

SISTEMA TUTOR INTELIGENTE (STI) PARA LA INTEGRACIÓN LABORAL DE TRABAJADORES CON SÍNDROME DE DOWN

Karmele Lz. de Ipiña (3), Ekaitz Zulueta (3), Mikel Peñagarikano (3), Germán Bordel (3), Nestor Garay (3), Jon Ander Elorriaga (3), Jose Manuel López (3), Eloy Irigoyen (3), Aitzol Ezeiza (3), Jesús M^a Lz. de Ipiña (1), Jokin Rubio (1), Celina Vaquero (1), Benjamín Rubio (1), Rafael Molinero (1), Javier Aguirre (2)

(1) Unidad de Seguridad Integrada (UDS) – Fundación LEIA

jesusli@leia.es

(2) Unidad de Ensayos Clínicos (UEC) – Fundación LEIA

jaguirre@htxa.osakidetza.net

(3) Universidad del País Vasco – Euskal Herriko Unibertsitatea

isplopek@vc.ehu.es

Resumen

La respuesta a la problemática que se plantea a la hora de la integración laboral de personas discapacitadas en un mercado cada vez más competitivo, pasa por la aportación concurrente de nuevas y avanzadas tecnologías. La oferta actual de herramientas y productos específicos es pequeña y lo es aún menos en el área de las ayudas para la capacidad cognoscitiva, como tutores informáticos, herramientas que pueden ayudar a estas personas a lograr su integración y una mayor autonomía.

El desarrollo de tutores inteligentes sobre plataforma móvil puede ofrecer una respuesta adecuada a esta problemática de integración. Este tipo de tutores busca adaptarse al usuario y compensar los efectos de la discapacidad potenciando el rendimiento individual y aumentando la capacitación del trabajador y la seguridad y salud en el puesto de trabajo.

Por otra parte, la integración en estos tutores de herramientas basadas en reconocimiento de patrones (voz e imágenes) y análisis de emociones humanas cumplen tareas complementarias en la utilización del sistema y rompen las barreras de

acceso a estos sistemas en casos de discapacidades físicas. Un aspecto que resulta crítico en la implementación laboral de este tipo de aplicaciones es su adaptación ergonómica específica (hardware y software) a las necesidades de los colectivos implicados, al objeto de conseguir herramientas con usabilidad industrial real y conformidad de producto sanitario.

El objetivo fundamental de este proyecto es el desarrollo de tutores inteligentes para personas con discapacidades y la integración de herramientas multimodales y análisis emocional para facilitar su uso. Por otra parte, se pretenden desarrollar las interfaces ergonómicas necesarias para garantizar la usabilidad de las aplicaciones finales en contextos laborales, así como realizar los planes de investigación clínica necesarios para validar tales aplicaciones y posibilitar su registro como producto sanitario.

El proyecto nace directamente de una necesidad planteada por la empresa empleadora de trabajadores discapacitados GUREAK ARABA S.L. (Grupo GUREAK) y se aborda desde una perspectiva multidisciplinar coordinada de tecnología y salud.

1. Introducción

La accesibilidad y/o adaptabilidad de entornos laborales al colectivo de personas discapacitadas se encuentra intrínsecamente ligado al diseño y desarrollo ergonómico de dispositivos, sistemas, productos o servicios, al diseño arquitectónico y urbanístico y al desarrollo de software, así como en su caso, al rediseño de los mismos. La variabilidad del colectivo discapacitado va a requerir que, para una misma herramienta o dispositivo, sea necesario el desarrollo de diferentes aplicaciones con objeto adaptar su uso a los diferentes colectivos que pudieran beneficiarse de su utilidad. En este sentido, los dispositivos de acceso a terminales y dispositivos de comunicaciones se enfrentan a los problemas de movilidad, destreza, coordinación y fuerza de las personas con discapacidades físicas; a los problemas de visión, audición y lenguaje de las personas con discapacidades sensoriales y a los problemas intelectuales, del lenguaje, de comprensión y de memoria de las personas con discapacidades psíquicas.

