

INTERFAZ DE REALIDAD VIRTUAL PARA UN SISTEMA ROBÓTICO DE REHABILITACIÓN DE EXTREMIDADES SUPERIORES

Dra. Isela Bonilla Gutiérrez, Dr. Marco O. Mendoza Gutiérrez

MOTIVACIÓN.

En los últimos años se han diseñado diversos sistemas robóticos para rehabilitación, cuya eficiencia ha sido probada mediante estudios clínicos [1]-[7]. La gran mayoría de los avances logrados tienen que ver con la recuperación de la movilidad en extremidades superiores, para hombro y codo; y extremidades inferiores, para rodilla y tobillo. No obstante el rápido crecimiento del sector, todavía se necesita trabajar intensamente para identificar nuevas soluciones de hardware y software, nuevos sistemas de control e instrumentos de validación de los resultados motores y funcionales. Por lo tanto, el desarrollo de dispositivos y esquemas de control de interacción, así como la integración de diversos sistemas sensoriales, resultan de gran importancia para garantizar terapias más personalizadas que permitan lograr una correcta rehabilitación y la reintegración de los pacientes a su vida cotidiana.

Debido a los buenos resultados obtenidos en la rehabilitación asistida por robots, diversos grupos de investigación han presentado nuevos y mejorados diseños de sistemas robóticos para este fin, buscando con ello mejorar aspectos como un bajo costo, facilidad de uso, seguridad, capacidad, portabilidad, etc. [8]-[11]. Otra característica muy importante es que el sistema robótico logre estimular a los pacientes, con la finalidad de que la terapia no sea vista como un ejercicio fastidioso, aburrido o rutinario; para ello se ha buscado mejorar las interfaces para hacerlas atractivas, incluyendo juegos o dinámicas que permitan una evolución más placentera para el paciente [12]. Una terapia asistida por robots consiste en mover el efector final del robot de acuerdo con una serie de metas definidas en una interfaz gráfica de usuario (típicamente a través de juegos de video). Si durante el desarrollo de la terapia el paciente no pudiera desempeñar la tarea en respuesta a los estímulos visuales, el robot debe ser capaz de asistir y guiar al paciente para completar el ejercicio requerido por la terapia. El campo de la realidad virtual es un área que ha sido utilizada como complemento a las terapias de rehabilitación convencionales de pacientes que han sufrido una enfermedad vascular cerebral [13]-[17].

OBJETIVO

Desarrollar un sistema de realidad virtual para un robot de terapia asistida, cuyo objetivo es motivar y estimular al paciente a realizar sus rutinas de rehabilitación. Además, debe contar con las características necesarias para servir como una herramienta de evaluación cuantitativa del desempeño del usuario.

METODOLOGÍA

La propuesta del presente trabajo de investigación, tiene como finalidad principal el diseño y la integración de un sistema de realidad virtual para el robot FC. La interfaz de usuario diseñada debe tener la característica de ser atractiva para el paciente y de ésta forma servir de apoyo en las rutinas de rehabilitación.

Como primera etapa se plantea realizar una investigación que permita conocer las rutinas de ejercicios para rehabilitación hombro/codo. Posteriormente se seleccionará una rutina y se diseñará el entorno virtual que servirá de interfaz visual para el usuario.

Una vez que se tenga listo el entorno virtual, se integrará al sistema de control del robot FC y se procederá a la realización de las pruebas experimentales. Cabe mencionar que en esta primera etapa de pruebas, los usuarios serán alumnos y voluntarios sin algún problema de discapacidad.

La validación del juego de realidad virtual desarrollado se realizará en una plataforma experimental desarrollada en la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP). Esta plataforma consiste en un robot manipulador de 2 grados de libertad diseñado para interactuar con el brazo del usuario mediante un sensor de fuerza/par instalado en el extremo final (ver Figura 1), y se encuentra instalado en el Laboratorio de Automatización.



Figura 1: Sistema robótico de dos grados de libertad desarrollado en la Facultad de Ciencias, UASLP.

Así mismo, se cuenta con una computadora DELL Alienware 17 y unos lentes de inmersión

REQUISITOS

Para el desarrollo de este proyecto es necesario que el alumno tenga la habilidad y experiencia en programación en lenguaje C, manejo de Matlab/Simulink y/o Labview, procesamiento de señales. Se propone que el alumno involucrado curse las materias de: “Procesamiento Digital de Imágenes” y “Tópicos Selectos de Ingeniería Electrónica”

LUGAR DE TRABAJO PARA EL ESTUDIANTE

Laboratorio de Automatización de la Facultad de Ciencias (Zona Universitaria).

