

VI CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

4, 5 y 6 de junio de 2015

“Generación de Nuevas Técnicas
de Diagnóstico y Tratamiento”

INTEGRACIÓN Y DESARROLLO DE UNA INTERFAZ COMPUTACIONAL PARA LA VALORACIÓN INALÁMBRICA Y REEDUCACIÓN MOTRIZ DEL ANTEBRAZO

Jesús A. Ordaz-Rivera^a, Anais-Guerra^a, Anaid-Guerra^a, Diego B. Monterde-Reséndiz^b, Pablo-Peralta^b

^aBenemérita Universidad Autónoma de Puebla, j.a.ordaz@live.com.mx, ana_isgv@yahoo.com.mx,
anaidgv@yahoo.com.mx

^bDepartamento de Rehabilitación Robótica Asistida, BIONARM, Pue., diego.monterde@bionarm.com,
pablo.peralta@bionarm.com

RESUMEN

Existen diferentes paradigmas para lograr una interacción intuitiva y natural entre el usuario y una interfaz computacional gráfica, por ejemplo, las interfaces de realidad aumentada, las de realidad mixta y las interfaces tangibles, siendo estas últimas las ideales para la rehabilitación motriz en una persona, ya que en la mayoría de los casos estas implican movimientos repetitivos y cuantificables.

Se presenta la propuesta de una interfaz gráfica computacional, mediante el desarrollo e implementación de un dispositivo electrónico inalámbrico R-Motion (cuyo comportamiento describe a un goniómetro digital); con el fin de su implementación en los estudios de valoración y reeducación física motriz del antebrazo, mediante una serie de aplicaciones gráficas que permiten obtener y analizar los valores angulares de los movimientos de flexión, extensión, pronación y supinación.

El objetivo de la interfaz gráfica y del dispositivo R-Motion, es brindar una herramienta de diagnóstico y tratamiento, con características de portabilidad, simplicidad y funcionalidad, que permitan la adquisición, monitoreo y cuantificación de los parámetros angulares presentes en los procesos de terapia física motriz para el antebrazo, mediante una serie de aplicaciones gráficas intuitivas, las cuales permiten la visualización y registro de los movimientos o perturbaciones en la extremidad superior, mediante la adquisición de los parámetros de los movimientos en tiempo real; características que coloca a este desarrollo como una opción viable e innovadora, con capacidad de expansión de interconexión y administración de nuevas aplicaciones, permitiendo la interacción paciente-terapeuta-computadora de forma natural no invasiva, para que de esta manera se acelere el proceso de rehabilitación física del paciente y su pronta reintegración a sus actividades diarias.



VI CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD 4, 5 y 6 de junio de 2015 “Generación de Nuevas Técnicas de Diagnóstico y Tratamiento”

1. INTRODUCCIÓN

La rehabilitación es un proceso de reincorporación física, mental y social de duración limitada que tiene como propósito integrar a una persona a sus actividades diarias [1]. Actualmente el servicio de fisioterapia o atención en Terapia Física ha crecido de forma acelerada en México, lo que ha generado el desarrollo de sistemas que ayuden a reeducar el ciclo de la marcha. De acuerdo a la última actualización del INEGI en 2011, el 58.3% de la población a nivel nacional tiene discapacidad física del sistema motriz, que es equivalente a 2, 008, 744 personas. En Puebla se estiman 287, 851 personas, del cual el 57.4% que equivale a 165,226 personas de la población sufren de discapacidad física del sistema motriz, cuya causa es el aumento latente día a día de personas que sufren algún tipo de discapacidad física motriz de las extremidades, ya sea de forma parcial, total, temporal o permanentemente.

El fin de la integración de la herramienta computacional y del dispositivo R-Motion, es brindar un dispositivo electrónico inalámbrico, con características de portabilidad, simplicidad y funcionalidad, que le permita al profesional de terapia física obtener y cuantificar los parámetros presentes en una valoración y en los procesos de rehabilitación del paciente. Por otro lado, los dispositivos y servicios que son producidos usando los principios computacionales y electrónicos, se han convertido en una parte importante en la vida diaria de las personas.

Los grandes avances en la tecnología han permitido el desarrollo una amplia gama de dispositivos móviles, de procesamiento de información, de sensado y con periféricos de entrada/salida, a bajo costo, que sumado al radical aumento de las capacidades de procesamiento, de almacenamiento y de visualización de la información que han sufrido las computadoras en los últimos años, permiten que la computadora pase del escritorio a integrarse de forma natural al ambiente del usuario.

