



INFORME TÉCNICO SOBRE LA EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA LA REDUCCIÓN DE BARRERAS ASOCIADAS A DISTINTAS TECNOLOGÍAS

Zaragoza, octubre de 2005

Autor/es: Luis Montano
José Luis Villarroel
Eduardo Lleida
Javier Minguez
Alfonso Ortega
Luis Buera

1. Introducción

La inmersión en nuevo entorno de gran carga tecnológica y de información como se pretende sea la “Milla Digital” supone un nuevo concepto de desarrollo urbano e incluso de relaciones interhumanas y persona-entorno, con fuertes repercusiones y demandas psicológicas y sociológicas. Una de las características decisivas de este nuevo “ambiente inteligente” es su capacidad integradora para cualquier tipo de persona. De hecho, la reducción de barreras arquitectónicas (que se asume suficientemente contemplado en la “Milla”) se ha convertido en un pre-requisito de cualquier actuación urbana o arquitectónica de nuevo cuño. Este aspecto hay que extenderlo a distintos ambientes con objeto de proporcionar nuevos servicios adaptados a las posibilidades que ofrecen actualmente y que en un futuro próximo ofrecerán las nuevas tecnologías. Éstas pueden ayudar a las personas en su quehacer diario, en sus viviendas, en sus lugares de trabajo, en el entorno exterior en el que se desenvuelve sus vidas habituales y en los lugares de ocio o de compra..

El objetivo de este informe es el de proponer una serie de nuevos servicios que podrían incorporarse en un “barrio” moderno, aprovechando las posibilidades de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones. Junto con estos servicios, se presentan posibles tecnologías que permitirían llevarlos a cabo. Se han considerado tanto tecnologías existentes en la actualidad, comercializadas, como otras que actualmente están todavía en estado de prototipo en laboratorios de investigación públicos o privados, pero que en un futuro próximo podrán incorporarse al mercado y resultar habituales en la vida diaria.

Una consideración especial merece en este informe la adaptación de los servicios y tecnologías a diferentes discapacidades. Obviamente, la variedad de discapacidades existentes es tan amplia que resultaría imposible hacer una descripción pormenorizada de todas ellas y de las soluciones tecnológicas que deberían ser particularizadas. Es conocida la relación existente entre discapacidad y envejecimiento, lo que aconseja la aplicación de las tecnologías de la información y comunicaciones para suplir carencias y potenciar capacidades. Así pues, la incorporación de este tipo de tecnologías surge como respuesta a una de las grandes preocupaciones de este sector de la población: el mantenimiento de su autonomía e independencia. Por ello se ha optado por seleccionar las discapacidades más genéricas y presentar para ellas algunas soluciones tecnológicas que pudieran facilitar la vida cotidiana en un “barrio avanzado tecnológicamente” como el que será “Milla Digital”.

La “Milla Digital” debe garantizar la igualdad de oportunidades haciendo por ello prevalecer el concepto de “diseño para todos” en la planificación de sus servicios e infraestructuras. “Diseño para todos” implica la concepción de productos, servicios y sistemas útiles para la población, proporcionando soluciones personalizadas cuando sea preciso. Las tecnologías deben poder adaptarse fácilmente a circunstancias y usuarios diversos.

Este informe se complementa con el correspondiente a “domótica” que se desarrolla en paralelo. Sin embargo, en éste se pretende dar un paso más

proponiendo algunas soluciones que pueden considerarse en este momento futuristas, pero que dado el estado actual de la tecnología, podrán ser viables dentro de pocos años.

Las tecnologías consideradas se orientan hacia dos tipos de dispositivos: (1) los sistemas de automatización robotizados, y (2) las interfaces que permitirán la comunicación e interacción natural entre personas, hombre-máquina y máquina-máquina. Se hará especial énfasis en los dos primeros tipos de interfaces, ya que son las que deberán adaptarse a los diferentes servicios a utilizar y a las posibles circunstancias de los usuarios.

La supresión de barreras tecnológicas se puede contemplar desde distintos aspectos:

- Facilitar la movilidad de las personas tanto en el exterior como dentro de los edificios. Ello lleva consigo dotar al entorno de la tecnología que facilite el desplazamiento físico a la vez que proporciona información, con mínimo esfuerzo y mínimos conocimientos, de dónde se está en cada momento, cómo se puede llegar al destino deseado, etc.
- Elaborar la información en la forma más adecuada para facilitar la vida cotidiana en el entorno y permitir una mayor participación en las actividades diarias. Ello se debe contemplar en el ámbito educativo, en los lugares de ocio, en espacios deportivos, en servicios administrativos, en bibliotecas, en lugares de compras, en restaurantes, en las calles, etc.
- Desarrollar dispositivos para proporcionar información, de fácil comprensión y manejo para todo el mundo. Ello implica el desarrollo de interfaces hombre-máquina que permitan la adaptación de su funcionamiento a la amplia variedad de discapacidades que existen. Se contempla aquí interfaces multimodales inteligentes basadas en voz, visión o tacto. Estos dispositivos deberán estar integrados en el mobiliario urbano y en las diferentes dependencias de los edificios.
- Incorporar en las viviendas, lugares de trabajo, lugares de ocio, colegios, etc. dispositivos que permitan automatizar y robotizar muchas de las tareas que se desarrollan, y en especial aquellas que son de difícil realización por parte de personas dependientes, mayores o discapacitados, incrementando la calidad de vida de las mismas. Esto incluye también sistemas de teleasistencia y de seguridad. Todo ello adaptado a las distintas discapacidades.

El informe se estructura de la siguiente forma. En la sección 2 se presentan los diferentes servicios avanzados que podrían proporcionarse en la "Milla", tanto a las personas como a otros equipos existentes en el entorno. Se consideran los cuatro tipos de ambientes en los que podrían aplicarse: la vivienda, la oficina, el exterior, y otros lugares como museos y supermercados. Se asocian a los diferentes servicios las tecnologías utilizables. En la sección 3 se describe el estado actual de la tecnología, relacionándola con los servicios presentados en la sección anterior. La sección 4 se dedica de forma específica a las tecnologías para discapacidades, que presentan rasgos específicos que hay que considerar. En el apartado 5 se seleccionarán algunos de los servicios y tecnologías asociadas que podrían ser consideradas básicas en un entorno

avanzado, y se proponen otras avanzadas que podrían ser opcionalmente implantadas más adelante. Finalmente, en la sección 6 se describen algunos escenarios “tipo” en los que se reflejen los servicios y tecnologías propuestas, de tal forma que den una visión práctica de la utilidad de dichos servicios en la “Milla Digital”.

2. Taxonomía de servicios y tecnologías

En esta sección se presenta una taxonomía de servicios avanzados que podrían proporcionarse en la “Milla” con la tecnología actualmente desarrollada y con la que está hoy por hoy en fase de desarrollo. Se consideran dos tipos de servicios:

- Servicios a personas
- Servicios a equipos

2.1. Servicio a personas

En este concepto se incluyen aquellos servicios que las máquinas o dispositivos automatizados pueden prestar a las personas que habitan o que visitan la “Milla”.

1. Domótica.

Definición: tecnología en la vivienda destinada a aumentar el confort.

Ámbito: vivienda. Se incluyen los dispositivos instalados en el hogar, que permiten automatizar algunas actividades: manejo de electrodomésticos, sistemas convencionales de vigilancia, detección de situaciones anómalas en la vivienda, teleasistencia, etc. Se remite en este punto al informe sobre “domótica”.

2. Entretenimiento.

Definición: tecnología destinada al ocio y al acompañamiento.

Ámbito: estos dispositivos se ubicarían en la vivienda o centros públicos. Un ejemplo de dispositivos de entretenimiento son las “mascotas robotizadas” de tipo antropomórfico o zoomórfico que ya empiezan a comercializarse.

3. Asistencia a discapacitados y ancianos.

Definición: tecnología destinada a la superación de discapacidades motoras, sensoriales o intelectuales.

Ámbito: estos dispositivos podrían ubicarse en la vivienda, en oficinas, en el exterior, o en centros públicos, dependiendo del dispositivo y servicio. Son ejemplo de ello los dispositivos que facilitan la movilidad (sillas de ruedas, brazos robotizados), así como aquéllos que dan información de diferentes modos (hablada para ciegos o visual para sordos) o guían a personas ciegas o con deficiencias psíquicas.

4. Guiado de personas.

Definición: tecnología destinada a guiar a una persona a un destino o por un recorrido determinado, pudiendo dar información adicional.

