos. No se aleja
- El mismo que el del día de ayer

Comienzo a pensar que entrenar tanto el estado neutral está jugando en contra. Según el apartado de Tips and Tricks (1) de Emotiv, entrenar al algoritmo para distinguir claramente entre diferentes comandos es complicado y retador, más para los que recién empiezan. Debido al tiempo, se piensa que la mejor opción, por ahora, es entrenar los gestos faciales y en función de eso obtener un prototipo del carrito.

Van 8 entrenamientos para los comandos faciales de: neutral, sonreír y fruncir el ceño, y en la gran mayoría de ocasiones la máquina es capaz de distinguir. Se realizan 2 entrenamientos más a cada uno y luego se probará con arduino.

Preguntas

Objetivo de la siguiente sesión

- Entrenar un perfil de usuario dedicado al carrito minero
- Explorar códigos de control de carritos para BCI EMOTIV

06/05/2025

Proyecto BCI

Participantes

- Lazares Salcedo Brayam

Objetivo de la presente sesión

- Explorar códigos para controlar carritos mediante EMOTIV

Investigación

Papers de interés:

- <https://ieeexplore.ieee.org/document/8596956>
- [10.1109/ICMRE49073.2020.9064969](https://doi.org/10.1109/ICMRE49073.2020.9064969)
- <https://ieeexplore.ieee.org/document/9064969>
- https://www.researchgate.net/publication/325961712_Brain_Computer_Interface_for_Controlling_RC-Car_Using_Emotiv_Epoc
- <https://drops.dagstuhl.de/storage/01oasics/oasics-vol027-vluds2012-irtg1131/OASlcs.VLUDS.2011.113/OASlcs.VLUDS.2011.113.pdf>
- https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.asianssr.org/index.php/ajct/article/download/773/621&ved=2ahUKEwiPqv__pl-NAxV1H7kGHfwdA_AQFnoECDYQAAQ&usg=AOvVaw2CZwFrhRcc6DwRQHE-GAjl

Preguntas

Objetivo de la siguiente sesión

- Generar un estado del arte de carritos controlados por dispositivos BCI

14/05/2025

Proyecto BCI

Participantes

- Lazares Salcedo Brayam

Objetivo de la presente sesión

- Testear el Emotiv en un carrito casero mediante arduino

Investigación

- Se realizaron pruebas en un carrito, se intentó colocar directamente el motor a un arduino UNO, pero no hay suficiente corriente para alimentarlos
- Se probó con una batería externa de 9V, y esta sí tiene lo suficiente para hacer funcionar a ambos motores.
- Se conectó a una salida de 5V del arduino, y ahí sí funciona, no obstante, se requiere de controlarlo a partir de uno de los pines.

Preguntas

Objetivo de la siguiente sesión

- Generar un estado del arte de carritos controlados por dispositivos BCI

21/05/2025

Proyecto BCI

Participantes

- Lazares Salcedo Brayam

Objetivo de la presente sesión

- Ejecutar un programa de node red en el arduino del carrito de prueba

Investigación

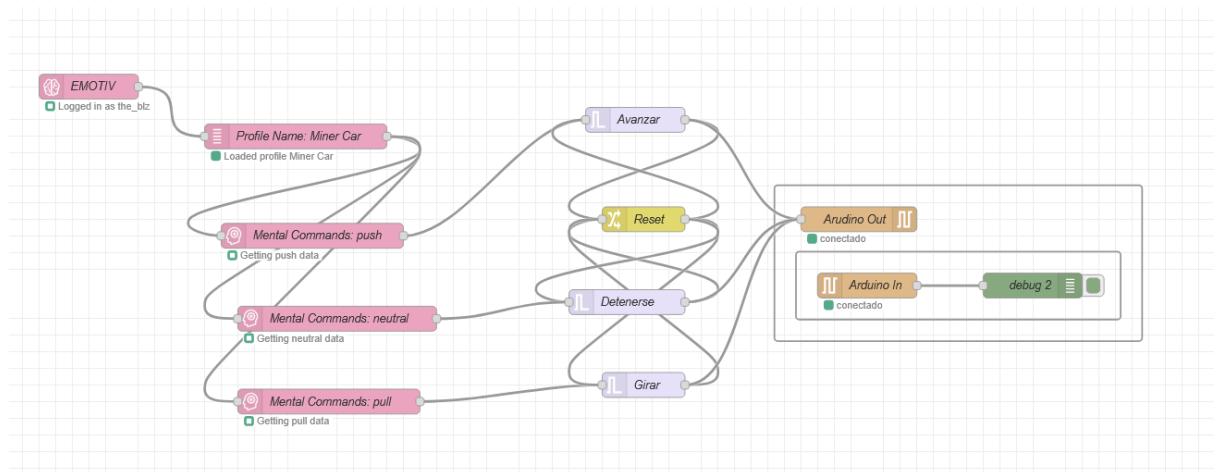


Diagrama de bloques en Node Red para el control del carrito

El estado neutral no envía ninguna información, por lo que los comandos correspondientes a este estado no funcionan.

Preguntas

Objetivo de la siguiente sesión

10/06/2025

Proyecto BCI

Participantes

- Lazares Salcedo Brayam

Objetivo de la presente sesión

- Optimizar y mejorar el código del carrito controlado por BCI app
- Otorgar mayor versatilidad al movimiento del carrito

Investigación

El comando neutral, como tal, no emite ninguna señal, por lo que no se puede usar como una señal de detención a los motores; por lo menos por ahora.

El resto de comandos sí se pueden usar, pues generan un cambio de estado y un cambio en las señales emitidas. Gracias a node-red, se puede cambiar fácilmente qué comando hace qué al simplemente cambiar el tipo de comando

El código, hasta el momento, es el siguiente:

```
void setup() {  
    Serial.begin(9600); //Inicio de comunicación  
    DDRB = 0x0F; //Salidas Pin 7-10  
}  
  
void loop() {  
    //Serial.println("working");  
    if (Serial.available() > 0){ //Si hay data que leer  
        int msg = Serial.read();  
  
        if (msg == 49){ //Avanzar  
            PORTB = 0x03;  
            Serial.println("Avanzar");  
        }  
  
        else if (msg == 51){ //Girar Izquierda  
            PORTB = 0x01;  
            Serial.println("Girar Izquierda");  
        }  
  
        else if (msg == 52){ //Girar Derecha  
            PORTB = 0x02;
```

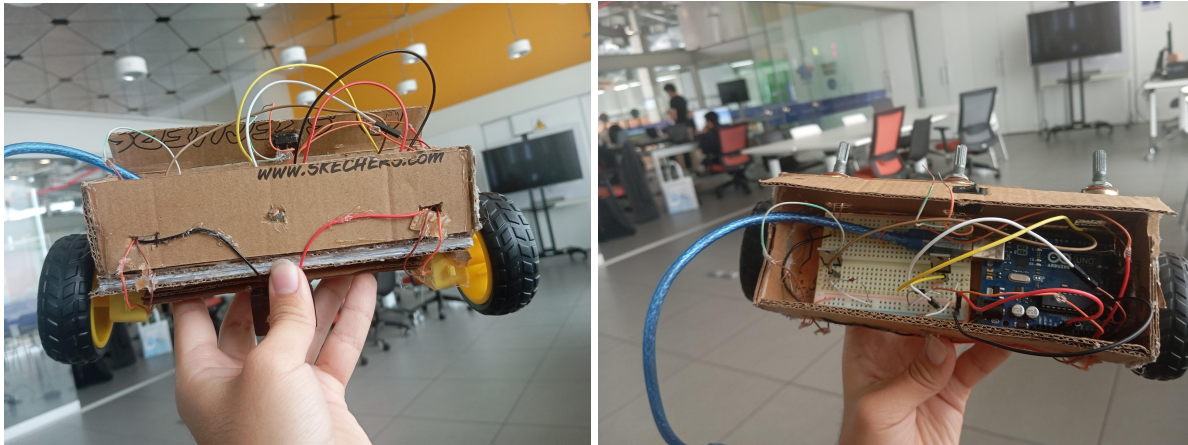
```

        Serial.println("Girar Derecha");
    }

    else{
        PORTB = 0x00;
        Serial.println("Detenerse");
    }
}
}
}

```

A continuación se agrega imágenes del carrito y circuito empleado para el experimento. Para esto se usó un Arduino UNO, un protoboard, dos motores DC de 5V y dos MOSFET IRL540N, un diodo de protección 1N4148 y un diodo rectificador 1N4004.



