

CONTROL DE UN MÓVIL PARA DIFERENTES AMBIENTES UTILIZANDO LAS API'S DE MOVIMIENTO MUSCULAR DEL ROSTRO CAPTADOS POR UN EEG

Martínez Sánchez Francisco¹, Bustillo Díaz Mario Mauricio¹, Caldera Miguel Javier², Ata Pérez Apolonio¹, Quiroz Hernández Nicolás¹, Juárez Díaz Gabriel¹

¹Facultad de Ciencias de la Computación

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Av. San Claudio y 14 Sur, Ciudad Universitaria, Puebla, Puebla, CP 72570

+52 (222) 2 29 55 00, +52 (222) 2 29 56 72

²Departamento de Sistemas Computacionales

Universidad Politécnica de Puebla

Tercer Carril del Ejido "Serrano" s/n San Mateo Cuanalá. Juan C. Bonilla, Puebla, Puebla, CP 72640

+52 (222) 7 74 66 40

e-mail: fcomartinez@live.com, bustillo@cs.buap.mx, bustillo1956@hotmail.com, gguzman@cs.buap.mx, arangel@cs.buap.mx, apolonio@cs.buap.mx, j.gabriel@rocketmail.com

RESUMEN

En este artículo se describe el trabajo de un sistema que emplea las señales cerebrales a través de movimientos faciales (gestos) para el control de objetos móviles.

Este sistema cerebro-computadora adquiere señales eléctricas cerebrales a través de un electroencefalógrafo (EPOC) por medio de electrodos adheridos a una diadema. Estas señales estimuladas haciendo uso de potenciales evocados nos permiten medir ritmos de ondas cerebrales como pueden ser alfa, beta, gama y teta que se registran sobre el cuero cabelludo, a su vez, estas señales adquiridas son tratadas a través de un software desarrollado y empotrado en un SOC (System On Chip) en el cual, haciendo uso de las API's que provee la empresa Emotiv, se convierten en comandos que son enviados a través de comunicación bluetooth hacia el móvil (LEGO NXT) para su control.

Palabras Clave: electroencefalógrafo, electrodos, SOC, API's, bluetooth.

ABSTRACT

This article describes the work of a system that uses brain signals through facial movements (gestures) for controlling moving objects.

This brain-computer system acquires brain electrical signals through an electroencephalograph (EPOC) through electrodes attached to a headband. These signals stimulated using evoked potentials allow us to measure rates of brain waves such as alpha, beta, gamma and theta that occur on the scalp, in turn, these acquired signals are processed through a software developed and built an SOC (System On Chip) in which, using the APIs provided by the company Emotiv, they are become commands that are sent via bluetooth to the mobile communication (LEGO NXT) for control.

Keywords: electroencephalograph, electrodes, SOC, API's, bluetooth.

1. INTRODUCCIÓN

Cada día, la tecnología manifiesta progresos que nos acercan a la ciencia ficción. Antes lo que parecía ficción se vuelve más factible que esté en nuestras manos, teniendo en cuenta el funcionamiento de las máquinas modernas. Conscientemente hacemos que nuestras creaciones y diseños de dispositivos se parezcan cada día más a nosotros en el procesamiento de

información, aunque falta mucho para llegar a la concepción de un cerebro artificial autónomo en máquinas. La existencia de máquinas con inteligencia proporciona al ser humano ventajas para aspirar a una sobrevivencia mayor. Actualmente existen máquinas controladas por bioseñales las cuales pueden procesar fuerza y hasta la precisión exacta de movimientos.

Durante años, la ciencia ficción miró hacia un futuro en el que los robots fueran inteligentes. No obstante, hasta la última década, cualquier estudio sobre lo que esto podría suponer en el mundo real del futuro carecía de utilidad, ya que todo se consideraba ciencia ficción y no realidad científica. Hoy, sin embargo, la ciencia no solo se ha puesto al día, sino que ha incorporado, con ayuda de algunas de las ideas lanzadas por la ciencia ficción, utilidades a las que aparentemente no lograban llegar los argumentos originales.

