

Trabajo Fin de Grado

Herramienta web para el análisis, procesamiento y visualización de las señales del EEG

EEG RTool

Autor:
José María Sánchez Salas

Tutor:
José Tomás Palma Méndez

Septiembre 2017

Índice

1 Introducción

2 Antecedentes y motivación

3 Desarrollo del trabajo

- Desarrollo web
- Acciones y procedimientos para el cálculo de los índices
- Funcionamiento de la herramienta

4 Evaluación de los resultados

5 Conclusiones y vías futuras

Índice

1 Introducción

2 Antecedentes y motivación

3 Desarrollo del trabajo

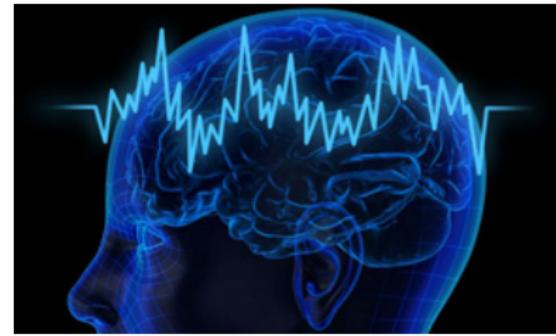
- Desarrollo web
- Acciones y procedimientos para el cálculo de los índices
- Funcionamiento de la herramienta

4 Evaluación de los resultados

5 Conclusiones y vías futuras

¿Qué es el EEG?

- El cerebro humano produce impulsos eléctricos que viajan a través de las neuronas.



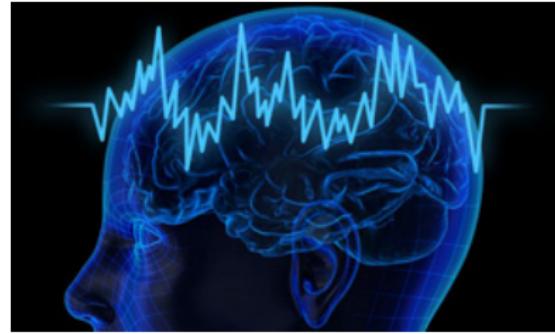
¿Qué es el EEG?

- El cerebro humano produce impulsos eléctricos que viajan a través de las neuronas.
- El electroencefalograma (EEG) es el registro de la actividad cerebral a lo largo de tiempo.



¿Qué es el EEG?

- El cerebro humano produce impulsos eléctricos que viajan a través de las neuronas.
- El electroencefalograma (EEG) es el registro de la actividad cerebral a lo largo de tiempo.
- Para su captación, se hace uso de electrodos que se sitúan en la corteza cerebral (en su versión no invasiva), mientras que el sujeto está realizando ciertas tareas.



¿Qué información proporciona el EEG?

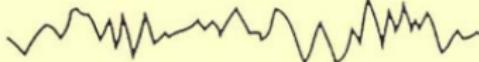
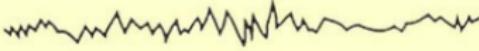
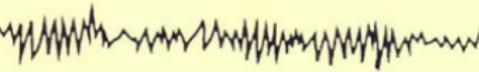
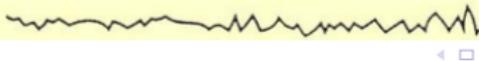
- El EEG contiene gran cantidad de información referente al sujeto al que se le realiza.

¿Qué información proporciona el EEG?

- El EEG contiene gran cantidad de información referente al sujeto al que se le realiza.
- **Está constituido por un gran conjunto de ondas de diferentes frecuencias.**

¿Qué información proporciona el EEG?

- El EEG contiene gran cantidad de información referente al sujeto al que se le realiza.
- Está constituido por un gran conjunto de ondas de diferentes frecuencias.
- Se puede dividir en las siguientes bandas:

Ondas cerebrales	Frecuencia	Estado mental
Onda delta	0,5 - 3 Hz 	sueño profundo
Onda theta	4 - 7 Hz 	sueño ligero
Onda alfa	8 - 13 Hz 	despierto, relajado
Onda beta	14 Hz 	despierto, excitado

¿Qué información proporciona el EEG?

- Del estudio de las cuatro bandas anteriores, se obtienen los siguientes índices:

¿Qué información proporciona el EEG?

- Del estudio de las cuatro bandas anteriores, se obtienen los siguientes índices:
 - **Índice de atención (AI).** Estudio de la banda α .

¿Qué información proporciona el EEG?

- Del estudio de las cuatro bandas anteriores, se obtienen los siguientes índices:
 - **Índice de atención (AI)**. Estudio de la banda α .
 - **Índice de aproximación-rechazo (AW)**. Estudio de la banda α .

¿Qué información proporciona el EEG?

- Del estudio de las cuatro bandas anteriores, se obtienen los siguientes índices:
 - **Índice de atención (AI)**. Estudio de la banda α .
 - **Índice de aproximación-rechazo (AW)**. Estudio de la banda α .
 - **Índice de compromiso (EI)**. Estudio de todas las bandas.

¿Qué información proporciona el EEG?

- Del estudio de las cuatro bandas anteriores, se obtienen los siguientes índices:
 - **Índice de atención (AI)**. Estudio de la banda α .
 - **Índice de aproximación-rechazo (AW)**. Estudio de la banda α .
 - **Índice de compromiso (EI)**. Estudio de todas las bandas.
 - **Índice de memorización (MI)**. Estudio de la banda θ .

Índice

1 Introducción

2 Antecedentes y motivación

3 Desarrollo del trabajo

- Desarrollo web
- Acciones y procedimientos para el cálculo de los índices
- Funcionamiento de la herramienta

4 Evaluación de los resultados

5 Conclusiones y vías futuras

Antecedentes

- Es la continuación del TFG titulado “Análisis de EEG para la evaluación de las emociones”, realizado por Hugo Álvarez Chaves.

Antecedentes

- Es la continuación del TFG titulado “Análisis de EEG para la evaluación de las emociones”, realizado por Hugo Álvarez Chaves.
- Este trabajo proporcionó:

Antecedentes

- Es la continuación del TFG titulado “Análisis de EEG para la evaluación de las emociones”, realizado por Hugo Álvarez Chaves.
- Este trabajo proporcionó:
 - Proceso de captación del EEG.

Antecedentes

- Es la continuación del TFG titulado “Análisis de EEG para la evaluación de las emociones”, realizado por Hugo Álvarez Chaves.
- Este trabajo proporcionó:
 - Proceso de captación del EEG.
 - Pre-procesamiento del EEG: eliminación de ruido y artefactos oculares.

Antecedentes

- Es la continuación del TFG titulado “Análisis de EEG para la evaluación de las emociones”, realizado por Hugo Álvarez Chaves.
- Este trabajo proporcionó:
 - Proceso de captación del EEG.
 - Pre-procesamiento del EEG: eliminación de ruido y artefactos oculares.
 - **Implementación de las acciones y procedimientos para el cálculo de los índices.**

Antecedentes

- Es la continuación del TFG titulado “Análisis de EEG para la evaluación de las emociones”, realizado por Hugo Álvarez Chaves.
- Este trabajo proporcionó:
 - Proceso de captación del EEG.
 - Pre-procesamiento del EEG: eliminación de ruido y artefactos oculares.
 - Implementación de las acciones y procedimientos para el cálculo de los índices.
 - **Correlación existente entre los índices y los parámetros de las tareas.**

Antecedentes

- Es la continuación del TFG titulado “Análisis de EEG para la evaluación de las emociones”, realizado por Hugo Álvarez Chaves.
- Este trabajo proporcionó:
 - Proceso de captación del EEG.
 - Pre-procesamiento del EEG: eliminación de ruido y artefactos oculares.
 - Implementación de las acciones y procedimientos para el cálculo de los índices.
 - Correlación existente entre los índices y los parámetros de las tareas.
- Realizado en Matlab y analizados los resultados en R.