Preguntas

Objetivo de la siguiente sesión

- Explorar métodos de entrenamiento eficaz para el programa EmotivBCI

24/06/2025

Proyecto BCI

Participantes

- Lazares Salcedo Brayam
- César Roberto García Bonilla

Objetivo de la presente sesión

- Investigar artículos relacionados al diseño de pensamiento para EMOTIV BCI
- Recopilar información relevante con respecto al funcionamiento interno del programa EMOTIV BCI

Investigación

- https://www.researchgate.net/publication/343809380_Classifying_Imaginary_Hand_Movement_through_Electroencephalograph_Signal_for_Neuro-rehabilitation
- <https://neurotechx.com/>
- https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=de&user=JGnWbelAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&sortby=pubdate&citation_for_view=JGnWbelAAAAJ:tKAzc9rXhukC
- <https://la.mathworks.com/matlabcentral/answers/1838773-eeg-data-from-emotiv>
- https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=de&user=JGnWbelAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&sortby=pubdate&citation_for_view=JGnWbelAAAAJ:z_wVstp3MssC
- https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=de&user=JGnWbelAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&sortby=pubdate&citation_for_view=JGnWbelAAAAJ:r0BpntZqJG4C
- https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=de&user=JGnWbelAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&sortby=pubdate&citation_for_view=JGnWbelAAAAJ:l7t_Zn2s7bgC
- https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=de&user=JGnWbelAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&sortby=pubdate&citation_for_view=JGnWbelAAAAJ:WA5NYHcadZ8C
- https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=de&user=JGnWbelAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&sortby=pubdate&citation_for_view=JGnWbelAAAAJ:tKAzc9rXhukC

Preguntas

Objetivo de la siguiente sesión

15/07/2025

Proyecto BCI

Participantes

- Lazares Salcedo Brayam

Objetivo de la presente sesión

- Investigar literatura en referencia al entrenamiento BCI con EMOTIV-Insight
- Clasificar literatura en función de aplicaciones y relevancia

Investigación

#	Paper	Fecha	Temas	Aplicación	Impacto
1	Classifying Imaginary Hand Movement through Electroencephalograph Signal for Neuro-rehabilitation	2017	• Neurorehabilitación • Extreme Machine Learning (EML) • Wavelet • Hand Motion	Clasificación de los tipos de agarre mediante señales EEG y EML	7
2	ENOBIO2OSC: Brain-computer Interface for Musical Creation	2018	Generación de Música ENOBIO	Generar música mediante el uso del EEG ENOBIO, su acelerómetro y pestañeo	5

- K. Bhadra, A.-L. Giraud and S. Marchesotti, "Learning to operate an imagined speech Brain-Computer Interface involves the spatial and frequency tuning of neural activity," Communications Biology, vol. 8, no. 1, p. 271, 2025
- S. Lee, "Unlocking BCI UX: The Ultimate Guide," Number Analytics Blog, 5 June 2025. [Online]. Available: <https://www.numberanalytics.com/blog/ultimate-guide-bci-ux>.
- <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11381377/#sec26>
- <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3781165/>
- https://www.researchgate.net/publication/382020911_Gamification_of_Motor_Imager_y_Brain-Computer_Interface_Training_Protocols_a_systematic_review
- <https://journals.sagepub.com/doi/10.26599/BSA.2023.9050011>
- <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1741-2552/aab2f2>
- <https://ieeexplore.ieee.org/document/10903829>
- <https://www.mdpi.com/2076-3417/14/14/6347>
- https://www.researchgate.net/publication/380022162_Brain-Computer_Interface_Controlled_Drones_A_Systematic_Review
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590093525000049>

- <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/27706710.2024.2376368>
- <https://www.nature.com/articles/s42003-025-07464-7>
- <https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12984-025-01588-x>
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0010482524016196?via%3Dihub>
- <https://bmcneurol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12883-020-01960-5>
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2451958824001416>
- https://www.researchgate.net/publication/371857176_Improving_User_Experience_and_Performance_through_Gamification_of_MI-BCI_Training
- <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33217745/>
- <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3781165/>
- <https://www.numberanalytics.com/blog/mastering-motor-imagery-techniques>
- <https://www.frontiersin.org/journals/neuroscience/articles/10.3389/fnins.2021.732545/full>
- <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7727383/>
- <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18671209/>
- <https://www.intechopen.com/chapters/62072>

Producción Musical (BCMI)

- https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=de&user=JGnWbelAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&sortby=pubdate&citation_for_view=JGnWbelAAAAJ:z_wVstp3MssC
- https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=de&user=JGnWbelAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&sortby=pubdate&citation_for_view=JGnWbelAAAAJ:r0BpntZqJG4C
- https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=de&user=JGnWbelAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&sortby=pubdate&citation_for_view=JGnWbelAAAAJ:l7t_Zn2s7bqC
- https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=de&user=JGnWbelAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&sortby=pubdate&citation_for_view=JGnWbelAAAAJ:WA5NYHcadZ8C
- https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=de&user=JGnWbelAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&sortby=pubdate&citation_for_view=JGnWbelAAAAJ:tKAzc9rXhukC

Preguntas

- ¿Cómo es la calidad del EEG de EMOTIV en comparación a su competencia?
- <https://neurotechx.com/>

Objetivo de la siguiente sesión

- Investigar Neurotech y comunidades presentes en Lima, Perú

22/07/2025

Proyecto BCI

Participantes

- Lazares Salcedo Brayam

Objetivo de la presente sesión

- Clasificar y jerarquizar la literatura académica referente al entrenamiento cognitivo del participante para aplicaciones BCI

Investigación

#	Paper	Fecha	Temas	Aplicación	Impacto
3	Whatever Works: A Systematic User-Centered Training Protocol to Optimize Brain-Computer Interfacing Individually	2013	Entrenamiento Comparación de métodos Evaluación de desempeño	Estrategias adaptadas a usuarios para mejorar el control y uso de dispositivos BCI	10
16	Standardization of Protocol Design for User Training in EEG-based Brain-Computer Interface	2021	Review Protocolo Estándar Estrategias de entrenamiento Entrenamiento de Usuario	Elaboración de un protocolo estandarizado para el entrenamiento de nuevos usuarios para el uso de dispositivos BCI	10
21	A review of user training methods in brain computer interfaces based on mental tasks	2021	BCI User Training Protocolos Review Mental Tasks training	Elección del método más apropiado para el entrenamiento de un individuo para mejorar su rendimiento ante sistemas BCI	10
22	Brain-Computer Interface and Motor Imagery Training: The Role of Visual Feedback and Embodiment	2017	BCI User Training Protocolos MI Aplicaciones Review	Factores de aprendizaje humano para el control de dispositivos BCI	10
4	Gamification of motor imagery brain-computer interface training protocols: A systematic review	2024	Entrenamiento mediante gamificación Comparación de juegos Motor Imagery Estrategias de gamificación	Método de elección de estrategias óptimas de gamificación para mejorar el rendimiento y control de tecnología BCI	9

11	Learning to operate an imagined speech Brain-Computer Interface involves the spatial and frequency tuning of neural activity	2025	BCI Aprendizaje humano-máquina Predicción del habla Feedback continuo	Aplicaciones para entrenar humanos con el fin de mejorar la capacidad del dispositivo BCI de predecir e identificar señales específicas	9
18	EEG Wave Identification in Human Brain with Emotiv EPOC for Motor Imagery	2015	Emotiv EPOC MI Viabilidad de uso MI	Evaluar las capacidades de ciertos dispositivos EEG para aplicaciones BCI-MI	9
2	Improved motor imagery training for subject's self-modulation in EEG-based brain-computer interface	2024	Entrenamiento por imágenes Feedback Trial-feedback paradigma Auto-modulación Evaluación de rendimiento	Métodos de evaluación de estrategias de entrenamiento mediante feedback para mejorar el rendimiento de ML de dispositivos BCI	8
12	Effects of brain-computer interface based training on post-stroke upper-limb rehabilitation: a meta-analysis	2025	BCI Miembros superiores Rehabilitación Rendimiento de entrenamiento Meta-análisis	Frecuencia y tiempo estimado de entrenamiento para obtener resultado y/o analizar el rendimiento de diferentes estrategias para rehabilitación	8
15	Gamification of motor imagery brain-computer interface training protocols: A systematic review	2024	Review Gamificación Juegos para entrenamiento BCI Tipos de juegos y rendimiento Impacto de gamificación en rendimiento BCI	Elección de elementos específicos para videojuegos que busquen mejorar el rendimiento y aprendizaje del usuario para dispositivos y/o aplicaciones BCI	8
19	Improving Motor Imagery-Based Brain-Computer Interface Performance Based on Sensory Stimulation Training: An Approach Focused on Poorly Performing Users	2021	BCI Entrenamiento Somatosensory - MI Hybrid MI-BCI Biosemi Mejor en usuarios de bajo rendimiento	Elaboración de estrategias de entrenamiento BCI que involucre señales somatosensoriales	8
20	Mindfulness Improves Brain-Computer Interface Performance by Increasing Control Over Neural Activity in the Alpha Band	2020	BCI Mind-body awareness training (MBAT) Mindfulness Rendimiento en BCI	Uso de mindfulness para mejorar la eficiencia del entrenamiento para control de dispositivos BCI	8
27	The Influence of Using Different Mental Images as BCI Commands on the Quality of Control	2020	BCI Commands Quality Image type method	Diseño de imágenes mentales para mejorar la respuesta de sistemas BCI	8