Ámbito: exterior y centros públicos. Por ejemplo, pueden ubicarse en el exterior, asociados al mobiliario urbano, para informar del recorrido a un cierto punto a los visitantes de la “Milla” o en un museo para realizar una visita guiada.

5. Localización.

Definición: tecnología destinada a la localización de personas.

Ámbito: en cualquier lugar de la “Milla”, tanto en el interior de edificios como en el exterior. Estos sistemas requerían de dispositivos portados de forma voluntaria por las personas, que permitiesen identificarlos y localizarlos en todo momento.

6. Teleasistencia.

Definición: tecnología destinada a la obtención de información remota de la situación de una persona, la monitorización de sus constantes vitales, las posibles caídas, o dispositivos de rehabilitación monitorizados remotamente.

Ámbito: en cualquier lugar de la “Milla”, tanto en el interior de edificios como en el exterior. Como en el caso anterior se requiere un dispositivo portado por la persona que monitorice su estado allí donde se encuentre.

7. Transporte automático de personas.

Definición: vehículos automatizados, sin conductor, para facilitar el desplazamiento en el exterior de los edificios.

Ámbito: exterior. En algunos parques temáticos y recintos abiertos de ocio existen este tipo de vehículos automatizados. Éstos pueden ser colectivos (tipo microbús) o de uso individual y en cualquier caso no necesitan de una infraestructura especial (vías), sino que pueden desplazarse de forma segura evitando colisiones y navegando por el entorno de forma automática. En este caso hay que considerar de forma muy especial la seguridad tanto de los pasajeros como de las personas que pueden moverse cerca. Para ello deberían acondicionarse zonas o “carriles” exclusivos para estos desplazamientos, además de adaptar la normativa vigente en cuestiones de movilidad y seguridad.

8. Vigilancia y seguridad.

Definición: tecnología destinada a la detección de intrusos y otros eventos como fuego, gases, humos,...

Ámbito: aplicable a todos los de la “Milla”. Además de los sistemas basados en sistemas estáticos de vigilancia (cámaras fijas, reconocimiento biométrico), se están desarrollando, principalmente para grandes espacios, robots móviles de vigilancia, que se centran y adaptan a zonas importantes o problemáticas, constituyendo una auténtica red adaptativa de sistemas de vigilancia, realizando de forma más eficiente y flexible el seguimiento de objetivos y la monitorización en entornos amplios.

9. Distribución de mercancías.

Definición: tecnología destinada a la logística automatizada de mercancías y objetos.

Ámbito: exterior, oficinas y centros públicos. Con objeto de optimizar el transporte de mercancías en la “Milla”, se podrían utilizar sistemas de transporte automatizado, tanto en el exterior como en el interior de edificios, como por ejemplo en oficinas. En el primer caso habría que considerar aspectos de seguridad e infraestructuras similares a los mencionados en el punto de transporte automático de personas. El segundo caso se refiere a robots móviles para transporte en interiores, de los que ya hay experiencias y productos, en oficinas u hospitales.

10. Información y acceso a servicios.

Definición: tecnología destinada a dar acceso al usuario a toda la información disponible y a los servicios tanto públicos como privados ofertados de forma automática.

Ámbito: todos los de la “Milla”. Aquí se incluirían los sistemas avanzados que proporcionan información o el acceso a determinados servicios (bancos, espectáculos, etc.) a los habitantes y visitantes de la “Milla” en ubicaciones y mobiliario urbano distribuidos por el exterior o en el interior de los edificios. Estos sistemas deberán disponer de interfaces adaptadas al tipo de información a suministrar y a las diferentes discapacidades consideradas.

2.2. Servicio a equipos

En este concepto se incluyen aquellos servicios que las máquinas o dispositivos automatizados pueden prestar a otros equipos instalados.

1. Limpieza.

Definición: tecnología destinada a la limpieza automatizada de superficies.

Ámbito: todos los de la “Milla”. Se consideran aquí aquellas máquinas automatizadas o robotizadas que permiten la realización de tareas de limpieza, tanto en las viviendas (aspiradoras robotizadas), como en el exterior (robots de limpieza de calles, piscinas ...).

2. Cortacésped.

Definición: tecnología destinada a la siega automatizada de césped.

Ámbito: exterior. Se trata de robots cortacésped utilizables tanto en urbanizaciones como en los parques y jardines.

3. Llenado de gasolina.

Definición: tecnología destinada al llenado de depósitos de gasolina y gasóleo de vehículos públicos o privados.

Ámbito: exterior. Es una aplicación muy específica de la que ya existe alguna experiencia y producto. Se trata de un brazo robotizado que realiza de forma automática el llenado del depósito del vehículo.

4. Vigilancia y seguridad.

Definición: tecnología destinada a la detección de intrusos y otros eventos como fuego, gases, humos,...

Ámbito: aplicable a todos los de la “Milla”. Se consideran en este apartado aquellos sistemas robotizados de vigilancia descritos

anteriormente que proporcionan información al sistema general de vigilancia de la zona (interior o exterior).

5. Señalización y mobiliario urbano inteligente.

Definición: tecnología destinada a la configuración, según necesidades, de la señalización y mobiliario urbano.

Ámbito: exterior. Se consideran en este apartado aquellos sistemas que permitan una configuración segura y flexible de la señalización urbana, así como del mobiliario urbano.

3. Estado actual de las tecnologías

En esta sección se describen las diferentes soluciones tecnológicas existentes en el mercado o en desarrollo en laboratorios de investigación, que permiten implantar los servicios mencionados en la sección anterior. Se considerarán dos tipos de tecnologías:

- robótica de servicio
- interfaces

3.1. Robótica de servicio

La Federación Internacional de Robótica (IFR) define un robot de servicio como:

“Un robot que opera de forma total o parcialmente automática realizando servicios útiles para humanos o equipos, excluyendo las operaciones de manufactura”.

A diferencia de los robots industriales, operan fuera del ámbito controlado de las fábricas y suelen tener interacción con el ser humano.

La robótica de servicio es una actividad que está creciendo y que previsiblemente sobrepasará al mercado de la robótica industrial en el futuro debido a la diversidad de aplicaciones. Según datos aportados por la IFR el parque de robots de servicio profesionales en 2001 era de 18.000 unidades y se prevén más de 30.000 unidades en el periodo 2003 -2006. El parque mundial de robots no profesionales se estimaba en 2002 en 54.000 unidades, estimándose en 638.000 unidades los que se incorporarán en el periodo 2003 -2006.

La IFR establece también una primera clasificación de las aplicaciones de los robots de servicio:

1. Servicio a humanos (protección, ayuda a discapacitados, aplicaciones médicas, entretenimiento, etc.).
2. Servicio a equipos (mantenimiento e inspección, reparación, limpieza, etc.).

3. Otras aplicaciones realizando funciones autónomas (vigilancia, transporte, adquisición de datos, etc.) o que no puedan clasificarse en los dos grupos anteriores.

El *Technical Committee on Service Robots* de la *Robotics and Automation Society* del IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineering) ha establecido también una clasificación de aplicaciones más detallada. A continuación, tomando como base la clasificación mencionada, se explicita un conjunto de aplicaciones, seleccionando aquellas que puedan tener interés en el marco de la "Milla Digital", dándose algunos ejemplos de robots operativos. Se considerará aquí la clasificación del tipo de servicios (a personas o a equipos) descrita en la sección anterior.

1 Servicio a personas

1. Entretenimiento

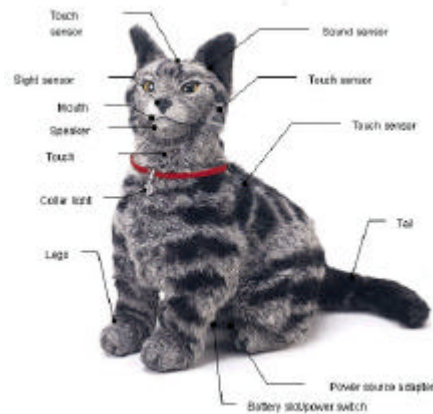
La robótica de entretenimiento está destinada al ocio y al acompañamiento. Puede verse como juguete o elemento de aprendizaje, como juguete mascota o como labor social de compañía a personas solas.



Ursula, androide femenino de tamaño natural que puede hablar y bailar.
Florida Robotics (USA) <http://www.floridarobotics.com/ursula.htm>.



LEGO MINDSTORMS, construcción Lego que puede incorporar accionadores, sensores, un microcontrolador y comunicaciones para la construcción de robots. Lego (<http://mindstorms.lego.com>).