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES (Junio/2016- Agosto/2017)

Mes \ Actividad	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
Curso I															
Curso II															
Estudio los rutinas de rehabilitación hombro/codo															
Desarrollo del juego en Realidad Virtual															
Integración y puesta a punto del sistema															
Pruebas Experimentales															
Escritura de un artículo para congreso															
Escritura de la tesis															

REFERENCIAS

- [1] H.I. Krebs, N. Hogan, M.L. Aisen & B.T. Volpe, "Robot Aided Neurorehabilitation". IEEE Trans. on Rehabilitation Engineering, Vol. 6, No. 1, pp. 75-87, 1998.
- [2] M.L. Aisen, H.I. Krebs, F. McDowell, N. Hogan & B.T. Volpe, "The Effect of Robot Assisted Therapy & Rehabilitative Training on Motor Recovery Following a Stroke". Archives of Neurology, Vol. 54, pp. 443-446, 1997.
- [3] M. Ferraro, J.J. Palazzollo, J. Krol, H.I. Krebs, N. Hogan & B.T. Volpe, "Robot Aided Sensorimotor Arm Training Improves Outcome in Patients with Chronic Stroke". Neurology, Vol. 61, pp. 1604-1607, 2003.
- [4] J. Stein, H.I. Krebs, W.R. Frontera, S.E. Fasoli, R. Hughes & N. Hogan, "Comparison of Two Techniques of Robot-Aided Upper Limb Exercise Training After Stroke". American Journal Physical Medicine Rehabilitation, Vol. 83, No. 9, pp. 720-728, 2004.
- [5] P. Lum, C. Burgar & P. Shor, "Evidence for Improved Muscle Activation Patterns After Retraining of Reaching Movements with the MIME Robotic System in Subjects with Post-Stroke Hemiparesis". IEEE Trans. on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, Vol. 12, No. 2, pp. 186-194, 2004.
- [6] R. Colombo, F. Pisano, S. Micera, A. Mazzone, C. Delconte, M. Carrozza, P. Dario & G. Minuco, "Robotic Techniques for Upper Limb Evaluation and Rehabilitation of Stroke Patients". IEEE Trans. on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, Vol. 13, No. 3, pp. 311-324, 2005.
- [7] M. Johnson, H. Van der Loos, C. Burgar, P. Shor & L. Leifer, "Experimental Results Using Force-Feedback Cueing in Robot-Assisted Stroke Therapy". IEEE Trans. on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, Vol. 13, No. 3, pp. 335-348, 2005.
- [8] G. Rosati, P. Gallina & S. Masiero, "Design, Implementation and Clinical Tests of a Wire-Based Robot for Neurorehabilitation". IEEE Trans. on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, Vol. 15, No. 4, pp. 560-569, 2007.
- [9] H. Krebs, B. Volpe, D. Williams, J. Celestino, S. Charles, D. Lynch & N. Hogan, "Robot-Aided Neurorehabilitation: A Robot for Wrist Rehabilitation". IEEE Trans. on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, Vol. 15, No. 3, pp. 327-335, 2007.
- [10] D. Aoyagi, W. Ichinose, S. Harkema, D. Reinkensmeyer & J. Bobrow, "A Robot and Control Algorithm That Can Synchronously Assist in Naturalistic Motion During Body- Weight-Supported Gait Training Following Neurologic Injury". IEEE Trans. on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, Vol. 15, No. 3, pp. 387-400, 2007.

- [11] T. Sugar, J. He, E. Koeneman, J. Koeneman, R. Herman, H. Huang, R. Schultz, D. Herring, J. Wanberg, S. Balasubramanian, P. Swenson & J. Ward, "Design and Control of RUPERT: A Device for Robotic Upper Extremity Repetitive Therapy". *IEEE Trans. on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, Vol. 15, No. 3, pp. 336-346, 2007.
- [12] L. Dipietro, M. Ferraro, J. Palazzolo, H. Krebs, B. Volpe & N. Hogan, "Customized Interactive Robotic Treatment for Stroke: EMG-Triggered Therapy". *IEEE Trans. on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, Vol. 13, No. 3, pp. 325-334, 2005.
- [13] S. You, S. Jang, Y. Kim, M. Hallet, S. Ahn, Y. Kwon, J. Kim & M. Lee, "Virtual Reality-induced Cortical Reorganization and Associated Locomotor Recovery in Chronic Stroke". *Stroke*, American Heart Association, Inc. Vol. 36, No. 1, pp. 1166-1176, 2005.
- [14] L. Zhang, B.C. Abreu, B. Masel, R.S. Scheibel, C.H. Christiansen & N. Huddleston, "Virtual Reality in the Assessment of Selected Cognitive Function after Brain Injury". *American Journal Physical Medicine & Rehabilitation*, Vol. 80, No. 8, pp. 597-604, 2001.
- [15] D. Jack, R. Boian, A. Merians, M. Tremaine, G. Burdea, S. Adamovich, M. Recce & H. Poizner, "Virtual Reality Enhanced Stroke Rehabilitation. *IEEE Transactions on Neurological Systems and Rehabilitation Engineering*, Vol. 9, No. 3, pp. 308-318, 2001.
- [16] F.D. Rose, B.M. Brooks & A.A. Rizzo, "Virtual Reality in Brain Damage Rehabilitation: Review. *Cyberpsychology Behavior*, Vol. 8, No. 1, pp. 241-262, 2005.
- [17] A. Merians, D. Jack, R. Boian, M. Tremaine, G. Burdea, S. Adamovich, M. Recce & H. Poizner, "Virtual Reality Augmented Rehabilitation for Patients Following Stroke. *Physical Therapy*, Vol. 82, No. 9, pp. 898-915, 2002.