31	Combining VR with electroencephalography as a frontier of brain-computer interfaces	2024	BCI VR Advantages Review	Diseño de entornos virtuales en VR para mejorar el desempeño de dispositivos BCI	8
1	Learning to operate an imagined speech Brain-Computer Interface involves the spatial and frequency tuning of neural activity	2025	Modelos de Lenguaje •Entrenamiento cognitivo •Retroalimentación	Estrategias de entrenamiento, mediante feedback, para mejorar la comunicación cerebro-máquina	7
23	Collaborative human and computer controls of smart machines – A proposed hybrid control	2024	Protocol Design Emotiv EPOC X Control BCI Sistema Híbrido	Diseño de módulo para mejorar el rendimiento de control de dispositivos BCI	7
26	DIY hybrid SSVEP-P300 LED stimuli for BCI platform using EMOTIV EEG headset	2020	BCI Machine Learning Algorithm Classifier Estímulos híbridos EMOTIV SSVEP Visual Fatigue	Diseño de algoritmos eficientes para el reconocimiento de señales específicas EEG	7
5	Algorithm contest of motor imagery BCI in the World Robot Contest 2022: A survey	2023	Competencia BCI Algoritmos Análisis de estrategias	Análisis de algoritmos de control de BCI robots	6
13	Enhancing motor imagery EEG signal decoding through machine learning: A systematic review of recent progress	2025	Review MI based BCI Métodos de preprocesamiento Avances recientes	Análisis y/o selección de métodos de pre-procesamiento, datasets, extracción de características y entrenamiento de IA para aplicaciones BCI	6
28	Beyond BCI—Validating a wireless, consumer-grade EEG headset against a medical-grade system for evaluating EEG effects of a test anxiety intervention in school	2020	BCI EEG Anxiety Test Respiration Technique User lvl and clinic lvl EEG comparison Students	Validación de dispositivos EEG portátiles, baratos y centrados en el usuario	6
30	EEG Based Brain Computer Interface for Controlling a Robot Arm Movement Through Thought	2018	BCI Robot arm Emovit Epoc PCA Machine Learning	Diseño de una prótesis robótica controlada con pensamientos	6
25	Towards imagined speech: Identification of brain states from EEG signals for BCI-based communication systems	2025	BCI communication Speech system Words recognition	Diseño de algoritmos capaces de reconocer palabras a partir de señales EEG	5

29	Toward asynchronous EEG-based BCI: Detecting imagined words segments in continuous EEG signals	2021	BCI Asynchronous BCI Imagined speech Machine Learning Wavelet Decodification	Testeo de algoritmos de procesamiento para el reconocimiento de habla imaginada en dispositivos BCI	5
7	Review of Applications in Wheelchair Control Using Emotiv Insight and Emotiv Epoc Headsets	2024	Emotiv Comparación de modelos Análisis de rendimiento Límites y potenciales Aplicaciones en silla de ruedas	Aplicación en el uso de sillas mediante Insight o Epoc de Emotiv	4
14	Effect of brain-computer interface training based on non-invasive electroencephalography using motor imagery on functional recovery after stroke - a systematic review and meta-analysis	2020	Review Entrenamiento BCI (BCIT) Stroke patients Rehabilitación Habilidad motora	Capacidad de dispositivos BCI para mejorar la habilidad motora de pacientes que sufrieron derrames cerebrales	4
17	Wheelchair control system for the disabled based on EMOTIV sensor gyroscope	2022	Silla de ruedas Emotiv Insight Control Giroscopio Movimiento	Control de dispositivos mediante los sensores inerciales del Emotiv	4
24	Acquisition and processing of Motor Imagery and Motor Execution Dataset (MIMED) for six movement activities	2024	EEG Dataset MI Motor Execution Movement	Diseño de métodos de preprocesamiento para mejorar el aprendizaje de la máquina de señales EEG	4
6	A review of classification algorithms for EEG-based brain-computer interfaces: a 10 year update	2018	ML para BCI Motor imagery(MI) Review de modelos de DL Clasificación de modelos	Diseño y/o elección de modelos de ML para aplicaciones BCI	3
8	A Comprehensive Review on Brain-Computer Interface (BCI)-Based Machine and Deep Learning Algorithms for Stroke Rehabilitation	2024	Review Aplicaciones BCI Rehabilitación Impacto en rehabilitación Stro-rehab	Determinar la eficiencia y/o impacto del uso de dispositivos BCI para la rehabilitación de afecciones discapacitantes	1
9	Brain-Computer Interface Controlled Drones: A Systematic Review	2024	Drones BCI Límites y Potencial BCI Review Retos a futuro	Determinar retos a superar para el control de dispositivos BCI, como drones	1
10	The history, current state and future possibilities of the	2025	Historia BCI Límites y Potencial BCI	Determinar qué tipo de interfaz, invasiva o no	1

	<u>non-invasive brain computer interfaces</u>		Comparación invasivo y no invasivo Retos a futuro Aplicaciones	invasiva, resulta mejor para una determinada problemática	
--	---	--	--	---	--

Preguntas

- ¿Cómo es la calidad del EEG de EMOTIV en comparación a su competencia?
- <https://neurotechx.com/>
- <https://www.youtube.com/@perrikaryai>

Objetivo de sesiones a futuro

- Investigar Neurotech y comunidades presentes en Lima, Perú
- Investigar BCI Controlled Robot Contest, celebrados en el 2022
- Investigar BCI Competition IV
- investigar el canal perrikaryai

06/08/2025

Proyecto BCI

Participantes

- Lazares Salcedo Brayam

Objetivo de la presente sesión

- Extraer información relevante para el entrenamiento de usuario a partir de la literatura académica

Investigación

- El diseño de la investigación comprendió 10 sesiones a lo largo de 5 semanas [1]
- Los 7 comandos mentales o tareas fueron: rotación mental, asociación de palabras, imaginación auditiva, sustracción mental, navegación espacial e imaginería motora de la mano izquierda y de ambos pies [1]
- Se seleccionó, individualmente, las 4 mejores combinaciones mentales (MI mano izquierda, abstracción o asociación de palabras, rotación mental y tarea imaginaria dinámica) así como la banda de frecuencia más reactiva (8-30Hz) para control online [1]
- La clasificación se basó en patrones espaciales comunes y el análisis discriminante lineal de Fisher [1]
- El uso combinado de tareas mentales que se generen a partir de distintas áreas corticales posiblemente sean mejores para explicar las diferencias individuales.[1]
- Existen diferencias enormes entre las mejores combinaciones de tareas entre inválidos y no inválidos. [1] [-18,22]
- Cada tarea mental duró 7s, pero solo los últimos 6s fueron utilizados para extraer patrones ERD/S [1]
- Las siete tareas mentales fueron elegidas acorde a la experiencia previa de los investigadores en publicaciones anteriores [1] [-18,22,23,27,28]
- La información se extrajo de patrones espaciales comunes en la banda de frecuencias de 8-30, las cuales tienen alto desempeño de clasificación sin tener que optimizarlo por usuario [1] [-29,30]
- Se puede elegir rangos de frecuencia específicos para cada usuario para diferenciar entre 2 tareas de motor imagery. [1] [-31]
- Se usó 29 electrodos en forma de anillo de cloruro de plata sinterizada, en las posiciones estándar de acuerdo a la versión extendida del sistema 10-20. [1]
- La referencia fue colocada a la izquierda y la tierra en el hueso mastoides derecho. [1]
- La impedancia del electrodo se mantuvo por debajo de 5k Ω [1]
- La señal EEG fue amplificada con g.USBamps[1] y el sistema implementado en Matlab Simulink Model [1]
- El sampleó fue de 256 Hz y se filtró la misma para dejar de 0.5-100 Hz [1]

- Durante el experimento, los usuarios se sentaron en un confortable silla frente a un monitor de 17 pulgadas a una distancia de 1.1m en una habitación protegida eléctricamente [1]
- Para el cálculo del clasificador y análisis del ERD/S se inspeccionó visualmente las señales para remover aquellas con actividad muscular [1]
- El método descrito por Gratton et al 1983 [-37] fue usado para remover artefactos de electrooculograma e implementado en el Brain Vision Analyzer. [1]
- Se usaron las siguientes tareas cognitivas [1]
 - **Brain teaser**
 - *Asociación de palabra*: Imaginar tantas palabras posibles en la lengua materna que comiencen, terminen o tengan al medio una letra específica dada
 - *Resta Mental*: Desarrollar restas básicas consecutivas desde un número otorgado
 - **Mi dinámico**
 - *Mano izquierda*: Imaginar apretar una pelota con la mano izquierda repetidas veces sin ejecutar ningún movimiento como tal.
 - *Pies*: Imaginar movimiento de ambos pies sin realmente moverlos
 - **No Mi dinámico**
 - *Imaginería Auditiva*: Imaginar y concentrarse únicamente en una melodía familiar, pero sin articular.
 - *Navegación espacial*: Imagina navegar por una casa o piso familiar, yendo de cuarto en cuarto, enfocándose en la orientación en lugar del movimiento.
 - **Visualización dinámica**
 - *Rotación mental*: Visualice una 'L' tridimensional y rote la misma en las tres dimensiones espaciales
- Cada sesión fue dividida en 6 etapas y duró 2h incluyendo las instrucciones. La duración del EEG fue de 54 min en pantalla y 48 en la sesiones de retroalimentación- Existieron descansos entre etapas [1]
- Cada etapa tuvo 49 ensayos en total, 7 ensayos x 7 tareas. 42 ensayos por tarea mental 7 tareas x 6 comandos. Las sesiones de retroalimentación tienen 40 ensayos 10 ensayos x 4 tareas, haciendo un total de 60 por comando mental, 10 x 6 etapas. [1]
- Una pantalla muestra, aleatoriamente, 4 de 7 tareas mentales en cada ensayo; posteriormente, uno de los 4 era aleatoriamente resaltado para que el usuario realice tal tarea por 6s mientras permanece tan relajado y sin movimiento posible. [1]
- La aleatorización fue pseudo aleatoria para asegurar balance entre cada tarea. La retroalimentación Sham se mostraba visualmente cada 5 de 7 ensayos por tarea y etapa. Este feedback fue representado por una barra azul. [1]
- Después de la sesión con pantalla, las 4 clases con mayor precisión fueron elegidas individualmente para sesiones de 2-10 para control BCI. [1]
 - Cada uno de estas 4 tareas fue mostrado en pantalla en posiciones aleatorias para asegurar que la ubicación no tiene impacto alguno en la actividad neuronal [1]
 - Nuevamente uno de los 4 se resaltaba para que el usuario desempeñara la tarea por 6s [1]
 - También la troalimentación sham fue usada en 7 de 10 ensayos por tarea.