Motivación

- Se tiene:

Motivación

- Se tiene:
 - Procesamiento del EEG y obtención de los índices en Matlab.

Motivación

- Se tiene:
 - Procesamiento del EEG y obtención de los índices en Matlab.
 - Análisis de los resultados en R.

Motivación

- Se tiene:
 - Procesamiento del EEG y obtención de los índices en Matlab.
 - Análisis de los resultados en R.
 - **Matlab es privativo. R no.**

Motivación

- Se tiene:
 - Procesamiento del EEG y obtención de los índices en Matlab.
 - Análisis de los resultados en R.
 - Matlab es privativo. R no.
- Solución: Unificarlo todo en un mismo lenguaje, que permita además de lo anterior:

Motivación

- Se tiene:
 - Procesamiento del EEG y obtención de los índices en Matlab.
 - Análisis de los resultados en R.
 - Matlab es privativo. R no.
- Solución: Unificarlo todo en un mismo lenguaje, que permita además de lo anterior:
 - Proporcionar una herramienta web de **software libre** capaz de realizar todo el procedimiento paso por paso, y de manera automática.

Motivación

- Se tiene:
 - Procesamiento del EEG y obtención de los índices en Matlab.
 - Análisis de los resultados en R.
 - Matlab es privativo. R no.
- Solución: Unificarlo todo en un mismo lenguaje, que permita además de lo anterior:
 - Proporcionar una herramienta web de **software libre** capaz de realizar todo el procedimiento paso por paso, y de manera automática.
 - **Capaz de visualizar todas las señales y todos los valores intermedios para el cálculo de los índices.**

Motivación

- Se tiene:
 - Procesamiento del EEG y obtención de los índices en Matlab.
 - Análisis de los resultados en R.
 - Matlab es privativo. R no.
- Solución: Unificarlo todo en un mismo lenguaje, que permita además de lo anterior:
 - Proporcionar una herramienta web de **software libre** capaz de realizar todo el procedimiento paso por paso, y de manera automática.
 - Capaz de visualizar todas las señales y todos los valores intermedios para el cálculo de los índices.
- Desarrollo de este trabajo → Lenguaje R.

Índice

1 Introducción

2 Antecedentes y motivación

3 Desarrollo del trabajo

- Desarrollo web
- Acciones y procedimientos para el cálculo de los índices
- Funcionamiento de la herramienta

4 Evaluación de los resultados

5 Conclusiones y vías futuras

Índice

1 Introducción

2 Antecedentes y motivación

3 Desarrollo del trabajo

- Desarrollo web
- Acciones y procedimientos para el cálculo de los índices
- Funcionamiento de la herramienta

4 Evaluación de los resultados

5 Conclusiones y vías futuras

Shiny

- Desarrollo web realizado con el framework Shiny para R.



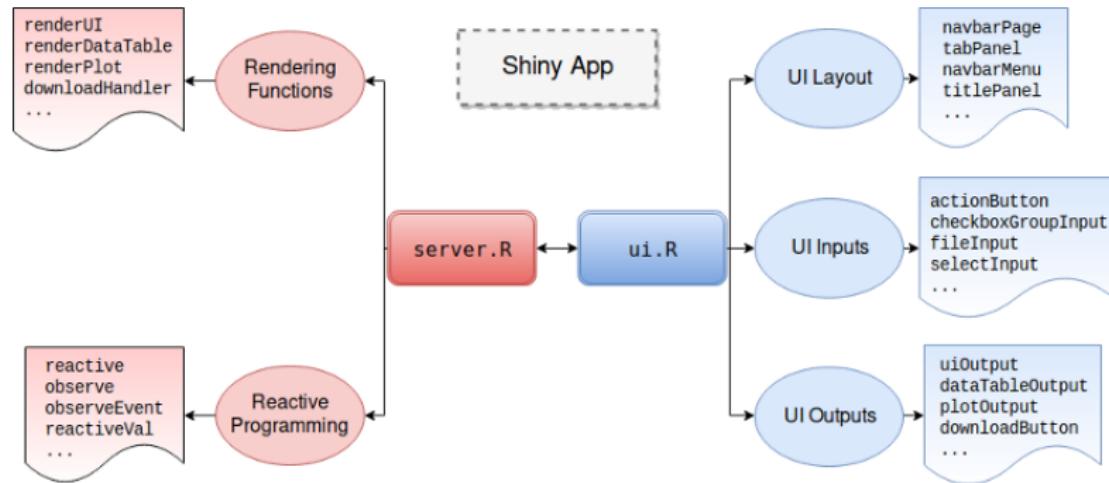
Shiny

- Desarrollo web realizado con el framework Shiny para R.

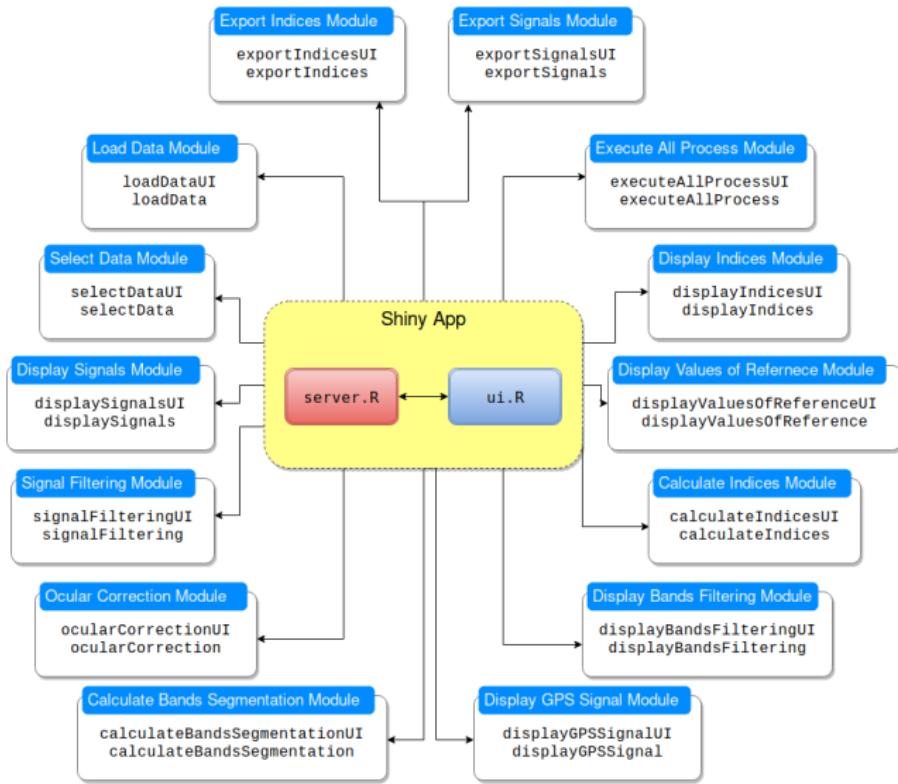


- Permite la creación de páginas web interactivas, con código R.

Shiny – Componentes



Módulos de EEG RTool



Índice

- 1 Introducción
- 2 Antecedentes y motivación
- 3 Desarrollo del trabajo
 - Desarrollo web
 - Acciones y procedimientos para el cálculo de los índices
 - Funcionamiento de la herramienta
- 4 Evaluación de los resultados
- 5 Conclusiones y vías futuras

Introducción

Las fases a las que se somete el sujeto son:

- **Fase de reposo.** Se conocen los ritmos y frecuencias propias del sujeto cuando se encuentra en este estado → *fase de ojos cerrados*.