Actualmente existen artículos y prototipos que abordan el interés de los sistemas BCI, siendo más puntuales en el control de objetos o dispositivos a través de ondas cerebrales, utilizando dentro de su arquitectura de sistema un robot LEGO NXT, una computadora de escritorio con un sistema operativo Windows XP y una netbook con sistema operativo Windows 7 además de una diadema de Neurosky y un dispositivo con la tecnología de Emotiv, que a través de programación en Java crean una interfaz para poder manipular al robot haciendo uso de señales cerebrales del usuario en modo cognitivo [1], o bien, utilizando un panel de colores para poder manipular un móvil LEGO a partir de señales adquiridas por la diadema Emotiv y procesadas en el ambiente de LabView y así poder conseguir la manipulación del móvil LEGO NXT [2].

En el presente trabajo presentamos un prototipo de un sistema que a partir de la adquisición de señales eléctricas cerebrales por medio de un dispositivo con un electroencefalógrafo integrado de la empresa Emotiv se transmiten de manera inalámbrica hacia un sistema embebido el cual contiene un SOC que posee un procesador tipo ARM; este tipo de arquitectura nos da la ventaja de realizar nuestra aplicación con un bajo consumo de energía y a bajo coste, permitiéndonos instalar un sistema operativo basado en Linux,

derivado de Debian, llamado Raspbian; destacando un aspecto muy importante como es la portabilidad de todo un sistema completo para manipular a través de gestos faciales a un móvil; este sistema embebido contará con un subsistema que se encargará de recibir señales cerebrales producidas por medio de gestos del rostro, procesarlas y codificarlas para enviarlas a través de comunicación bluetooth como comandos o instrucciones que sean capaces de manipular a un móvil LEGO Mindstorms NXT 2.0.

2. ACTIVIDAD CEREBRAL

2.1. El cerebro

El cerebro se divide en dos hemisferios, el izquierdo y el derecho. La parte izquierda detecta y controla la parte derecha de todo el cuerpo y viceversa. Cada hemisferio está dividido en cuatro lóbulos: el frontal, parietal, occipital y temporal [3]. Diversos estudios de neurología se han centrado en identificar cómo y dónde se generan las emociones en el cerebro y su relación con el resto de las funciones del cuerpo, esto se ha podido determinar gracias a las técnicas de resonancia magnética y tecnología de imágenes que registran la actividad cerebral. En este sentido, debido a los diversos registros de actividad cerebral, se producen los sentimientos sociales, la conciencia y emociones humanas, como la vergüenza y hasta el reconocimiento de expresiones faciales en otras personas. Las responsables de esa actividad cerebral son las células spindles en la corteza fronto insular. Son alrededor de 82 mil células de gran tamaño en el cerebro humano que están involucradas en la producción, organización y manipulación de los sentimientos, de las emociones y la moral, y tienen relación con la cognición, el aprendizaje, memoria y reconocimiento de nuestra área de mundo. Estas células controlan y ordenan las emociones; esta región se activa cuando miramos al ser que amamos, cuando percibimos injusticias y decepción cuando sentimos incertidumbre [4].

Con el electroencefalograma se registran unas ondas, que son producidas por la activación de las neuronas del cerebro. A estas ondas se les da el nombre de una letra griega, según su frecuencia [5].

Cuando el individuo se encuentra dormido la actividad cerebral esta disminuida debido a un estado de hiperpolarización, por el contrario cuando se encuentra despierto y en estado de alerta, la actividad nerviosa aumenta la comunicación cerebral de las neuronas generando una despolarización que permite una más rápida comunicación entre el tálamo y la corteza cerebral [6].

2.2. Ondas Cerebrales

El cerebro tiene un conjunto único de ondas cerebrales.

En neurociencia, hay cuatro frecuencias de ondas cerebrales distintas, a saber: Beta (14-40Hz), Alfa (7.5-14Hz): Con estas ondas cerebrales se trabajan, ya que están presentes en una profunda relajación con los ojos cerrados y por lo general, mientras se sueña despierto. La conciencia individual relajada alcanzada durante la meditación es óptima para programar la mente para el éxito. Otro grupo de ondas aumentan la

imaginación, la visualización, la memoria, el aprendizaje y la concentración; Theta (4-7.5Hz) y Delta (0.5-4Hz) [7].

2.3. Interfaz Cerebro-Computador (BCI)

El funcionamiento básico de una BCI es medir la actividad cerebral, procesarla para obtener las características de interés, y una vez obtenidas, interactuar con el entorno de la forma deseada por el usuario.

