

Aplicación de tecnología EEG como instrumento musical no convencional en usuarios con discapacidad

*Ingeniería de Sonido, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Buenaventura
Bogotá, Colombia*

¹Ingeniero de Sonido, Máster en Musicoterapia, Profesor Asociado de la Universidad de San Buenaventura, Bogotá
Contacto: rrinconf@usbog.edu.co

INTRODUCCIÓN

Para muchos usuarios con parálisis cerebral el uso convencional de instrumentos musicales no es viable debido a la restricción de movimiento en sus miembros superiores e inferiores. Por lo anterior, se hace necesario poder realizar modificaciones a los instrumentos o hacer uso de recursos tecnológicos que permitan la interpretación musical, potencializando sus habilidades a partir del movimiento que puedan efectuar.

A continuación se describe, a partir de las necesidades de un usuario con restricción de movimiento en miembros superiores e inferiores, el diseño e implementación de un instrumento no convencional basado en sensores inerciales que permita la ejecución musical a través del movimiento de la cabeza en dos ejes.

DISPOSITIVO PORTÁTIL EEG

EMOTIV es un dispositivo para adquisición de información de actividad cerebral a través de la técnica de electroencefalografía donde, a partir de electrodos ubicados sobre el cuero cabelludo, se permite el registro de la actividad eléctrica. Los datos obtenidos van a una computadora a través de comunicación Bluetooth donde son representados en una gráfica de dos dimensiones mostrando la activación de cada uno de los electrodos frente a la variable temporal. El dispositivo cuenta además con una serie de acelerómetros que registran información entorno al movimiento en dos ejes, teniendo en cuenta datos en azimuth y cenital.

A partir de esta información, el programa de la diadema puede llegar a controlar un periférico de la computadora, como el ratón, permitiendo así la ubicación del puntero en el plano cartesiano con un potencial de comunicación para las personas que se encuentren restringidos en la movilidad de sus miembros superiores.

Haciendo uso de software libre es posible acceder a los datos de una interfaz hombre máquina como el ratón de la computadora, obteniendo la posición en el

eje “x-y” dependiendo de la resolución en la que se encuentre la pantalla. Esta ubicación espacial permite re-escalar estos puntos y convertirlos en información de Activación de Nota, el cual es un mensaje del Protocolo de Comunicación Digital MIDI. Así es posible el diálogo entre máquinas con propósitos musicales con el fin de convertir la posición en el plano cartesiano y la movilidad dentro de éste en una interpretación musical por medio de una base de datos de instrumentos musicales en un entorno virtual.

A continuación se describe el algoritmo para tal representación:

Diagrama de Bloques

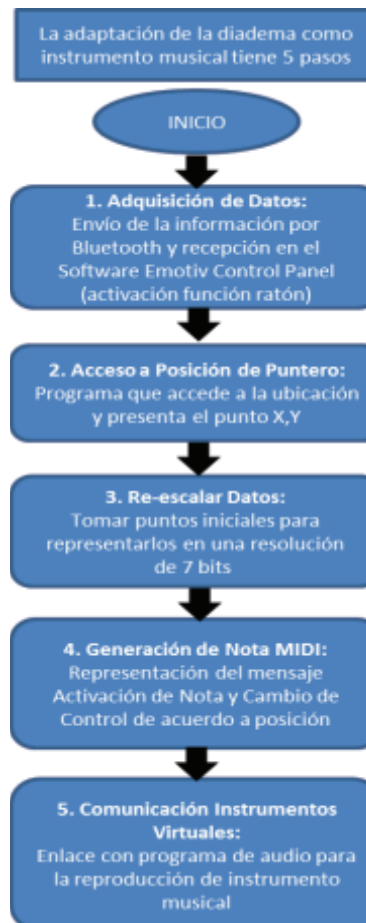


Diagrama 1. Diagrama de flujo de la aplicación

Ubicación de la diadema

La diadema hace uso de una técnica de recolección de información cerebral denominada electroencefalografía donde, a través de la amplificación de las señales eléctricas provenientes del cerebro por la ubicación de electrodos en zonas de este órgano, se puede registrar tal información.

Para la ubicación de los electrodos y una adecuada relación señal a ruido es necesario que el transductor se encuentre humedecido con una solución salina que optimice la conductividad y la adquisición de la información cerebral. Se hace necesario reubicar cada uno de los electrodos y visualizar en el software de diagnóstico la calidad de la señal.

Módulo de Sensores Inerciales

El Programa de la diadema cuenta con un módulo el cual permite visualizar la posición de la cabeza en una representación de dos dimensiones. Aparte de la información visual, da la posibilidad de activar el control del periférico del ratón y tener el control del puntero a partir del movimiento.

Se hace necesario calibrar la sensibilidad en los movimientos de los sensores debido a que cada usuario presenta un rango de movimiento en particular. Para el caso de una persona con parálisis cerebral se hace necesario establecer los límites de desempeño en los diferentes ejes de acuerdo a sus posibilidades.

