

Control del robot humanoide NAO a través de una Interfaz Cerebro-Computadora



Alanis Espinosa, M., Gutiérrez Ruiz, D.

Resumen

En el presente proyecto se diseñó una Interfaz Cerebro-Computadora (ICC) para controlar la locomoción del robot humanoide NAO usando las desincronizaciones de la banda mu y la banda beta como características para la clasificación de las intenciones del usuario. Dicha ICC forma parte de un proyecto más amplio que tiene como objetivo conocer los cambios en las señales cerebrales bajo diferentes paradigmas de control. Los resultados del análisis de las características de las señales de electroencefalografía (EEG) ayudarán a un mejor entendimiento del proceso neurocognitivo asociado a la adaptación extrasomática avanzada del ser humano.

Introducción

Una ICC es un sistema que traduce las señales de EEG permitiendo a las personas enviar mensajes o comandos a un dispositivo externo únicamente con la actividad cerebral. De esta manera puede proporcionar una alternativa de comunicación y control a personas con funciones motoras limitadas y así incrementar su calidad de vida.

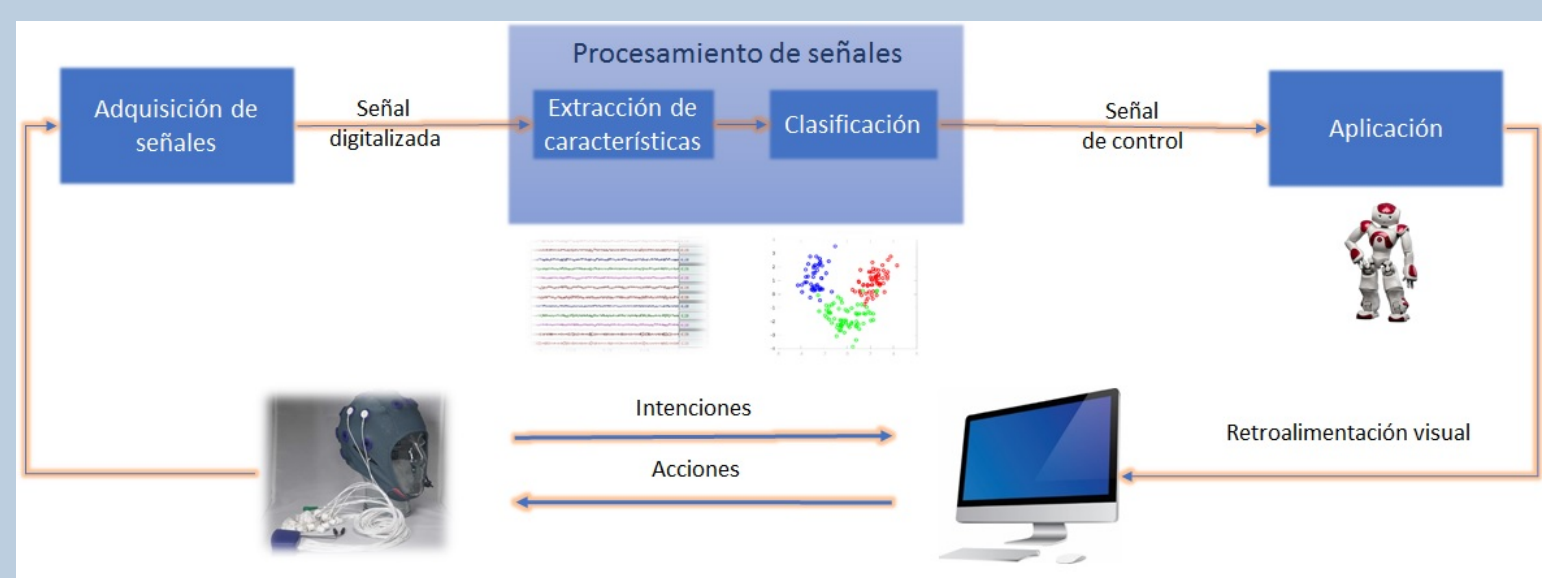


Figura 1: Diagrama básico de una ICC

Por medio de la estrategia de movimiento imaginado se puede modificar la actividad neuronal en las áreas sensorimotoras primarias, produciendo un fenómeno conocido como desincronización de la banda mu (8-13 Hz) o de la banda beta (13-30 Hz) como característica para el clasificador de la ICC.