Desde un punto de vista de interacción hombre-máquina, esta interfaz tiene dos características que la hacen única frente a todos los sistemas existentes. La primera de ellas es su potencial para construir un canal de comunicación natural con el hombre, la segunda es su potencial acceso a la información cognitiva y emocional del usuario [8].

2.3.1 Componentes de un sistema BCI

Componentes de un sistema BCI

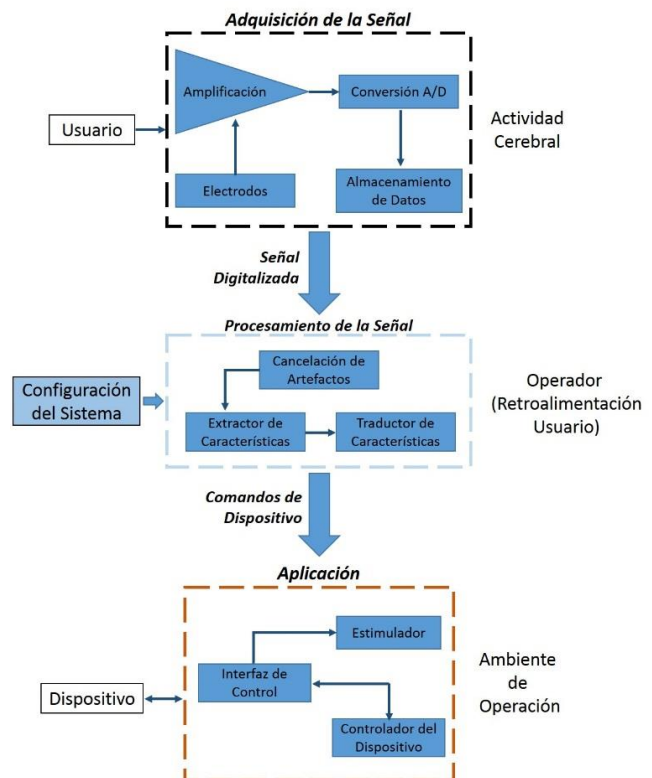


Figura 1. Elementos de un Sistema BCI

1. Adquisición y acondicionamiento de la señal.

Captura la actividad eléctrica cerebral mediante electrodos y se acondiciona la señal para su procesamiento mediante etapas de amplificación, filtrado y digitalización.

2. Procesamiento de la señal.

Recibe la señal eléctrica cerebral digitalizada y la transforma en comandos que entiende el dispositivo. Este bloque se divide en tres etapas que actúan de forma secuencial.

a) Cancelación de artefactos.

Se encarga de eliminar artefactos debidos a otros tipos de actividades eléctricas.

b) Extracción de características.

En esta etapa se traduce la señal cerebral de entrada en un conjunto de características correlacionado con el fenómeno asociado a la señal.

c) Traducción de características.

Se transforma el conjunto de características en una señal de control adecuada para el dispositivo que se pretende controlar.

3. Interfaz de control.

Este bloque recibe los comandos de control y realiza las acciones correspondientes en el dispositivo.

4. Estimular.

Señales de estimulación son enviadas al extractor de características para sincronizar la obtención de las mismas.

5. Configuración.

Permite a un operador definir y ajustar los parámetros del sistema.

6. Dispositivo.

Existe un rango ilimitado de dispositivos que pueden ser usados en un sistema BCI, como computadoras, sintetizadores de voz, neuroprótesis y otros objetos en el ambiente del usuario como la televisión o encender o apagar la luz de la habitación.

7. Ambiente de operación.

Se refiere al ambiente físico, así como a objetos y personas en el ambiente que afectan o pueden afectar en el funcionamiento del sistema [9].

3. ARQUITECTURA DEL SISTEMA

Para el desarrollo de este prototipo se utilizó una diadema Emotiv EPOC, un SOC (System On Chip) que sería una tarjeta Raspberry Pi y un móvil LEGO Mindstorms NXT 2.0 como se muestra en la Figura 2.



Figura 2. Arquitectura del Sistema

3.1. Emotiv EPOC Headset

Es una diadema que consta de 14 canales que se colocan en ciertas áreas del cuero cabelludo, posee dos referencias que se colocan detrás de las orejas de cualquier usuario, además de un receptor USB con el cual a través de comunicación inalámbrica se envían las señales hacia la computadora adquiridas por la diadema.