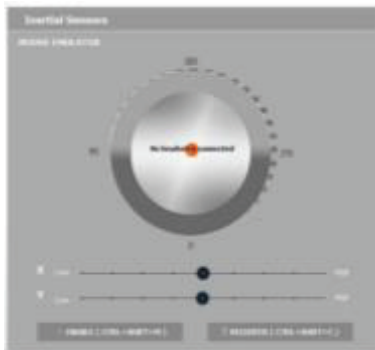


Imagen 1. Activación del control del ratón y calibración de sensores

Adquisición de posición de puntero

Pure Data es un programa libre que tiene diferentes aplicaciones dentro del entorno audiovisual. Es una plataforma de programación donde, a partir del uso de bloques, se puede generar actividades basadas en un algoritmo definido de manera gráfica. Este entorno es capaz de acceder a la información de diferentes dispositivos o Interfaces Hombre – Máquina y obtener valores numéricos de cada uno de ellos. Es así como es viable la adquisición de ubicación del puntero dentro del plano cartesiano teniendo en cuenta la resolución de la pantalla.



Imagen 2. Programa para la posición del puntero

A través del elemento *Cursor* se abre el acceso al ratón y haciendo uso del objeto *Cursor Route Motion* da la información punto a punto en el eje X, Y. Partiendo del movimiento del puntero se evidencia numéricamente la posición del mismo.

Re-escalamiento y Protocolo MIDI

La información brindada por la ubicación del puntero se encuentra en un rango que tiene valores bastante pequeños e implican un manejo preciso de los datos. Para acondicionar esta información y poder acceder a zonas dentro de la pantalla que activarán las Notas MIDI se hace necesario el re-escalar los valores numéricos en una resolución de 7 bits o 128 valores, los cuales son indispensables dentro de este protocolo de comunicación digital.

Teniendo entonces unas zonas para la activación de las Notas que se convertirán en información musical, se hace uso del objeto *NoteOut* el cual presenta tres variables: la primera se refiere a la Nota MIDI, la cual es una codificación que se realiza a cada una de las posibles notas musicales en sus diferentes octavas. La segunda variable es la Velocidad, referida a la intensidad con la que se ejecuta la nota. Para este caso en particular se dejará con un valor fijo. La tercera variable está relacionada con el Canal MIDI y la posibilidad de poder tener en cada uno de ellos un instrumento diferente. En el programa presentado a continuación estará en el número 1.

Al realizar las pruebas con el usuario se decide utilizar dos zonas dentro de la pantalla de la computadora para que acceda a ellas a través del movimiento en el eje vertical del puntero. Estas zonas dispararán dos notas que estarán relacionadas con el control de sonidos referidos a un instrumento de percusión. El movimiento de la cabeza y su repercusión en el eje horizontal permitirá controlar el volumen en el sonido de un patrón rítmico que se está reproduciendo cíclicamente. Para lo anterior se hace uso de un mensaje dentro del Protocolo MIDI denominado "Cambio de Control" que manipula parámetros relacionados con el procesamiento de la señal de un sintetizador, entre ellos el "Volumen". El objeto *CtlOut* tendrá una entrada definida por la posición del puntero

en el eje horizontal. Las otras dos son fijas; la primera es la selección del parámetro “Volumen” y la tercera el “Canal MIDI” que se encuentra en el número 1.

Control sobre Instrumento Virtual

La programación en Pure Data genera los dos mensajes descritos con antelación y es necesario tomar esta información para ser llevada a una plataforma que dispare la ejecución musical. Para lo anterior, se debe crear un puerto virtual dentro de la computadora que obtenga información MIDI desde el algoritmo desarrollado y direcciona los datos a un Programa de Audio. Allí se ha configurado previamente en un Canal la incorporación de una Batería Virtual la cual responde a las notas MIDI seleccionadas para disparar el sonido de un redoblante y de un platillo. De igual manera se seleccionó un patrón rítmico que responde al mensaje de “Volumen” modificando su amplitud.