- El desempeño de la primera etapa fue usada como calibración para el clasificador [1]
- En las etapas siguientes, se otorgó retroalimentación verdadera de forma continua. [1]
- Se dio retroalimentación discreta en forma de sonrisa al final de cada ensayo si la tarea mental fue clasificada correctamente. [1]
- Se diseñó un filtro espacial a partir de los patrones espaciales comunes (-29,30,31) que caracterice las mejores tareas mentales. Se usó un algoritmo que se detalla en el paper para obtener este clasificador; así como el feedback en forma de gráfica. [1]
- La combinación de tareas y rango de frecuencias varió entre usuarios , pero las más prometedoras, por orden, son: MI de la mano izquierda, un brain-teaser, rotación mental y una tarea de MI o no MI dinámico [1].
- El estudio presenta varios análisis estadísticos para determinar la eficiencia e impacto de las diferentes tareas mentales en el entrenamiento para uso BCI [1]
- El paper indica que un estudio anterior no mostró un mejor desempeño a lo largo de las sesiones de entrenamiento pese a que este desempeño se mantuvo por meses; sin embargo, con este estudio se obtuvo una mejora en el desempeño con el paso de las sesiones. [1]
- El P300 puede ser detectado en el 90% de las personas con el mínimo entrenamiento requerido. [1] [-45,46]
- Típicamente, entre el 15-30% de los participantes no pueden controlar un sistema BCI basado en mental-imagery [1] [-46,49]

Vocabulario (Citar en APA)

- **4-class-brain computer interface:** Sistema BCI que puede diferenciar y responder ante 4 tareas o estados mentales diferentes
- **Análisis discriminante lineal:** Método estadístico para el reconocimiento de patrones y aprendizaje automático con el fin de encontrar una combinación lineal de rasgos que caracterizan o separan dos o más clases de objetos o eventos
- **Sham feedback:** Técnica de investigación en el que se recibe una retroalimentación falsa con el fin de controlar variables en un experimento.
- **Event-related de-synchronizations (ERD/S):** Atenuación o bloqueo de ritmos o potencia en la banda alfa el cual puede ser usado como activación cortical [2] [3]
- **P300 Speller:** Son BCIs que muestran un carácter deseado en pantalla mediante la detección de P300 event-related potentials; mismos que se generan en respuesta un estímulo visual y usando métodos de clasificación [4]
- **Event-related potentials (ERPs):** Es una onda cerebral característica que se presenta después de estar expuesto a una serie de estímulos; habitualmente conectada a procesos neuronales como atención, memoria de trabajo y toma de decisiones. [5]

- **P300 Event-related potentials:** Es una onda específica que se genera después de 300ms de estar expuesto a un estímulo; mayormente generado en el parietal, frontal y lóbulos centrales a lo largo de la línea media. [5]

Preguntas

- ¿Cómo es la calidad del EEG de EMOTIV en comparación a su competencia?
- ¿Para qué se usa específicamente el sham feedback?
- ¿Qué es neurotech <https://neurotechx.com/>?
- ¿Cómo <https://www.youtube.com/@perrikaryai> se entrenó?

Objetivo de sesiones a futuro

- Investigar Neurotech y comunidades presentes en Lima, Perú
- Investigar BCI Controlled Robot Contest, celebrados en el 2022
- Investigar BCI Competition IV
- investigar el canal perrikaryai
- Aclarar el concepto de sham feedback

Bibliografía

- [1] E. V. C. Friedrich, C. Neuper, and R. Scherer, "Whatever Works: A Systematic User-Centered Training Protocol to Optimize Brain-Computer Interfacing Individually," *PLoS ONE*, vol. 8, no. 9, p. e76214, Sept. 2013, doi: 10.1371/journal.pone.0076214.
- [2] G. Pfurtscheller, C. Neuper, and W. Mohl, "Event-related desynchronization (ERD) during visual processing," *Int. J. Psychophysiol.*, vol. 16, no. 2, pp. 147–153, May 1994, doi: 10.1016/0167-8760(89)90041-X.
- [3] W. Klimesch, G. Pfurtscheller, W. Mohl, and H. Schimke, "Event-related desynchronization, ERD-mapping and hemispheric differences for words and numbers," *Int. J. Psychophysiol. Off. J. Int. Organ. Psychophysiol.*, vol. 8, no. 3, pp. 297–308, Apr. 1990, doi: 10.1016/0167-8760(90)90020-e.
- [4] A. Bilal Aygün and A. Reşit Kavsaoğlu, "An innovative P300 speller brain–computer interface design: Easy screen," *Biomed. Signal Process. Control*, vol. 75, p. 103593, May 2022, doi: 10.1016/j.bspc.2022.103593.
- [5] "TMSi — an Artinis company — What is the P300 in Event-Related Potentials (ERPs)?," TMSi — an Artinis company. Accessed: Aug. 08, 2025. [Online]. Available: <https://www.tmsi.artinis.com/blog/what-is-the-p300-in-event-related-potentials-erps>

13/08/2025

Proyecto BCI

Participantes

- Lazares Salcedo Brayam

Objetivo de la presente sesión

- Extraer información relevante sobre el diseño y estandarización del protocolo de entrenamiento para usuarios para aplicaciones BCI

Investigación

- BCIs puede ser utilizado para propósitos médicos que incluye control [-3], comunicación [-4], rehabilitación motora [-5], adaptación ambiental para mejores experiencias en videojuegos [-6], pilotaje más seguro [-7] y/o restauración cognitiva mediante neurofeedback [-8] [\[2\]](#)
- El desempeño del BCI es habitualmente medido mediante la precisión de su clasificador; y generalmente no es preciso o lo suficientemente robusto para ser usado fuera de ambientes controlados [\[2\]](#)
- Para alcanzar un desempeño aceptable o moderado en BCI, el usuario ha de entender la tarea en cuestión y generar señales neuronales estables y diferentes [-11]. [\[2\]](#)
- Los paradigmas BCI espontáneos, como los **ritmos sensoriomotores (SMR)**, son más difíciles de controlar que los **paradigmas de potenciales** relacionados con eventos (**ERP**) o **potenciales evocados de estado estable (SSEP)**, debido a que requieren mayores capacidades o tareas con carga cognitiva seguido de concentración. [\[2\]](#)
- Aunque es raro, el entrenamiento de los usuario en BCI también es útil en ERP paradigmas, como el P300, dado a que el entrenamiento mejor el enfoque y la motivación para modalidades visuales y auditivas [-14, 15, 16] [\[2\]](#)
- Es importante reconocer que los BCIs son propensos a interferencias electromagnéticas. [\[2\]](#)
- Una guía pedagógica para el diseño de un experimento BCI en general y evaluar su validez se puede encontrar en [-20] [\[2\]](#)
- Recientemente se ha propuesto una checklist para el correcto reporte y diseño experimental de neurofeedback [-21]. Estos se dividen en tiempos: antes, durante y/o después de interactuar con el BCI [\[2\]](#)
- Antes de interactuar:
 - Las habilidades que se han investigado para paradigmas SMR previa a la interacción con un BCI son: rotación de objetos mentales, memoria visual-espacial [-22], relajación muscular [-23], mindfulness [-24], deporte, tocar un instrumento o gaming [-25], etc. [\[2\]](#)