NeCoRo, gato robotizado. OMRON Corporation (<http://www.necoro.com/newsrelease/index.html>).

Los *humanoides* son robots principalmente destinados actualmente a la investigación de la interacción entre una base mecánica y un control inteligente, aunque sus aplicaciones futuras serán al servicio de los humanos por las interfaces que presentan y por su morfología. En la actualidad los robots humanoides comercialmente no pasan de ser piezas de marketing para las grandes marcas o robots de entretenimiento muy caros.



QRIO, puede caminar sobre sus dos pies y bailar. Reconoce y aprende caras y puede comportarse de forma diferente según su interlocutor humano. Habla y reconoce la voz. SONY (<http://www.sony.net/SonyInfo/QRIO/>).



ASIMO, es capaz de interpretar posturas y gestos humanos y reaccionar en respuesta. Habla y reconoce caras. Sabe caminar de forma estable. Honda (<http://asimo.honda.com>).

2. Asistencia a discapacitados y ancianos

Ésta es una de las aplicaciones más sociales de la robótica de servicio a los humanos. Existen diversas aplicaciones en las que la robótica puede suplir discapacidades humanas, por ejemplo prótesis de extremidades robotizadas que atienden órdenes cerebrales o sillas de ruedas eléctricas con capacidad de navegación semiautónoma que permita el paso por puertas y evitan obstáculos. La combinación de una silla de ruedas con un brazo manipulador permite la ejecución de tareas simples como la apertura de puertas o la preparación de un café a grandes discapacitados. Para este tipo de aplicaciones la interfaz entre la máquina y el hombre viene muy condicionada por la discapacidad concreta y debe ser diseñada en cada caso. Esta interfaz va desde el simple joystick al reconocimiento automático del habla o el seguimiento de los movimientos oculares. La asistencia a discapacidades es considerada en más detalle en la sección 4.



Assistive Robotic Manipulator (ARM), manipulador para su instalación en una silla de ruedas. Exact Dynamics (Holanda, <http://www.exactdynamics.nl/>).

3. Guiado de personas

Una de las posibles aplicaciones de la robótica de servicio es el guiado de grupos en museos, exposiciones o ferias. Para realizar esta actividad es necesario un robot móvil autónomo con capacidad para evitar obstáculos, pero también con capacidad para interactuar con el ser humano. Así pues necesita de interfaces audiovisuales que le permita comprender órdenes habladas o dar información hablada o visual.



Joe, robot guía en el *Heinz History Center*.
Mobot Inc. (<http://www.mobotinc.com>).

4. Localización

La localización de personas puede realizarse utilizando técnicas de localización empleadas en la robótica, en el caso en el que la persona vaya en un vehículo o en una silla de ruedas (GPS en exterior, localización mediante sensores embarcados). Existen otras tecnologías que permiten la localización en entornos interiores, basados en la ubicación de sensores en el edificio, que permiten reconocer y localizar a personas.

5. Teleasistencia

Este servicio se realiza generalmente utilizando tecnologías específicas (p.e. dispositivos de rehabilitación) y tecnologías e infraestructuras de telecomunicaciones. Algunas de estas tecnologías se describen en el informe de “domótica”.

6. Transporte automático

Son vehículos autónomos, sin conductor que permiten el transporte de viajeros. Para la navegación se sirven de balizas externas o GPS diferencial. Normalmente realizan trayectos prefijados y preparados. Deben poseer sensores para evitar colisiones.



robuCAB, transporte automático que puede funcionar bajo demanda (tipo taxi) o con recorridos preprogramados.
ROBOSOFT (Francia, <http://www.robosoft.fr/>).



CyberCab, taxi automático para cuatro personas. 2getthere (Holanda, <http://www.2getthere.nl>) y FROG Navigation Systems (Holanda, <http://www.frog.nl>).

7. Vigilancia y seguridad

Se han desarrollado robots para uso doméstico en tareas de vigilancia. Se desplazan automáticamente entre las habitaciones, transmiten imágenes y disparan alarmas.



MOSRO Mini. Robot de vigilancia para uso doméstico.
Robowatch (<http://www.robowatch.de:8080/home/en/products.jsp>).

8. Sistemas de distribución de mercancías

Otros de los entornos donde la robótica móvil puede tener su interés son las oficinas, empresas, hospitales, etc, para el reparto de correo, paquetería u otros productos.



Staffeta, robot autónomo que reparte objetos bajo demanda, guía personas y realiza vigilancia. GenovaRobot (Italia, <http://www.genovarobot.com>).



Helpmate, robot autónomo para distribución de medicinas, correspondencia e informes en hospitales.

Otros productos orientados al transporte en diferentes ámbitos son:

- Transporte de material en cocinas, lavanderías y almacenes: TransCar LTC (Swisslog AG, Suiza),
- The Tug (Aethon, USA) con carros acoplables a una plataforma móvil.

9. Sistemas de información y acceso a servicios públicos

Este tipo de servicios están directamente relacionados con los sistemas de información y con las interfaces. Estas últimas se presentan en el apartado 3.2 de esta sección.

2 Servicio a equipos

1. Limpieza

Los robots de limpieza ya han llegado al mercado. Grandes superficies como estaciones de tren o aeropuertos pueden ser limpiadas de forma automática por robots móviles con capacidad de navegación autónoma. También se han desarrollado y comercializado robots de limpieza para entornos domésticos como los aspiradores autónomos y robots para limpieza de fondos de piscinas.



RoboScrub, robot de limpieza industrial guiado por láser.
Denning Branch International (Australia, <http://www.southcom.com.au>).



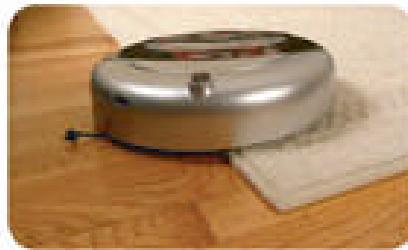
Robot de limpieza con el software de navegación SINAS.
Siemens (<http://www2.automation.siemens.com>).



TigerShark Plus, robot para la limpieza de piscinas. Aqua Vac
(USA, <http://www.aquavacsystems.com>).



Trilobite 2.0, robot aspiradora con ultrasonidos.
Electrolux (<http://trilobite.electrolux.co.uk>).



Roomba Discovery SE, robot aspiradora. iRobot (USA, <http://www.irobot.com>).



robuGLASS. Limpieza de cristales en edificios.
RoboSoft (<http://www.robosoft.fr/robuglass.html>).

Otros productos y compañías que desarrollan robots para limpieza son:

- limpieza de ventanas y paredes, principalmente para grandes edificios, Aqua Products (USA), Weda (Suecia) y Maytronics (Israel). Para la limpieza de ventanas Cybernétix (Francia), Robosoft (Francia), Wany SA (Francia) y Smart Robotics (Israel) .
- limpieza de ventanas Cybernétix (Francia), Robosoft (Francia), Wany SA (Francia) y Smart Robotics (Israel).
- limpieza de tanques y tuberías, como los de KOBE Mechatronics (Japón), RedZone Robotics (USA y RENOSOL (Francia)).

2. Siega de césped

Es una aplicación muy similar a la de limpieza: un robot móvil autónomo debe cubrir una superficie con su movimiento realizando una operación, en este caso la siega de césped. Los límites de la zona a segar se suelen marcar mediante balizas o fronteras lineales. Tienen sistemas de repostado automático y de evitación de obstáculos.



Ambrogio. Zucchetti (Italia, <http://www.roboticzucchetti.com>).



Robomower. Probotics (<http://www.probotics.com>).

3. Contra incendios

Un robot móvil bombero es un vehículo robusto capaz de soportar altas temperaturas. Normalmente está tele-manipulado y es capaz de enviar imágenes de video o infrarrojas y posiblemente realizar algún tipo de operación mediante un actuador. Su misión es evaluar la situación antes de la entrada de bomberos o actuar en situaciones en las que éstos no pueden.



Fire Spy, vehículo telemanipulado capaz de soportar 800 °C. UK's West Yorkshire Fire Service y JCB (<http://www.robotbooks.com/fire-fighting-robot.htm>).

4. Llenado de combustible automático.

Robots de llenado de gasolina. El usuario inserta una tarjeta y su orden de llenado. El robot localiza el coche, abre la tapa del depósito de combustible y procede al llenado de combustible de forma automática sin necesidad de descender del coche.



Reis Robotics (Alemania, <http://www.reisrobotics.de>).



