

Nintendo Wii Remote como un subsistema inalámbrico para adquisición digital de datos de señales fisiológicas relevantes en la terapia física

Marco A. Negrete, Mauricio Matamoros, Jimena Olveres, Ron S. Leder,

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, C.U. D.F. México

Title in English: **Nintendo WII remote and Nunchuck as a wireless data subsystem for digital acquisition of analog physiologic data relevant to motor rehabilitation after stroke.**

I. INTRODUCCIÓN

La terapia física es un proceso que se aplica a más de un millón de personas cada año para que recuperen el movimiento en sus extremidades superiores. Dicho proceso requiere, además de los ejercicios adecuados, una fuerte motivación para obtener los resultados deseados.

Estudios han demostrado que los ejercicios basados en el uso de robots y sistemas simulados por computadora brindan una mayor motivación a los pacientes, logrando que éstos se apeguen más a la terapia y obtengan mejores resultados. Por otro lado, además del movimiento, es necesario medir la fuerza con que los pacientes mueven los dedos, (apertura y cierre de puño, por ejemplo), para lo cual se requieren sensores de fuerza o presión y un sistema adicional para medir estas variables.

El *Nintendo Wii Remote* es un sistema que integra sensores de movimiento, sensores IR (que pueden funcionar como una cámara de 1024 x 768 a 60 Hz) y comunicación inalámbrica por *Bluetooth*. Adicionalmente, tiene un puerto de expansión con comunicación I²C para el cual existen adaptadores inalámbricos, al cual se pueden conectar dispositivos con características similares, como el *Nunchuck*. Estos pueden ser usados para enviar señales analógicas provenientes de diversos sensores, lo que convierte al *Wii Remote* en un medio de transmisión inalámbrico de datos de señales analógicas de bajo costo y fácil de implementar.

IV. METODOLOGÍA

Con el uso de un desarmador tipo “pata de gallo” se retiró la tapa del *Nunchuck*, se desoldó el *joystick* (compuesto por dos potenciómetros colocados perpendicularmente uno con respecto a otro, lo cual brinda dos grados de libertad X,Y) y se colocó en el lugar correspondiente a la coordenada X un potenciómetro axial de 10 k Ω para simular la entrada de una señal analógica arbitraria (Fig 1).

Manuscript received 15-Feb-2009. This work was supported in part by the U.S. Department of Education, National Institute on Disability and

Rehabilitation Research (NIDRR) Grant Number H133E070013. (This content does not necessarily represent the policy of the U.S. Department of Education, and one should not assume endorsement by the U.S. Federal Government) and in part by CONACyT Project # CO1-70074 (Mexico) Ron Leder is with the Universidad Nacional Autonoma de Mexico, C.U. Mexico City (US phone: 206-984-2509; e-mail: <rleder@ieee.org>).

Para observar las señales en forma gráfica se hizo un programa en lenguaje C#, usando las librerías abiertas *WiimoteLib*, y tomando como base el programa de ejemplo que proporcionan las mismas (Fig 2).

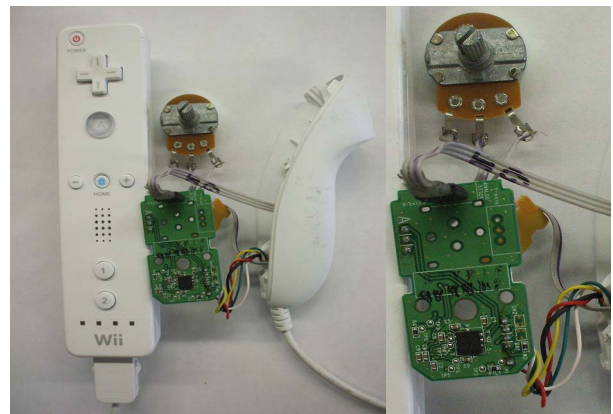


Fig. 1. *Wii Remote* con un *Nunchuck* abierto conectado por un cable mediante comunicación I²C. Puede ser sustituido por una señal arbitraria, cualquiera de los cinco canales analógicos: 3 del acelerómetro y 2 del *joystick*. Los datos digitalizados se pueden leer mediante librerías en lenguaje C. También existen adaptadores para realizar la conexión *Wiimote-Nunchuck* en forma inalámbrica. El subsistema de comunicación *Bluetooth* se encuentra en el *Wiimote*. También existen otros dispositivos que pueden ser conectados al puerto de expansión.

El programa puede graficar cualquiera de las cinco señales analógicas provenientes del *Nunchuck* (tres del acelerómetro y dos del *joystick*) mediante los cinco botones ubicados a la derecha de la pantalla. Sólo una de ellas se sustituyó por una señal arbitraria (simulada por el potenciómetro), sin embargo, cualquiera de las otras se puede reemplazar por una señal cualquiera, por lo que se podrían muestrear hasta cinco señales analógicas de manera simultánea. La amplitud máxima de las señales a muestrear debe ser de 3.3 V_{pp}, que es el voltaje de polarización. El

mismo programa puede leer cualquier señal proveniente del *Wii Remote* o de un dispositivo de expansión.