A continuación, en la Figura 3 se pueden observar los puntos de los cuales se adquiere la señal de la diadema EPOC:

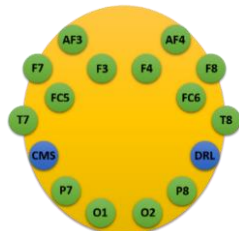


Figura 3. Puntos de contacto de diadema EEG

En la figura 3, las dos referencias se distinguen por estar señaladas de color azul y con los nombres de CMS y DRL, estos puntos son muy importantes y deben ser ubicados detrás de cada oreja para que funcione de manera correcta todo el dispositivo.

A continuación en la Figura 4 y Figura 5 se puede apreciar cómo se coloca el casco de Emotiv en una persona, visto desde un ángulo superior y una vista de perfil respectivamente.

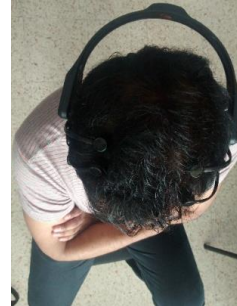


Figura 4. Usuario con diadema (Vista superior)



Figura 5. Usuario con diadema (Vista de perfil)

3.1.1 Descripción de Software Emotiv

El Motor Emotiv es el componente base que se utiliza para la detección e interpretación de las señales provenientes de los electrodos que se encuentran situados en la diadema y que capturan la información del electroencefalograma, ayuda a entrenar los algoritmos de reconocimiento para los modos expresivo y cognitivo.

Se puede interactuar con este motor a través del Panel de Control, o capturar eventos con el programa EmoKey o mediante el API suministrado para el desarrollo de programas. En todos los casos, salvo para el entrenamiento de los algoritmos de reconocimiento, se puede utilizar el programa EmoComposer para emular los eventos que produce el casco y de esta forma facilitar la depuración del código de una aplicación en desarrollo o bien comprobar las funciones de los programas suministrados por el Kit de Desarrollo [10].

3.1.2 Panel de Control

El Kit de Desarrollo Emotiv provee un Panel de Control (Figura 6) que permite el acceso a las distintas funciones del motor [10].

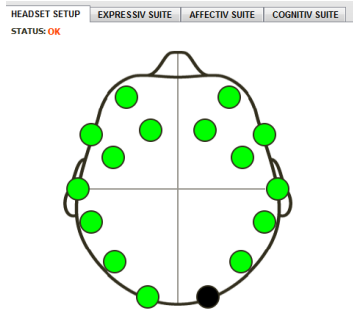


Figura 6. Panel de Control del software

Este panel posee una sección en la parte superior, en donde, se puede visualizar el estado del sistema, el tiempo de conexión, la intensidad de la señal inalámbrica, el nivel de carga de la batería y la calidad de contacto.

En la siguiente región del Panel de Control consta de 4 pestañas:

- **Headset Setup:** Aquí se puede visualizar la disposición de los electrodos y la calidad de señal recibida de ellos junto a una guía con los pasos a seguir para el ajuste y puesta en marcha de la diadema para obtener en todos los electrodos un nivel óptimo de señal. Cada representación de un electrodo indicará mediante un código de colores el nivel de la señal del contacto con el cuero cabelludo del usuario. El código de colores junto a una breve descripción de cada uno se puede observar a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1. Código de colores para los electrodos

Color	Descripción
Negro	Sin señal
Rojo	Señal muy pobre
Naranja	Señal pobre
Amarillo	Señal aceptable
Verde	Señal buena

- **Modo Expresivo (Expressiv Suite):** El Modo Expresivo utiliza la información obtenida desde el electroencefalograma para determinar las expresiones faciales que el usuario está realizando. Las expresiones faciales que se detectan son las siguientes:

Tabla 2. Expresiones faciales de Emotiv (Expressiv Suite)

Pestañear	Fruncir ceja
Guiñar ojo derecho	Sonreír
Guiñar ojo izquierdo	Apretar dientes
Mirar hacia la derecha	Levantar la mejilla derecha
Mirar hacia la izquierda	Levantar la mejilla izquierda
Levantar cejas	Reírse

La monitorización se realiza mediante un avatar que representa los gestos que se detectan del usuario como se puede apreciar en la Figura 7.



