

Ayudas Técnicas

APLICACIONES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN TECNOLOGÍA DE LA REHABILITACIÓN

PREMIO INSERSO 1995 A LA INVESTIGACIÓN

INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA

Por Rubén Lafuente

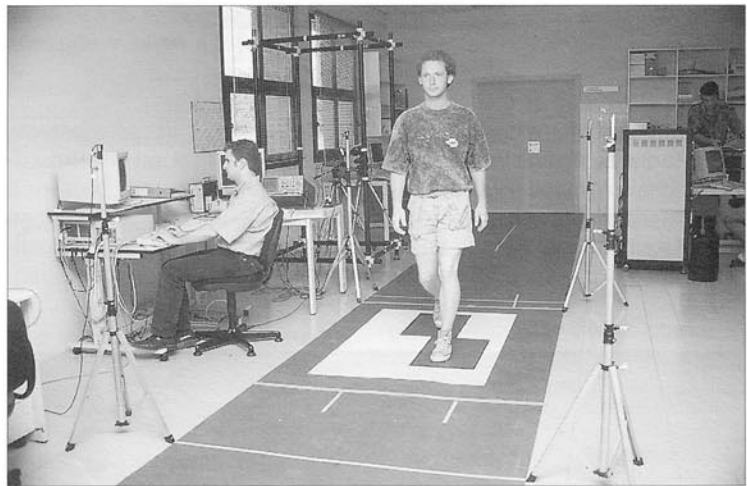
INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA

Por Tecnología de la Rehabilitación (TR) se entiende una tecnología no únicamente médica, con la que frecuentemente se confunde, sino aquella que, además de facilitar el proceso de rehabilitación de un paciente, soporta la existencia de la persona rehabilitada en sus actividades diarias y aporta soluciones de diversa índole. Estas soluciones se basan en el empleo de las ayudas técnicas, tales como bastones, muletas, andadores, sillas de ruedas, prótesis, ortesis, etc.

Primeramente se destaca la relevancia que ha adquirido en la actualidad la TR puesta de manifiesto por una serie de iniciativas a nivel europeo (por ejemplo, el reciente estudio de la UE denominado HEART) y nacional. Éstas subrayan la necesidad de aplicar herramientas objetivas a la hora de llevar a cabo tanto el diagnóstico de deficiencias físicas, como la valoración de la discapacidad, y evaluar la adaptación de las distintas ayudas técnicas desarrolladas para paliarla.

Se ofrece a continuación una panorámica actual de las necesidades detectadas en el terreno de la discapacidad en cuanto a la falta de aplicación de una tecnología común, la confusión terminológica y la carencia de elementos objetivos a la hora de explorar y caracterizar al paciente. Asimismo se describen los antecedentes conocidos en materia de equipamiento para el estudio objetivo del sujeto y métodos de interpretación de los resultados obtenidos. En este sentido, se ex-

El trabajo presenta las actividades desarrolladas y los resultados alcanzados a lo largo de una línea de investigación del Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV), que ha pretendido explorar la aplicación de sistemas de Inteligencia Artificial a la valoración de la discapacidad a partir de mediciones obtenidas con equipos biomecánicos sofisticados.



Laboratorio de análisis de movimientos del IBV

pone la conveniencia de abordar el diseño de sistemas expertos para la ayuda a la decisión del profesional de la TR, desde la perspectiva de su posible implantación en ambientes relacionados con este sector.

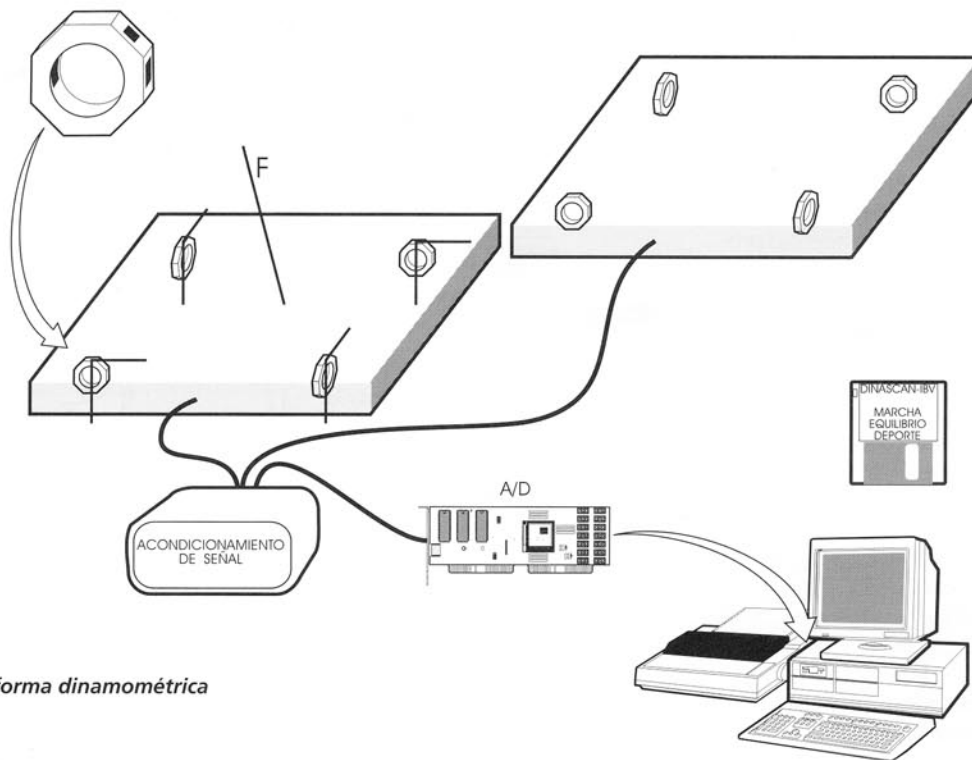
Previa explicación de los orígenes de este estudio, que se remontan a los comienzos del propio IBV, el grupo de investigación, integrado por profesionales de distintas disciplinas como Ingeniería, Informática y Medicina, propone como **objetivos** del trabajo los siguientes:

