

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

IMPRESIÓN DE INFORME TECNICO

Revisión de Informe Técnico

Fondo:	S0008- FONSEC SSA/IMSS/ISSSTE
Solicitud:	000000000070074- SISTEMA DE BAJO COSTO PARA REH
Etapas: 001	DESARROLLO PROTOTIPO
Título:	SISTEMA DE BAJO COSTO PARA REH
Evaluador:	X_Isucar2629
Nombre:	Luis Enrique Sucar Succar
formato:	SC_GPOITECN1 INFORME TECNICO

Reporte de Informe Técnico

Sección:	SC_SEC01
Pregunta:	<i>AVANCES RELEVANTES DEL PROYECTO EN LA ETAPA</i>
Respuesta:	<p>El proyecto contempla 3 objetivos principales: a) Desarrollo de un sistema de bajo costo de terapia por gestos b) Estudio clínico controlado para evaluar la efectividad del sistema c) Análisis de la reorganización del sistema motor mediante fMRI En los tres aspectos se han tenido avances importantes que se detallan a continuación. a) Desarrollo del sistema de terapia por gestos Se ha terminado un primer prototipo del sistema de terapia por gestos orientado a ayudar a la rehabilitación de pacientes que han sufrido una enfermedad vascular cerebral, en particular en el movimiento de las extremidades superiores. Dicho prototipo incluye una serie de actividades en un ambiente de realidad virtual orientadas a rehabilitación; y un sistema de seguimiento visual que mediante una cámara sigue el movimiento de la mano del paciente, obtiene sus coordenadas en 3 dimensiones, y le permite interactuar con el ambiente virtual para llevar a cabo la terapia. El sistema actual utiliza una sola cámara para hacer el seguimiento, lo que facilita el que eventualmente pueda usar utilizado por el paciente en su hogar. Un prototipo funcional del sistema se encuentra en operación en la Unidad de Rehabilitación del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía (INNN) en México D.F.; con este sistema se están haciendo pruebas clínicas con pacientes. b) Estudio clínico controlado Se ha concluido una primera fase de un estudio clínico controlado del sistema de terapia por gestos en el INNN. Se incluyeron 22 pacientes con secuelas de EVC isquémico crónico, se dividieron aleatoriamente en dos grupos aplicándose un programa por 15 sesiones, 3 veces por semana empleando el software con actividades de la vida diaria simuladas ¿terapia por gestos¿ para el grupo experimental y actividades de terapia ocupacional para el grupo control. El periodo de la investigación fue de Agosto a Diciembre del 2008 en el INNN, la valoración fue mediante las escalas de Fugl Meyer, Índice Motor y se aplicó al final del tratamiento la escala de motivación intrínseca. Ambos grupos mostraron una recuperación motora estadísticamente significativa en las escalas empleadas ($p < 0.005$) por lo que ambos tratamientos mejoran la funcionalidad del miembro torácico parético. Los pacientes del grupo en estudio mostraron una mayor motivación durante el tratamiento. c) Análisis mediante fMRI Se realizó el diseño del paradigma motor: la metodología para la aplicación de los estímulos del paradigma motor a los pacientes de EVC en resonancia magnética funcional. Se realizó un estudio y validación de la metodología de análisis y procesamiento de imágenes cerebrales de los pacientes de EVC. En base a las metodologías desarrolladas se realizó un primer estudio piloto con un paciente, analizando su actividad cerebral antes y después de las 15 sesiones de terapia en base al prototipo desarrollado. Los resultados demuestran un incremento significativo de activación en ciertas zonas del cerebro como resultado de la terapia.</p>
Pregunta:	<i>LOGRO DE METAS Y OBJETIVOS ALCANZADOS RESPECTO A LO COMPROMETIDO</i>
Respuesta:	Se han alcanzado, e incluso superado, las metas planteadas para la primera etapa del proyecto. Las metas planteadas fueron las siguientes: 1) Contar con un prototipo del sistema de