Introducción

Las fases a las que se somete el sujeto son:

- **Fase de reposo.** Se conocen los ritmos y frecuencias propias del sujeto cuando se encuentra en este estado → *fase de ojos cerrados*.
- **Fase de medición basal.** Se da a conocer cuál es el estado “normal” del sujeto cuando está activo → *basal o baseline*.

Introducción

Las fases a las que se somete el sujeto son:

- **Fase de reposo.** Se conocen los ritmos y frecuencias propias del sujeto cuando se encuentra en este estado → *fase de ojos cerrados*.
- **Fase de medición basal.** Se da a conocer cuál es el estado “normal” del sujeto cuando está activo → *basal o baseline*.
- **Fase de exposición al estímulo.** Se somete al sujeto a los estímulos principales de los que se quiere obtener sus resultados → *tarea*.

1. Filtrado de las señales

- Para poder realizar un procesamiento correcto, es necesario que las señales sean acotadas a los rangos de frecuencia de interés:

1. Filtrado de las señales

- Para poder realizar un procesamiento correcto, es necesario que las señales sean acotadas a los rangos de frecuencia de interés:
 - Electroencefalograma (EEG) → 2-30 Hz.

1. Filtrado de las señales

- Para poder realizar un procesamiento correcto, es necesario que las señales sean acotadas a los rangos de frecuencia de interés:
 - Electroencefalograma (EEG) → 2-30 Hz.
 - **Electrooculograma (EOG)** → 0.1-5 Hz.

1. Filtrado de las señales

- Para poder realizar un procesamiento correcto, es necesario que las señales sean acotadas a los rangos de frecuencia de interés:
 - Electroencefalograma (EEG) → 2-30 Hz.
 - Electrooculograma (EOG) → 0.1-5 Hz.
- Se hace uso de un filtro FIR (*Finite Impulse Response*) en modo *pasa-banda*.

1. Filtrado de las señales

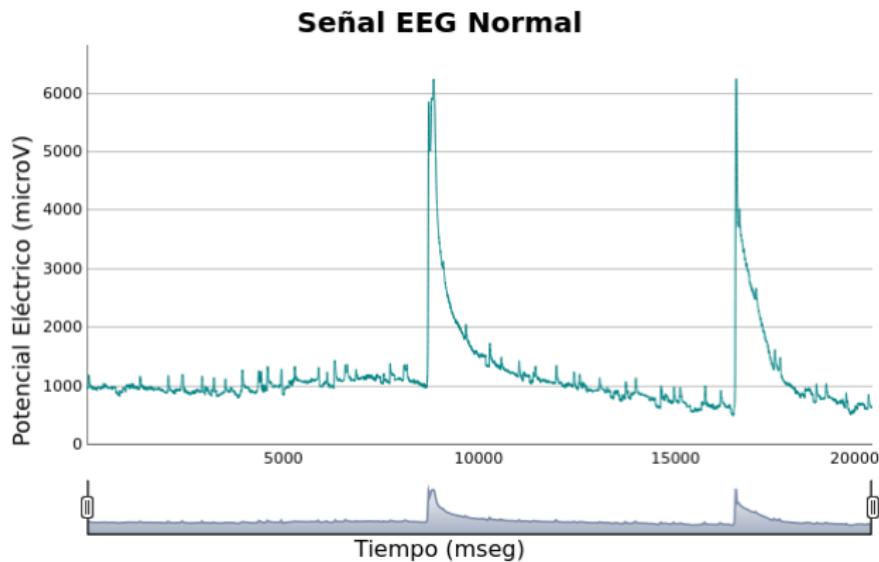


Figura 1: Señal EEG normal (sin filtrar).

1. Filtrado de las señales

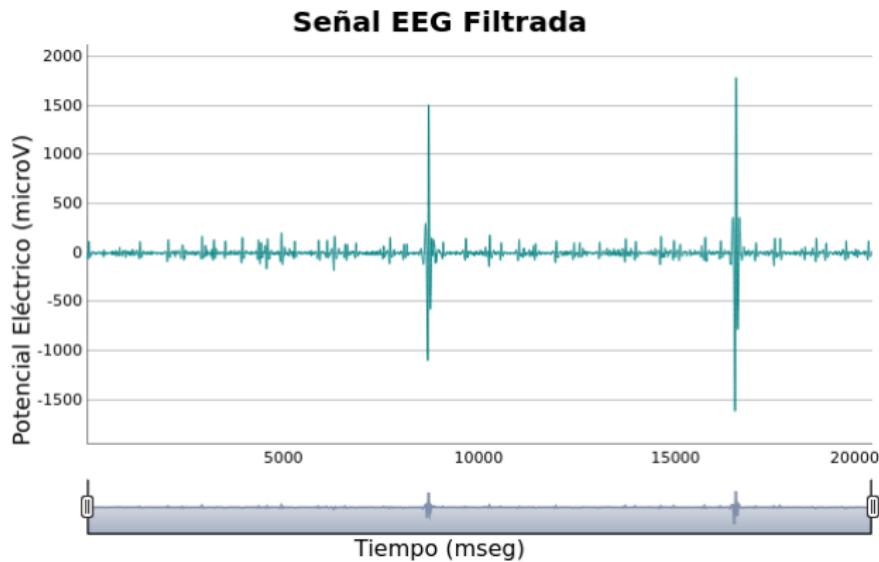


Figura 2: Señal EEG filtrada.

2. Eliminación de los artefactos oculares

- Los movimientos del ojo y los parpadeos del sujeto introducen artefactos en el EEG.

2. Eliminación de los artefactos oculares

- Los movimientos del ojo y los parpadeos del sujeto introducen artefactos en el EEG.
- Con el algoritmo de Gratton, se consigue eliminar del EEG los artefactos oculares.

2. Eliminación de los artefactos oculares

- Los movimientos del ojo y los parpadeos del sujeto introducen artefactos en el EEG.
- Con el algoritmo de Gratton, se consigue eliminar del EEG los artefactos oculares.
- Además, proporciona una señal de la que se pueden inferir los parpadeos del sujeto.

2. Eliminación de los artefactos oculares

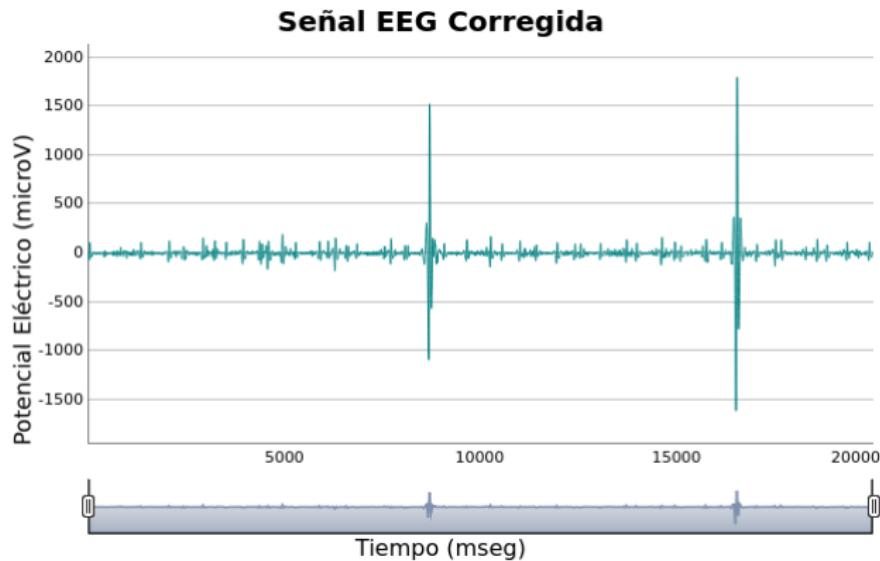


Figura 3: Señal EEG corregida (sin artefactos oculares).

