

Parálisis Cerebral y Nuevas Tecnologías: Ayudas Técnicas basadas en visión artificial

Núria Buiria Clua
¹Asociación Provincial de Parálisis Cerebral de Tarragona (APPC)
<http://www.appctarragona.org>
Muntanya de Sant Pere s/n
43007 Tarragona
Email:appc@tinet.org

Mabel García González-Sama
¹Asociación Provincial de Parálisis Cerebral de Tarragona (APPC)
<http://www.appctarragona.org>
Muntanya de Sant Pere s/n
43007 Tarragona
Email:appc@tinet.org

César Mauri Loba
CREA Sistemas Informáticos
<http://www.crea-si.com>
Avda. Barcelona 8 1º
43750 Flix (Tarragona)
Email: cesar@crea-si.com

Resumen. En este artículo presentamos el proceso de una experiencia multidisciplinar para aplicar sistemas de interacción basados en Visión Artificial en usuarios afectados de parálisis cerebral. El estudio se ha llevado a cabo con los sistemas Ratón Facial y Webcolor desarrollados por la empresa CREA y se está practicando en las instalaciones de la APPC en Tarragona. En este momento, tras un año de estudio, los resultados obtenidos en general han sido positivos incluso superando, en determinadas ocasiones, las expectativas iniciales.

1.Introducción

En los últimos tiempos la enorme expansión de la Informática ha hecho llegar el ordenador a millones de nuevos usuarios. Por tanto, cada vez resulta más importante crear nuevas formas de interacción y de accesibilidad al ordenador. Más, aún, en todos aquellos usuarios que presentan algún tipo de discapacidad puesto que las nuevas tecnologías les pueden permitir acceder a la información, comunicarse con el entorno cercano y no tan cercano, facilitar el aprendizaje y, en definitiva, ayudarles a ser más autónomos en la sociedad en la que vivimos.

En esta línea, la APPC y la empresa CREA firmaron un acuerdo de colaboración para el desarrollo de un programa I+D+I con la finalidad de adaptar y desarrollar aplicaciones y metodologías de accesibilidad basadas en sistemas de visión artificial como son: el Ratón Facial y WebColor.

Estos sistemas presentan como principales características su bajo coste y su flexibilidad puesto que son necesarios tan sólo un ordenador convencional y una cámara web.

El objetivo de la siguiente comunicación es dar a conocer el trabajo de investigación que se está llevando a cabo, que resultados se han obtenido hasta el momento y cuales son las perspectivas de futuro.

2.Acuerdo de colaboración

La Asociación Provincial de Parálisis Cerebral de Tarragona (APPC) tiene su origen el año 1977. Nació como respuesta a la necesidad existente de crear un centro de atención especializado en niños afectados de parálisis cerebral infantil. Durante estos más de 25 años de existencia, se ha intentado perseguir todos aquellos objetivos relacionados con la

asistencia, educación, protección y recuperación de personas afectadas de parálisis cerebral y/o etiologías similares, imposibilitadas para la educación y la integración social al ritmo y capacidad de la persona normalmente constituida.

La titularidad de la Asociación gestiona actualmente tres centros:

- Centro de Educación Especial “LA MUNTANYETA”
- Centro Ocupacional “GRESOL”
- Residencia “Trèvol”

CREA es una empresa dedicada al desarrollo de aplicaciones informáticas basadas en técnicas de visión artificial para hardware de bajo coste como es una webcam. Su tecnología utiliza este soporte como un periférico más versátil, con el cual se generan nuevas formas de interacción persona - ordenador. Esto permite construir aplicaciones que cubren necesidades en el campo de la educación, la discapacidad y en otros.

De este modo, en marzo 2004 la Asociación de Parálisis Cerebral de Tarragona (APPC) y la empresa CREA Sistemes Informàtics firmaron un acuerdo de colaboración para llevar a cabo un programa I+D+I.

Los objetivos que persigue este acuerdo se pueden resumir en los siguientes:

- Aplicar la tecnología de la que ya disponemos, Ratón Facial y WebColor, a usuarios afectados por déficit motórico para ofrecerles una alternativa al teclado y ratón convencionales.
- Desarrollar en los usuarios nuevas competencias y habilidades de forma más autónoma que mejoren la interacción con el entorno.
- Generar aplicaciones y nuevas formas de interacción orientadas a mejorar la accesibilidad a personas afectadas por déficit motórico. Creemos que el estudio y aplicación de estas tecnologías nos va a permitir investigar otras técnicas de interacción o mejorar las existentes, a través del movimiento y sonido, principalmente..

