

Asistente Robótico Socialmente Interactivo para Terapias de Rehabilitación Motriz con Pacientes de Pediatría

L.V. Calderita^{a,*}, P. Bustos^a, C. Suárez Mejías^b, F. Fernández^c, R. Viciano^d, A. Bandera^e

^aRoboLab, Universidad de Extremadura, Cáceres, España.

^bGrupo de Innovación Tecnológica, UCAi, Hospital Universitario Virgen del Rocío, Sevilla, España.

^cPlanning and Learning Group, Universidad Carlos III de Madrid, España.

^dGrupo M2P, Universidad de Jaén, Linares, España.

^eGrupo ISIS, Universidad de Málaga, Málaga, España.

Resumen

El objetivo de las terapias de rehabilitación motriz es la recuperación de zonas dañadas mediante la repetición de ciertas actividades motrices. En este esquema, la recuperación del paciente depende directamente de su adherencia al tratamiento, por lo que las terapias convencionales, con sus intensivas sesiones de rehabilitación que se prolongan en el tiempo, provocan en numerosas ocasiones su desmotivación, haciendo que no se consiga siempre que éste cumpla con los objetivos fijados. Por otra parte, la correcta ejecución de estas terapias en hospitales y otros centros médicos requieren una dedicación y esfuerzo importante y continuado por parte de los profesionales médicos, lo que supone a su vez un coste importante para las instituciones sanitarias. En este ámbito de aplicación, este artículo describe el desarrollo de una terapia de rehabilitación motriz novedosa, centrada en un robot socialmente interactivo, que se convierte en fuente de motivación pero también en un asistente para llevar a cabo terapias rehabilitadoras personalizadas. La experiencia ha sido también el germen del diseño e implementación de una arquitectura de control novedosa, RoboCog, que ha dotado al robot de las capacidades perceptivas y cognitivas que le permiten exhibir un comportamiento socialmente desarrollado y pro-activo. Las pruebas de verificación llevadas a cabo sobre los distintos elementos de la arquitectura muestran el correcto funcionamiento de éstos y de su integración con el resto de la arquitectura. Además, dicha terapia ha sido evaluada satisfactoriamente en sesiones individuales con pacientes de pediatría con parálisis braquial obstétrica (PBO), una patología producida por un daño adquirido en el momento del nacimiento y que afecta a la movilidad motriz de las extremidades superiores, pero no a sus capacidades intelectuales y comunicativas. Copyright © 2014 CEA. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Palabras Clave:

Rehabilitation therapies, Socially assistant robotics, Human-Robot Interaction,

1. Introducción

Con el objetivo de ayudar a pacientes cuyo sistema neuromuscular presenta algún tipo de déficit, los tratamientos de rehabilitación motriz explotan la plasticidad que presenta dicho sistema para, con la repetición de ciertos ejercicios físicos o cognitivos, forzar el establecimiento de un nuevo patrón de conexiones (neuroplasticidad inducida (Dobkin, 2004)) y, gracias a ello, recuperar su funcionalidad (Leocani and Comi, 2006).

En este esquema, la recuperación del paciente depende directamente de su adherencia al tratamiento, por lo que las terapias convencionales, con sus intensivas sesiones de rehabilitación que se prolongan en el tiempo, provocan en numerosas ocasiones su desmotivación, haciendo que no se consiga siempre que éste cumpla con los objetivos fijados (Díaz et al., 2011). Por otra parte, la correcta ejecución de estas terapias en hospitales y otros centros médicos requieren una dedicación y esfuerzo importante y continuado por parte de los profesionales médicos, lo que supone a su vez un coste importante para las instituciones sanitarias (Díaz et al., 2011). Entre otras alternativas, la Robótica ha empezado a destacar recientemente como una herramienta útil a la hora de paliar estos inconvenientes. Uno de los campos de investigación más activos en este sentido, especialmente para el caso de pacientes de pediatría, es el del diseño e implementa-

* Autor en correspondencia.

Correos electrónicos: lvalderita@unex.es (L.V. Calderita),
pbustos@unex.es (P. Bustos),
cristina.suarez.exts@juntadeandalucia.es (C. Suárez Mejías),
ffernandez@uc3m.es (F. Fernández), rviciano@ujaen.es (R. Viciano),
ajbandera@uma.es (A. Bandera)

ción de asistentes robóticos con capacidades sociales (*socially assistive robots*, SAR) (Mataric, 2006), utilizados por el terapeuta como fuentes de motivación y entrenamiento personalizadas y que no llegan, sin embargo, a entrar en contacto físico con el paciente para ayudarles a hacer los movimientos. Para conseguir esta adherencia al tratamiento, estos robots ofrecen canales naturales de interacción (gestos, expresiones faciales o diálogo), y adaptan la terapia al estado del paciente. Las ventajas de estos robots sociales, capaces de participar en la terapia sin verse afectados por el cansancio, monitorizando, al mismo tiempo, el progreso del paciente durante la terapia, los hace aparecer como soluciones económicamente viables a la necesidad tanto de mantener la adherencia del paciente a un proceso de rehabilitación extenso y particularizado como de apoyar la labor del terapeuta.