- Incluso se ha observado que la variabilidad del ritmo cardíaco afecta el desempeño del ERP [-29], así como oscilaciones gamma para SMR[-30]. [\[2\]](#)
- Justo antes o en recesos durante la interacción:
 - Se prepara al usuario mediante varios tipos de asistencia como: la explicación de la funcionalidad del BCI y los objetivos de las tareas, mostrar las señales EEG, mapa en tiempo real de la actividad cerebral, objetos físicos, vídeos explicativos sobre la importancia de guardar y mejorar el conocimiento sobre el tema, mejorar la motivación del usuario a participar [\[2\]](#)
 - Entrenamiento físico junto a entrenamiento de imaginación motora previo a la interacción mejora la ERD/S [-36]. [\[2\]](#)
 - Se puede indicar a los usuarios BCI de realizar tareas mentales kinestésicas (MI), visuales (primera y tercera persona); incluso se les puede pedir que agreguen emociones para la regulación neuronal, la cual mejora los picos de ondas alfa [-40,41]; mientras obstaculiza la modulación de potenciales corticales lentos [-42] [\[2\]](#)
 - El rendimiento de las tareas MI pueden mejorar al pedir al usuario que elija un movimiento preferido o habitual; personalizado o no, mientras más específico mejor [-35] [\[2\]](#)
- Mejorar la interacción BCI con el usuario
 - Se puede mejorar la interacción al gamificar la experiencia [-44] o volverla inmersiva con realidad virtual [-45], contexto similar al de un videojuego [-46], o retroalimentación propioceptiva [-47, 48]. [\[2\]](#)
 - La retroalimentación propioceptiva multimodal mejora significativamente el rendimiento [-50] [\[2\]](#)
 - Generar un ambiente de confianza, inmersión y satisfacción está relacionado a un mayor rendimiento. Esto puede involucrar: tareas sociales para aumentar la experiencia y motivación [-51,52], feedback optimista [-53], música motivadora [-56] [\[2\]](#)
 - Videojuegos con entornos 3D, en lugar de 2D, generaron mejores resultados y mayor amplitud en las ondas P300 [-62] [\[2\]](#)
 - Se generan mayores ondas P300 cuando el usuario escucha [-69] y observa su propio rostro [-68] en lugar de sonidos o rostros de otras personas. [\[2\]](#)
 - Se busca una interacción adaptativa, que se generen interacciones variables gradualmente en las sesiones de entrenamiento; como variar dificultad, pasar de formato 1D a 2D o 3D, congelar la pantalla ante elevada concentración, etc. [\[2\]](#)
 - Las habilidades del usuario pueden ser evaluadas previa a la interacción con el BCI para diseñar tareas adaptadas y mejorar el rendimiento [-83]. [\[2\]](#)
- Todo este conjunto de decisiones que se tienen que hacer para la interacción del usuario con el BCI son llamadas como **interaction design**. Mientras que el **task design** abarca la forma en la que la interfaz transmite el propósito de las tareas, de qué forma, en qué modalidad, etc. [\[2\]](#)
- Se recomienda generar un sistema de recompensa después de la interacción BCI, el uso de caras sonrientes, dinero, para mejorar la motivación intrínseca del usuario. [\[2\]](#)
- Hay que tener cuidado en realizar interfaces similares a un juego, no se ha de sobrecargar el ambiente de estos juegos con elementos diversos, esto provocará una gran lluvia de estímulos distractores que aumentarán la carga cognitiva; misma que se traducirá en un peor rendimiento, principalmente en MI [-89, 90]. [\[2\]](#)

- Existen dificultades para comparar diseños de entrenamiento debido a que no siempre se describen todas las variables involucradas, el ambiente y los estímulos que experimenta el usuario. [2]
- La música de fondo afecta el rendimiento de la SSVEP únicamente si esa música es familiar para el usuario [-18] y no al contrario [-92] [2].
- Existen tres tipos principales de entrenamiento del usuario, que no han de confundirse con modelos mentales del usuario: [2]
 - Modelos conceptuales [-101]
 - Modelos procedurales [-102]
 - Interactuando con el sistema [-103]
- Estos modelos de entrenamiento pueden asistir a la formación de modelos mentales que permitan al usuario realizar acciones mentales antes de realmente hacerlas. [2]
- **Modelos conceptuales:** Representan tutoriales, esquemas, diagramas, analogías que permiten entender y/o describir el proceso de de un sistema [-104] [2]
 - Las analogías pueden formar modelos mentales erróneos en novatos [-105], mientras que las metáforas abstractas pueden dificultar la comprensión de algunos usuarios [-106]
- **Modelos procedurales:** Son tutoriales paso a paso en un orden específico a seguir para adquirir un objetivo, pero sin contener ninguna información de la estructura del sistema o sus componentes. [2]
 - Son útiles cuando el sistema es fácil de operar ya que genera instrucciones específicas; no obstante, son sub-óptimos cuando se intenta transferir el conocimiento a otras tareas o confrontar errores [-107]
- **Interacción con el sistema:** Aprendizaje formado mediante la prueba y error mientras se interactúa directamente con el sistema [2].
 - Usualmente forman modelos mentales incompletos en novatos, llevándolos al error y la frustración; sin embargo, son relevantes para fortalecer los modelos ya existentes
- Suele ser más difícil de lograr formar modelos mentales a partir de modelos procedurales que de conceptuales, porque el primero requiere de mayor nivel de abstracción [2]. Aunque parece ser que la mayoría de manuales prefieren a los procedurales por tener rápidas respuesta a corto plazo. [2]
- La habilidad de los usuarios para entender los sistemas informáticos afectan su aceptación y utilización [-107], es más, temerle a la tecnología influencia negativamente al desempeño del BCI [-108] [2]
- La mayoría de entrenamientos se centra en la interacción con el sistema mediante señales y feedback no explicatorio, lo cual es relevante para paradigmas SMR aunque [-11]; aunque el entrenamiento sea sub-óptimo para novatos. [2]
- Se sugiere que usar los primeros modelos, conceptuales y procedurales, serían los adecuados para un novato; posteriormente, usar el interactivo para reforzar la representación mental. [2]
- Usualmente los usuarios usan 2-3 estrategias mentales, en promedio, para completar una tarea; una vez encuentre la adecuada, la usará ejecutarla de forma natural y sin esfuerzo. [2]
- **Conceptual BCI:** Pueden incluir una explicación corta en video, texto u oral en el que brevemente se describen los conceptos y mecanismos del BCI mediante metáforas populares y pedagógicas [-110] [2]

- Es importante reducir el miedo a la tecnología y especificar que el dispositivo no lee la mente literalmente; no puede inferir inteligencia, estabilidad emocional o salud en general, mucho menos insertar pensamientos. [2]
- Se puede mostrar a una persona realizando una tarea [-36] o simulación de la misma [-112]. A esto se le conoce como el **modelo conceptual explicativo** [2]
- Se puede mencionar al usuario la relevancia de sus esfuerzos para mejorar los sistemas BCI que pueden mejorar la vida y calidad de vida de muchas personas [-37]. A este estímulo se le conoce como el **modelo conceptual motivacional** [2]
- Otra aproximación es representar las señales EEG en tiempo real y observar los efectos del parpadeo o apretar los dientes [-33], o un mapa neuronal [-34.] La review lo llama como **Modelo conceptual desmitificado** [2]
- **BCI procedural:**
 - Se puede entrenar a personas fuera del ámbito del BCI para estar en ciertos estados mentales: cognitivos (-113), emocional (-40,41) y físico [-109]; mismos que son de utilidad para el desempeño del BCI [2]
 - El **modelo procedural descriptivo** establece que el mejor estado para el usuario depende del propósito BCI así como de la modulación neuronal; en algunos casos será beneficiosos el aspecto emocional [-40, 41] y en otros el cognitivo [-113]. [2]
 - Las instrucciones deben ser informativas, precisas y proponer ejercicios mentales específicos a ser imaginados. Se recomienda proponer actividades cotidianas, familiares o aprendidas con anterioridad [-115,116] [2]
 - Aunque aún no se ha probado en BCI, se debe evitar el “no pienses en”, porque posiblemente atraiga el pensamiento a ese foco que se quiere evitar; lo cual se conoce como el proceso teórico irónico [-117]. **Modelo procedural específico..** [2]
 - Entrenamiento físico y mental en objetos de elección [-36] deben ir a la par para mejorar la creación y consistencia de la estrategia mental; de tal manera que uno pueda **Transferir** la estrategia hacia el BCI. [2].
- **Interactivo:**
 - Modelos interactivos de BCI pueden ser usados para evaluar la habilidad del usuario (personalizar tareas y mejorar el rendimiento [-83]), o para entrenar una habilidad o estado. [2]
 - Cada diseñador o experimentador ha de elegir y describir un modelo o combinación de los mismos en función del propósito del BCI. [2]
 - El modelo procedural es, en la mayoría de casos, mejor para paradigmas espontáneos (como SMR); mientras que los conceptuales e interactivos pueden ser útiles para todos los paradigmas. [2]
 -

Vocabulario

- **BCI Skill:** Habilidad individual para generar actividad neuronal reconocible por una interfaz cerebro computadora (BCI) y traducida en acciones o comandos. [3]

- **Ritmos sensoriomotores (SMR):** Oscilaciones electromagnéticas de frecuencia, ancho de banda y amplitud registradas a lo largo de la corteza sensoriomotora que se pueden ver afectadas por el movimiento o imaginación del movimiento. Principalmente afectan a las ondas mu (μ 8-12Hz), beta (β , 18-30Hz) y gamma (γ 30–200+ Hz). Su importancia radica en que las personas pueden aprender a cambiar la amplitud de su SMR para aplicaciones BCI [4]
- **Paradigmas BCI Espontáneos:** Señales neuronales generados voluntariamente por el usuario sin depender de un estímulo externo, por ejemplo, la imaginación motora. También reciben el nombre de endógenos, espontáneos o activos debido a que su activación surge internamente y no ante un estímulo externo. [5]
- **Paradigmas BCI:** Conjunto específico de tareas o estímulos mentales cuidadosamente diseñados para codificar la intención del usuario en señales cerebrales detectables por un sistema [6]
- **Potenciales corticales lentos:** Cambios de voltaje muy lentos en el EEG que reflejan variación de excitabilidad de redes corticales, tanto positivas (inhibición cortical como negativas (activación cortical); este cambio puede ser generado voluntariamente. [7]
- **Retroalimentación propioceptiva multimodal:** Feedback sensorial de diferente naturaleza, propioceptivo, visual, auditivo; cuyo fin es enriquecer la experiencia y mejorar el aprendizaje del usuario sobre su entrenamiento BCI con MI en comparación a un feedback con solo estímulos visuales. [8]
- **Steady-state evoked potential (SSEP):** Señal oscilatoria con fase y amplitud constantes generadas por el cerebro ante una respuesta sensorial repetida de forma periódica; de tal manera que la frecuencia de la señal es la misma que la frecuencia a la que se repite el estímulo. Se pueden clasificar en visuales (SSVEP) y somatosensoriales (SSSEP) [9]
- **Modelos mentales:** Son representaciones internas que los usuarios construyen para “ejecutar simulaciones mentales” sobre cómo funciona un sistema y anticipar sus resultados. Un modelo efectivo mejora el desempeño en tareas. [10]
-

Nuevos links

- [Games for BCI Skill Learning](#)

Preguntas

- ¿Cómo es la calidad del EEG de EMOTIV en comparación a su competencia?
- ¿Para qué se usa específicamente el sham feedback?
- ¿Qué es neurotech <https://neurotechx.com/>?
- ¿Cómo <https://www.youtube.com/@perrikaryai> se entrenó?