3. Segmentación de la señal por tareas

- No es práctico parar la captación de la señal cada vez que se realiza una tarea o prueba → la señal contiene todo el experimento.

3. Segmentación de la señal por tareas

- No es práctico parar la captación de la señal cada vez que se realiza una tarea o prueba → la señal contiene todo el experimento.
- Los índices son calculados para cada una de las tareas o pruebas → hay que segmentar la señal por tareas

4. Cálculo de la IAF

- Los valores concretos de las bandas α , β y θ pueden variar sutilmente de un sujeto a otro.

4. Cálculo de la IAF

- Los valores concretos de las bandas α , β y θ pueden variar sutilmente de un sujeto a otro.
- La banda α es la que más variación tiene.

4. Cálculo de la IAF

- Los valores concretos de las bandas α , β y θ pueden variar sutilmente de un sujeto a otro.
- La banda α es la que más variación tiene.
- La IAF (*Individual Alpha Frequency*) es el valor de referencia que describe cuál es la frecuencia en la que se detecta un pico en el espectro de potencia cuando el sujeto está **en reposo**.

4. Cálculo de la IAF

- El procedimiento para su cálculo es el siguiente:

4. Cálculo de la IAF

- El procedimiento para su cálculo es el siguiente:
 - ① Seleccionar la señal correspondiente a la fase de *ojos cerrados*.

4. Cálculo de la IAF

- El procedimiento para su cálculo es el siguiente:
 - ① Seleccionar la señal correspondiente a la fase de *ojos cerrados*.
 - ② Calcular la PSD (Power Spectral Density) para cada canal del EEG.

4. Cálculo de la IAF

- El procedimiento para su cálculo es el siguiente:
 - ① Seleccionar la señal correspondiente a la fase de *ojos cerrados*.
 - ② Calcular la PSD (Power Spectral Density) para cada canal del EEG.
 - ③ Extraer las frecuencias correspondientes de la banda α , de la señal PSD.

4. Cálculo de la IAF

- El procedimiento para su cálculo es el siguiente:
 - ① Seleccionar la señal correspondiente a la fase de *ojos cerrados*.
 - ② Calcular la PSD (Power Spectral Density) para cada canal del EEG.
 - ③ Extraer las frecuencias correspondientes de la banda α , de la señal PSD.
 - ④ **Calcular el GPS (Global Power Spectrum).**

4. Cálculo de la IAF

- El procedimiento para su cálculo es el siguiente:
 - ① Seleccionar la señal correspondiente a la fase de *ojos cerrados*.
 - ② Calcular la PSD (Power Spectral Density) para cada canal del EEG.
 - ③ Extraer las frecuencias correspondientes de la banda α , de la señal PSD.
 - ④ Calcular el GPS (Global Power Spectrum).
 - ⑤ El valor de la IAF es la frecuencia con mayor valor de la señal GPS.

4. Cálculo de la IAF

- El procedimiento para su cálculo es el siguiente:
 - ① Seleccionar la señal correspondiente a la fase de *ojos cerrados*.
 - ② Calcular la PSD (Power Spectral Density) para cada canal del EEG.
 - ③ Extraer las frecuencias correspondientes de la banda α , de la señal PSD.
 - ④ Calcular el GPS (Global Power Spectrum).
 - ⑤ El valor de la IAF es la frecuencia con mayor valor de la señal GPS.
⑥ Si la señal GPS es monótona (creciente o decreciente), se calcula la IAF con la técnica del Centro de Gravedad.

5. Filtrado por bandas

- Una vez calculada la IAF, las bandas de frecuencia se establecen de la siguiente manera:

5. Filtrado por bandas

- Una vez calculada la IAF, las bandas de frecuencia se establecen de la siguiente manera:
 - **Banda theta (θ): $[IAF - 6, IAF - 2]$.**

5. Filtrado por bandas

- Una vez calculada la IAF, las bandas de frecuencia se establecen de la siguiente manera:
 - **Banda theta (θ)**: $[IAF - 6, IAF - 2]$.
 - **Banda alpha (α)**: $[IAF - 2, IAF + 2]$.

5. Filtrado por bandas

- Una vez calculada la IAF, las bandas de frecuencia se establecen de la siguiente manera:
 - **Banda theta (θ)**: $[IAF - 6, IAF - 2]$.
 - **Banda alpha (α)**: $[IAF - 2, IAF + 2]$.
 - **Banda beta (β)**: $[> IAF + 2]$.

5. Filtrado por bandas

- Una vez calculada la IAF, las bandas de frecuencia se establecen de la siguiente manera:
 - **Banda theta (θ)**: $[IAF - 6, IAF - 2]$.
 - **Banda alpha (α)**: $[IAF - 2, IAF + 2]$.
 - **Banda beta (β)**: $[> IAF + 2]$.
- Con las bandas definidas para el sujeto de estudio, se filtra, por cada banda, la señal de cada tarea.

5. Filtrado por bandas

- Una vez calculada la IAF, las bandas de frecuencia se establecen de la siguiente manera:
 - **Banda theta (θ)**: $[IAF - 6, IAF - 2]$.
 - **Banda alpha (α)**: $[IAF - 2, IAF + 2]$.
 - **Banda beta (β)**: $[> IAF + 2]$.
- Con las bandas definidas para el sujeto de estudio, se filtra, por cada banda, la señal de cada tarea.
 - Mismo filtro FIR, pero primero con *paso-alto* y luego con *paso-bajo*.

6. Obtención de los índices – Definición

$$AI = -\frac{GFP_{Der}^{\alpha} + GFP_{Izq}^{\alpha}}{2} \quad (1)$$

$$AW = GFP_{Der}^{\alpha} - GFP_{Izq}^{\alpha} \quad (2)$$

$$EI = \frac{GFP^{\beta}}{GFP^{\alpha} + GFP^{\theta}} \quad (3)$$

$$MI = \frac{GFP_{Der}^{\theta} + GFP_{Izq}^{\theta}}{2} \quad (4)$$

6. Obtención de los índices

- Valores de referencia:

6. Obtención de los índices

- Valores de referencia:

- Seleccionar la señal correspondiente a la fase *basal*.

6. Obtención de los índices

- Valores de referencia:

- Seleccionar la señal correspondiente a la fase *basal*.
- Calcular cada valor de los índices (*índices punto-a-punto*).

6. Obtención de los índices

- Valores de referencia:

- Seleccionar la señal correspondiente a la fase *basal*.
- Calcular cada valor de los índices (*índices punto-a-punto*).
- **Calcular la media (μ) y desviación típica (σ) de cada índice punto-a-punto.**

6. Obtención de los índices

- Valores de referencia:

- Seleccionar la señal correspondiente a la fase *basal*.
- Calcular cada valor de los índices (*índices punto-a-punto*).
- Calcular la media (μ) y desviación típica (σ) de cada índice *punto-a-punto*.

- Normalización y cálculo de los índices:

6. Obtención de los índices

- Valores de referencia:

- Seleccionar la señal correspondiente a la fase *basal*.
- Calcular cada valor de los índices (*índices punto-a-punto*).
- Calcular la media (μ) y desviación típica (σ) de cada índice *punto-a-punto*.