RobuFill. Robot de llenado para grandes flotas de transporte.
ROBOSOFT (Francia, <http://www.robosoft.fr>).

5. Vigilancia

Los robots de vigilancia tienen como objetivo la detección de intrusos o fuegos dentro de un edificio o en el exterior. Son robots móviles, autónomos, con trayectorias planificadas y capacidad de evitación de obstáculos, que embarcan los sensores necesarios para su labor. Los datos de sus sensores son enviados a una central de mando.



CyberGuard, Cybermotion Inc. (USA, <http://www.cybermotion.com/>)



Sentry. Denning Branch International (Australia, <http://www.southcom.com.au>).



Robot de vigilancia interior para áreas amplias. Robowatch
(<http://www.robowatch.de:8080/home/en/products.jsp>).



OFRO. Robot de vigilancia exterior para áreas amplias. Robowatch
(<http://www.robowatch.de:8080/home/en/products.jsp>).

3.2. Interfaces

La Real Academia de la Lengua define las interfaces como aquellas conexiones físicas y funcionales entre dos aparatos o sistemas independientes. Desde este punto de vista, éstas se pueden clasificar atendiendo al tipo de sistemas que comunican. Así, distinguimos entre interfaces persona-persona, persona-máquina y máquina-máquina, que en este documento no se tratarán. Por otra parte, la elección de una determinada interfaz para un servicio concreto no dependerá tanto de él, aunque imponga una serie de requisitos, como de la naturaleza de los interlocutores, ya sean personas o máquinas. Por ello, en la taxonomía que se incluye a continuación no se hará distinción entre servicios salvo que alguna de las interfaces sea especialmente desaconsejable.

1 Interfaces persona-persona

Para las comunicaciones entre seres humanos podemos distinguir entre los métodos de interacción oral, textual, visual, táctil o combinaciones de los anteriores, si bien, de entre ellos, el modo más natural para el ser humano es el oral-visual. Es decir, escuchar al interlocutor o interlocutores a la vez que se pueden ver sus gestos y expresiones faciales. A pesar de ello, no siempre es materialmente posible llevar a cabo este tipo de comunicaciones y por ello la tecnología actual permite distintas posibilidades.

1. Videoconferencia

Sin lugar a dudas, la opción más natural para el ser humano ya que permite la comunicación entre personas situadas en ubicaciones distintas como si estuvieran unas próximas a otras. Para que ello sea posible tecnológicamente, es necesario disponer de un sistema de cámaras de vídeo y micrófonos que doten al usuario de la suficiente libertad de movimiento, así como de un sistema de telecomunicación de prestaciones suficientes para la transmisión entre las diferentes ubicaciones de todos los flujos de datos (voz y vídeo). En aras de una mayor comodidad y naturalidad para el interlocutor es necesaria la implantación de sistemas “manos libres” que no obliguen al usuario a utilizar micrófonos y auriculares. Dichos sistemas deben ser capaces de realizar la adecuada cancelación de eco acústico y reducción de ruido para que la calidad de la voz enviada al otro extremo de la comunicación sea óptima.



Sala equipada para videoconferencia multiusuario.

Actualmente este tipo de tecnologías se encuentra en un estado de madurez, con un gran número de sistemas comerciales así como empresas instaladoras y acondicionadoras. Por otro lado, también existe una extensa red de investigación y desarrollo en este campo con el objetivo de incrementar las prestaciones y la eficiencia de estos sistemas, ya que la calidad de los mismos, tanto en la parte de audio como en la de video así como de los métodos de codificación y transmisión de la información de los sistemas comerciales actuales es manifiestamente mejorable.

De entre los sistemas y servicios comerciales podemos destacar los ofertados por empresas como Radvision, que proporcionan soluciones basadas en fabricantes de equipos como Sony, Aterra, VCON, Tandberg o Polycom.

Además de las soluciones presentadas por empresas instaladoras, existe la posibilidad de establecer videoconferencias a bajo coste con un equipamiento mínimo consistente en un ordenador personal de gama media, micrófonos, altavoces y webcam, mediante una conexión a Internet de velocidad mínima que garantice suficiente capacidad para la transmisión de todos los flujos de información. En este momento, existen aplicaciones, locales o remotas, gratuitas o de pago, que permiten el establecimiento, la gestión y la liberación de la videoconferencia. Así, por ejemplo, podemos encontrar VRVS (Virtual Rooms Videoconferencing System), sistema de videoconferencia multipunto basado en redes IP. Otro método de establecimiento de videoconferencias es Netmeeting, solución software aportada por Microsoft. En cuanto a software gratuito, este tipo de comunicaciones puede ser establecido mediante programas como Microsoft Messenger, entre otros.

2. Teléfono

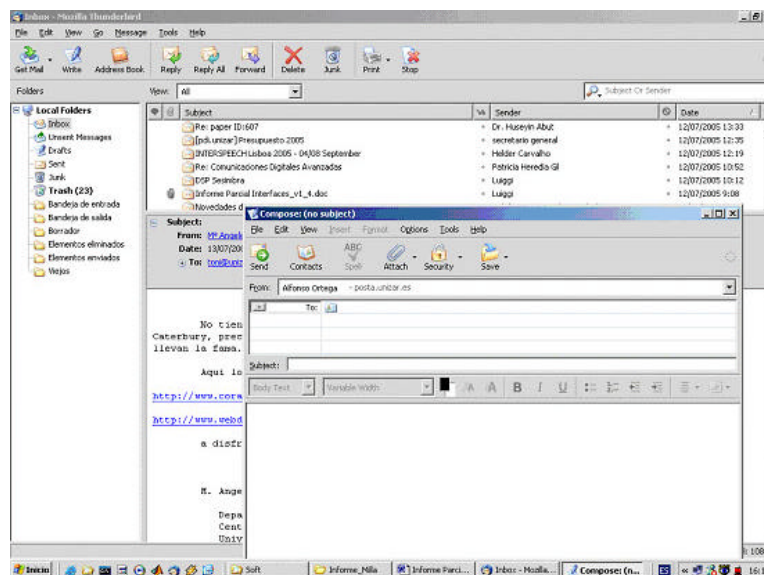
Si bien la vídeoconferencia, tal y como se ha indicado, es el modo ideal de comunicación entre las personas, no siempre es posible debido a la infraestructura que se requiere. En esos casos, el teléfono, quizás el modo de interacción ente dos personas que se encuentran en ubicaciones diferentes al que más habituada está la sociedad, se convierte en una solución satisfactoria. En este sentido, se trata de un método de comunicación oral que la sociedad ha asimilado y considera muy natural. Las instalaciones más básicas están disponibles en la mayor parte de los domicilios, oficinas y lugares públicos así como a disposición de la mayor parte de la población y el territorio gracias a la expansión de la telefonía móvil. Así podríamos hablar de la comunicación persona-persona vía telefónica en un sentido amplio que englobase la telefonía tradicional fija, la telefonía móvil y la emergente telefonía IP.

Sin embargo, siempre se puede conseguir una comunicación telefónica de un modo más natural a través del empleo de terminales o en salas con facilidades manos libres, tal y como también se ha comentado para el caso de la vídeo-conferencia.

La situación actual de las tecnologías implicadas en este modo de comunicación es similar al de las de la video-conferencia ya que comparten líneas de investigación y desarrollo en la parte del audio, tanto en el acondicionamiento de las señales, cancelación de eco y ruido, como en los sistemas de codificación y transmisión, sobre todo en cuanto a la transmisión mediante redes IP se refiere. Así pues, cabe destacar los esfuerzos de las distintas empresas de terminales para dotar a los mismos de las técnicas adecuadas que proporcionen la robustez necesaria a la comunicación.

3. Sistemas de mensajería

Cuando la simultaneidad de ambos extremos de la comunicación no es posible o la inmediatez del mensaje no es un aspecto crítico, puede prescindirse de la interacción en tiempo real de manera que se establezca la comunicación a través de sistemas de mensajería. En este sentido, lo más extendido en los últimos tiempos ha sido el empleo de los servicios de correo electrónico, que hacen posible la transmisión de mensajes no sólo textuales sino también de voz o vídeo, aunque también es técnica y comercialmente factible el uso de otro tipo de servicios, como mediante el teléfono móvil, por ejemplo. En todos estos casos, la comunicación entre los dos extremos se realiza empleando un intermediario tecnológico con el que las personas deberán interactuar empleando distintas opciones que más adelante se describirán (interfaz persona-máquina).



Ejemplo de aplicación cliente de correo electrónico.