Objetivo de sesiones a futuro

- Investigar Neurotech y comunidades presentes en Lima, Perú
- Investigar BCI Controlled Robot Contest, celebrados en el 2022
- Investigar BCI Competition IV
- investigar el canal perrikaryai
- Aclarar el concepto de sham feedback

Bibliografía

20/08/2025

Proyecto BCI

Participantes

- Lazares Salcedo Brayam

Objetivo de la presente sesión

- Usar la acelerometría del Insight para pruebas de control en Red Node

Investigación

Se dispondrá del dispositivo Insight en movimiento rotatorios a causa de los propios movimientos de la cabeza. Los movimientos se realizan a una baja velocidad y pausada. Dado a la falta de equipo o manos extras, los últimos segundos son despreciables dado a que representa el cambio brusco del dispositivo al ser dejado sobre una mesa

Estado de Reposo

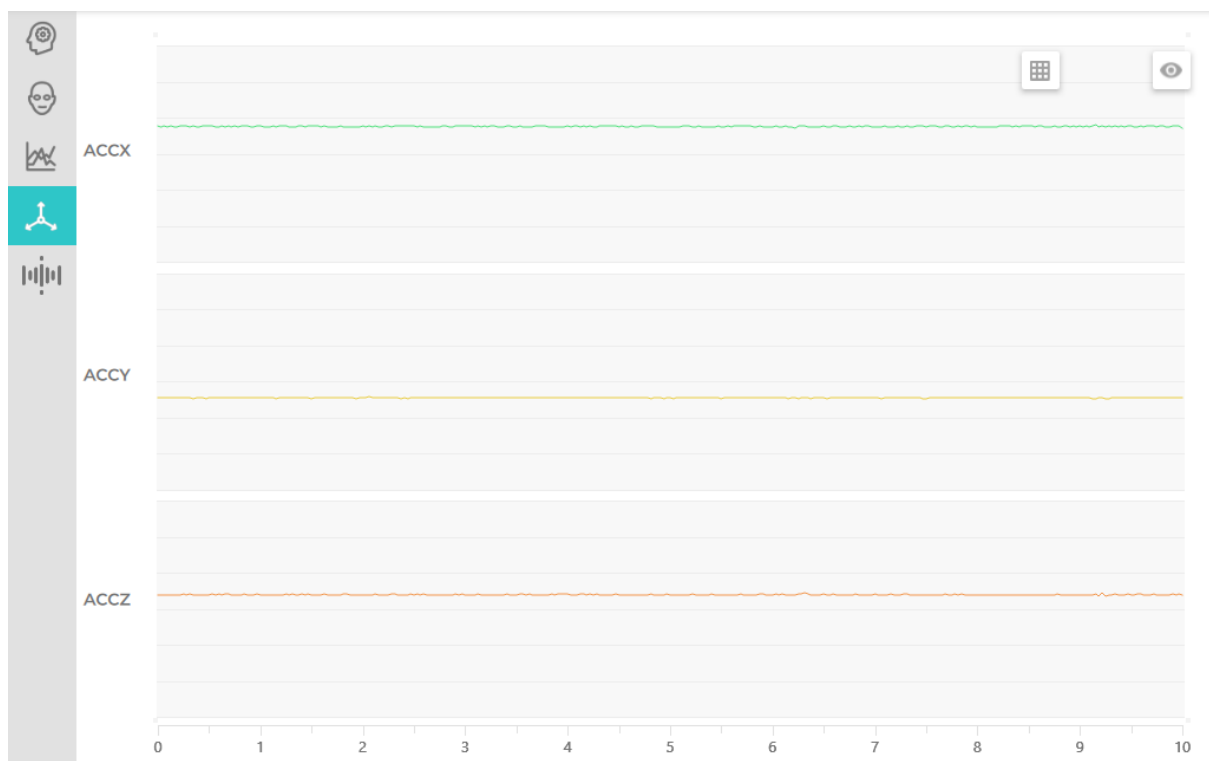


Fig 1. Estado basal del dispositivo, sin movimiento alguno. No se pueden observar valores como tal en la señal; sin embargo, se establece la línea media como 0.

Movimiento vertical de la cabeza

Ascendente

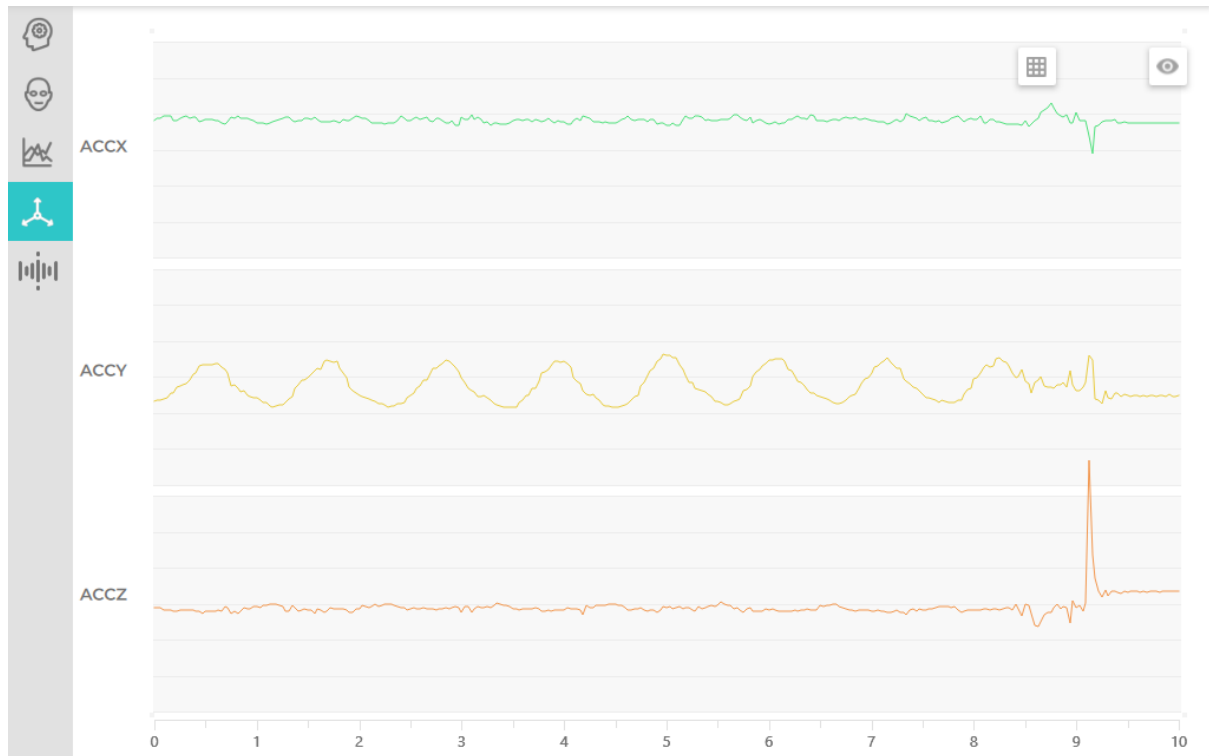


Fig. 2. Señales captadas ante el movimiento giratorio de la cabeza de arriba hacia abajo. Efecto simulado con el dispositivo.

EL movimiento consistió en girar el Insight, desde el estado de reposo, hacia arriba. El movimiento fue periódico y tal se aprecia en la gráfica ACCY, correspondiendo este al eje vertical de la cabeza. Los renglones indican el ángulo de giro con respecto al estado neutral. Cabe resaltar, que se pueden generar picos en la señal cuyo tamaño es proporcional a la velocidad del giro. Tras estos cambios drásticos, si el dispositivo permanece rotado con respecto a la posición de referencia, la señal se mantendrá constante, pero en un renglón diferente.