- Normalización y cálculo de los índices:

- Normalización *Zscore punto-a-punto*:

$$Z_i = \frac{X_i - \mu_{\text{basal}}}{\sigma_{\text{basal}}} \quad (5)$$

6. Obtención de los índices

- Valores de referencia:

- Seleccionar la señal correspondiente a la fase *basal*.
- Calcular cada valor de los índices (*índices punto-a-punto*).
- Calcular la media (μ) y desviación típica (σ) de cada índice *punto-a-punto*.

- Normalización y cálculo de los índices:

- Normalización *Zscore punto-a-punto*:

$$Z_i = \frac{X_i - \mu_{\text{basal}}}{\sigma_{\text{basal}}} \quad (5)$$

- El valor concreto de los índices AI, AW, EI y MI se obtiene calculando la media de los valores *punto-a-punto* normalizados.

Índice

1 Introducción

2 Antecedentes y motivación

3 Desarrollo del trabajo

- Desarrollo web
- Acciones y procedimientos para el cálculo de los índices
- Funcionamiento de la herramienta

4 Evaluación de los resultados

5 Conclusiones y vías futuras

Funcionamiento de la herramienta

Índice

1 Introducción

2 Antecedentes y motivación

3 Desarrollo del trabajo

- Desarrollo web
- Acciones y procedimientos para el cálculo de los índices
- Funcionamiento de la herramienta

4 Evaluación de los resultados

5 Conclusiones y vías futuras

Introducción

- Evaluación de:

Introducción

- Evaluación de:
 - Filtrado de las señales.

Introducción

- Evaluación de:
 - Filtrado de las señales.
 - Corrección ocular.

$$\text{Error}(ch)^t = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (chR_i^t - chM_i^t)^2}{N}} \quad (6)$$

Introducción

- Evaluación de:
 - Filtrado de las señales.
 - Corrección ocular.

$$\text{Error}(ch)^t = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (chR_i^t - chM_i^t)^2}{N}} \quad (6)$$

- Cálculo de la IAF.

Introducción

- Evaluación de:
 - Filtrado de las señales.
 - Corrección ocular.

$$\text{Error}(ch)^t = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (chR_i^t - chM_i^t)^2}{N}} \quad (6)$$

- Cálculo de la IAF.
- Cálculo de los indices.

$$\text{Error(indice)}^t = |indice_R^t - indice_M^t| \quad (7)$$

Introducción

- Evaluación de:
 - Filtrado de las señales.
 - Corrección ocular.

$$Error(ch)^t = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (chR_i^t - chM_i^t)^2}{N}} \quad (6)$$

- Cálculo de la IAF.
- Cálculo de los indices.

$$Error(indice)^t = |indice_R^t - indice_M^t| \quad (7)$$

- En comparación con los resultados obtenidos por Hugo para los sujetos: ANDGAR, JIMTOM y NICANA.

Introducción

- Evaluación de:
 - Filtrado de las señales.
 - Corrección ocular.

$$\text{Error}(ch)^t = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (chR_i^t - chM_i^t)^2}{N}} \quad (6)$$

- Cálculo de la IAF.
- Cálculo de los indices.

$$\text{Error(indice)}^t = |indice_R^t - indice_M^t| \quad (7)$$

- En comparación con los resultados obtenidos por Hugo para los sujetos: ANDGAR, JIMTOM y NICANA.
- La convención seguida para esta evaluación ha sido:

ERROR = R – MATLAB

Filtrado de las señales – Dominio del tiempo

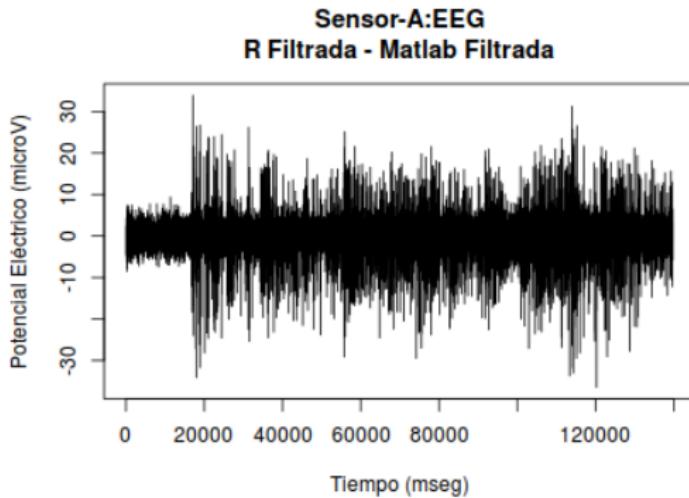


Figura 4: Diferencia del Sensor-A:EEG. Sujeto ANDGAR.

● media = $4.421575\mu V$

desv. típica = $1.148959\mu V$

Filtrado de las señales – Dominio del tiempo

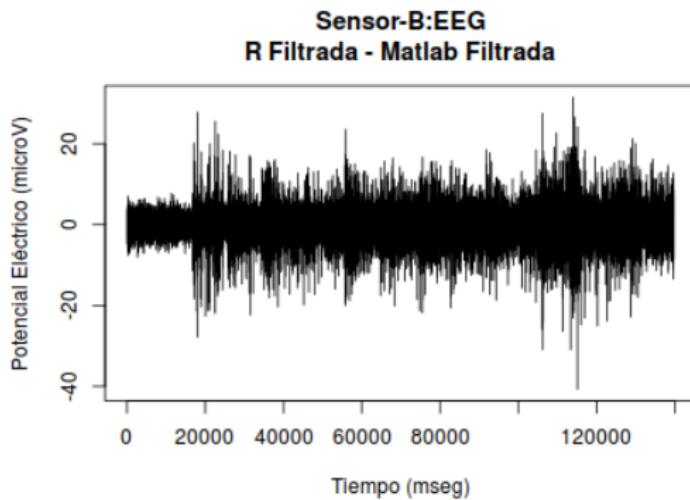


Figura 5: Diferencia del Sensor-B:EEG. Sujeto ANDGAR.

● media = $3.922261\mu V$

desv. típica = $0.993618\mu V$



Filtrado de las señales – Dominio del tiempo

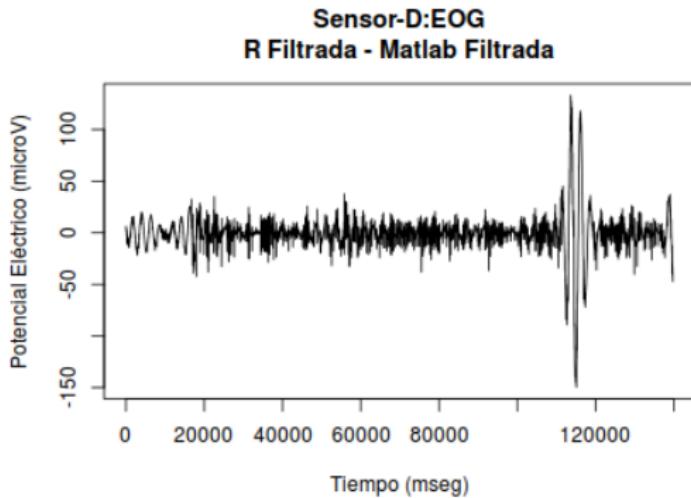


Figura 6: Diferencia del Sensor-D:EOG. Sujeto ANDGAR.