4. Sistemas de traducción

En este caso, el intermediario tecnológico permite la comunicación entre personas que emplean distintos idiomas, eliminando así la barrera idiomática. Para ello deben ser capaces de entender y comprender a cada una de las partes, traduciendo posteriormente el mensaje para que cada

uno de los interlocutores implicados en la comunicación reciba adecuadamente y sin ambigüedad la información.

Comercialmente existen sistemas de traducción automática en un gran número de idiomas y las tecnologías implicadas se encuentran en un estado de desarrollo y consolidación. Por ejemplo, se puede citar a ATS (Automatic Translation Server), Reverso o Hypertrans.

2 Interfaces persona-máquina

La calidad de una interfaz persona-máquina se determina según la norma ISO 9241 mediante tres parámetros, a saber: la efectividad, esto es: ¿realiza la interfaz la tarea que el usuario desea?, la eficiencia: ¿puede el usuario aprender de un modo sencillo a utilizar la interfaz?, y la satisfacción: ¿se muestra el usuario satisfecho con la comunicación? Todas estas cuestiones, poco cuantificables y subjetivas en un amplio sentido, deberán ser tenidas en cuenta a la hora de definir un sistema de comunicación para una aplicación y sector de población concretos.

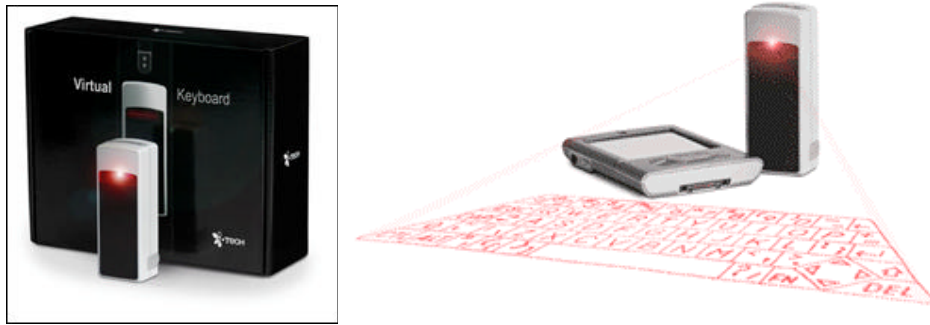
Por otra parte, el ser humano percibe la información a través de sus cinco sentidos, (oído, vista, tacto, olfato y gusto) y es capaz de comunicarse con su entorno a través de distintos tipos de señales: auditivas, visuales, mediante gestos... Así pues, entre las interfaces persona-máquina podemos hacer una distinción importante entre los métodos de entrada de la información, donde el flujo de la misma se dirige desde la persona hacia la máquina, y los métodos de salida o presentación, donde el flujo va de la máquina a la persona.

1. Métodos de entrada de información (Acción persona-máquina)

1.1 Interacción táctil

Posiblemente éste, debido a su sencillez, es el modo de interacción tradicional con los sistemas. Sin embargo, como en el resto de los ámbitos, ha sufrido una evolución muy importante a lo largo de la historia. Actualmente los teclados y demás sistemas ya no se parecen a los que otrora fueron empleados en los comienzos, y ahora se extiende el empleo de sistemas más complejos, como pantallas táctiles, que dotan de gran versatilidad al modo de interacción con el usuario, haciendo posible la introducción de controles dentro de la información presentada.

Dentro de los mecanismos de interacción táctil también cabría destacar el empleo de ratones, joysticks o teclados virtuales. Entre las soluciones que el mercado ofrece en este sentido, podríamos citar las aportadas por la empresa VKB (Virtual Keyboards), que ofrece teclados láser.



Teclado virtual láser de VKB (Virtual Keyboards).

El reconocimiento automático de gestos también se puede llevar a cabo por medios táctiles. Así pues, es muy común en entornos de realidad virtual el empleo de “ciberguantes” que mediante sensores determinan las posiciones y movimientos de las manos. Existen empresas como SARA Computing and Networking Services que trabajan en este sentido.



Ejemplo de utilización del “ciberguante” de SARA CNS.

1.2 Interacción oral

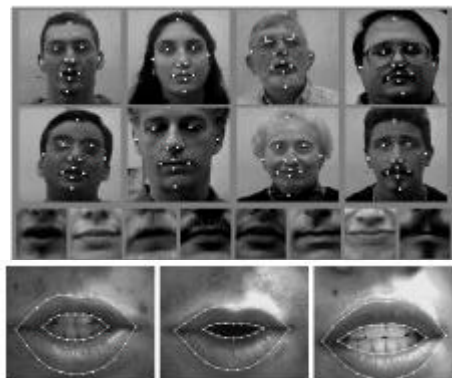
La interacción oral proporciona al usuario una interfaz ágil, dinámica y cómoda en tanto que es el modo común de comunicación entre las personas. Su grado de calidad de servicio es, hoy por hoy, altamente dependiente de factores ambientales tales como el ruido, la distancia entre el locutor y el micrófono, el tipo de micrófono empleado o incluso el grado de experiencia del usuario o su estado de ánimo.

De todos modos, el estado actual de la tecnología, permite el empleo de este tipo de interfaces en determinadas circunstancias y entornos controlados. Existe comercialmente gran variedad de productos y empresas que ofrecen soluciones en este ámbito, así como una gran comunidad científica que trabaja en el desarrollo, mejora y adaptación de sistemas y productos asociados al reconocimiento automático del habla.

Por ejemplo, están disponibles en el mercado sistemas de dictado como Via Voice o Dragon systems, o soluciones que se pueden adaptar a un gran número de requerimientos que parten de plataformas abiertas y configurables que cuentan con potentes motores de reconocimiento como los ofrecidos por Nuance o Scansoft.

1.3 Interacción visual

La interacción visual, no sólo es una interfaz en sí misma, como se verá más adelante por ejemplo en temas de biometría, sino que se suele emplear en sistemas híbridos junto a otras técnicas para proporcionar finalmente la robustez deseada. De este modo, la información visual se utiliza en muchas ocasiones para paliar los efectos que el ruido puede tener en el reconocimiento automático del habla. En este sentido, las técnicas de lipreading, o lectura de labios, aportan importantes mejoras, sobre todo en situaciones altamente ruidosas. Grandes corporaciones multinacionales dedican grandes esfuerzos al desarrollo y consolidación de este tipo de tecnologías, como por ejemplo IBM o Siemens.



Imágenes de ejemplo que ilustran la localización de puntos significativos del rostro para el seguimiento de la boca y detección de los bordes de los labios.

1.4 Identificadores de radiofrecuencia

Además de los métodos de entrada de información directos ya comentados, pueden considerarse como partes del interfaz persona-máquina, el uso de dispositivos tecnológicos tales como identificadores de radiofrecuencia (RF-ID). Estos dispositivos, empleados en un principio para ayudar a la trazabilidad de los artículos y productos en logística, pueden, si van asociados a un usuario, aportar cierta información acerca del mismo. Mediante RF-ID, se puede definir un perfil con los parámetros de cada uno de los usuarios, de modo que la máquina adapte su modo de interactuar con la persona (personalización). Esta situación, si bien dotaría al sistema de una gran robustez debería ser estudiada jurídicamente por cuestiones de privacidad. Otro tipo de dispositivos como detectores de presencia o proximidad pueden indicarle al sistema la intención del usuario de dirigirse al mismo.

1.5 Interacción biométrica

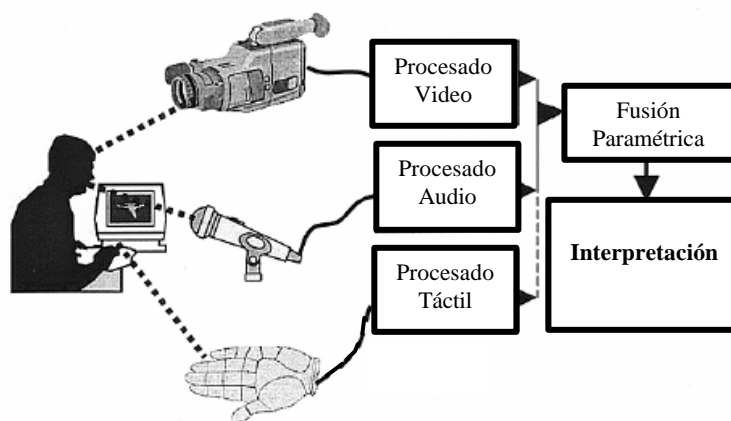
Hasta ahora, en todas las interfaces tratadas, había una intención explícita de comunicar una idea o pensamiento; sin embargo, en los sistemas biométricos, esto no se da. En estos casos, las interfaces son algo distintas por cuanto deben ser capaces de identificar/verificar al usuario. De este modo, la voz, el iris, la retina, las huellas dactilares, la

imagen facial, el modo de caminar..., se convierten en señales de información que la máquina debe decodificar adecuadamente. Este tipo de interfaces está teniendo un gran auge en los últimos años por la importancia que están adquiriendo los sistemas de seguridad, aunque, a la vez se están comprobando los huecos legales que en este sentido se presentan en las distintas legislaciones. Por todo ello, la elección de una interfaz biométrica u otra dependerá de múltiples factores que van desde la legislación vigente a la aplicación concreta, pasando por el grado de compromiso de la sociedad a ser identificada de una u otra manera. En cualquier caso, conocer quién se está dirigiendo al sistema, del modo que sea, puede proporcionar un valor añadido al mismo, por cuanto se podría personalizar gran cantidad de parámetros que pudieran ayudar a que la comunicación persona-máquina fuera más fluida y satisfactoria.