- Valoración diagnóstica de deficiencias del aparato loco-

tor, es decir, la detección de alteraciones orgánicas en articulaciones, músculos y sistema nervioso.

- Valoración de discapacidades motóricas, esto es, la determinación del grado de afectación en un sujeto de su enfermedad o de las alteraciones de su aparato locomotor.
- Evaluación y adaptación de ayudas técnicas, que equivale a averiguar si una ayuda técnica está cumpliendo su función de forma adecuada y definir nuevos métodos para





Plataforma dinamométrica

adaptar óptimamente dicha ayuda al futuro usuario.

Como aportación básica del trabajo de investigación, se enumeran los desarrollos de **sistemas electrónicos de medida** llevados a cabo en el Instituto de Biomecánica de Valencia en los últimos años. En particular, se abordan diversas técnicas de registro de cargas, técnicas para el registro de movimientos y técnicas para el registro de dimensiones. Entre las más importantes se destacan las siguientes:

- Plataforma dinamométrica, para medir la fuerza que ejerce el pie durante el apoyo al caminar, correr o mantener la bipedestación.
- Plantilla instrumentada, para registrar la distribución de presiones entre el pie y el calzado durante la ejecución de cualquier movimiento.
- Sistema de fotogrametría, para cuantificar en tres dimensiones el movimiento de un cuerpo y poder obtener sus coordenadas en cualquier ins-

tante.

- Antropómetro electrónico, para realizar mediciones de distancias, disimetrías, ángulos, inclinaciones, etc en el cuerpo humano de forma asistida por ordenador.

El trabajo presenta como aportación adicional la visión del problema de **valoración del sujeto discapacitado** desde una óptica ingenieril, en la que el sujeto es considerado un sistema biológico complejo, para cuya comprensión es necesario recurrir a técnicas avanzadas de la Estadística y la Inteligencia Artificial. Como forma de tratar los datos generados mediante las técnicas de registro anteriormente citadas se proponen las siguientes posibilidades:

- Análisis estadístico multivariante, entre cuyos métodos destaca el análisis discriminante de Fisher.
- Redes neuronales artificiales, que son arquitecturas simuladas por ordenador que emulan el funcionamiento del cerebro humano y aprenden a

reconocer y clasificar determinadas características en los patrones biomecánicos registrados. Las redes neuronales, más conocidas desde los años ochenta, pertenecen al mundo de la Inteligencia Artificial.

- Lógica borrosa o difusa, que es una aproximación teórica para el tratamiento de problemas difíciles de resolver con los métodos matemáticos y lógicos convencionales. Ésta, empleada con profusión en países como Estados Unidos y Japón, es considerada mayoritariamente como otra técnica de Inteligencia Artificial.

El grupo investigador emplea las técnicas de interpretación descritas, exponiendo los logros alcanzados en este sentido. Éstos se han plasmado en el **desarrollo de un paquete de software para el diseño automático de sistemas expertos para el diagnóstico y valoración de alteraciones del aparato locomotor (NEUROMED)[®]**, basado en redes neuronales y en lógica borrosa.