● media = $11.424315 \mu V$

desv. típica = $18.232443 \mu V$

Filtrado de las señales – Dominio de la frecuencia

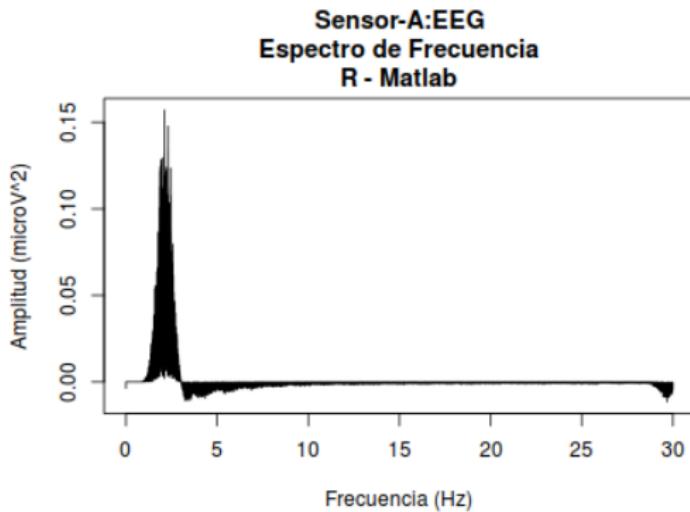


Figura 7: Diferencia del Sensor-A:EEG. Sujeto ANDGAR.

Filtrado de las señales – Dominio de la frecuencia

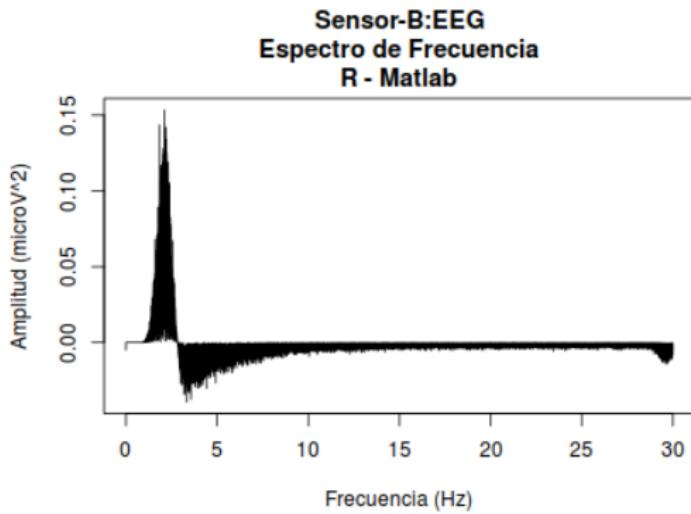


Figura 8: Diferencia del Sensor-B:EEG. Sujeto ANDGAR.

Filtrado de las señales – Dominio de la frecuencia

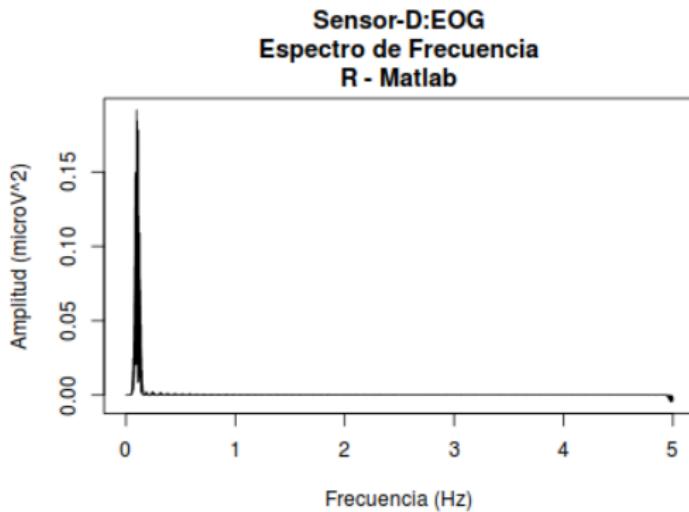


Figura 9: Diferencia del Sensor-D:EOG. Sujeto ANDGAR.

Filtrado de las señales – Dominio de la frecuencia

	Sensor-A:EEG	Sensor-B:EEG	Sensor-D:EOG
Error	0.009296	0.009455	0.008976

Tabla 1: Error obtenido en el dominio de la frecuencia, del sujeto ANDGAR.

Corrección ocular – Señal EEG corregida

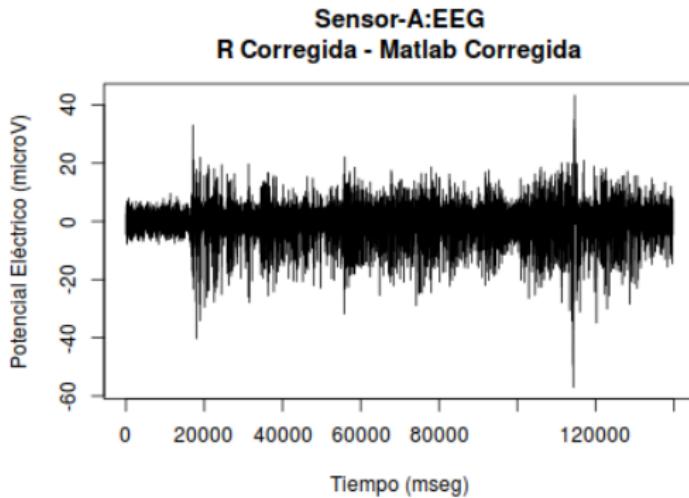


Figura 10: Diferencia del Sensor-A:EEG. Sujeto ANDGAR.

● media = $4.487208\mu V$

desv. típica = $1.953751\mu V$



Corrección ocular – Señal EEG corregida

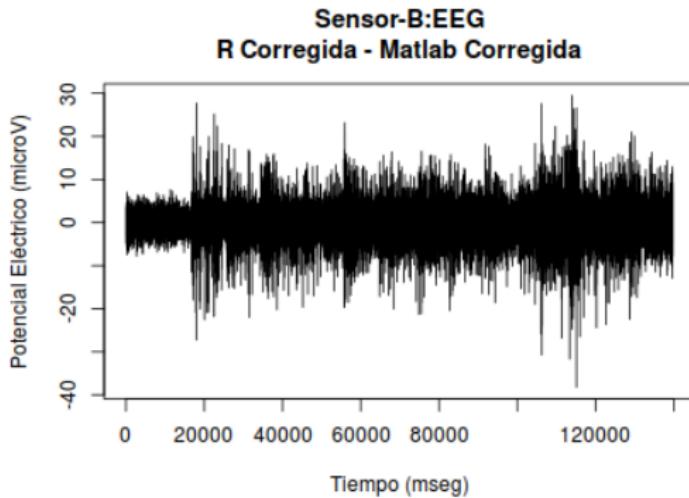


Figura 11: Diferencia del Sensor-B:EEG. Sujeto ANDGAR.

● media = $3.908225 \mu V$

desv. típica = $1.008255 \mu V$



Corrección ocular – Señal de parpadeos

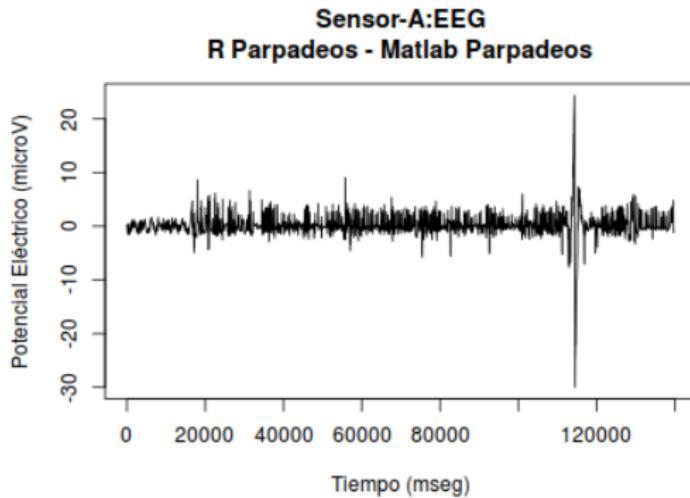


Figura 12: Diferencia del Sensor-A:EEG. Sujeto ANDGAR.