Descendente

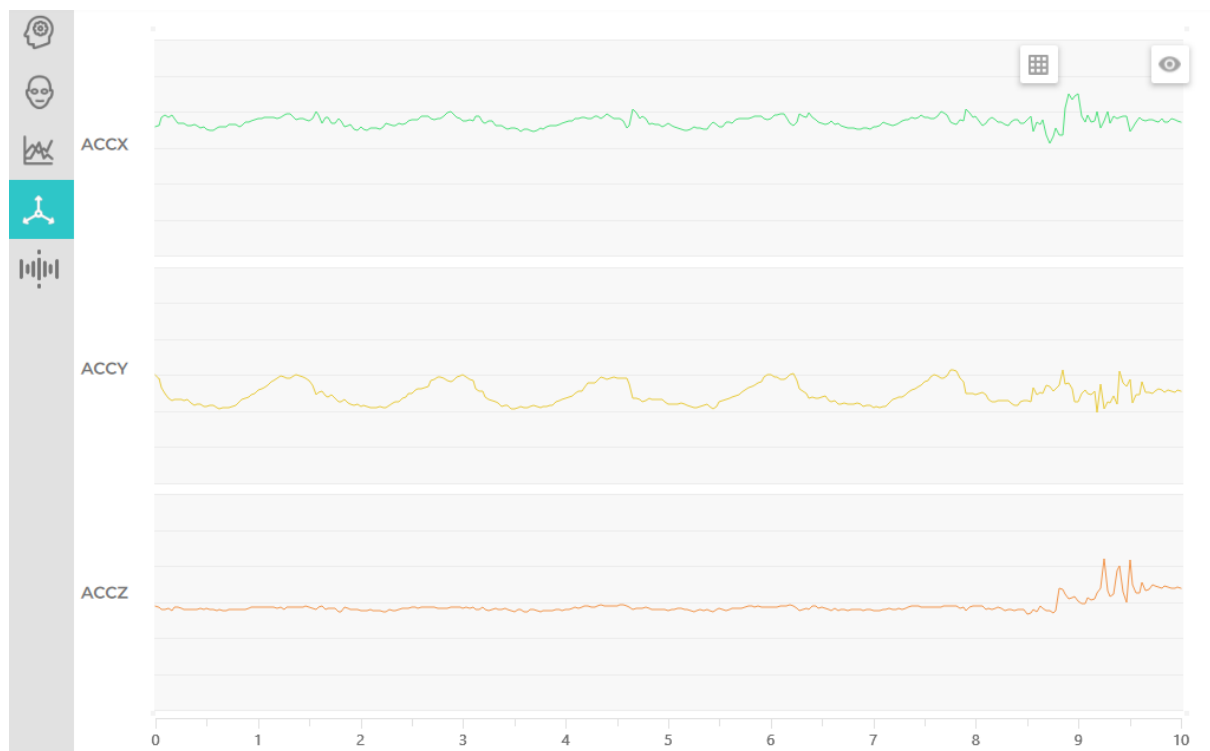


Fig. 3. Señales captadas al realizar giros descendentes del dispositivo Insight.

Las ondas observadas son menos amplias que las de ascendencia, y típicamente no caen por debajo del tercer renglón a menos que se dé un cambio brusco. En el eje X se captan pequeñas oscilaciones despreciables al ser posibles vibraciones en el dispositivo al ser desplazado.

Movimientos laterales

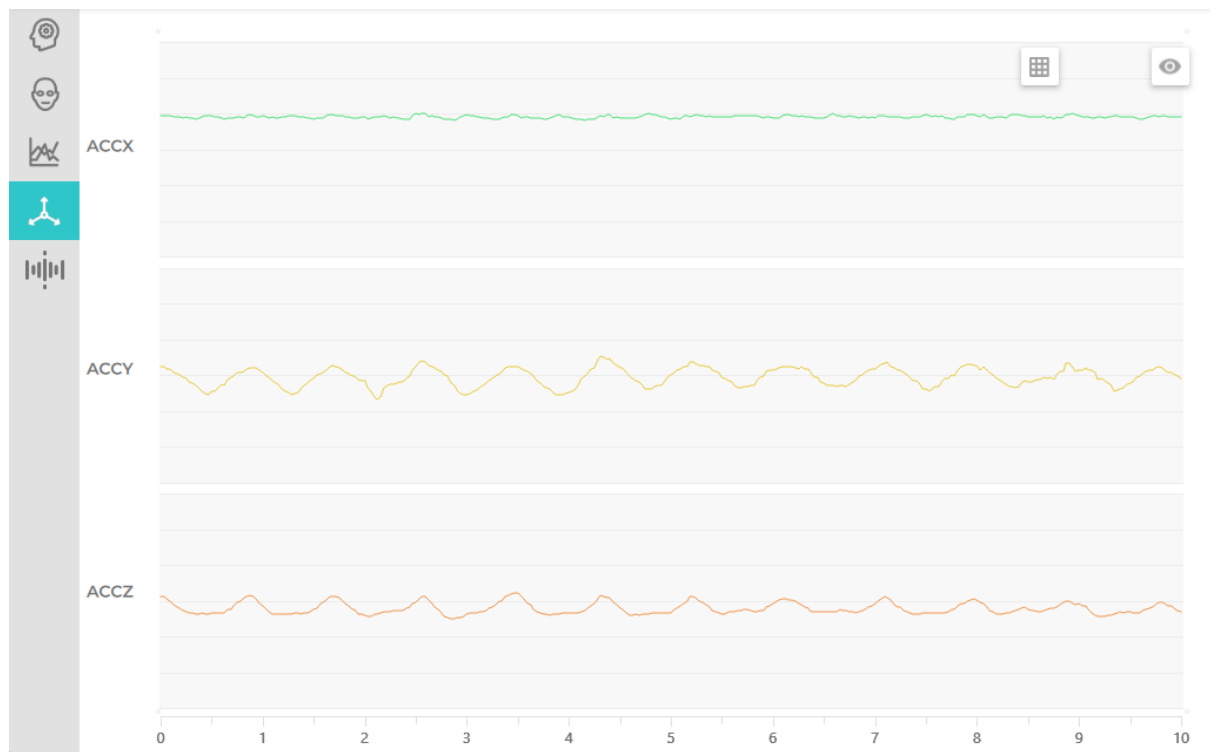


Fig. 4. Movimientos oscilatorios medio lateral de la cabeza, hacia izquierda y derecha de forma periódica.

Los cambios en el gráfico ACCY se pueden explicar debido al efecto del movimiento en sí de la cabeza, misma que no es perfectamente lineal en el eje mediolateral. La variación en ACCX es casi nula, por lo que se puede asumir que hay nula contaminación de la misma en estos movimientos. Ello deja a la gráfica ACCZ como el eje equivalente del acelerómetro al eje medio lateral de la cabeza.

Las oscilaciones en ACCZ son de poca amplitud, por lo que su uso para el control de componentes posiblemente llegue a ser más complicado que con otros ejes.

Movimientos antero-posterior

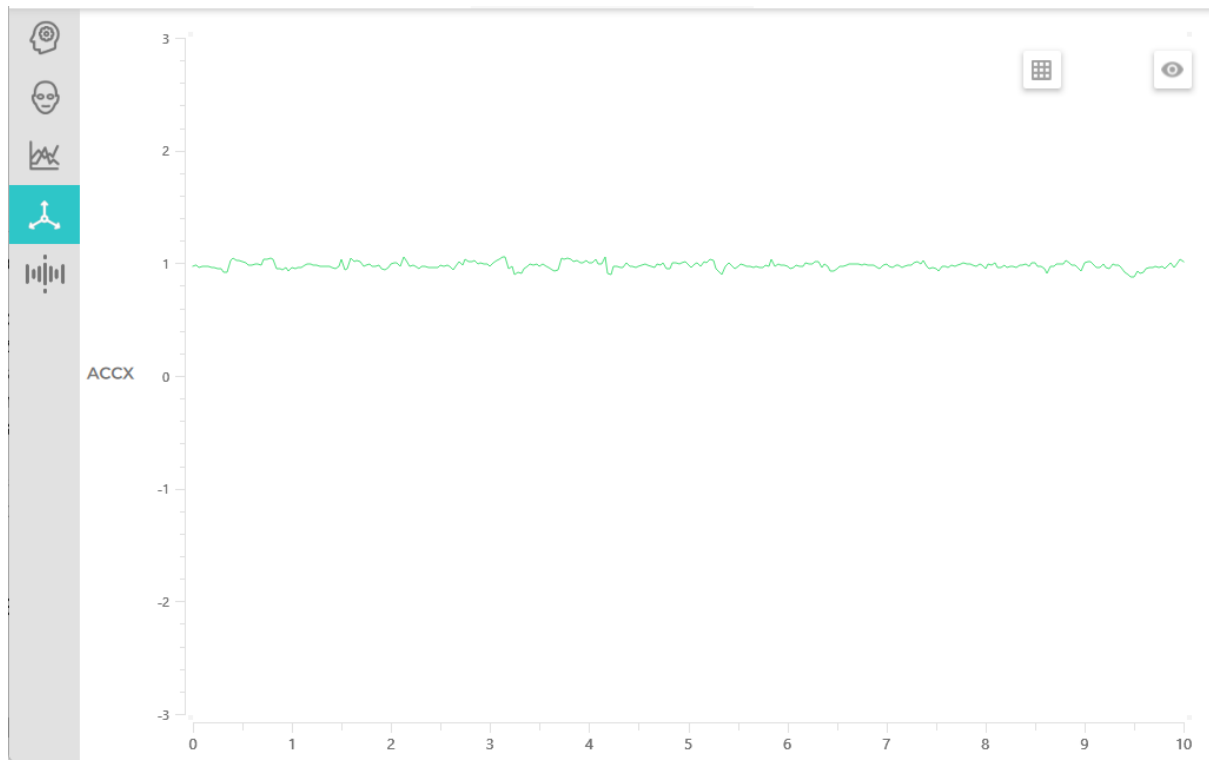


Fig.6 Señal captada ante movimientos antero-lateral de la cabeza. Se aumentó la resolución para mejorar la visualización de los cambios.