Conclusiones

Se llevó a cabo de forma exitosa la comunicación por medio de la plataforma Openvibe y el robot NAO, así como el control basado en movimiento imaginado. Esta implementación servirá como la base para continuar los experimentos y analizar los cambios en las características de las señales de EEG bajo distintos paradigmas de control.

Referencias

- [1] J. Kalcher, D. Flotzinger, and G. Pfurtscheller. Graz brain-computer interface: an eeg-based cursor control system. In *Proceedings of the 15th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, pages 1264–1265, 1993.
- [2] Dennis J. McFarland and Jonathan R. Wolpaw. Brain-computer interfaces for communication and control. *Commun. ACM*, 54(5):60–66, May 2011.

Métodos

La ICC se programó con la plataforma Openvibe para poder establecer la comunicación con el robot NAO. Ésta se basa en la detección de los cambios transitorios de la señal asociados a la imaginación del movimiento de mano derecha implementándose el siguiente protocolo:

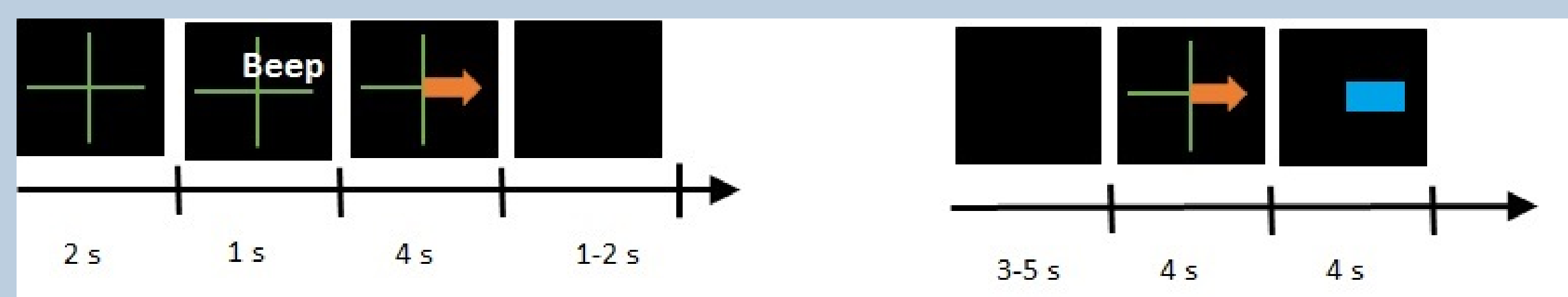


Figura 2: Protocolo fase de entrenamiento(izquierda). Protocolo fase de evaluación(derecha)

Se seleccionan las características de clasificación a partir de la identificación de la desincronización relacionada a un evento (ERD):

$$ERD_f(t) = \frac{P_f(t) - P_f(t)_{ref}}{P_f(t)_{ref}} \quad (1)$$

Resultados

La desincronización se encontró en la banda mu entre 10 y 13 Hz durante la presentación del estímulo entre el tiempo 0.5 a 4 segundos. Aplicando un filtro pasabanda de 8 a 15 Hz se pudo utilizar la desincronización en la fase de prueba para enviar los comandos de control al robot en la fase de evaluación.