● media = $1.447808 \mu V$

desv. típica = $1.920519 \mu V$

Corrección ocular – Señal de parpadeos

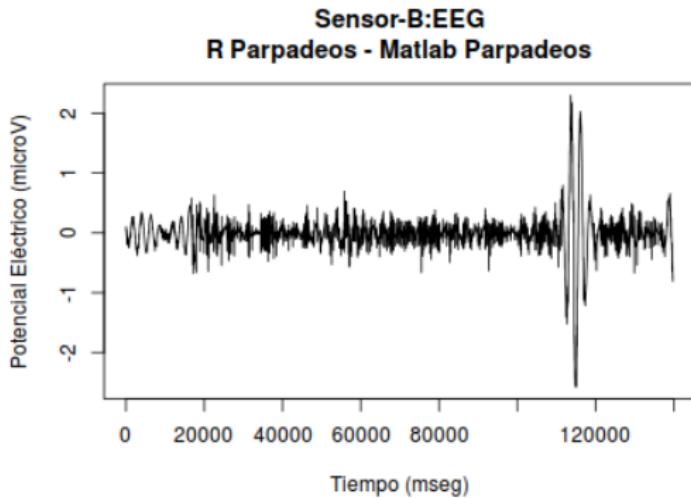


Figura 13: Diferencia del Sensor-B:EEG. Sujeto ANDGAR.

● media = $0.198453 \mu V$

desv. típica = $0.320161 \mu V$

Cálculo de la IAF

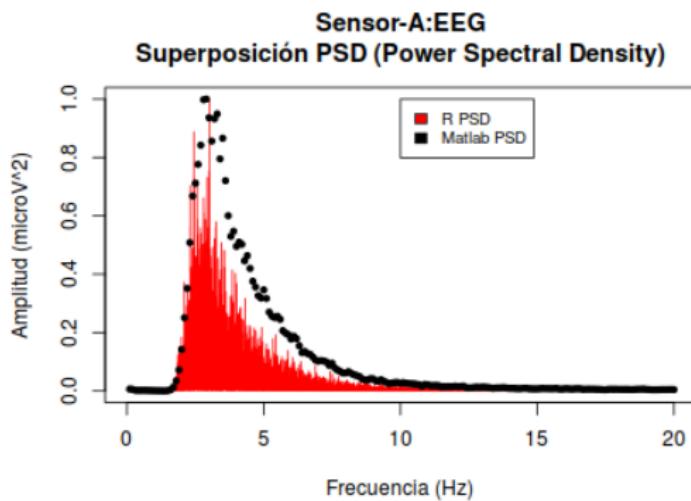


Figura 14: Superposición de PSD del Sensor-A:EEG. Sujeto ANDGAR.

Cálculo de la IAF

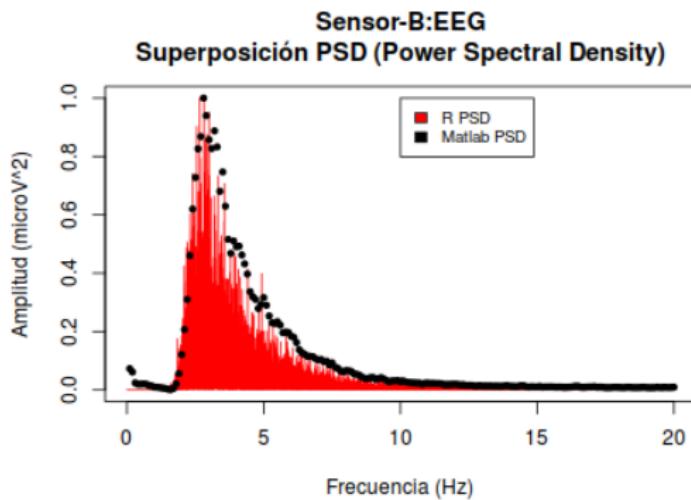


Figura 15: Superposición de PSD del Sensor-B:EEG. Sujeto ANDGAR.

Cálculo de la IAF

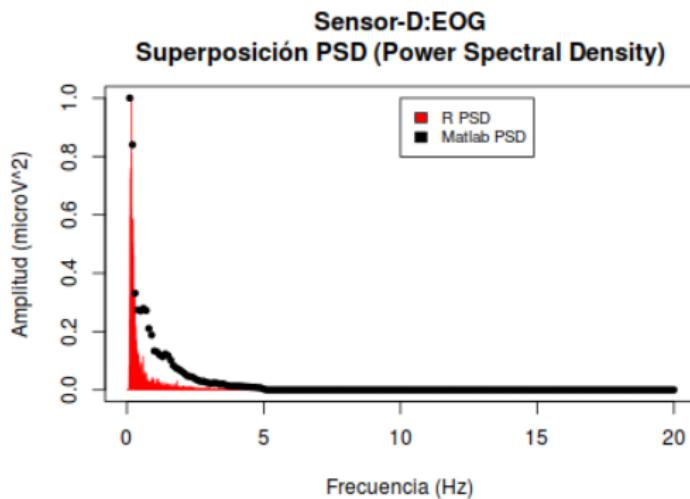


Figura 16: Superposición de PSD del Sensor-D:EOG. Sujeto ANDGAR.

Cálculo de la IAF

	ANDGAR	JIMTOM	NICANA
R	10.41	9.28	9.25
Matlab	10.4	9.1	9.2

Tabla 2: Comparación de la IAF obtenida en R y Matlab, para los tres sujetos.

Cálculo de los índices

	AI	MI	AW	EI
Tarea 1	2e-04	0.000149	0.001029	3.6e-05
Tarea 2	0.000251	0.000266	0.001212	0.002531
Tarea 3	0.000694	6e-06	0.000227	0.005197
Tarea 4	0.000234	0.000477	0.000821	0.003529
Tarea 5	0.002056	0.000214	0.00423	0.003702
Tarea 6	0.001183	0.001049	0.001194	0.001157
Tarea 7	0.003071	0.00011	0.005935	0.000944
Tarea 8	0.008838	0.001865	0.010771	0.004591
—	—	—	—	—
media	0.004286	0.000907	0.006211	0.003347
desv. típica	0.008505	0.001135	0.013068	0.003741

Tabla 3: Valor absoluto de la diferencia entre los índices calculados por R y Matlab, para algunas tareas del sujeto ANDGAR.

Conclusiones de la evaluación

- Para el filtrado de las señales: el error cometido está en el orden de $10^{-3}V$.

Conclusiones de la evaluación

- Para el filtrado de las señales: el error cometido está en el orden de $10^{-3}V$.
- Para la corrección ocular: el error cometido está en el orden de $10^{-3}V$.

Conclusiones de la evaluación

- Para el filtrado de las señales: el error cometido está en el orden de $10^{-3}V$.
- Para la corrección ocular: el error cometido está en el orden de $10^{-3}V$.
- Para la IAF: el error cometido está en el orden de $10^{-1}Hz$.

Conclusiones de la evaluación

- Para el filtrado de las señales: el error cometido está en el orden de $10^{-3} V$.
- Para la corrección ocular: el error cometido está en el orden de $10^{-3} V$.
- Para la IAF: el error cometido está en el orden de $10^{-1} Hz$.
- **Para los índices: el error cometido está en el orden de 10^{-3} .**

Conclusiones de la evaluación

- Hay que tener en cuenta que entre R y Matlab hay cierto error...