Los Sistemas Tutores Inteligentes (STIs) tratan de aplicar las técnicas de Inteligencia Artificial (IA) al desarrollo de sistemas de enseñanza asistida por ordenador con el propósito de construir sistemas de enseñanza inteligentes; el término *inteligente* se asocia a la capacidad de adaptación dinámica al desarrollo del aprendizaje. Un STI enfoca la enseñanza como un proceso de cooperación entre el tutor y el alumno en el que el tutor pretende enseñar ciertos conceptos y el alumno aprenderlos. En general este proceso está guiado por el tutor, el cual debe analizar el comportamiento del alumno tanto para conocer su estado de conocimiento como para satisfacer sus requerimientos y así poder determinar y aplicar, en cada momento, las estrategias de enseñanza más adecuadas. Estas estrategias deben resolver una serie de cuestiones prioritarias de forma que se realice con éxito el proceso de aprendizaje. Estas cuestiones son: qué explicar, con qué nivel de detalle, cuándo y cómo interrumpir al alumno y cómo detectar y corregir sus errores. Los cuatro componentes básicos que tradicionalmente se identifican en un STI son: *Módulo del Dominio*, *Módulo Pedagógico*, *Modelo del Estudiante* y *Módulo de Diálogo*.

En el mercado general de las TIC existen múltiples antecedentes en lo que se refiere a sistemas de enseñanza inteligente (SEI) cuyo objetivo último es capacidad de adaptación durante el proceso tutorial. Pueden señalarse en España las siguientes experiencias: el proyecto Grador de la Fundación Intras, sistema multimedia de evaluación y rehabilitación neuropsicológica; INMER-II, herramienta educativa en autismo mediante realidad virtual del Grupo ARTEC-Instituto de Robótica de la Universidad de Valencia y del Centro de Diagnóstico e Intervención de Valladolid; TUTTO, sistema de apoyo cognitivo para la ayuda a la resolución de tareas en el entorno laboral y doméstico de la Fundación para el Desarrollo de la Función Social de las Comunicaciones, así como diversos hardware y software de apoyo en tareas de control, movimiento y comunicación. Estos proyectos proporcionan, en general, respuestas concretas a necesidades muy particulares u orientan su misión a funciones rehabilitadoras.

La adaptación e integración de herramientas de ingeniería lingüística e inteligentes en el sistema de apoyo cognitivo para personas discapacitadas, se realiza teniendo en cuenta las directrices ergonómicas así como las necesidades específicas del colectivo al que va dirigido el sistema. No se puede caracterizar de forma única al colectivo de discapacitados, ni al de personas con Síndrome de Down (SD) al que iría destinado el Tutor, puesto que existe una enorme variabilidad. No obstante existen una serie de características físicas y psicológicas en las personas con SD que deben tenerse en cuenta: psicomotricidad gruesa y fina alterada, menor capacidad para inhibirse, dificultad para prever o comprender consecuencias de la conducta, mejor percepción y retención visual que auditiva, mayor tiempo de respuesta, dificultad en entender varias instrucciones dadas de forma secuencial. La ergonomía adaptativa debe dar respuesta adecuada a las situaciones planteadas por estas características personales, desglosando las tareas en mensajes breves y denotativos y presentando la información a través de más de un sentido (multisensorial). El desarrollo de la interfaz vocal palia además las dificultades de acceso al sistema. El sistema así desarrollado resulta adaptado, fácil de utilizar, interactivo, amigable, tolera los errores, proporciona las indicaciones requeridas

eliminando complejidades innecesarias y se adapta al ritmo y conocimientos del usuario. Por otra parte en el caso de plantas industriales se utilizarán plataformas móviles adecuadas para garantizar la robustez del sistema.

En España las especificaciones, en cuanto a TIC se concretan en las normas UNE 139801 y UNE 139802 que favorecen la accesibilidad a los ordenadores y la edición de programas informáticos. La telefonía móvil, una de las plataformas a considerar en el presente proyecto para la integración de las herramientas inteligentes, gracias a su portabilidad y potencial tecnológico, ha aportado importantes soluciones a las personas con discapacidad, pero aún es necesario mejorar determinados aspectos como los señalados de forma genérica para todos los terminales, la baja resolución de las pantallas que dificultan la visión y la lectura de las mismas, el reducido tamaño de los terminales y por tanto de las teclas que dificultan la pulsación y el sistema de menús, que dificulta su utilización por personas con problemas cognitivos, de memoria o baja visión.

2. El proyecto TUTOR: Objetivos y alcance

El objetivo fundamental del proyecto TUTOR es el desarrollo de un tutor inteligente, integrado sobre plataformas móviles (PDA, teléfono móvil), con una interface amigable, cómoda, flexible y adaptada ergonómicamente que permita tutorizar en tareas laborales al colectivo de personas con SD. Se pretende dotar a este colectivo de una herramienta que contribuya a la mejora de su autonomía, calidad de vida y prevención de riesgos en el trabajo, facilitando las tareas laborales y mejorando su proceso de integración en la vida laboral y cotidiana. También se pretende el registro del sistema diseñado como producto sanitario a través de un plan de investigación clínica conforme a la legislación vigente.