Figura 7. Avatar de Modo Expresivo

- **Modo Afectivo (Affectiv Suit):** Corresponde al modo afectivo, en el cual se indica la evolución en tiempo real de los cambios emocionales experimentados por el usuario. Se dispone de dos gráficas (Figura 8) en las que se podrán seleccionar las señales correspondientes a los niveles que se enlistan en la Tabla 3:

Tabla 3. Modo Afectivo (Affectiv Suit)

Compromiso/Aburrimiento	Emoción Instantánea
Frustración	Emoción a largo plazo
Meditación	

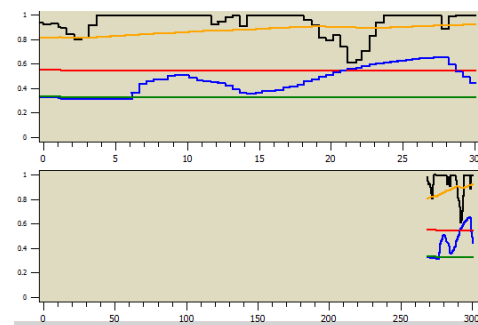


Figura 8. Gráficas de señales de modo afectivo

- **Modo Cognitivo (Cognitiv Suit):** En este modo se detectan hasta 13 diferentes acciones mediante un escaneo en tiempo real de las ondas cerebrales cuando el usuario intenta interactuar con un objeto real o virtual, en la Figura 9 se puede observar como un usuario puede manipular un cubo, además de ver la intensidad con la que lo hace.

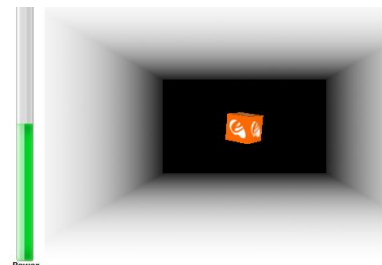


Figura 9. Manipulación de un objeto en 3D

Las acciones se dividen en direccionales y rotaciones como se pueden apreciar en la Tabla 4:

Tabla 4. Acciones en la región de Modo cognitivo

Direccionales	Rotaciones
Empujar	Rotar en sentido horario
Tirar	Rotar en sentido antihorario
Desplazar hacia la izquierda	Rotar hacia la izquierda
Desplazar hacia la derecha	Rotar hacia la derecha
Desplazar hacia arriba	Rotar hacia adelante
Desplazar hacia abajo	Rotar hacia atrás

Y por último una acción que parte de la imaginación del usuario: hacer desaparecer un objeto.

3.2. Raspberry Pi

Es una tarjeta considerada como un computador de placa reducida, su diseño incluye un System On Chip tipo Broadcom BCM2835 con un procesador central ARM11 y 512 MB de memoria RAM, además de que posee puertos USB, lo cual nos servirán para poder conectar nuestro modulo bluetooth para la recepción de manera inalámbrica con nuestra diadema EEG. Esta tarjeta usa normalmente sistemas operativos basados en el núcleo Linux, en este caso utilizamos Raspbian, la cual es una distribución derivada de Debian.

3.3. LEGO Mindstorms NXT 2.0

Es un robot programable, que posee un microcontrolador de 32 bits tipo ARM7 con una memoria Flash de 256 kbytes y una memoria RAM de 64 Kbytes; a pesar de que dispone de su propio software basado en la programación por bloques, nosotros no utilizamos sus herramientas, sino que utilizamos programación en Python para poder comunicar nuestra tarjeta Raspberry y así manipular de manera inalámbrica nuestro robot a través del movimiento de actuadores, los cuales son motores que nos permiten dar movimiento a nuestro móvil.

4. DISEÑO DEL SISTEMA

El sistema completo está conformado por una diadema de la empresa Emotiv la cual se encargará de adquirir señales cerebrales a través de un electroencefalógrafo, estas señales ya digitalizadas serán tratadas por las API's de movimiento muscular facial haciendo uso de un SOC. Posteriormente, en el sistema de control de móvil, se hará la comunicación de manera inalámbrica el SOC con el robot.