Conclusiones de la evaluación

- Hay que tener en cuenta que entre R y Matlab hay cierto error...
 - ... debido a sus distintas implementaciones.

Conclusiones de la evaluación

- Hay que tener en cuenta que entre R y Matlab hay cierto error...
 - ... debido a sus distintas implementaciones.
- El error cometido en los índices es pequeño (orden de 10^{-3}) → Error debido a las diferencias entre R y Matlab.

Conclusiones de la evaluación

- Hay que tener en cuenta que entre R y Matlab hay cierto error...
 - ... debido a sus distintas implementaciones.
- El error cometido en los índices es pequeño (orden de 10^{-3}) → Error debido a las diferencias entre R y Matlab.
- Además, en el proceso de captación pueden haber errores (produciendo *outliers*).

Conclusiones de la evaluación

- Hay que tener en cuenta que entre R y Matlab hay cierto error...
 - ... debido a sus distintas implementaciones.
- El error cometido en los índices es pequeño (orden de 10^{-3}) → Error debido a las diferencias entre R y Matlab.
- Además, en el proceso de captación pueden haber errores (produciendo *outliers*).
- **Conclusión: el cálculo de los índices es correcto.**

Índice

1 Introducción

2 Antecedentes y motivación

3 Desarrollo del trabajo

- Desarrollo web
- Acciones y procedimientos para el cálculo de los índices
- Funcionamiento de la herramienta

4 Evaluación de los resultados

5 Conclusiones y vías futuras

Conclusiones del trabajo

- Una herramienta web de **software libre**, capaz de realizar todo el procedimiento (paso por paso y de manera automática) para la obtención de los índices:

Conclusiones del trabajo

- Una herramienta web de **software libre**, capaz de realizar todo el procedimiento (paso por paso y de manera automática) para la obtención de los índices:
 - **Índice de atención (AI).**

Conclusiones del trabajo

- Una herramienta web de **software libre**, capaz de realizar todo el procedimiento (paso por paso y de manera automática) para la obtención de los índices:
 - Índice de atención (AI).
 - **Índice de aproximación-rechazo (AW).**

Conclusiones del trabajo

- Una herramienta web de **software libre**, capaz de realizar todo el procedimiento (paso por paso y de manera automática) para la obtención de los índices:
 - Índice de atención (AI).
 - Índice de aproximación-rechazo (AW).
 - **Índice de compromiso (EI)**.

Conclusiones del trabajo

- Una herramienta web de **software libre**, capaz de realizar todo el procedimiento (paso por paso y de manera automática) para la obtención de los índices:
 - Índice de atención (AI).
 - Índice de aproximación-rechazo (AW).
 - Índice de compromiso (EI).
 - **Índice de memorización (MI).**

Conclusiones del trabajo

- Una herramienta web de **software libre**, capaz de realizar todo el procedimiento (paso por paso y de manera automática) para la obtención de los índices:
 - Índice de atención (AI).
 - Índice de aproximación-rechazo (AW).
 - Índice de compromiso (EI).
 - Índice de memorización (MI).
- Además de proporcionar la visualización de señales y valores intermedios en todas las etapas del procedimiento.

Conclusiones del trabajo

- Se han implementado las funciones necesarias para la realización del filtrado de las señales, así como de la eliminación de los artefactos oculares de la señal EEG.

Conclusiones del trabajo

- Se han implementado las funciones necesarias para la realización del filtrado de las señales, así como de la eliminación de los artefactos oculares de la señal EEG.
- **Se ha hecho uso del framework web Shiny para el desarrollo e implementación de la herramienta.**

Conclusiones del trabajo

- Se han implementado las funciones necesarias para la realización del filtrado de las señales, así como de la eliminación de los artefactos oculares de la señal EEG.
- Se ha hecho uso del framework web Shiny para el desarrollo e implementación de la herramienta.
- **Se ha realizado una evaluación de los resultados, obteniendo que la herramienta realiza el cálculo de los índices de manera correcta.**

Vías futuras

- Mejorar la interfaz de usuario de la herramienta y añadir mayor configuración en la visualización.

Vías futuras

- Mejorar la interfaz de usuario de la herramienta y añadir mayor configuración en la visualización.
- Realizar más experimentos para confirmar los resultados obtenidos.

Vías futuras

- Mejorar la interfaz de usuario de la herramienta y añadir mayor configuración en la visualización.
- Realizar más experimentos para confirmar los resultados obtenidos.
- Análisis de otros tipos de filtros y estudiar su eficacia.

Vías futuras

- Mejorar la interfaz de usuario de la herramienta y añadir mayor configuración en la visualización.
- Realizar más experimentos para confirmar los resultados obtenidos.
- Análisis de otros tipos de filtros y estudiar su eficacia.
- Generalización del proceso de obtención de índices para el caso de poder disponer de más electrodos.

Vías futuras

- La utilización de más electrodos nos permitiría la utilización de técnicas basadas en el Análisis de Componentes Independientes (ACI) para la eliminación de artefactos.

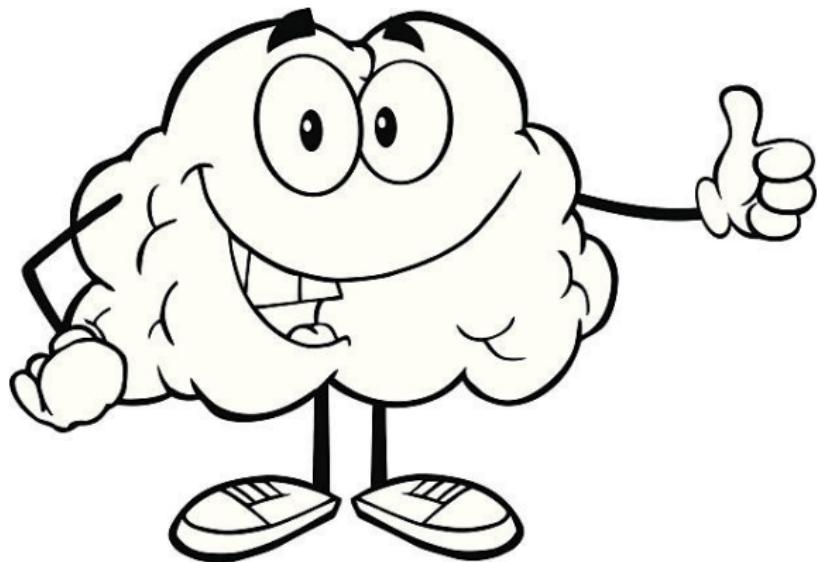
Vías futuras

- La utilización de más electrodos nos permitiría la utilización de técnicas basadas en el Análisis de Componentes Independientes (ACI) para la eliminación de artefactos.
- Incluir técnicas de visualización de la información en la dimensión espacial.

Vías futuras

- La utilización de más electrodos nos permitiría la utilización de técnicas basadas en el Análisis de Componentes Independientes (ACI) para la eliminación de artefactos.
- Incluir técnicas de visualización de la información en la dimensión espacial.
- Tampoco descartamos, gracias a los conocimientos adquiridos, plantear el cálculo de los índices en tiempo real, abriendo la puerta al desarrollo de aplicaciones basadas en la interfaz cerebro-máquina.

Gracias por su atención



Trabajo Fin de Grado

Herramienta web para el análisis, procesamiento y visualización de las señales del EEG

EEG RTool

Autor:
José María Sánchez Salas

Tutor:
José Tomás Palma Méndez

Septiembre 2017