El proyecto se aborda de forma coordinada entre la empresa empleadora de trabajadores discapacitados GUREAK ARABA S.L. (Grupo GUREAK), la Fundación LEIA – CDT (UDS) y la Universidad del País Vasco (UPV/EHU) - Grupos de investigación GA-LAN, LPCNE, IXA, AHOLAB y el grupo de Inteligencia

Computacional. La colaboración de los distintos grupos y centros de investigación permite contar con toda una gama de tecnologías horizontales que cubren las necesidades de este proyecto.

El proyecto de carácter bianual (2004-2005) se desarrolla en seis fases diferenciadas:

1. Fase 1: Análisis y definición del Sistema Tutor Inteligente
2. Fase 2: Desarrollo de un simulador del tutor
3. Fase 3: Evaluación del prototipo
4. Fase 4: Análisis y desarrollo de la plataforma móvil
5. Fase 5: Desarrollo e integración en plataforma móvil
6. Fase 6: Evaluación final

En la figura 1 se muestran los cinco niveles de la arquitectura del STI.

3. Primeros resultados

Durante el año 2004 se ha desarrollado un prototipo de STI que continúa evaluándose, tanto a nivel de laboratorio como de campo y a lo largo del año 2005 se realizará su integración sobre plataformas móviles.

- Se ha realizado un análisis de las necesidades de apoyo a las personas con SD en su vida laboral, identificando, tanto sus características propias y distintivas (motricidad, atención, percepción, inteligencia, aspectos cognitivos, memoria, lenguaje, conducta, sociabilidad, etc) que definirán en gran medida las especificaciones del STI, como los ámbitos laborales donde está presente este colectivo. Esto ha permitido analizar, por una parte, CÓMO son las personas con SD y, por otra, QUÉ actividades tienen que realizar en el ámbito laboral.
- Para la integración en el STI se han seleccionado tareas laborales que las personas con SD realizan en oficina y taller, lo que permite verificar la eficacia del sistema en ambientes laborales muy distintos, sobre personas con distinta formación y con un entorno tanto físico como personal diferente. De la misma manera, los requisitos físico - cognitivos de las tareas son diferentes y complementarios. Todo esto ha permitido una programación posterior abierta y modular que facilitará la introducción de nuevas tareas en el STI.