3.Sistemas actuales de accesibilidad

En la actualidad, para poder tener acceso al ordenador las personas que tienen algún tipo de discapacidad motriz requieren de diversas ayudas técnicas. Por un lado, periféricos adaptados como teclados especiales, ratones controlados por un joystick, otros de tipo “trackball” o multimouse. Y por otro lado, adaptaciones y modificaciones de los programas ya existentes en el mercado o programas específicos como los de barrido controlados por un pulsador o los emuladores de teclado y ratón en pantalla. De hecho si una persona es capaz de realizar un control voluntario sobre alguna parte de su cuerpo mediante un pulsador y un sistema de barrido puede controlar un ordenador y cualquier programa y con esta herramienta controlar su entorno próximo y acceder al entorno lejano.

En general los sistemas con joysticks o pulsadores se basan en el control mecánico de un aparato o sensor conectado físicamente al ordenador. Cada usuario requiere un sistema personalizado que incluye los soportes que sujetan el pulsador o joystick en la posición

adecuada, el pulsador específico con el que puede trabajar, plafones y sistemas de barrido personalizados, etc. Ello tiene como gran ventaja su simplicidad técnica, pero supone encadenar a la persona a la máquina y complicar el proceso de preparación antes de trabajar. Además, es bien sabido el elevado coste del material informático adaptado.

Se han ensayado otros sistemas basados en sensores de luz, movimiento etc, donde es el ordenador quien vigila al usuario detectando los movimientos y respondiendo de la forma adecuada. Entre otros podemos indicar los punteros láser y más recientemente el Eye Toy desarrollado para la PlayStation 2. A continuación queremos mostrar nuestra experiencia en el uso de una *webcam* convencional como emulador de ratón, joystick y pulsador.

4. La tecnología

4.1. Visión Artificial y Webcams

La Visión Artificial es un subcampo de la Inteligencia Artificial cuyo objetivo es desarrollar técnicas capaces de hacer “entender” al ordenador los objetos que integran una escena o las características que presenta una imagen.

Estas técnicas han sido aplicadas con éxito en entornos industriales, principalmente en procesos de control de calidad que requieren tareas repetitivas de inspección visual, así como en otros ámbitos dirigidos a mejorar la eficiencia de estos trabajos. También presenta muchas más aplicaciones como la reconstrucción de entornos 3D con utilidad en la creación de entornos virtuales para trabajos de animación o en la navegación o control de robots, etc.

Evidentemente la implantación industrial de esta tecnología implica el desarrollo de sistemas con especificaciones técnicas complejas y la utilización de dispositivos altamente sofisticados, lo cual exige realizar fuertes desembolsos económicos con períodos de recuperación de la inversión a largo plazo.

Sin embargo, la existencia de hardware de bajo coste, como escáneres o videocámaras digitales, con implantación en el mercado general de la informática, nos brinda la oportunidad de crear aplicaciones estándar dirigidas a otros ámbitos de uso.

La empresa CREA Sistemas Informáticos desarrolla aplicaciones informáticas basadas en técnicas de visión artificial para hardware de bajo coste como las cámaras web que cubren necesidades en el campo de la educación y la discapacidad principalmente.

Actualmente CREA dispone de los sistemas que a continuación comentamos y que han sido (y están siendo) mejorados gracias al acuerdo de colaboración con la APPC.

4.2. Ratón Facial

Ratón Facial es un sistema alternativo al uso del ratón convencional. Es un ratón manos libres para el ordenador. El puntero se controla mediante ligeros movimientos de la cabeza del usuario. El clic se puede generar a través de distintos mecanismos, siendo el más habitual el de detener el puntero y aguardar un instante (clic por espera).

Las innovaciones principales que aporta este sistema en relación a otros productos que existen en el mercado son su bajo coste y la no necesidad de elementos dispuestos sobre el cuerpo del usuario (marca reflectante, casco, etc.); lo que mejora notablemente la autonomía y la comodidad de uso.

Actualmente Ratón Facial hace más de un año que está en el mercado, está presente en los principales centros y catálogos de referencia españoles y ya va por su segunda versión que introduce importantes mejoras fruto de la colaboración con la APPC.

4.2.1. Entorno de trabajo

El entorno de trabajo de Ratón Facial se compone de 3 elementos básicos en pantalla.