TIMESTAMP	IN	PORT	STATUS	DATAS	DATAS	CHAN	NOTE	EVENT
4900	1	1	144	0	1	1	44	CC: Volume
4932	1	1	144	1	1	1	44	CC: Volume
4964	1	1	144	2	1	1	44	CC: Volume
4996	1	1	144	3	1	1	44	CC: Volume
5028	1	1	144	4	1	1	44	CC: Volume
5060	1	1	144	5	1	1	44	CC: Volume
5092	1	1	144	6	1	1	44	CC: Volume
5124	1	1	144	7	1	1	44	CC: Volume
5156	1	1	144	8	1	1	44	CC: Volume
5188	1	1	144	9	1	1	44	CC: Volume
5220	1	1	144	10	1	1	44	CC: Volume
5252	1	1	144	11	1	1	44	CC: Volume
5284	1	1	144	12	1	1	44	CC: Volume
5316	1	1	144	13	1	1	44	CC: Volume
5348	1	1	144	14	1	1	44	CC: Volume
5380	1	1	144	15	1	1	44	CC: Volume
5412	1	1	144	16	1	1	44	CC: Volume
5444	1	1	144	17	1	1	44	CC: Volume
5476	1	1	144	18	1	1	44	CC: Volume
5508	1	1	144	19	1	1	44	CC: Volume
5540	1	1	144	20	1	1	44	CC: Volume
5572	1	1	144	21	1	1	44	CC: Volume
5604	1	1	144	22	1	1	44	CC: Volume
5636	1	1	144	23	1	1	44	CC: Volume
5668	1	1	144	24	1	1	44	CC: Volume
5700	1	1	144	25	1	1	44	CC: Volume
5732	1	1	144	26	1	1	44	CC: Volume
5764	1	1	144	27	1	1	44	CC: Volume
5796	1	1	144	28	1	1	44	CC: Volume
5828	1	1	144	29	1	1	44	CC: Volume
5860	1	1	144	30	1	1	44	CC: Volume
5892	1	1	144	31	1	1	44	CC: Volume
5924	1	1	144	32	1	1	44	CC: Volume
5956	1	1	144	33	1	1	44	CC: Volume
5988	1	1	144	34	1	1	44	CC: Volume
6020	1	1	144	35	1	1	44	CC: Volume
6052	1	1	144	36	1	1	44	CC: Volume
6084	1	1	144	37	1	1	44	CC: Volume
6116	1	1	144	38	1	1	44	CC: Volume
6148	1	1	144	39	1	1	44	CC: Volume
6180	1	1	144	40	1	1	44	CC: Volume
6212	1	1	144	41	1	1	44	CC: Volume
6244	1	1	144	42	1	1	44	CC: Volume
6276	1	1	144	43	1	1	44	CC: Volume
6308	1	1	144	44	1	1	44	CC: Volume
6340	1	1	144	45	1	1	44	CC: Volume
6372	1	1	144	46	1	1	44	CC: Volume
6404	1	1	144	47	1	1	44	CC: Volume
6436	1	1	144	48	1	1	44	CC: Volume
6468	1	1	144	49	1	1	44	CC: Volume
6500	1	1	144	50	1	1	44	CC: Volume
6532	1	1	144	51	1	1	44	CC: Volume
6564	1	1	144	52	1	1	44	CC: Volume
6596	1	1	144	53	1	1	44	CC: Volume
6628	1	1	144	54	1	1	44	CC: Volume
6660	1	1	144	55	1	1	44	CC: Volume
6692	1	1	144	56	1	1	44	CC: Volume
6724	1	1	144	57	1	1	44	CC: Volume
6756	1	1	144	58	1	1	44	CC: Volume
6788	1	1	144	59	1	1	44	CC: Volume
6820	1	1	144	60	1	1	44	CC: Volume
6852	1	1	144	61	1	1	44	CC: Volume
6884	1	1	144	62	1	1	44	CC: Volume
6916	1	1	144	63	1	1	44	CC: Volume
6948	1	1	144	64	1	1	44	CC: Volume
6980	1	1	144	65	1	1	44	CC: Volume
7012	1	1	144	66	1	1	44	CC: Volume
7044	1	1	144	67	1	1	44	CC: Volume
7076	1	1	144	68	1	1	44	CC: Volume
7108	1	1	144	69	1	1	44	CC: Volume

Imagen 3. Software de diagnóstico evidenciando Activación de Nota y Cambio de Control

REFERENCIAS

- Alves-Pinto A, Turova V, Blumenstein T, Lampe R. The Case for Musical Instrument Training in Cerebral Palsy for Neurorehabilitation. Hindawi Publishing Corporation Neural Plasticity Volume 2016, Article ID 1072301, 9 pages
- Hsieh-Chun Hsieh. (2012). Effectiveness of adaptive pretend play on affective expression and imagination of children with cerebral palsy. Elsevier. Research in Developmental Disabilities Volume 33, Issue 6, November–December 2012, Pages 1975–1983.
- Stasollaa F., Caffòb A., Picuccib L., Boscob Andrea. (2013). Assistive technology for promoting choice behaviors in three children with cerebral palsy and severe communication impairments. El Sevier. Research in Developmental Disabilities. Volume 34, Issue 9, September 2013, Pages 2694–2700
- Wang T et al, A Home-Based Program Using Patterned Sensory Enhancement Improves Resistance Exercise Effects for Children With Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Trial. Neurorehabilitation and Neural Repair 27(8) 684–694

⁵ Bhat S, TouchTone – An Electronic Musical Instrument for Children with Hemiplegic Cerebral Palsy. TEI 2010, January 24–27, 2010, Cambridge, Massachusetts, USA. ACM 978-1-60558-841-4/10/01

⁶ Ireland’s National Music Education Programme. Design and Development of an Assistive Technology Music System for Sufferers of Cerebral Palsy. [internet] <http://www.cit.ie/contentfiles/seanf/James%20Fogarty%20Essay%20-%20Music-ability.pdf>

⁷ Da Costa C et al. Tecnologías sonoras terapêuticas. Revista de Terapia Ocupacional da Universidad de São Paulo, 2015, vol. 26, no 1, p. 153-158.