No se observan cambios considerables en ACCX en los movimientos antero lateral, lo que de antemano descarta su uso para algún tipo de control o aplicación relacionada.

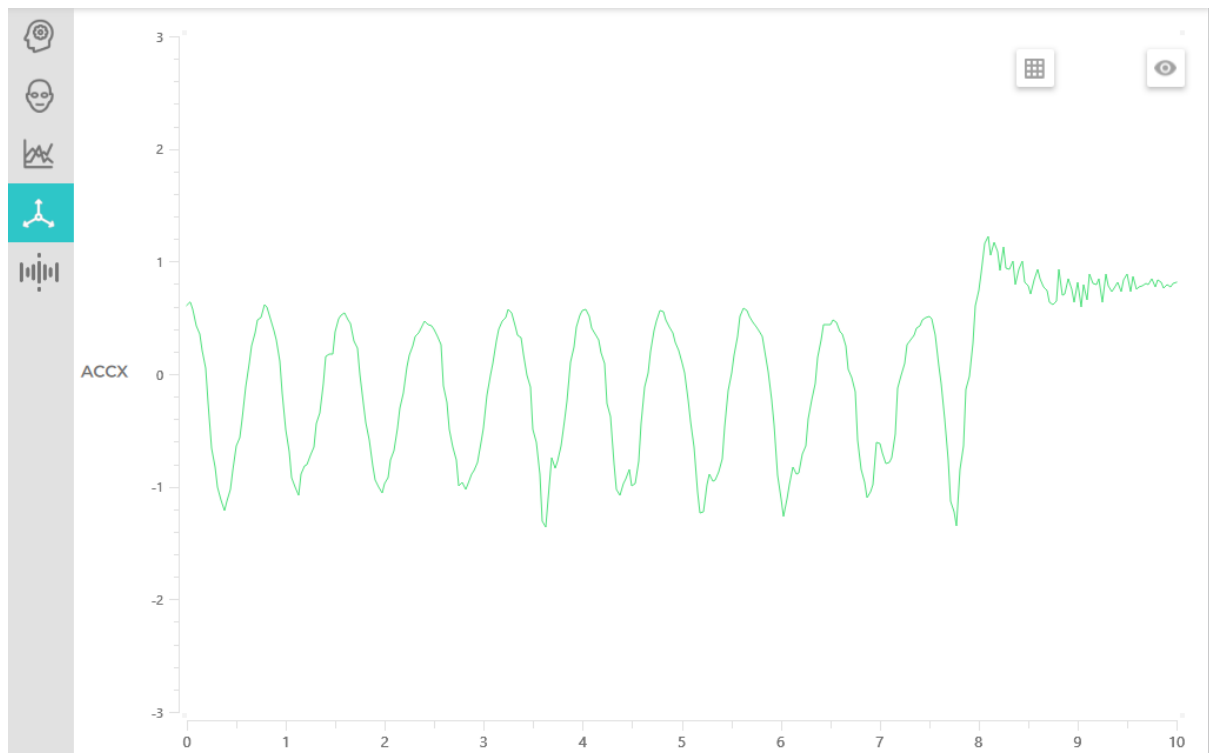


Fig.7. Movimiento antero-lateral del dispositivo Insight

Los movimientos de la cabeza, al estar el cuerpo en reposo, apenas generan cambios en la señal ACCX. No obstante, esta gráfica si responde ante el movimiento anterolateral del cuerpo en sí, siempre y cuando el desplazamiento del dispositivo en el eje mencionado sea de varios centímetros.

Preguntas

Objetivo de la siguiente sesión

- Generar un estado del arte de carritos controlados por dispositivos BCI

27/08/2025

Proyecto BCI

Participantes

- Lazares Salcedo Brayam

Objetivo de la presente sesión

-

Investigación

Accelerometer Z axis para movimiento arriba abajo
Accelerometer X axis para laterales

Notas:

- Gimnasio, levantamiento de pesas
 - Cuerpo completo
 - Tren superior
 - Bench press
 - Pull down
 - cONTEO DE REPT
 - Tras el entrenamiento, relajó
 - Fatiga - hipertrofia
- Calentamiento, previo al ejercicio
 - Con menos pesos
 - Pull down
- Menor gusto
 - Sentadilla búlgara
 - hace tiempo
- Animes no,
- Series, no muy seguido
- Youtube -> Visualpolitik, fonseca, contenido político
-

CAMBIO ENTRE pensamientos

- Realjarse es sencillo
- Difícil cambiar de lo que le gusta a lo feliz
- relajado

Sebastián:

Entrenamientos: 4

Tipo:

- Neutral:
 - Relajación

- 1° Push:
 - Resta de 7 en 7 300. No llega hasta el 0
 - 1° Imagen 1
 - 2° Imagen 2
 - 3° Imagen 3 Aceptado (84)
 - 4° Imagen 4 -> Rechazo 1 (0); Aceptado (87)
 - Error al restar y tuvo que regresar

2° Push:

- "L" 3D, rotación
 - 1° Imagen -> 1.1.jpg
 - 2° Imagen -> 2.2.jpg
 - 3° Imagen Aceptado (97) 3.2.jpg
 - 4° Imagen Aceptado (98) 4.2.jpg
 - Comentario: Mejor en el de aquí.
 - Sencillo

3° Push

- Auditivo -> La beba Temple Sour (0:23 "No sé qué tiene")
 - 1
 - 2
 - 3 (3.3) Aceptado (99)
 - 4 (4.3) Aceptado (82)

4° Push

- Auditivo-imaginado -> La beba Temple Sour (0:23 "No sé qué tiene")
 - 1 (1.4)
 - 2 (2.4)
 - 3 (3.4) Rechazado (70), Rechazado(0), Aceptado(98)
 - 4 (4.4) Aceptado(100)
 - Comentarios: No hubo complicación, no hubo distracción que alejara la concentración

5° Push

- Visual - Video Youtube -> Fin del socialismo en Bolivia (13:36-13:50) sin subtítulos
 - 1.(1.5)
 - 2. (2.5)
 - 3. Aceptado(97)
 - 4. Rechazado(0,Celular, Pedro estaba por llegar); Aceptado(87)

Pedro:

- Mayor relajación con los ojos cerrados
- Actividad física
 - Caminar, escala
 - Picar rocas ->Bastante
 - San Lorenzo de quinti , piedras abundantes, el mejor viaje
 - Geología campo 1, Cuzco, puros cortes de carretera
 - De pie, picar parado, directamente de la pared
 - Agachado es el por para mantenerse por un largo rato
 - Ciclismo, gimnasio -> hace 1 año
- MOTOR imagery
 - Complicado pensar en otras cosas al no cerrar los ojos
 - Pequeños cambios de escenario

- Semana pasada:
 - Viernes pasado, ir de una quebrada a otra, para eso tenían que llegar a la punta del cerro
 - No llevaron la suficiente agua, no vieron suficiente camino, tuvieron que escalar, casi deshidratados. Con sol.
 - Alta alegría al llegar a la cima
 - El diseño de pasar por una cueva, con deshidratación y agachado. Obtuvo cierta recompensa, placer, al crear un escenario algo estresante.

Preguntas

- ¿Cómo es la calidad del EEG de EMOTIV en comparación a su competencia?
- ¿Para qué se usa específicamente el sham feedback?
- ¿Qué es neurotech <https://neurotechx.com/>?
- ¿Cómo <https://www.youtube.com/@perrikaryai> se entrenó?

Objetivo de sesiones a futuro

- Configurar los webhooks
- Investigar Neurotech y comunidades presentes en Lima, Perú
- Investigar BCI Controlled Robot Contest, celebrados en el 2022
- Investigar BCI Competition IV
- investigar el canal perrikaryai
- Aclarar el concepto de sham feedback

Bibliografía

1. <https://emotiv.gitbook.io/emotivbci/performance-metrics/overview>
2. <https://emotiv.gitbook.io/emotivbci-node-red-toolbox/prerequisites>
3. <https://emotiv.gitbook.io/cortex-manual/virtual-brainwear-r/creating-a-new-virtual-device>
4. https://www.youtube.com/watch?v=4-v7Q7pz_nl
5. <https://www.emotiv.com/blogs/tutorials/eeg-neurofeedback-beginners-guide>
6. <https://www.youtube.com/watch?v=eEWSUBxPYwI>
7. <https://www.youtube.com/watch?v=jJ4IrmB79hg&list=PLeU2B0nZd2LTFT1XiCad6IWHyIVzZw7wr&index=14>
8. <https://www.youtube.com/watch?v=pJ4kHfcKPFM>
9. <https://www.youtube.com/watch?v=0CL-wA7-cGQ>
10. <https://www.youtube.com/watch?v=3AR432bguOY>

<https://medium.com/@kevinjycui/emotiv-arduino-developing-with-eegs-in-engineering-8c0688b720f5> (Arduino-BCI sin RED-NODE)