1.6 Interacción multimodal

En la medida en la que sea posible, el disponer de información procedente de la misma fuente pero obtenida por diversos medios (multimodalidad) puede aumentar enormemente la precisión de los sistemas de comprensión automática ya que cuando el ser humano se expresa, por lo general, no sólo emplea un tipo de recursos para hacerlo: la voz, los gestos... Así pues, la multimodalidad dota a los interfaces de una mayor comodidad de uso al hacerlos más parecidos a un interlocutor humano.

Las interfaces multimodales, en sentido amplio, permiten al usuario interactuar con el interlocutor tecnológico empleando una gran variedad de medios entre los que podemos citar la voz, los gestos, punteros, pantallas táctiles, sensores de presión o movimiento...



Esquema de una interfaz multimodal.

2. Métodos de presentación de información (Acción máquina-persona)

En general, hay tantas formas de presentar la información como maneras distintas de percibirla por el ser humano. Sin embargo, debe

ponerse especial cuidado a la hora de elegir un tipo u otro de presentación. La elección deberá depender del destinatario, el ambiente en el que se encuentra o el tipo de información que se vaya a presentar.

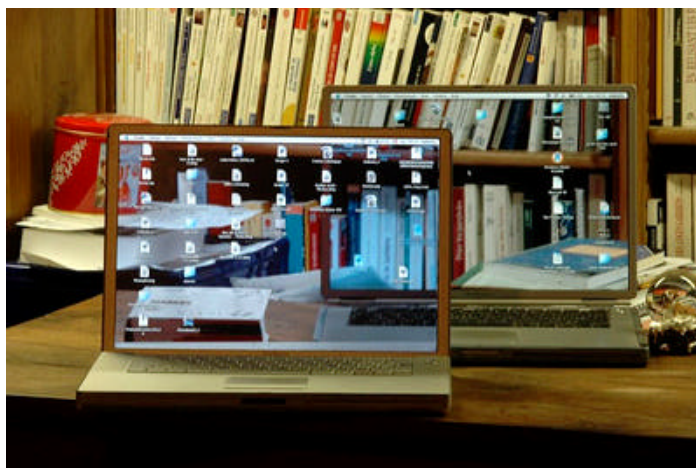
En cuanto al destinatario, dado que cada uno posee unos gustos, así como unas limitaciones y una forma particular de comunicarse, se debe buscar el método más seguro para que la información relevante le llegue de forma fiable.

Es importante también tener en cuenta el ambiente en el que se encuentra el destinatario ya que si la actividad que éste está realizando requiere de toda su atención, como por ejemplo la conducción, la presentación de imágenes en movimiento o de un contenido textual muy denso es en todo punto inadecuado. Por otro lado, la presentación de mensajes de audio, bien sea voz u otro tipo de sonidos en un ambiente ruidoso también será desaconsejable.

En lo concerniente al contenido de la información, es importante tener en cuenta el aspecto de la confidencialidad y privacidad de la misma. Por ejemplo, en un lugar público donde tengan acceso terceras personas, no será apropiada la presentación de información comprometida de modo oral o incluso la presentación visual de la misma deberá ser estudiada con detenimiento.

2.1 Interacción visual

El modo tradicional de presentación de la información ha sido el empleo de pantallas con texto escrito debido a la facilidad tecnológica de la tarea. La extensión al uso de imágenes, bien sean fijas (iconos) o en movimiento no es más que la evolución natural de la misma.



Ejemplos de pantallas transparentes de última generación.

2.2 Interacción oral

Dentro de los métodos de presentación de la información de modo oral, destacan los sistemas de conversión texto a voz ya que son los más

usados en la mayoría de las aplicaciones comerciales que emplean este tipo de presentación de la información. El objetivo de este tipo de sistemas es la generación de un modo automático de la señal de voz correspondiente a un mensaje textual presentado a su entrada. Podría hablarse de un escalón más a la hora de presentar de modo oral una información que sería la síntesis del mensaje de voz directamente desde una representación simbólica, no textual del mismo. Esto es lo que se conoce como síntesis de voz a partir de concepto.

Actualmente existen ya un gran número de productos comerciales y plataformas configurables que permiten la presentación de la información al usuario de modo oral con poco o ningún esfuerzo de desarrollo (Microsoft, Nuance, IBM, Scansoft, ...).

2.3 Interacción multimodal

Es cada vez más habitual ver combinados los métodos de presentación anteriores, con contenido multimedia. Este tipo de contenidos están compuestos por vídeo y audio que acompañan o complementan la información textual o con imagen fija.

Del mismo modo, otra manera de hacer más humana la presentación de información por parte de una máquina o sistema automático consiste en crear una cara parlante o un actor virtual (AVATAR), que modifica sus gestos, expresiones faciales y voz de un modo parecido a como lo haría un ser humano.



Ejemplos de actores virtuales desarrollados en la Universidad de Colorado.

4. Asistencia a discapacidades

En este punto se describe el estado actual de las diversas alternativas tecnológicas para la reducción de barreras asociadas a distintas tecnologías en personas discapacitadas. Se comentan brevemente algunos aspectos en relación con el análisis del coste de implantación y sus mayores restricciones para su difusión dentro de la “Milla Digital”.

Las deficiencias sufridas por disminuidos se pueden clasificar en cuatro grandes áreas:

- Las físicas, que abarcan las deficiencias motoras y viscerales.
- Las psíquicas, relacionadas con retrasos mentales, del aprendizaje, etc.
- Las sensoriales y expresivas, que comprenden las visuales, del oído y del lenguaje.
- Las plurideficiencias como la sordo-ceguera, la parálisis cerebral y las no clasificadas.

4.1. *Robótica para discapacitados*

Las deficiencias anteriores generan unas problemáticas en las personas que se pueden agrupar en cuatro grandes grupos, que coinciden con las líneas de actuación en materia robótica.

1. Problemas de movimiento de las extremidades inferiores.
2. Problemas de movimiento de las extremidades superiores.
3. Problemas de percepción visual que impiden el movimiento sin ayuda.
4. Necesidad de cuidado y asistencia genérica

A continuación se describen artefactos robóticos para cada una de estas líneas que tratan de mejorar la calidad de vida de las personas que sufren estos problemas.

Problemas de movimiento de las extremidades inferiores

El ejemplo típico de asistencia a disminuidos con problemas motrices en las extremidades inferiores son las sillas de ruedas motorizadas. La principal diferencia entre ellas está en la tecnología de movimiento instalada, es decir, si son capaces de generar movimiento autónomo o no. Por un lado están las sillas de ruedas que no tienen este tipo de tecnología de movimiento, aunque ofrecen capacidades mecánico-eléctricas más avanzadas de lo que es una silla de ruedas estándar, de modo que algunas son capaces de elevarse, subir escaleras o incluso ser controladas por un pequeño ordenador de a bordo.



La silla iBot <http://www.independencenow.com/ibot/> tiene la habilidad de elevarse hasta la altura de la gente y subir escaleras.

Por otro lado, algunas sillas de ruedas incorporan sistemas añadidos para evitar obstáculos (movimiento autónomo). Éstas, ayudan a personas con dificultades para girar y maniobrar. Los usuarios sólo deben de señalar la dirección principal de movimiento y el sistema encuentra el camino sorteando obstáculos inesperados. Ha habido muchos esfuerzos para demostrar navegación autónoma en distintos escenarios y en particular compartidos con personas.