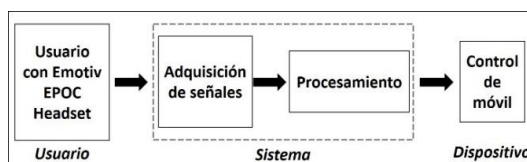


Figura 10. Sistema BCI de Control de móvil

El sistema consiste de los siguientes módulos:

El control de un móvil por medio de movimientos faciales, los cuales serán hechos por un usuario que hará uso del casco de Emotiv. El usuario estará tomando el rol de “maestro” en la transmisión de señales cerebrales a través del módulo bluetooth a un SOC que tendrá un papel de “esclavo” encargado de adquirirlas. Estas señales emitidas por el sujeto serán procesadas por las API's, que ofrece Emotiv, con los procesos de EmoEngine, haciendo uso de la librería especial, llamada EDK. Posteriormente serán traducidas para ser enviadas a través de comunicación bluetooth hacia el móvil y que pueda moverse en el sentido deseado del usuario. En este caso el SOC ahora pasa a tomar el rol de “maestro” y el robot toma el papel de “esclavo”.

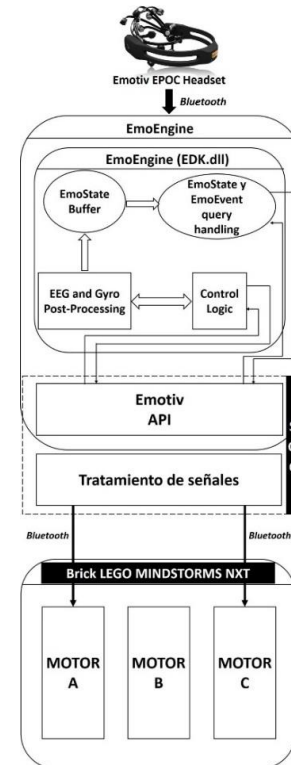


Figura 11. Flujo de datos entre los componentes del sistema

4.1. Emotiv EmoEngine

Los procesos de EmoEngine permiten realizar distintas acciones para poder manipular eventos de la diadema con el SOC como agregar un nuevo usuario para el uso de este sistema, eliminar un usuario, detectar si es correcta o no la conexión, hacer uso de eventos para utilizar la información de modo cognitiva o expresiva, así como para el manejo de errores que surjan durante la ejecución del sistema.

4.2. API

Consiste en tres archivos de cabecera (edk.h, EmoStateDLL.h y edkErrorCode.h) y dos DLL's (edk.dll y edk_utils.dll) que serán útiles para funciones como comunicar correctamente la diadema, recibir y procesar la señal electroencefalográfica y procesar los resultados detectados en cualquier estado. Los eventos que utilizamos son:

EE_EngineConnect – Para conectar con el Motor Emotiv.
EE_EmoEngineEventCreate - Devuelve un puntero a un espacio de memoria para contener un evento y obtener los eventos producidos durante la conexión.

EE_EmoEngineEventGetEmoState – Para obtener el estado actual del evento.

ES_GetTimeFromStart – Para obtener el tiempo del evento (Si es necesario).

ES_GetWirelessSignalStatus – Para obtener el estado de la señal inalámbrica.

ES_ExpressivIsBlink – Detectar expresión de parpadeo.

ES_ExpressivIsLeftWink – Detectar expresión guiño izq.

ES_ExpressivIsRightWink – Detectar expresión guiño der.

ES_ExpressivIsLookingLeft – Detectar expresión mirar izq.

ES_ExpressivIsLookingRight – Detectar expresión mirar der.

Los siguientes eventos nos sirven para terminar la conexión con la diadema y finalizar de manera correcta la ejecución de nuestro sistema:

```
libEDK.EE_EngineDisconnect()
```

```
libEDK.EE_EmoStateFree(eState)
```

```
libEDK.EE_EmoEngineEventFree(eEvent)
```

4.3. LEGO Mindstorms NXT 2.0

Para poder controlar este móvil lo primero que debemos hacer es efectuar la conexión inalámbrica (bluetooth) entre el SOC y LEGO, una vez establecida la comunicación se envían los comandos correspondientes hacia el móvil para que mediante la manipulación de dos de sus tres motores disponibles se dirija en la dirección deseada.

brick = nxt.locator.find_one_brick() – Permite conectar SOC con Brick_Lego

Asignación de uso de actuadores (motores) a variables para su fácil uso dentro del código:

```
left = nxt.Motor(brick, PORT_A)
```

```
right = nxt.Motor(brick, PORT_C)
```

```
both = nxt.SynchronizedMotors(left, right, 0)
```