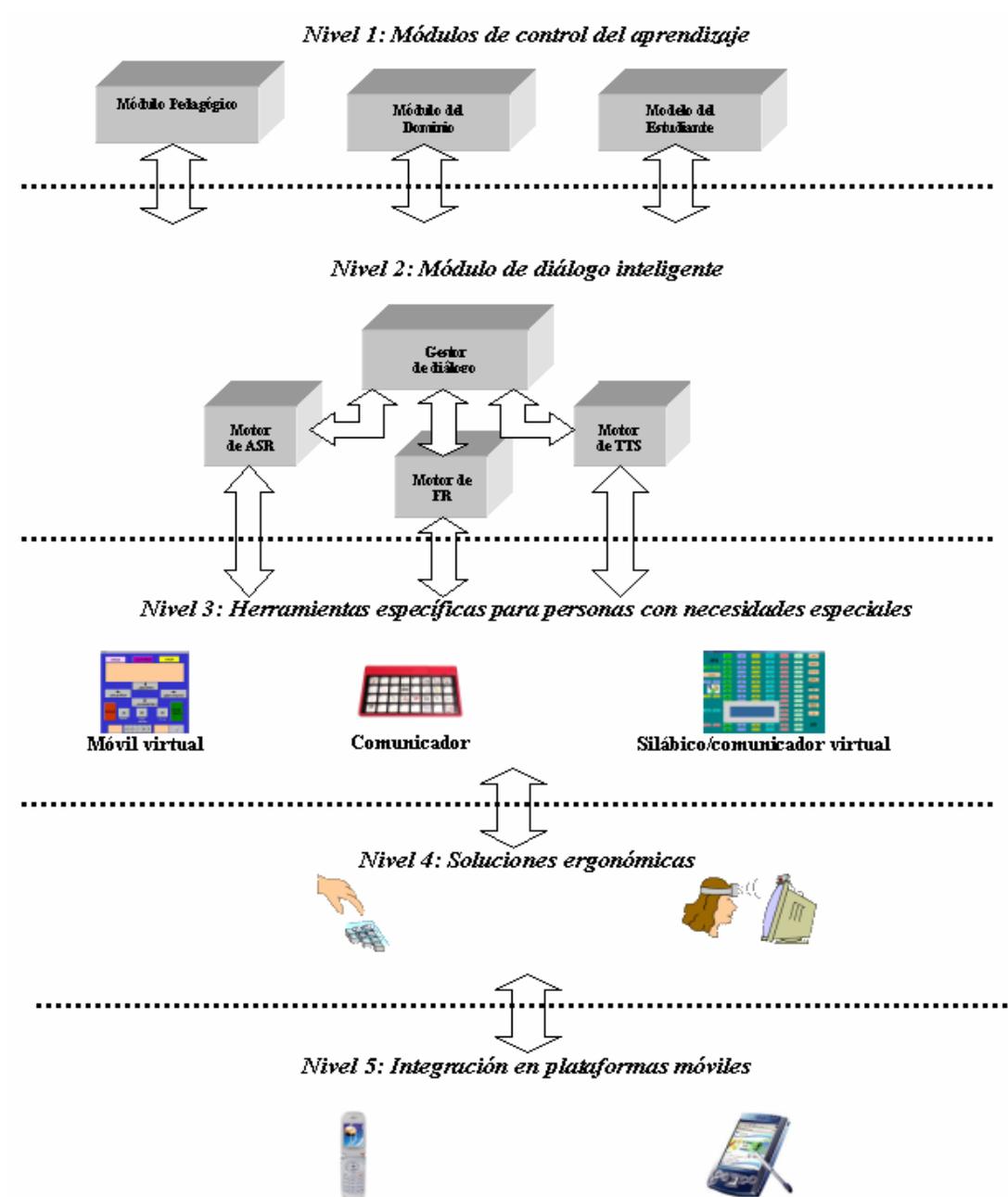


Figura 1 Arquitectura de diseño y desarrollo del Sistema Tutor Inteligente (STI) sobre plataforma móvil

Los módulos desarrollados han sido los siguientes:

1. Módulo de dominio, que contiene el conocimiento de la materia que se pretende enseñar. El módulo desarrollado es un módulo completamente configurable que permite incluir nuevas tareas laborales a desarrollar por el usuario.
2. Módulo pedagógico, donde se representan las diferentes estrategias de enseñanza y se implementan los métodos de control de la sesión mediante la elección y secuenciación adecuada de dichas estrategias.
3. Módulo de estudiante que representa la imagen que el sistema tiene del conocimiento que ha adquirido el estudiante durante el proceso de instrucción. Este módulo es totalmente configurable para la persona de apoyo del usuario.
4. Desarrollo del módulo de diálogo: Define la interfaz de comunicación del sistema con el usuario y es el encargado de traducir las intervenciones del sistema a una representación inteligible por el usuario y de transformar las entradas del estudiante a la representación interna que maneja el sistema.
5. Desarrollo de herramientas básicas: Se han desarrollado las herramientas que dotan al STI de su capacidad inteligente (motores de tratamiento de habla, motor de reconocimiento facial, gestor del módulo de diálogo) y también un conjunto de aplicaciones prototipo con capacidades inteligentes orientadas a discapacitados (silábicos, comunicadores, herramientas de control por voz y reconocimiento de rasgos faciales). Estas herramientas contribuirán a hacer accesible el tutor a personas con discapacidades motoras.

En el desarrollo de los módulos del STI se ha utilizado “*xhtml*”, por su carácter de estándar y su extensibilidad y “*java*” por su carácter multiplataforma. Tanto el “*xhtml*” como el “*java*” facilitarán la exportación de estos módulos a plataformas móviles.

También se ha procedido a una revisión bibliográfica y estudio del estado del arte en las áreas de la accesibilidad y usabilidad y de normas y guías aplicables a este proyecto: ergonomía para discapacitados y ergonomía del software y hardware, con el fin de identificar requisitos aplicables al STI, teniendo en cuenta las

características del colectivo de personas con SD y las tareas a tutorizar.