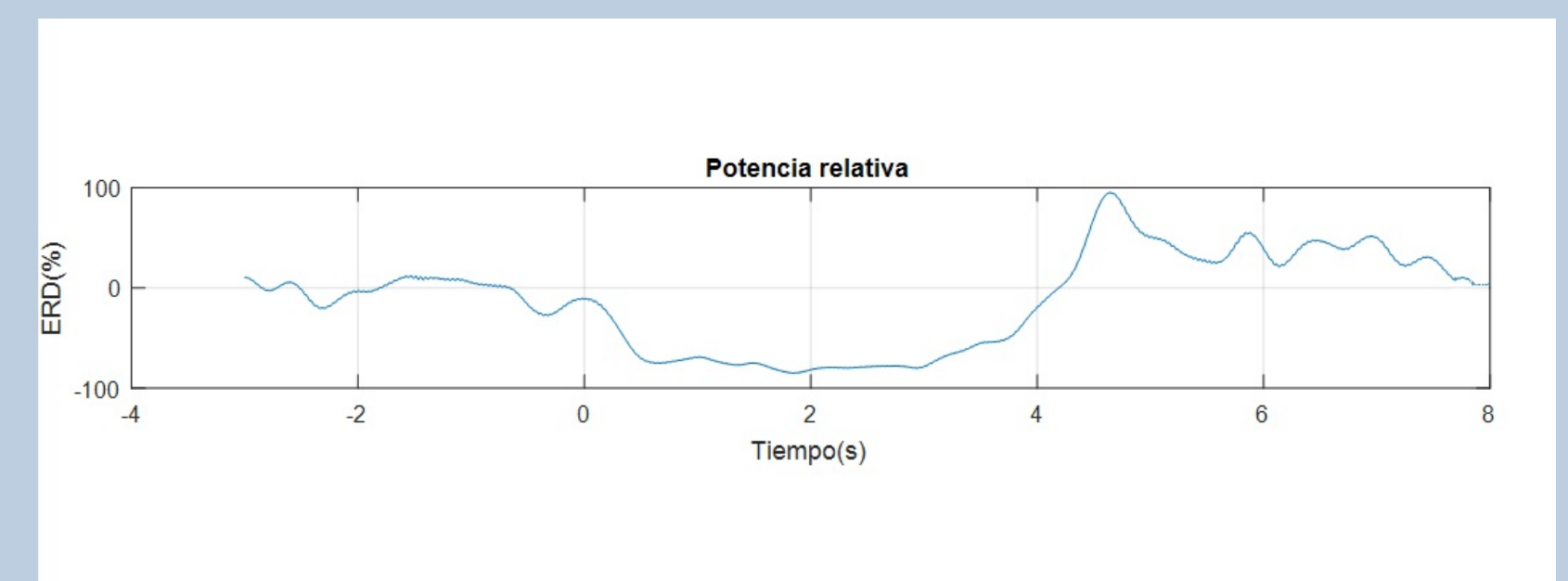
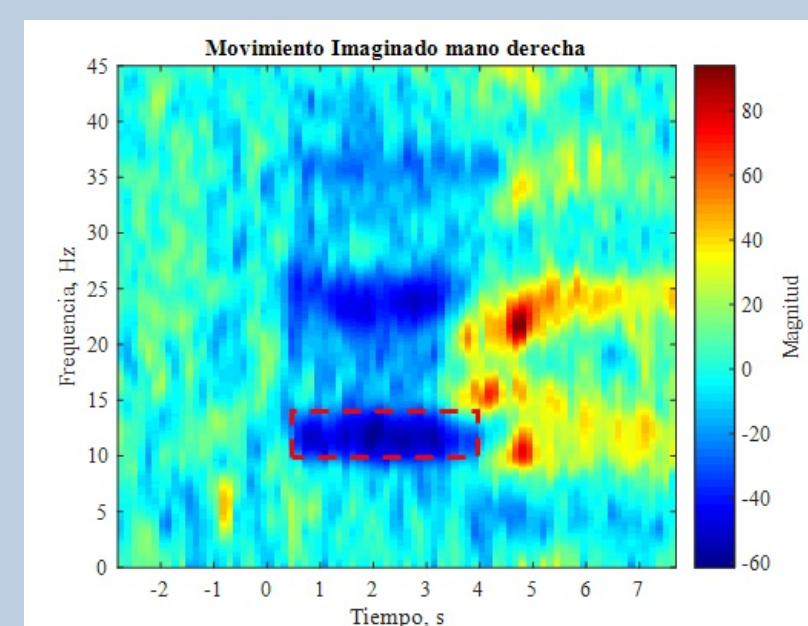