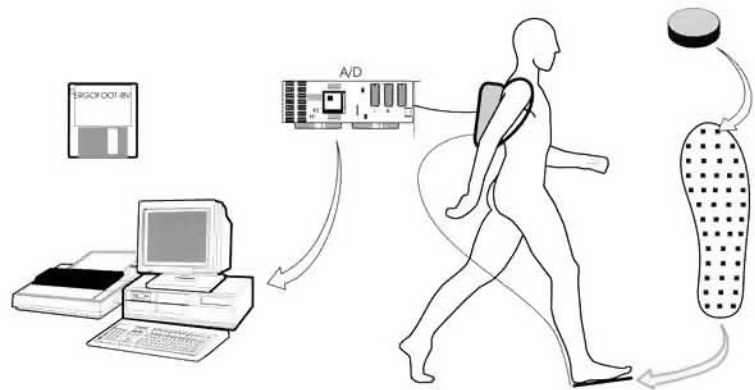
Ayudas Técnicas

El trabajo de investigación recoge a continuación **tres ejemplos de aplicación** que ilustran el nuevo planteamiento para la solución de diversos problemas en el mundo de la discapacidad, con indudable interés asistencial. Estos ejemplos pretenden mostrar el potencial de las herramientas propuestas por medio de ensayos preliminares; resultados definitivos de su aplicación surgirán en un futuro cercano, tras su incorporación en ambientes asistenciales. Cada uno de los ejemplos hace mención a los objetivos globales planteados en la investigación.

El primer ejemplo surge como resultado de una línea de investigación en marcha humana, en la que se demuestra la utilidad de las herramientas de Inteligencia Artificial para la **detección y el diagnóstico de patologías del aparato locomotor**, en concreto, la artrosis de rodilla. Como equipo de medida se emplean únicamente plataformas dinamométricas.

En el segundo ejemplo se aborda la **valoración de una discapacidad de la marcha** surgida como consecuencia de una enfermedad (artrosis). En base a registros de plataforma dinamométrica, y correlacionando los resultados con escalas clínicas de valoración funcional, se llega a conclusiones interesantes de cara a una posible evaluación objetiva de la discapacidad motórica.

El tercer ejemplo constituye un método alternativo para la **determinación de criterios objetivos para el diseño y la adaptación de ayudas técnicas**, basado en una encuesta realizada a usuarios de sillas de ruedas. Empleando el análisis estadístico multivariable y la lógica borrosa, se consiguen establecer relaciones causa-efecto entre algunos parámetros dimensionales de la silla de ruedas y la opinión subjetiva del usuario sobre aspectos de confort, seguridad, maniobrabilidad, estética, etc. Asimismo se extraen ciertas reglas generales que rigen el comportamiento del sujeto y cuyo

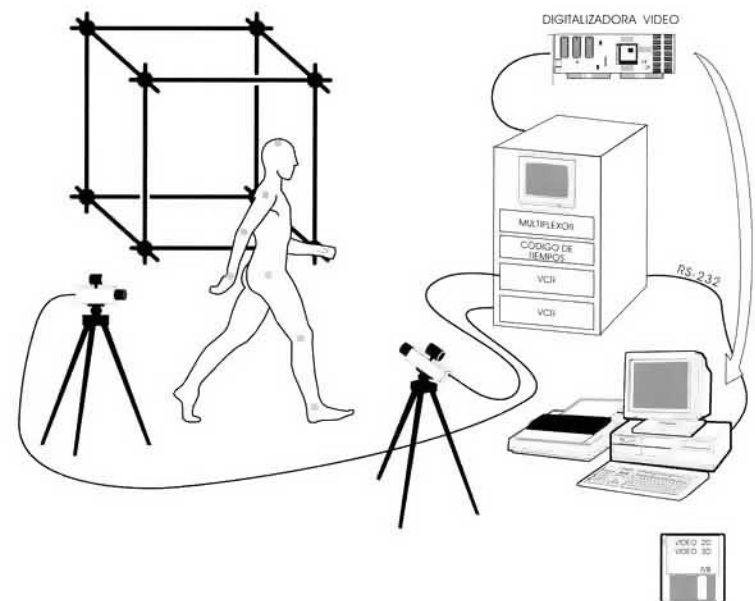


Plantilla instrumentada

análisis posterior facilita la adopción de criterios óptimos de diseño, los cuales recogen las características del propio sujeto y las del uso intencionado de la silla de ruedas.

El trabajo finaliza apuntando una serie de **conclusiones** que se desprenden de los métodos y ejemplos descritos y que se centran en las tres áreas de actividad estudiadas: diagnóstico de patologías, valoración objetiva de la discapacidad y valoración y adaptación de ayudas técnicas. Como

síntesis del trabajo destacaríamos su propia motivación, que nace como respuesta a una doble necesidad detectada tanto en el colectivo de discapacitados, como en el entorno responsable de su atención. La aplicación de la Inteligencia Artificial en este contexto no es, en cualquier caso, una consecuencia de los métodos desarrollados, sino más bien una propuesta de solución de los problemas existentes en el mundo de la Tecnología de la Rehabilitación.



Sistema de fotogrametría