Silla de ruedas con capacidad de movimiento autónomo que actualmente comercializa la empresa *Active Media* <http://www.activrobots.com/ROBOTS/>.

Sin embargo, la mayoría de las sillas de ruedas comerciales actuales, como las producidas por DEKA o Rehabilitation Technologies, aunque poseen capacidades avanzadas no llegan hasta la capacidad de movimiento autónomo. Sin embargo, en algunos laboratorios de investigación del mundo sí que se disponen actualmente de este tipo de dispositivos.



(a)



(b)



(c)



(d)

Algunos ejemplos de sillas de ruedas con capacidades de movimiento avanzadas existentes en:

a) Universidad de Zaragoza

<http://webdiis.unizar.es/GRPTR/projects/DPI2000-1272.html>

b) Universidad de Bremen

http://www.informatik.uni-bremen.de/rolland/index_e.htm

c) Universidad de Bonn

http://voronoi.sbp.ri.cmu.edu/~fsr/FINAL_PAPERS/27_Prassler.pdf

d) Universidad de Bremen

http://www.helfenderoboter.de/Veroeffentlichungen/Bremen_Paper_FRIEN_D_IEEE2001.pdf

Problemas de movimiento de las extremidades superiores

Otro tipo de minusvalía involucra a personas con problemas en las extremidades superiores, como es la pérdida de la funcionalidad, control, fuerza o alcance de la mano o brazo. Estas personas necesitan cuidadores la mayoría del tiempo para realizar sus actividades diarias, siendo así altamente dependientes y generando actitudes de pasividad y apatía.

Los sistemas de ayuda robótica pueden ayudar a comer, beber, proporcionar higiene personal, trabajar, moverse o incluso realizar tareas más generales. Dependiendo de una tarea particular, el robot manipulador puede ser montado directamente sobre la silla del usuario, a una base motorizada autónoma o dentro de una estación de trabajo fija. El sistema debería de ser

fácilmente operable por el usuario y adaptable para su utilización y manipulación. Un ejemplo son los brazos manipuladores montados sobre sillas de ruedas robóticas.



Dos vistas del *Assistive Robotic Manipulator (ARM)* manipulador para su instalación en una silla de ruedas de *Exact Dynamics*. <http://www.exactdynamics.nl/>.



Persona con imposibilidad de controlar las extremidades superiores que está siendo ayudada a comer por un robot manipulador implantado sobre una estación de trabajo móvil (Movaid Project).

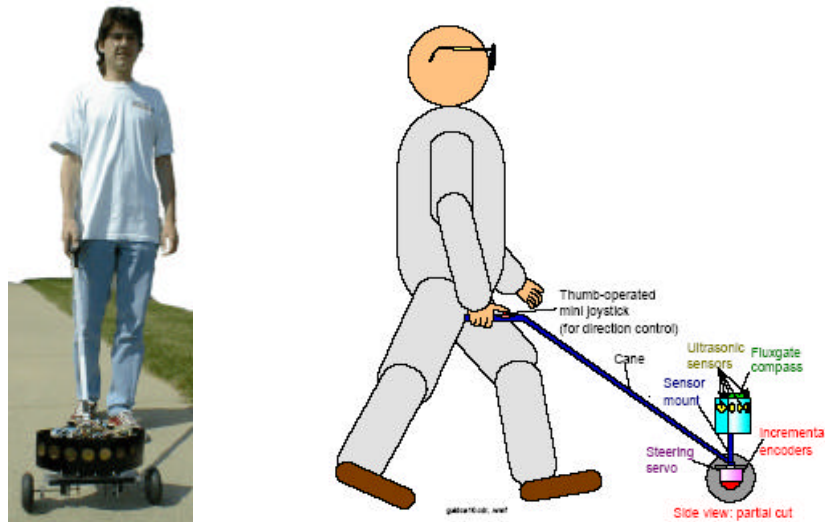
<http://www-crim.sssup.it/research/projects/MOVAID/default.htm>

Tanto para el primer punto como para este segundo los precios de los sistemas son bastante elevados debido a la baja producción de estos artefactos. Sin embargo, se prevé un fuerte crecimiento a largo plazo de este sector de la robótica relacionado con los discapacitados y los cuidados sociales y de asistencia. Esto se debe al incremento de las personas temporal o permanentemente discapacitadas, y al crecimiento de la proporción de gente de avanzada edad que necesitan ayuda.

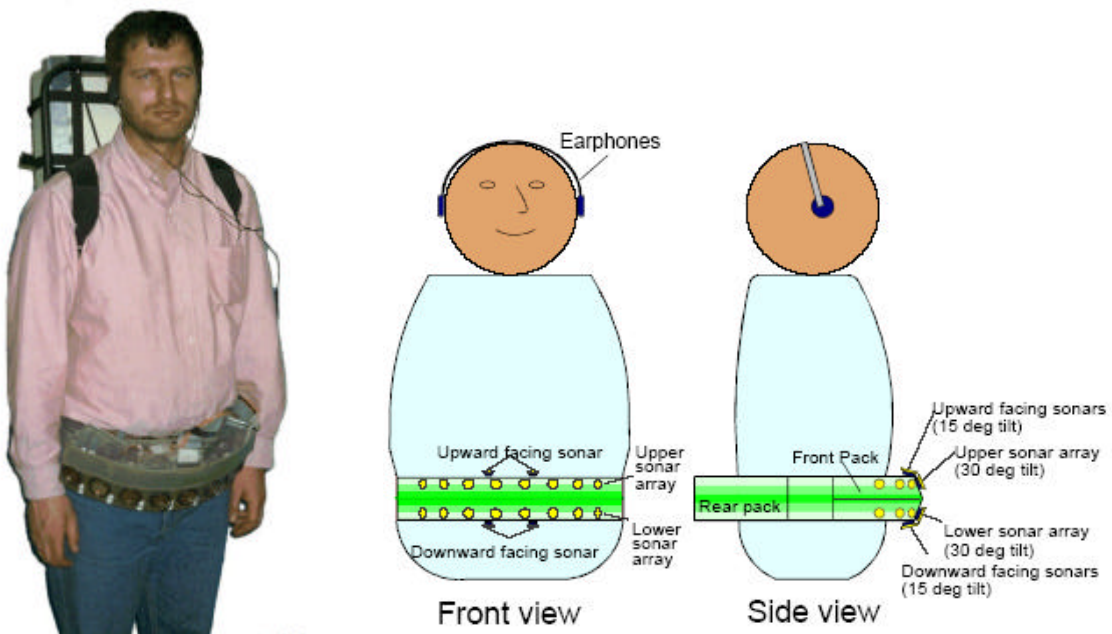
Problemas de percepción visual que impiden el movimiento sin ayuda

Existen otros robots que ayudan a la movilidad de personas ciegas al ofrecer guiados avanzados. Usualmente la posición final puede ser especificada por algún tipo de interfaz, y el robot modifica y adapta las órdenes

del usuario guiando a la persona entre los obstáculos. Lo que diferencia estos sistemas de los anteriores es que el minusválido no tiene porqué tener problemas motrices, es decir, el movimiento lo realiza el usuario con sus extremidades inferiores. El papel del robot es indicar en que dirección ha de ser ese movimiento.



La *guidecane* <http://www-personal.engin.umich.edu/~johannb/> es un dispositivo empujado por la persona con deficiencias visuales. El robot tiene embarcados unos sensores que detectan obstáculos, de forma que ofrece resistencia cuando el usuario empuja hacia ellos. El resultado es que la simbiosis entre el usuario y el robot consigue movimiento sorteando los obstáculos.



El *Navbelt* consiste en un cinturón de ultrasonidos con los que se detectan los obstáculos. Este mapa se codifica en forma de señal acústica para que la persona con deficiencia visual tenga una idea de la distribución de obstáculos en el entorno y así moverse sin colisiones en el mismo.

Necesidad de cuidado y asistencia genérica

Otros sistemas que están evolucionando actualmente son los cuidadores de personas (en sentido genérico). Estos sistemas pueden contribuir a la mejora de la calidad de vida tanto de las personas con deficiencias como de las de avanzada edad. Usualmente estos sistemas están preparados para trabajar en casas y se pueden denominar genéricamente cuidadores de casa. Estos robots pueden tener sistemas de interfaz multimedia, sensores de reconocimiento de tres dimensiones, y brazos manipuladores que permiten manipular objetos, así como la habilidad de guiar personas. Además son capaces de mantener diálogos con las personas para mantener pequeñas conversaciones o bien recordarles cosas. Trabajos típicos son mover objetos de un sitio a otro, vigilar las casas, guiar personas, actuar de kiosco de información, recordar tomar a una determinada hora una medicina, etc.