Manipulación y control de robot:

Esperar señal (Extracción_De_Detalles_Expresivos)

Si señal = Adelante

```
both.turn(100, 360, False)
```

Si señal = Atrás

```
both.turn(-100, 360, False)
```

Si señal = Izquierda

```
leftboth.turn(100, 90, False)
```

Si señal = Derecha

```
rightboth.turn(100, 90, False)
```

Finalizar

5. RESULTADOS

Después de realizar pruebas sobre un laberinto y ver que se pudo resolver sin la necesidad de suspender o reiniciar el sistema, a continuación se enuncian los logros principales obtenidos durante la realización de este proyecto:

- Entrenar a una persona para que llegara a un nivel de concentración óptima para el control de un BCI.

- Hacer uso de la diadema de Emotiv sin utilizar las herramientas de alto nivel desarrolladas por la empresa.
- Conectar el casco con un SOC con sistema operativo Linux.
- Controlar el robot Lego con movimientos faciales haciendo uso de las API's de Emotiv.

A continuación se muestra en la Figura 12 el momento en el que se resuelve un laberinto:



Figura 12. Solución de laberinto controlando móvil con movimientos faciales

6. CONCLUSIONES

El estado de ánimo y de concentración del usuario es de vital importancia al momento de poner en funcionamiento el sistema ya que depende de la adquisición de sus ondas cerebrales y el funcionamiento correcto del sistema tras las órdenes recibidas a través del EEG de la diadema.

El sistema fue desarrollado en una plataforma Linux y software libre, lo cual, en el futuro las aplicaciones de este tipo de desarrollos bajarían costos.

Aunque no tiene poco tiempo de estudio este tipo de sistemas, aún hay mucho por agregar, estamos convencidos de que se puede explotar completamente esta tecnología para mejorar nuestro entorno, tanto en el aspecto social como en el económico.

7. REFERENCIAS

- [1] A. Vourvopoulos and F. Liarokapis, "Brain-Controlled NXT Robot: Tele-operating a Robot through Brain Electrical Activity", in Proc. VS-GAMES, 2011, pp.140-143.
- [2] Karolina Holewa and Agata Nawrocka, "Emotiv EPOC neuroheadset in Brain – Computer Interface", AGH University of Science and Technology, Department of Process Control, Cracow, Poland.
- [3] F. D. Eduardo, *Actividad Cerebral* [en línea], México, CID, 2010 Disponible en <https://sites.google.com/site/coindis/in-the-news/actividadcerebral>
- [4] R. Juan Manuel, *Emociones reveladas por actividad cerebral* [en línea], México, Bienestar180, 2010 Disponible en <http://bienestar.salud180.com/salud-dia-dia/emociones-reveladas-por-actividad-cerebral>
- [5] O. C. Ela I., *Actividad eléctrica cerebral relacionada con la percepción y memoria de caras* [en línea], España, Ministerio de Ciencia e Innovación.
- [6] GANONG. Op. Cit. p. 212, *Sistema Nervioso – Actividad Eléctrica Cerebral* [en línea], Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Disponible en <http://virtual.unal.edu.co/cursos/enfermeria/2005359/contenido/nervioso/13.html>

- [7] K. Tania, *Las Ondas Cerebrales y Los Estados de la Mente* [en línea], 2008 Disponible en http://www.bibliotecapleyades.net/ciencia/ciencia_brain69.htm
- [8] M. Javier, *Tecnología de Interfaz Cerebro-Computador* [en línea], España, Grupo de Robótica, Percepción y Tiempo Real - Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas - Universidad de Zaragoza, Disponible en http://webdiis.unizar.es/~jminguez/Sesion001_UJI.pdf
- [9] G. M. Josefina, C. N. Jessica, C. E. Rubén I., E. V. David, Los sistemas de interfaz cerebro-computadora: una herramienta para apoyar la rehabilitación de pacientes con discapacidad motora [en línea], México, Medigraphic, 2013 Disponible en <http://www.medigraphic.com/pdfs/invdiss/ir-2013/ir132c.pdf>
- [10] S. R. Daniel Héctor, G. R. Sergio, *Control Mental de Vehículos Teledirigidos*, Universidad de Málaga, 2010.