En este ámbito de aplicación, este artículo describe nuestra experiencia en el desarrollo y evaluación de un robot socialmente interactivo adaptado a la conducción y monitorización de terapias de rehabilitación motriz. En coordinación con el Grupo de Innovación Tecnológica y la Unidad de Gestión Clínica de Rehabilitación del Hospital Universitario Virgen del Rocío (Sevilla), se ha trabajado en un caso de uso clínico concreto: pacientes pediátricos, de entre cuatro y siete años, afectados de déficit motor en alguno de sus miembros superiores debido a parálisis braquial obstétrica (PBO), pero sin afectación de sus capacidades intelectuales. Esta es una de las patologías más prevalentes relacionadas con los déficits motores y cognitivos. Los pacientes pediátricos, además, son uno de los colectivos más interesantes de cara a aplicar este tipo de sistemas robóticos ya que muestran un alto grado de interés y colaboración en escenarios de interacción con robots sociales.

Partiendo de la hipótesis de que todo el contexto (tipo de paciente y sesión, tareas a realizar...) influye en la satisfactoria resolución del problema, se ha diseñado un robot cuyo aspecto externo se adapta al entorno de trabajo, cuya estructura hardware permite, a un coste relativamente bajo, soportar las numerosas sesiones terapéuticas y cuya arquitectura software proporciona al robot las capacidades perceptivas y cognitivas necesarias para interactuar con el paciente, adaptarse a un escenario siempre cambiante y proporcionar apoyo al paciente. Con este fin, esta arquitectura incluye, aparte de las funcionalidades robóticas básicas (por ejemplo, control de movimiento o de sensores), componentes y funcionalidades más avanzadas, que permiten al robot detectar y monitorizar personas usando información proveniente de distintas fuentes (visión o profundidad) e interactuar con ello usando canales de comunicación natural, como el diálogo, la expresión facial o la adopción de determinadas posturas con su cuerpo. Con el propósito de dotar al robot de una mayor seguridad en sus respuestas motrices, pero sin que ello implique un retardo en las mismas, la arquitectura de control ha evolucionado desde las primeras pruebas hasta organizarse en torno a una representación interna que incluye al robot, el paciente y los objetos que los rodeen. Al contar con una descripción o modelo interno y un motor de simulación, esta novedosa arquitectura, RoboCog, permite al robot predecir el resultado de las acciones de los actores en escena, y así exhibir un comportamiento pro-activo, que le permite anticiparse a

las necesidades del paciente y al resultado de sus propias acciones. Esta representación interna se realimenta con percepciones y acciones que deben modelar la escena sin excesivo detalle, pues el coste de su mantenimiento la haría inviable, y con incertidumbre, pues lo percibido está sujeto a numerosas fuentes de error.

1.1. Contribuciones

Desde un punto de vista global, la principal contribución de este trabajo es la incorporación de tecnología robótica actual a la realidad de las terapias de rehabilitación motriz, formulada desde un punto de vista muy práctico. Las razones que subyacen tras este esfuerzo son varias. Por una parte, dado que la rehabilitación médica es una terapia de conducta, en la que los ejercicios físicos deben ser aplicados con la frecuencia e intensidad adecuadas, los robots sociales, con una gran capacidad para percibir a la persona, pueden ser un monitor muy seguro que permite además el registro preciso de los movimientos del paciente. En este sentido, los avances experimentados con la incorporación de las cámaras RGBD (Red-Green-Blue y profundidad (Depth)) se han combinado con modelos para robustecer y mejorar la captura de movimiento (Calderita et al., 2013a). Por otra parte, el robot consigue, en su interacción con el niño, una cercanía que lo convierte más en un compañero o elemento del juego que en un monitor citepcalderita:2013a.

Desde un punto de vista técnico, este trabajo aporta en la terapia de rehabilitación motriz sin contacto físico el empleo de un robot que, en su diseño final, presenta las siguientes contribuciones:

- Emplear una arquitectura cognitiva novedosa, RoboCog, que cubre todo lo requerido por la plataforma: planificación de alto nivel, razonamiento y percepción a bajo nivel, y modelado de entornos dinámicos. Los módulos de esta arquitectura están fuertemente ligados con el resto de contribuciones citadas en esta lista.
- Modelar las terapias de rehabilitación motriz como tareas de planificación automática. Esto requiere el modelado de todos los aspectos que aparecen en un proceso de interacción persona-robot desde la perspectiva de la planificación automática, así como la formalización de las sesiones teniendo en cuenta la incertidumbre del problema a abordar. La arquitectura a alto nivel también integrará capacidades de replanificación y aprendizaje.
- Representar internamente tanto su propio cuerpo (robot) como el resto del entorno externo. Este modelo interno permite al robot ser pro-activo, esto es, interpretar la información sensorial para predecir lo relevante del futuro inmediato. El modelo interno tendrá capacidades de emulación, de forma que las acciones ejecutadas serán inicialmente procesadas como acciones virtuales, y producirán percepciones virtuales en tiempo real. Para evitar el desacoplamiento entre el modelo interno y la realidad (*grounding problem*), la arquitectura cuenta con comportamientos específicos que permiten actualizar selectivamente este modelo interno, así como dirigir los recursos

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/1701796>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/1701796>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)