2. MARCO TEÓRICO

El goniómetro digital es un dispositivo dotado para la medición de ángulos de apertura y cierre de los movimientos de los miembros superior e inferior de los humanos, la propuesta de dispositivo se desarrolló mediante el uso de un acelerómetro de 3 ejes y un módulo de transferencia de datos vía inalámbrica, ver Fig. 1, mediante la incorporación de una señal de radiofrecuencia a 2.4 GHz.



Fig. 1. Centro de emisión del goniómetro digital.



Mediante el uso de la unidad sensitiva-emisora y el módulo de radiofrecuencia, se obtiene de manera concurrente la aceleración de los movimientos de pronación, supinación, flexión y extensión, mediante la implementación de protocolo de comunicación i2C, de esta manera se utiliza la lectura de cada una de las componentes de la aceleración y se verifica el efecto de la gravedad en cada una de estas.

Se realiza un mapeo de los valores en cada componente de aceleración y se acopla a un rango determinado para realizar la conversión del ángulo equivalente de la relación de la componente en los planos YZ y XZ, para posteriormente aplicar la función de tangente inversa y realizar su conversión de radianes a un ángulo específico pre-calculado.

La manera de como colocar el dispositivo es muy importante, se debe tomar la referencia adecuada, en este caso mostraremos la posición correcta al montarlo en el brazo derecho del paciente, ver Fig. 2.



Fig. 2. Colocación de R-Motion (brazo derecho).

Esta posición de referencia es guiada mediante el diseño ergonómico del dispositivo, así como por una almohadilla que se acopla a la parte lateral del antebrazo, ver Fig. 3, a partir de dicha posición se encuentra la referencia, en la cual se tiene la posición inicial con un ángulo relativo igual a 0° .



Fig. 3. Adaptación de R-Motion en el paciente.

VI CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

4, 5 y 6 de junio de 2015

“Generación de Nuevas Técnicas
de Diagnóstico y Tratamiento”

Los movimientos a medir y reproducir de forma concreta son los de pronación, supinación, flexión y extensión del miembro superior, de manera específica del antebrazo con respecto al brazo, contemplado previamente el estudio del análisis biomecánico de dichos movimientos; la posición anatómica, o posición intermedia o también posición cero, determinada por la dirección del pulgar hacia arriba y de la palma de la mano hacia dentro, no es ni pronación ni supinación. Es a partir de esta posición intermedia o posición cero que se miden las amplitudes de los movimientos de pronosupinación [4], y que en la totalidad se tiene un movimiento con un ángulo de rotación a medir menor a 180° , ver Fig.4; dado este caso, el dispositivo nos permite realizar una medición completa de 360° , de manera inicial se procede a realizar la captura del ángulo de referencia o inicio, sin importar el valor de este, y posteriormente el ángulo o posición de fin, de esta manera el sistema es capaz de calcular el ángulo de apertura del movimiento, de forma diferencial entre los parámetros angulares: $\text{Ang}^\circ\text{Mayor}-\text{Ang}^\circ\text{Menor}$.



Fig. 4. Adaptación de R-Motion para la medición de los parámetros motrices.

3. RESULTADOS EXPERIMENTALES

Para el desarrollo de la herramienta computacional se implementa el envío de datos mediante el protocolo de comunicación serial, a través del dispositivo receptor de los parámetros de la unidad de medición, lo cuales son desplegados en la interfaz gráfica, con el fin de determinar la frecuencia de las perturbaciones de movimiento angular que se están registrando en el dispositivo.

El Software es capaz de encontrar de forma automática su dispositivo para la identificación del puerto de conexión, para el caso en el que se tenga diversos dispositivos, se elige con el cual se está trabajando o se registró en su PC el dispositivo receptor. Esta herramienta dinámica computacional cuenta con un menú de selección de 3 aplicaciones gráficas como se muestra en la Fig. 5.



Fig. 5. Panel de control de la herramienta dinámica computacional.

La primera aplicación se enfoca al proceso de valoración de movimientos del miembro superior con el fin de registrar las variaciones angulares en tiempo real a través del goniómetro digital, de esta manera se logra detectar la más mínima variación o perturbación angular en los movimientos, ver Fig. 6. Enmarcando un gran potencial de aplicación y expansión para el estudio de problemáticas relacionadas al estado inicial de Parkinson.