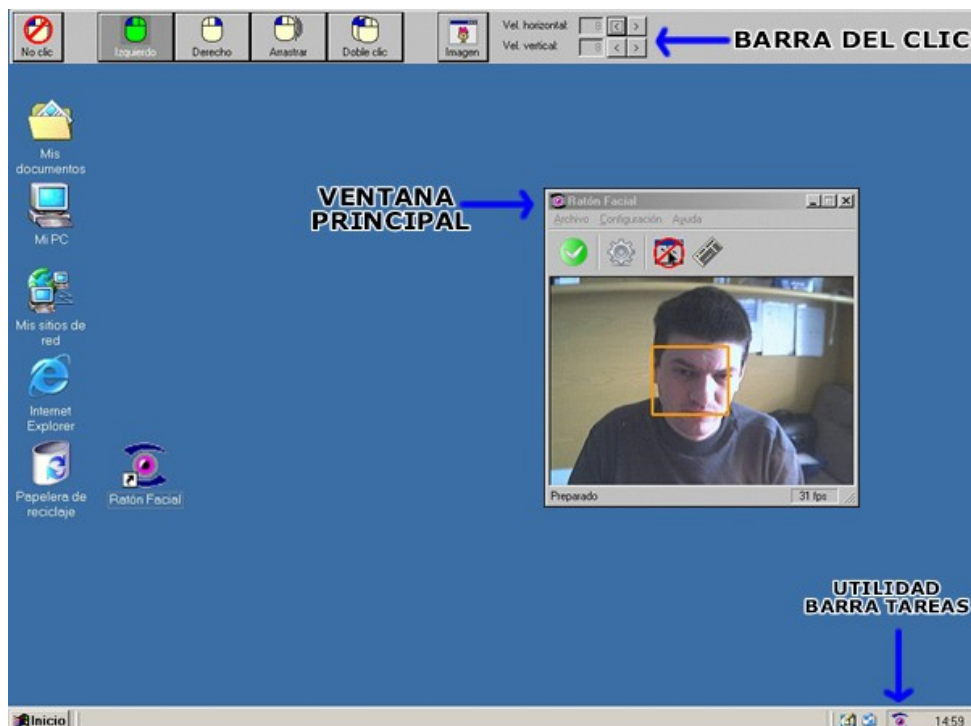


Figura 1. Entorno de trabajo de Ratón Facial

Ventana principal. Es el elemento más importante y permite acceder a todas las opciones de configuración de la aplicación, activar, desactivar o cerrar la aplicación, etc. También nos muestra la imagen en directo de la cámara.

Barra del Clic. Es el complemento principal para la selección y ejecución del clic. Se mantiene siempre visible (como la Barra de Tareas de Windows) y permite escoger entre las distintas modalidades de clic (izquierdo, derecho, arrastre y doble clic) amén de otras opciones de acceso rápido.

Utilidad de la barra de tareas. Complemento que da la posibilidad de maximizar la ventana principal, cerrar la aplicación y otras utilidades.

4.2.2. Funcionamiento básico

La aplicación hace el seguimiento del rostro del usuario según la información que se recoge dentro del rectángulo amarillo (Zona Activa). Dicho rectángulo puede centrarse manualmente (haciendo doble clic) o bien hacer que siga automáticamente la posición del

rostro. Los movimientos ligeros de la cabeza del usuario son trasladados al puntero del ratón de manera suave y precisa. La velocidad así como otros parámetros son ajustables.

Ratón Facial también incluye la funcionalidad de generar el clic, la cual se puede desactivar si se quiere controlar por un método externo como un pulsador. Las acciones de clic de la aplicación se generan escogiendo uno de los siguientes de 2 métodos:

Clic por espera. Deteniendo el puntero durante un instante sobre la zona donde se quiera hacer clic se ejecuta la acción.

Clic por sonido. Emitiendo un sonido cualquiera a un micrófono se ejecuta la acción. Este método es capaz de distinguir clic izquierdo con un sonido corto y clic derecho con un sonido largo.

Completa la aplicación las opciones para ajustar el funcionamiento del sistema a las necesidades personales. Las principales opciones son ajustes de la velocidad del desplazamiento del puntero tanto en horizontal como en vertical, del filtro del temblor en pequeños movimientos, del suavizado, de las opciones del clic por espera y por voz, de las opciones del comportamiento de la barra del clic y de las opciones de configuración de la *webcam*.