IV. ESTADO DEL PROYECTO

Actualmente se están realizando trabajos para caracterizar la línea de transmisión propuesta y determinar la frecuencia máxima que se puede muestrear, la atenuación, el defasamiento de la señal, así como las características estáticas y dinámicas.

V CONCLUSIONES

El *Nintendo Wiimote* como un subsistema inalámbrico para adquisición digital de datos de señales fisiológicas relevantes en la terapia física representa una oportunidad en el área de fisioterapia ya que puede proveer una retroalimentación fisiológica acoplado directamente durante los ejercicios terapéuticos. Adicionalmente es un sistema de bajo costo accesible a nivel mundial.

REFERENCIAS

1. American Stroke Association, 2004. Retrieved July 10, 2007 from <<http://www.strokeassociation.org>>
2. Librerías para Wii Remote <www.codeplex.com/WiimoteLib>, <www.wiimotelib.org>.
3. Woods, et al., “Motivating, game-base stroke rehabilitation: A brief report.” *Top. Stroke Rehabil.*, vol. 10(2), pp. 134-140 (2003).
4. Leder, et al., “Nintendo Wii Remote for Computer Simulated Arm and Wrist Therapy in Stroke Survivors with Upper Extremity Hemiparesis”, Virtual Rehabilitation 2008 Vancouver, Canada, IEEE 978-1-4244-2701-7/08, (2008).

Abstract: Physical therapy is a process that applies to more than one million people every year to regain movement in upper extremities. This process requires, in addition to exercise, a strong motivation to achieve the desired results. Studies have shown that the exercises based on the use of robots and computer-simulated systems provide better motivation for patients, making them adhere to therapy and further enhance results. In addition to restoring movement, it is necessary to measure the force with which the patients moved their fingers, (opening and closing the hand, for example). This requires force or pressure sensors and an additional system to measure these variables. The Nintendo wiimote is a wireless data subsystem that integrates motion sensors, an IR sensor (which can function as a video camera in 1024 x 768 at 60 Hz). The Wiimote has a serial expansion port for I2C devices such as the nunchuck. Via this port the wiimote is a low-cost wireless subsystem that can be used to send physiological data like finger forces that are relevant to motor rehabilitation.

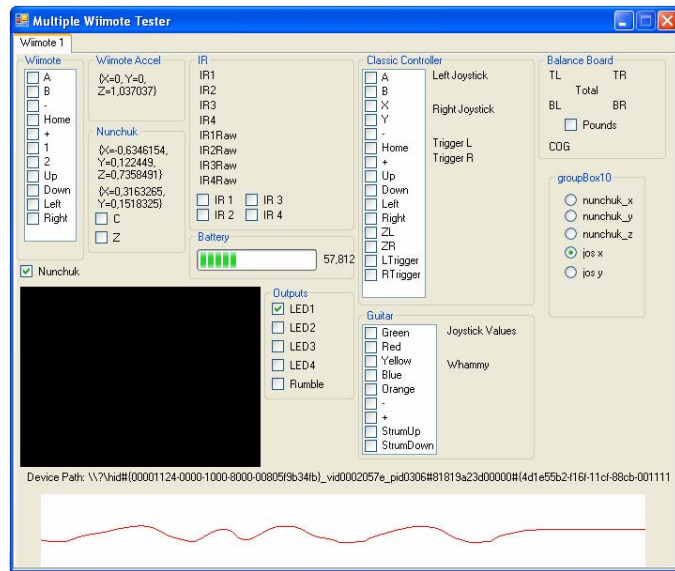


Fig. 2. Al programa de ejemplo incluido en las librerías *WiimoteLib* se le agregó una gráfica en la que se muestra un determinado número de muestras de alguna señal analógica seleccionada del *Nunchuck*. La pantalla muestra numéricamente todas las señales provenientes del *Wiimote* y de las expansiones *Classic Controller*, *Guitar* y *Balance Board* en caso de que alguna esté conectada. El rectángulo negro muestra, como puntos blancos, la posición de las fuentes de IR y reporta numéricamente las coordenadas del centroide de las mismas.

IV. RESULTADOS

Con el *Wiimote* se puede medir el movimiento de la extremidad y mediante un dispositivo de expansión como el *Nunchuck* se puede enviar señales de la fuerza con que los pacientes mueven los dedos así como de cualquier otro sensor.

Mediante el *Wiimote* y su puerto de expansión se puede implementar un sistema de rehabilitación de bajo costo inalámbrico que los pacientes pueden usar fácilmente en casa para dar seguimiento a sus terapias y así obtener resultados mas objetivas, significados.