	<p>rehabilitación 2) Diseño del protocolo para el estudio clínico y el análisis mediante fMRI 3) Al menos dos publicaciones en congreso internacionales A continuación se detalla lo alcanzado respecto a estos 3 objetivos. 1) Prototipo del sistema de rehabilitación: El prototipo ha sido concluido y se encuentra operando ya hace varios meses en el INNN donde está siendo utilizado por pacientes guiados por un terapeuta. Se hizo un documento detallado que describe el sistema y actualmente se está analizando la posibilidad de patentarlo (esto se detalla más adelante). Algunos aspectos técnicos del sistema se describen en algunas de las publicaciones que se listan abajo. 2) Protocolo y estudio clínico: Se elaboró el protocolo para los estudios clínicos, siendo este aprobado por el INNN: Protocolo de Investigación Clínica No. 48/08, titulado "Evaluación Funcional de los Efectos de Rehabilitación con Tecnología de Extremidades Superiores después de EVC". Se realizó un primer estudio clínico comparativo con resultados prometedores, el cual se reporta en dos publicaciones. Se definió la metodología para el análisis mediante fMRI y se realizó un primer estudio piloto con buenos resultados, reportándose en dos publicaciones. Se ha hecho un primer estudio del uso de acelerómetros para evaluar el impacto de la rehabilitación en casa. 3) Publicaciones: Se han generado las siguientes publicaciones en diversos congresos nacionales e internacionales en base a los resultados del proyecto a la fecha: J. Gutierrez, M. Saldaña, "Neural Network-Based Image-to-Motor modeling", IX Simposio Mexicano de Cirugía Asistida por Computadora y Procesamiento de Imágenes (MEXCAS), pp. 35-41, septiembre 4-5, 2008. http://labrp.cic.ipn.mx/~mexcas08/ Lederwm, 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. M. Negrete, M. Matamoros, J. Oliveres, R. Leder, R. "Nintendo Wii Remote como un subsistema inalámbrico para adquisición digital de datos de señales fisiológicas relevantes en la terapia física". Pan American Health Care Exchange, (PAHCE) 16-20 Mar-09, Mexico, D.F. IEEE 978-1-4244-3669-9 J. Gutierrez, L. E. Sucar, R. Leder, J. Hernández, R. Carrillo, R. Reséndiz, I. Sánchez, "Functional evaluation of computer game-based upper-extremity rehabilitation effects after stroke". Proceedings of the Pan American Health Care Exchanges (PAHCE), Marzo 16-20, 2009. pp. 1, IEEE 978-1-4244-3669-9 L. E. Sucar, R. Leder, J. Hernández, I. Sánchez, A. Molina, "Gesture Therapy: a Clinical Evaluation", Proceedings of the 3rd International Conference on Pervasive Technologies for Health Care, ICST, Londres, GB, 2009. L. Enrique Sucar, Ron Leder, Jorge Hernández, Israel Sánchez, y Gildardo Azcárate, "Clinical Evaluation of a Low-Cost Alternative for Stroke Rehabilitation", IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR), Japón, 2009 (por publicarse).</p>
Pregunta:	<i>PARTICIPACIÓN E INTEGRACIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO.</i>
Respuesta:	<p>Se integró y consolidó el grupo de trabajo en las 3 instituciones participantes, conformado por las siguientes personas: INAOE - Dr. L. Enrique Sucar, Investigador - líder del proyecto, dirección del desarrollo del sistema de rehabilitación de terapia por gestos. - M.C. Roger Luis Velásquez, Asistente de Investigación - desarrollo y documentación de los programas para el sistema de terapia por gestos. - Ing. Josué Sánchez, estudiante de maestría INAOE - desarrollo de técnicas de visión computacional basadas en características invariantes para la localización y seguimiento de la mano del paciente. INNN - Dr. Jorge Hernández, médico especialista en rehabilitación - coordinación de las pruebas clínicas y asesor en el diseño del sistema de terapia por gestos. - Dr. Jorge Arturo Gutierrez, investigador - coordinación del análisis en base a fMRI. - Dr. Israel Sánchez, terapeuta - encargado de las pruebas clínicas. - Ing. Claudia Ivette Ledesma Ramirez, estudiante de Ing. Biomédica de la UAM, soporte técnico al sistema en el INNN. - Lic. Marisol Saldana Celaya, psicóloga educativa de la UPS - análisis de los estímulos visomotores para la aplicación en resonancia magnética. UNAM - Dr. Ronald Leder, investigador - coordinación de los estudios mediante acelerómetros, asesor en los estudios clínicos y diseño del sistema. - Norma Saiph Savage, estudiante de licenciatura UNAM - desarrollo del software para el sistema Wii para rehabilitación y protocolo de comunicación "bluetooth". - Mauricio Matamoros, estudiante de licenciatura UNAM - adaptación del sistema Wii para rehabilitación y configuración de acelerómetros para estudio clínico.</p>
Pregunta:	<i>PRODUCTOS O RESULTADOS GENERADOS TRANSFERIBLES AL SECTOR USUARIO.</i>
Respuesta:	<p>Se ha desarrollado un sistema computacional para rehabilitación de extremidades superiores después de un EVC (denominado terapia por gestos o "gesture therapy"), el cual permite al paciente realizar la rehabilitación mediante la interacción en un ambiente de realidad virtual, realizando el seguimiento de los movimientos de la mano a través de una cámara y software. Un prototipo del sistema está operando en la unidad de rehabilitación del INNN. Se está analizando la factibilidad de patentar este sistema para su posterior transferencia a la industria. Un análisis del mercado potencial muestra que hay un amplio mercado tanto en México como en el extranjero, ya que prácticamente no existen sistemas con estas características de bajo costo.</p>
Pregunta:	<i>FORMACION DE RECURSOS HUMANOS QUE HAN OBTENIDO EL GRADO CON PRESUPUESTO DEL PROYECTO HASTA LA FECHA DE ENTREGA DE ESTE INFORME (Mencionar nombre, número del estudiante y nivel).</i>
Respuesta:	<p>Hay actualmente 3 estudiantes que son apoyados con presupuesto del proyecto, uno de maestría y dos de licenciatura, pero ninguno de ellos ha obtenido el grado; esperamos reportarlos en la siguiente etapa.</p>
Pregunta:	<i>OBSERVACIONES RELEVANTES AL EJERCICIO DEL PRESUPUESTO AUTORIZADO POR EL</i>