La composición multidisciplinar del equipo de proyecto (desarrolladores de software/hardware, ergónomos y expertos que trabajan con personas con SD) ha permitido alcanzar un prototipo de STI que da respuesta a las necesidades de la persona discapacitada, a la realidad de su mundo laboral (las tareas que realiza), y a los requisitos ergonómicos de accesibilidad. El prototipo desarrollado reúne las siguientes características:

- Sistema configurable y flexible, capaz de permitir a una personas de apoyo no técnica definir tareas para personas y ámbitos laborales diferentes.
- Sistema nivelado que permite al usuario abarcar dos retos importantes: realizar la tarea adecuadamente y adaptar el nivel de ayuda a una mayor autonomía y aprendizaje.
- Sistema gráfico que permite mediante imágenes una fácil visualización de las tareas y pasos a realizar.
- Sistema que permite al usuario en todo momento iniciar el trabajo de nuevo, facilitar ayuda externa y guiar claramente al usuario

En resumen el STI ha sido construido para ser configurado a partir de una página HTML de fácil manejo que contiene las tareas a realizar y las sub tareas necesarias por niveles descritas de una manera clara y concisa. Las tareas y sub tareas se describen de acuerdo a su título, un texto breve explicativo, gráficos, sonido imágenes y vídeos. El prototipo alcanzado se encuentra actualmente en fase de evaluación. Hasta la fecha se han desarrollado ensayos preliminares en condiciones de laboratorio y campo con tareas simples, tales como la introducción de datos en ordenador y el cambio de cartucho de una impresora

4. Conclusiones

Como conclusión de las actividades desarrolladas durante el año 2004 pueden enumerarse los siguientes resultados:

- Identificación de las necesidades reales a las que el STI tiene que dar respuesta, es decir, para quién es el STI y para qué, con el fin de definir la herramienta a desarrollar.

- Desarrollo de los módulos básicos del STI referidos al control del aprendizaje de la persona: el módulo del dominio, el módulo pedagógico y el modelo del estudiante.
- Desarrollo de las herramientas que dotan a un sistema automático de capacidad inteligente (tratamiento del habla, visión artificial, lenguaje natural) que permiten construir un sistema inteligente bilingüe (castellano, euskera), multidialectal, amigable y cómodo.
- Identificación e incorporación de los requisitos ergonómicos al proceso de diseño del STI, de forma que la herramienta que finalmente se desarrolle sea accesible a la población trabajadora con SD a la que está destinada.
- Integración de los módulos inteligentes desarrollados y los requisitos ergonómicos identificados.
- Desarrollo y evaluación preliminar del prototipo de STI.

5. Líneas futuras

Los retos inmediatos son los siguientes:

1. Evaluación del sistema en un mayor número de puestos de trabajo ampliando el proyecto a la empresa GUREAK.
2. Generación y organización de contenidos nuevos para el tutor a partir de los patrones utilizados en los diferentes puestos de trabajo.
3. Codificación de ordenes y transmisión de información del ordenador al TUTOR.
4. Ensayos en diferentes terminales móviles y PDAs.

Agradecimientos

Los participantes en el presente proyecto agradecen el soporte financiero proporcionado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio a través del programa PROFIT 2004 (FIT-350300-2004-25) y del Departamento de Industria Comercio y Turismo del Gobierno Vasco a través del programa INTEK 2004 (II-2004/00362).

Referencias

- [1] AENOR (2002) "UNE EN ISO 14915 - Ergonomía del software para interfaces de usuario multimedia. Partes 1, 2 y 3".
- [2] AENOR (2003) "UNE 139801, 139802 y 139803 - Aplicaciones informáticas para personas con discapacidad".
- [3] EDWARDS A. D. N. (Ed.) (1995) Extra-Ordinary Human-Computer Interaction. Interfaces for Users with Disabilities. Cambridge University Press,
- [4] GONZÁLEZ ABASCAL J., GARDEAZABAL L. & ARRUBARRENA A. (1991) "Providing Telecommunications Access to People with Special Needs". IEEE Journal on Selected Areas in Communicat. Vol. 9, No. 4, May 1991, pp. 601-4.
- [5] GONZÁLEZ ABASCAL J. , (1995) "Some Issues on Human-Computer Interface Design from Point of View of the Rehabilitation". Technology Workshop on User Interface Design for Communication Systems, TIDE Programme. DG-XIII/CEC. Brussels.
- [6] GUNDERSON J. R. (1994) "ADA: Human Computer Interaction for Persons with Disabilities". CHI'94 Tutorial. ACM SIGCHI, Boston (MA).
- [7] MOLINERO R., RUBIO J., LÓPEZ DE IPIÑA J.Mª Y VAQUERO, C. (2004) "Applications of HC CAD tools for occupational ergonomic assessment and design". II Congreso Internacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, San Sebastián.
- [8] SCHNEIDER-HUFSCHMIDT, M. KÜHME T. AND MALINOWSKI U. (Eds.) (1993) Adaptive User Interfaces: Principles and Practice. North-Holland, Amsterdam,
- [9] WENGER, E. (1987) Artificial Intelligence and Tutoring System. Morgan Kaufmann.