4.2.3. Aplicación en la Parálisis Cerebral

Está especialmente indicado a personas que por sus dificultades motrices no pueden usar el ratón convencional ya que, aprovechando cualquier movimiento residual del cuerpo, puede generar movimiento del puntero. Aunque suele ser la cara la parte del cuerpo más utilizada, las posibles aplicaciones del Ratón Facial son muchas: por ejemplo, se puede utilizar como herramienta para estimular (con programas como Dance-Music o el de estimulación creado por Crea) o para la rehabilitación física, área en la que se está empezando a trabajar actualmente.

4.3. WebColor

WebColor es una aplicación informática que nos permite detectar en tiempo real la presencia o ausencia de una marca de color, localizar su posición y hacer el seguimiento en la imagen captada por la *webcam*. Ello nos permite interactuar a distancia con el ordenador, sin necesidad de más elementos que la *webcam* y la propia marca. El sistema también es capaz de detectar el color de la piel de manera automática.

Actualmente CREA dispone de dos sistemas de interacción basados en esta tecnología:

- Pulsador
- Emulador de joystick

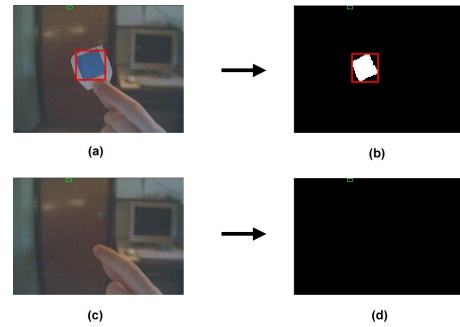


Figura 2. Ejemplos de marca de color.

4.3.1. Entorno de trabajo y funcionamiento básico

La siguiente secuencia de imágenes ilustra el funcionamiento interno de WebColor, es decir, lo que está viendo internamente el programa.

Figura 3. Ilustración del funcionamiento del programa. (a) Con los ajustes pertinentes para detectar la siguiente marca, (b) Ull de Color sólo ve una mancha blanca sobre un fondo negro indicando la posición de la marca con un recuadro. (c) Si retiramos la marca de la imagen, el resultado es un fondo negro (d).



El entorno de trabajo para las dos aplicaciones comentadas es muy similar. La ventana muestra la captura de la imagen en tiempo real donde es posible con un clic capturar el color de la marca deseada. A partir de ese instante el programa detecta dicho color y localiza la marca.

En el caso del **pulsador** es posible indicar el tipo de acción a generar (emulación de clic de ratón o de pulsación de tecla). Dicha acción puede activarse por presencia o ausencia de la marca en la imagen; además el color de la piel del usuario puede ser detectado de forma automática permitiendo que cualquier parte del cuerpo se convierta en un elemento para realizar un clic.

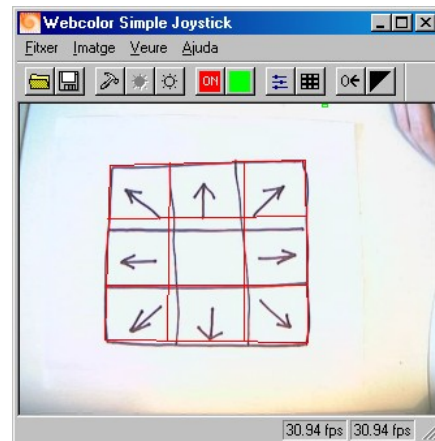


Figura 4 Imagen del emulador de joystick basado en Webcolor

El **emulador de joystick** (cuya ventana aparece en la figura) permite también realizar el entrenamiento de la marca. Normalmente la cámara se monta enfocando a la mesa de trabajo. El programa nos permite ceñir el área de detección (matriz de 3x3) a, por ejemplo, un plafón donde se han dibujado las 8 posibles direcciones. Cuando el usuario sitúa la marca dentro de una de las celdas el puntero del ratón se desplaza en la dirección indicada. Al situar la marca en el centro el clic se genera automáticamente por espera. La aplicación además dispone de una barra del clic similar a la del Ratón Facial.

4.3.2. Aplicación en la Parálisis Cerebral

WebColor es una tecnología más experimental, pero incluso quizá más prometedora que la anterior para la aplicación en casos de PC puesto que es mucho más flexible y permite generar diferentes tipos de interacción; desde la función pulsador hasta el control a partir del posicionamiento en el espacio de la marca como por ejemplo mover el puntero del ratón o interactuar con el ordenador a distancia teniendo en cuenta la ubicación del sujeto dentro de la escena. Cabe señalar también que el Departament d'Educació de la Generalitat también está experimentando el WebColor en distintas escuelas de Cataluña.