	<i>FIDEICOMISO.</i>
Respuesta:	Gasto corriente: El presupuesto ejercido y comprometido cubre todo lo asignado para la primera etapa, incluyendo gastos en los diversos rubros autorizados. El ejercicio en becas ha sido menor dado el tiempo requerido por los trámites de autotización de becarios, se espera que esto se compense en el siguiente periodo. Gasto de inversión: Se ha ejercido lo autorizado para equipo de cómputo. En cuanto a equipo de laboratorio, falta una parte por ejercer, ya que para esto se requería primero hacer el diseño de la "manija" que utiliza el paciente y la cual incluye un sensor de presión. Actualmente se esta tramitando la compra del resto del equipo de laboratorio. Convenios: Se realizaron convenios específicos entre le INAOE y las dos otras instituciones participantes, UNAM e INNN, para soportar la transferencia de recursos a dichas instituciones de acuerdo a lo planteado en la propuesta.
Pregunta:	<i>CUALES HAN SIDO LAS DESVIACIONES A LAS METAS COMPROMETIDAS EN LA ETAPA.</i>
Respuesta:	No hay desviaciones significativas de acuerdo al cronograma de actividades del proyecto
Pregunta:	<i>ACCIONES CONSIDERADAS PARA CORREGIR LAS DESVIACIONES.</i>
Respuesta:	No hay desviaciones significativas de acuerdo al cronograma de actividades del proyecto
Pregunta:	<i>ESTADO DE LAS APORTACIONES COMPLEMENTARIAS COMPROMETIDAS (CASO DE EMPRESAS).</i>
Respuesta:	No aplica.
Pregunta:	<i>COMPROMISOS PARA EL PERÍODO SIGUIENTE.</i>
Respuesta:	De acuerdo al plan de actividades y los avances a la fecha, las metas principales para el siguiente periodo son las siguientes: 1) Sistema de rehabilitación de bajo costo (terapia por gestos): - Concluir el desarrollo de un segundo prototipo del sistema que incorpore un sensor de presión y un nuevo conjunto de juegos virtuales para rehabilitación. - Concluir el análisis de la patentabilidad del sistema. 2) Estudio clínico comparativo: - Concluir una segunda fase del estudio clínico con el sistema en el INNN, e iniciar estudios en al menos otra institución. - Realizar el análisis mediante fMRI para los pacientes que participen en el estudio clínico. - Terminar el protocolo y herramientas para los estudios de los pacientes en casa mediante acelerómetros. 3) Publicaciones: - Enviar un artículo a una revista científica indexada. - Dos publicaciones en congresos internacionales. 4) Formación de recursos humanos: - Una tesis de maestría concluida. - Una tesis de licenciatura concluida.
Observaciones / Justificación:	Hasta la fecha el avance del proyecto es muy satisfactorio, superando lo comprometido para la primera etapa. Los principales logros a la fecha son los siguientes: 1) Un prototipo del sistema de rehabilitación de bajo costo (terapia por gestos) concluido y operando en el INNN. 2) El protocolo clínico aprobado por el INNN 3) Un primer estudio clínico comparativo del sistema de rehabilitación concluido con resultados prometedores. 4) Un estudio piloto del análisis mediante fMRI terminado con resultados satisfactorios. 5) El grupo de investigación consolidado en las 3 instituciones. 6) Seis publicaciones en congresos nacionales e internacionales.

Documentos Anexos