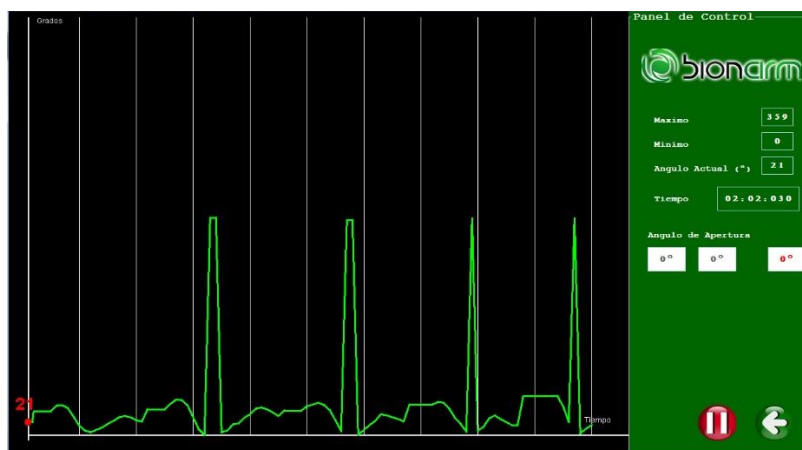


Fig. 6. Escalamiento de goniómetro digital y registro de perturbaciones.

Las aplicaciones restantes se enfocan a los procesos de reeducación y fortalecimiento de los movimientos, incorporando principios gráficos e interactivos para el desarrollo de rutinas de función motriz, mediante los cuales el usuario o paciente participa de forma directa con los elementos para el desarrollo de una serie de repeticiones para el antebrazo con movimientos de flexión, extensión, pronación y supinación, así como la retención de determinadas posiciones deseadas.

Para estas dos aplicaciones el dispositivo cuenta con la función de calibración manual de los rangos de apertura de funciones motrices, lo cual permite una interacción adecuada dependiendo a la etapa de reintegración motriz en la cual se encuentre el paciente en un determinado momento, permitiendo así la interacción con un juego de tenis virtual, ver Fig. 7 y la manipulación de direcciones de avance a través de un laberinto, ver Fig. 8.

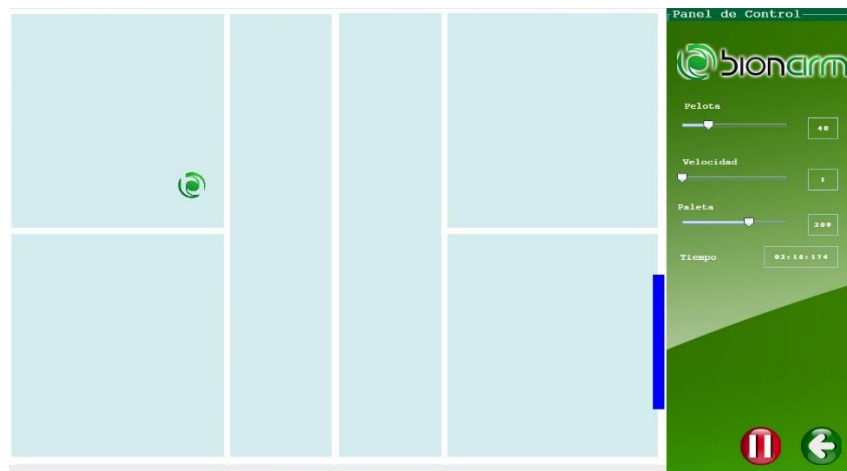


Fig. 7. Tenis de mesa virtual, interacción 1 computadora-paciente.