5. Experiencia

5.1. Selección de los usuarios

Los usuarios seleccionados pertenecen a los tres centros de la APPC: Escuela “La Muntanyeta”, Taller Ocupacional “Gresol “ y Residencia “Trèvol”. En total son 16 personas: 5 mujeres y 11 hombres. Sus edades están comprendidas entre los 3 y 35 años.

Para hacer esta selección se han tenido en cuenta tres aspectos esenciales: estado físico, capacidad comunicativa y la intelectual. Para esta labor hemos tenido la colaboración de los diferentes profesionales del centro que tratan directamente estos usuarios así como, de las áreas de Logopedia y Fisioterapia de la Asociación.

Se elaboró una base de datos en la que constaba, para cada usuario, los parámetros que para nuestro trabajo posterior nos eran útiles. De esta manera, se recogían datos como: nombre y apellidos del usuario, fecha de nacimiento, centro al que pertenece (escuela, taller o residencia), historia médica, valoración físico-motriz, si accedía al ordenador o no con anterioridad y, si la respuesta era afirmativa, mediante que periférico y; finalmente, la propuesta de trabajo a desarrollar.

De esta forma, se escogieron sujetos con diferentes grados de afectación teniendo en cuenta los tres criterios antes comentados con el objetivo de valorar con mayor precisión la funcionalidad de las ayudas técnicas objeto de investigación.

5.2. Formación de equipo de técnicos dedicado al programa

Los profesionales que forman el equipo son los siguientes:

- Área Pedagógica: Mabel García. Coordinadora del ensayo con los usuarios de los tres centros.
- Área de Fisioterapia: Juan González. Asesoramiento sobre el estado físico de los usuarios: control de tronco, distonías, partes del cuerpo con movimientos residuales, etc. Colaboración en la realización de la base de datos.
- Área Logopédica: Maite Tous. Asesoramiento sobre el sistema de comunicación de los usuarios. Colaboración en la realización de la base de datos. Colaboración en el ensayo con usuarios del Taller Gresol y Residencia Trèvol.

Una vez realizada la selección, se empezó la fase de formación de los profesionales. Así, se formó en el uso del Ratón Facial, su configuración teniendo en cuenta los diferentes parámetros de la misma manera que en la creación de diferentes perfiles en un mismo ordenador para centralizar la investigación pero permitiendo que cada usuario tuviera un entorno accesible y adecuado a sus posibilidades.

Tiempo después se formó al equipo en la configuración y uso de la otra ayuda técnica desarrollada por Crea: WebColor en sus vertientes de Pulsador y Joystick. La formación consistió en la práctica de configurar adecuadamente la marca de color para a cada usuario, la correcta utilización de la misma y el funcionamiento en general del programa.

5.3. Ensayo con los usuarios ante el ordenador y valoración gradual

Posteriormente comenzó la fase de experimentación propiamente dicha. El trabajo se organizaba en sesiones individuales de duración máxima de 45 minutos, incluyendo en este

tiempo, la habilitación del espacio y del ordenador. La duración de estas se ajustaba a cada sujeto teniendo en cuenta su nivel de atención y cansancio.

Durante las primeras sesiones se hacía una primera toma de contacto con la webcam y con el funcionamiento del Ratón Facial. Esto nos servía para hacer las valoraciones iniciales de la interacción de la persona con el ordenador.

En las siguientes sesiones se llevaron a cabo diferentes adecuaciones y ajustes del programa y del entorno y se probaron diversos programas didácticos que hay en el mercado o utilidades que habitualmente se hacen servir (internet, paquete office, etc.) teniendo en cuenta, siempre, las necesidades de cada persona.

Esto nos permitía valorar la funcionalidad y compatibilidad de la ayuda objeto de investigación basándonos en los programas que hacía servir o podía hacer servir en relación a los otros periféricos que había usado y el progreso que el mismo usuario iba realizando.

Por otro lado, semanalmente se realizaban reuniones de equipo en las que se ponían en común las observaciones durante las sesiones y las propuestas de mejora.