Figura 3: ERD obtenido del protocolo de entrenamiento para frecuencias de 0 a 45 Hz(izquierda). Gráfica resultante de ERD para la banda mu de 10 a 13 Hz.(derecha)

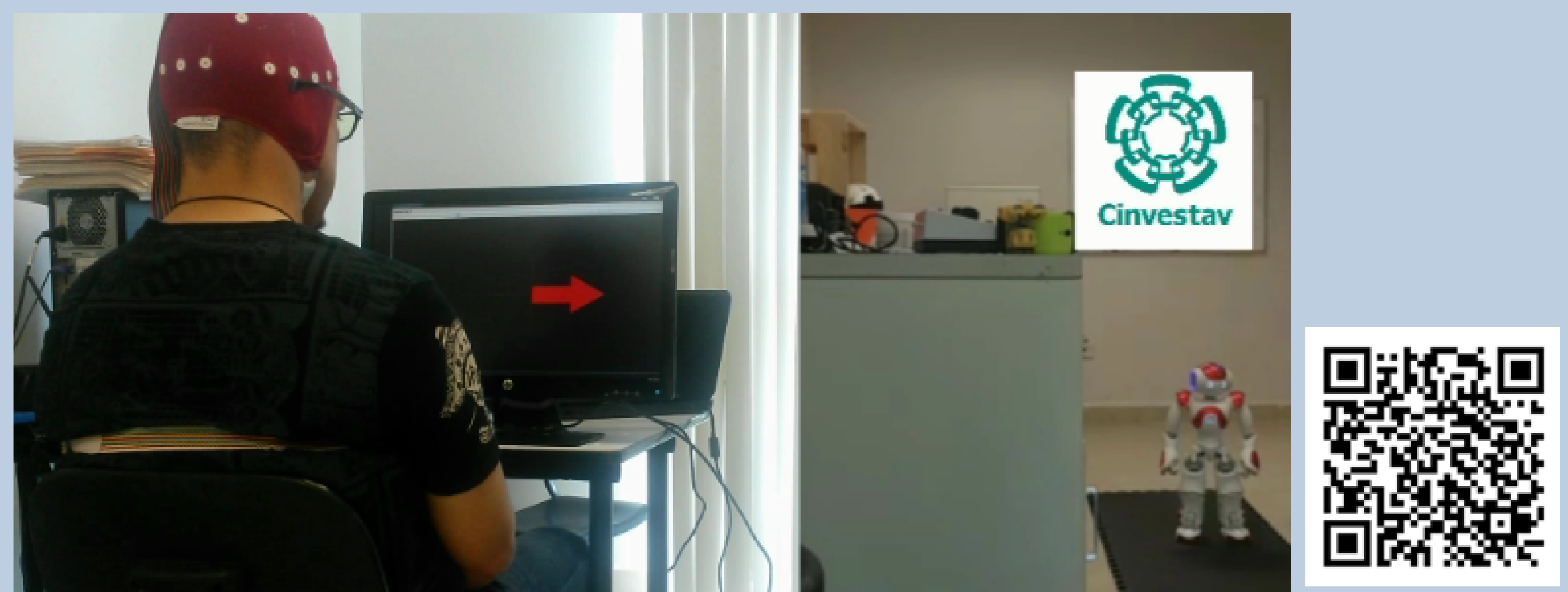


Figura 4: Control del robot NAO en el laboratorio. Usted puede revisar el video del experimento a través del código QR.