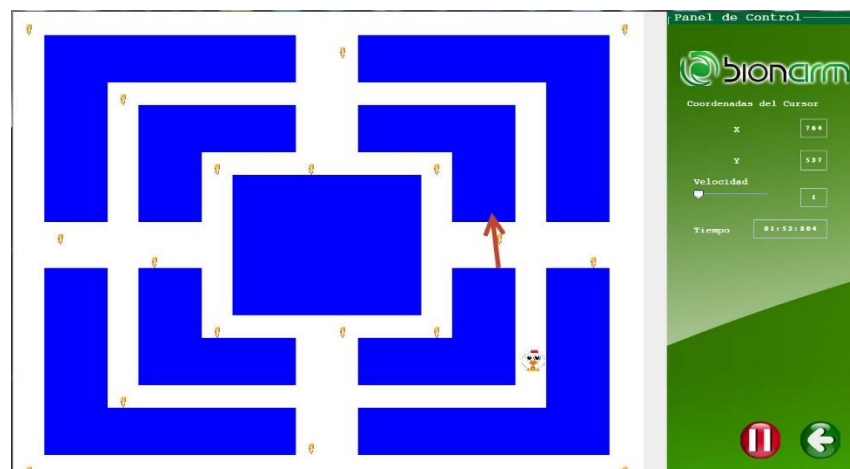



Fig. 8. Laberinto, interacción 2 computadora-paciente.

4. CONCLUSIONES

Existen diferentes paradigmas para lograr una interacción intuitiva y natural entre el usuario y un software o herramienta computacional, por ejemplo, las interfaces de realidad aumentada (AR), las de realidad mixta (MR) y las interfaces tangibles (TUI), siendo estas últimas las ideales para la rehabilitación motriz en una persona, ya que muchas veces estas implican movimientos repetitivos y cuantificables, información que es de suma importancia para los expertos en terapia física motriz del miembro superior, de esta manera se rompe completamente la idea de impartir terapia desde el punto de vista del fisioterapeuta y basada a su experiencia para la recopilación de información de los parámetros a obtener en una valoración.



VI CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD

4, 5 y 6 de junio de 2015

“Generación de Nuevas Técnicas
de Diagnóstico y Tratamiento”

A partir de los requerimientos médicos, para la valoración del paciente o la rehabilitación, la recopilación de información y el despliegue de esta, se busca el relevamiento de dispositivos electrónicos invasivos e inexactos en la valoración, por la semi-automatización de tareas y procedimientos para la rehabilitación física motriz y el manejo de información del paciente mediante el desarrollo de una herramienta dinámica computacional.

En la actualidad la tendencia del uso de dispositivos electrónicos en el área de terapia física va en incrementando, teniendo como fin el otorgar herramientas portables y funcionales.

El desarrollo de software como herramienta de valoración y la implementación de dispositivos electrónicos inalámbricos, están dirigidos como herramientas para la adquisición y cuantificación en tiempo real de los parámetros presentes en los procesos de terapia física motriz e implementados por los fisioterapeutas en su totalidad con un alto grado de precisión, ya que estas herramientas le permitirán el monitoreo de los movimientos o perturbaciones angulares de las extremidad superior en una línea de progreso, mediante su adquisición, así como una cuantificación, recopilación e historial de los datos de mayor importancia para el registro de valoraciones y control del progreso de los pacientes a rehabilitar, lo que acelerará de forma notable la reintegración social del paciente a su vida diaria.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hamonet, CL. and Heuleu, J.N., “Manual de rehabilitación”, Masson, París. 1990.
2. Hsu, T.R., "Mechatronics-an overview," IEEE Transactions on Components, Packaging, and Manufacturing Technology, Vol 20, pp. 4-7, 1997.
3. Nef, T., Mihelj, M., Riener, R., "ARMin: a robot for patient-cooperative arm therapy," Medical and Biological Engineering and Computing, Vol. 45, pp. 887-900, 2007.
4. Burgar, C.G., Lum, P.S., Shor, P.C., Van der Loos, M., "Development of robots for rehabilitation therapy: The Palo Alto VA/Stanford experience," Journal of Rehabilitation Research and Development, Vol. 37, pp. 663-673, 2000.
5. Eli Carmeli, Sara Peleg, Gadi Bartur, Enbal Elbo & Jean-Jacques Vatine, “HandTutor™ Enhanced Hand Rehabilitation after Stroke — A Pilot Study, Physical Therapy Department”, Sackler Faculty of Medicine, Stanley Steyer School of Health Professions, Tel Aviv University, Ramat Aviv, Israel, Physiother. Res. Int. 16 pp. 191–200, 2011.
6. Duane Knudson, “Fundamentals of Biomechanics”. (2a. Ed.), Springer (2007).
7. A. Viladot Voegeli. “Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor”. Springer-Verlag Ibérica, Barcelona (2001).
8. A.I. Kapandji. “Fisiología Articular”. (6a Ed.) Tomo 1, Editorial Médica Panamericana. Madrid España (2006).
9. Bionarm, Rehabilitación Robótica Asistida, <http://www.bionarm.com>