A partir de este ensayo hemos podido dividir el abanico de usuarios seleccionados en tres grupos altamente diferenciados:

- a) Usuarios familiarizados con la informática con graves dificultades físicas que le impiden el uso del ratón convencional y con un nivel cognitivo alto o medio-alto. En estos casos se les enseñó el uso del Ratón Facial como posible herramienta para mejorar el su acceso al ordenador y se ha acompañado en el proceso de aprendizaje para poder ajustarlo al máximo a sus necesidades (enfoque, velocidad, tipos de clic, etc.) En algunos casos, se ha optado por ofrecer y entrenar el WebColor como emulador de Joystick . Además, se han ofrecido otras aplicaciones existentes, como son: teclados integrados en la pantalla, escaneo, configuración del escritorio para hacerlo más accesible, etc. Estas aplicaciones juntamente con las dos herramientas (Ratón Facial y/o Joystick-WebColor) han contribuido a la mejora de la su interacción con el ordenador.
- b) Usuarios familiarizados con la informática con graves dificultades físicas con un nivel cognitivo medio-bajo. Para estos usuarios el objetivo principal fue ofrecer y entrenar los usuarios en el Webcolor como pulsador utilizando un programa de tipo acción-reacción (desarrollado a tal efecto por Crea) donde a partir del movimiento se generan estímulos visuales y auditivos. También se han hecho servir programas de causa-efecto tales como el TOCA-TOCA desarrollado por la Subdirección General de Tecnologías de la Información del Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya; Mosqueta, Cargol, entre otros.
- c) Usuarios nada familiarizados con la informática con graves dificultades físicas y con diferentes niveles cognitivos. Con este tipos de casos el proceso de aprendizaje es un poco más lento debido, obviamente, a no tener casi experiencias ante el ordenador. Por otro lado, en cambio, los resultados en muchos de estos casos han sido más espectaculares.

6. Conclusiones

Tras un año de experimentación, podemos afirmar que, en general los resultados de la misma han estado muy positivos y fructíferos. Las ayudas técnicas basadas en visión artificial nos permiten una gran flexibilidad a la hora de aprovechar la mínima movilidad voluntaria y controlada que presenta una persona con grandes dificultades motóricas y transformarla en órdenes útiles para el propio usuario o para al profesional que lo trata. De este modo, en algunos casos ha mejorado notablemente el grado de acceso y en otros lo ha hecho posible. La experimentación nos ha permitido detectar algunas limitaciones en el programa utilizado y proponernos las mejoras necesarias para solventarlas.

El WebColor ha resultado muy útil como mecanismo de interacción tipo pulsador (en caso de afectaciones físicas y/o cognitivas importantes); en otros casos más leves ha estado de utilidad en la su modalidad de joystick.

El Ratón Facial ha resultado útil para aquellos usuarios muy afectados físicamente que les impide usar el ratón convencional. En este caso los resultados han sido muy esperanzadores ya que para algunos de ellos es posible pensar en un futuro profesional. Ratón Facial se ha mostrado más ágil que otras soluciones como el barrido con pulsador o el control del puntero del ratón con joystick para algunos de los usuarios.

7. Bibliografía

- ASOCIACIÓN INTERACCIÓN PERSONA-ORDENADOR (AIPO, 2002) Curso Introducción a la Interacción Persona-Ordenador. <http://griho.udl.es:8080/aipo/>
- BASIL, C.; SORO-CAMATS, E. & ROSELL, C. (1998) Sistemas de Signos y ayudas técnicas para la comunicación aumentativa y la escritura. Masson (Ed). Barcelona
- CENTRO ESTATAL DE AUTONOMÍA PERSONAL Y AYUDAS TÉCNICAS (CEPAT) Emuladores de Ratón. Catálogo de Ayudas Técnicas de Acceso al Ordenador.. <http://www.catalogo-ceapat.org>
- E.R.DAVIES. Machine Vision: Theory, Algorithms, Practicalities. Ed. Academic Press, 1990.
- GARCIA, M.; MAURI, C. (2004) Experiencia de interacción persona-ordenador a través de *webcam* con usuarios con discapacidad motriz grave y moderadamente afectados. Tecnoneet 2004. Murcia
- GINÉ I GINÉ, C. (Coord.) (2003) Trastorns del desenvolupament i necessitats educatives especials . Editorial UOC. Barcelona.
- MAURI LOBA, CÉSAR (2004) Interacción Persona-Ordenador Mediante Cámaras Webcam. Interacción 2004, Lleida