El robot cuidador de casa de *GECKOSYSTEMS* realiza tareas domésticas para mejorar la calidad de vida de las personas mayores
<http://www.geckosystems.com/>.

4.2. Interfaces para discapacitados

Del mismo modo que en el apartado anterior, a continuación se evaluarán distintas interfaces adaptadas a diversas discapacidades atendiendo a los interlocutores que intervienen en la comunicación. De este modo, se distinguirá entre interfaces persona-persona y máquina-persona (la comunicación máquina-máquina carece de sentido en este caso).

Interfaces persona- persona

Ya se ha comentado con anterioridad la importancia que pueden llegar a tener los traductores de idiomas. Sin embargo, este tipo de sistemas se pueden tratar en un sentido más amplio, de modo que el concepto de traducción es ampliable, no sólo al de idiomas, sino también al de lenguajes para personas con algún tipo de discapacidad, ya sean físicas, psíquicas o sensoriales. De esta manera, algunos ejemplos de traductores de lenguajes serían sistemas capaces de entender y comprender lenguajes como el de signos y traducirlo al lenguaje oral (pensando en la comunicación entre una persona sordomuda con un deficiente visual) o un sistema capaz de reconocer automáticamente el habla y traducirlo a un lenguaje textual escrito (pensando en la comunicación entre una persona que desconozca el lenguaje de signos y un sordo).

Las tecnologías necesarias para este tipo de sistemas se encuentran en distintos estados de desarrollo en función del tipo concreto de traducción necesaria. Así por ejemplo, el reconocimiento automático de gestos se encuentra en sus primeros estadios mientras que los sistemas de conversión texto-voz, como ya se ha indicado, se hallan en una situación de mayor madurez.

Interfaces persona-máquina

Interfaces de entrada de información visuales

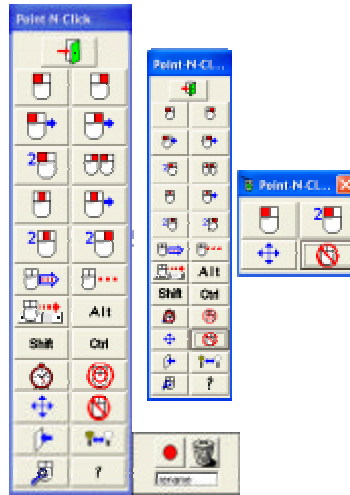
De entre los métodos de entrada de la información visual adaptados a los discapacitados, cabe destacar los acercamientos llevados a cabo en los últimos tiempos de cara a reconocer el lenguaje de signos. Este tipo de sistemas pueden ser de gran ayuda en un futuro próximo para el acceso de un modo natural a determinados sistemas y servicios de personas con discapacidades serias en el habla.

Actualmente, los resultados en este campo son muy preliminares y la investigación se centra en resolver por el momento los primeros problemas como pueden ser el seguimiento de las manos de una persona expresándose en el lenguaje de gestos o el reconocimiento de gestos en personas.

Interfaces de entrada de información táctiles

Dentro de los mecanismos de interacción táctil adaptados a ciertas discapacidades, cabría destacar el empleo de ratones, joysticks o teclados virtuales que pueden ser un medio muy efectivo para personas con movilidad

reducida en las extremidades superiores. Entre las soluciones que el mercado ofrece en este sentido, podríamos citar las aportadas por la empresa Polital Inc. en lo que respecta a ratones virtuales orientados principalmente para discapacitados.



Ratón virtual de Polital Inc.

Tal y como se ha indicado con anterioridad, el reconocimiento automático de gestos se puede llevar a cabo mediante ciberguantes que poseen varios sensores. El uso de este tipo de dispositivos también puede ayudar a determinar la posición de las manos y los gestos con el objetivo de ayudar a las personas con deficiencias en el habla para comunicarse con los sistemas automáticos. En centros de investigación de primer nivel como en la Carnegie-Mellon University existen grupos trabajando en ello.



Posición final de la mano con ciberguante para la letra "C".

Interfaces de entrada de información orales

En este sentido cabe destacar la existencia de navegadores web controlados mediante la voz, como IBM Home page Reader o Freedom Box, de gran utilidad para la comunidad invidente. De la misma manera, existen lectores de pantallas que leen los textos escritos en páginas web como Jaws, Out Spoken o Protalk.

Interfaces de presentación de información visuales

Con el objetivo de eliminar barreras para el acceso a la información por parte de personas con ciertas discapacidades, se han dado los primeros pasos en el desarrollo de sistemas de traducción texto-lenguaje de signos que consigan presentar la información deseada a las personas con problemas de audición a través de lenguaje de signos mediante un actor virtual. También hay que recalcar la importancia que está adquiriendo hoy en día la “accesibilidad” en las páginas WEB, que pretende que los contenidos presentados sean “perceptibles”, así como que los controles que se encuentren junto con la información de salida se caractericen por su “operatividad”, para que la información sea finalmente “comprensible”.

Interfaces de presentación de información auditivos

Tal y como se ha indicado con anterioridad, los sistemas de conversión texto voz, que han alcanzado un gran desarrollo, pueden ser una buena opción para que personas con deficiencias visuales puedan acceder de un modo sencillo a la información.

Interfaces de presentación de información táctiles

También de cara a eliminar barreras de comunicación entre la comunidad invidente, se han creado sistemas que traducen los textos al lenguaje Braille, que posteriormente se transcriben mediante impresoras adaptadas. La empresa líder en este campo es Duxbury.

Integración de interfaces

Todas estas interfaces pueden confluir en un único Terminal Multimedia Multimodal (TMM) adaptado a las necesidades y gustos concretos del usuario.

El TMM estará generalmente compuesto por una pantalla plana táctil, micrófonos, altavoces, cámara y conexión de RF de corta distancia (Bluetooth, WiFi, etc). Opcionalmente podrá contar también con lector de tarjetas RFID, de huella digital, y cualquier otro periférico adaptado a la discapacidad del usuario.



Ejemplo donde el TMM se ha realizado mediante una PDA y sirve como sistema cliente para una cajero automático.

5. Acciones básicas y avanzadas en la Milla Digital

En esta sección se analizan posibles propuestas para la “Milla Digital”. Se considerarán tanto propuestas que podrían calificarse como básicas como otras más avanzadas, que potencialmente podrían implantarse, dependiendo de la situación de la tecnología del momento y de la importancia que socialmente se pueda dar a dichas soluciones.

Inicialmente se hará una valoración de los servicios presentados en las secciones anteriores atendiendo a diversos criterios. Éstos serán:

- Madurez o inmadurez de la tecnología a utilizar.
- Aumento del confort del residente.
- Facilidades al visitante.
- Disminución del tiempo perdido en transportes y acceso a servicios.
- Seguridad.
- Facilidades a discapacitados.
- Marketing.
- Necesidad de normativas.
- Coste.

La valoración se realizará de acuerdo con la siguiente escala: imprescindible, recomendable, prescindible, no recomendable.

escenario	actuación específica	servicio	valoración
vivienda	preinstalación domótica vivienda	Domótica Asistencia discap.	véase informe domótica
	preinstalación informática vivienda	Entretenimiento Teleasistencia Televigilancia Información y acceso a servicios	imprescindible maduro confort coste asumible
	portero automático inteligente con interfaz multimodal y control accesos	Domótica Asistencia discap. Vigilancia Localización	imprescindible relativamente maduro confort facilidades visitante seguridad facilidades discapacitados marketing coste asumible
	Ascensor inteligente	Domótica Asistencia discap.	imprescindible relativamente maduro confort facilidades visitante facilidades discapacitados coste asumible
	Buzón inteligente	Domótica Asistencia discap.	prescindible relativamente maduro pequeño aumento confort marketing seguridad facilidades discapacitados coste asumible
	Quiosco inteligente	Información y acceso a servicios	prescindible relativamente maduro pequeño aumento confort marketing

escenario	actuación específica	servicio	valoración
edificio oficinas	preinstalación domótica oficina	Domótica Asistencia discap.	véase informe domótica
	preinstalación informática oficina	Teleasistencia Televigilancia Información y acceso a servicios	imprescindible maduro confort coste asumible
	portero inteligente con interfaz multimodal y control accesos	Domótica Asistencia discap. Vigilancia Localización	imprescindible relativamente maduro confort facilidades visitante seguridad facilidades discapitados marketing coste asumible
	Ascensor inteligente	Domótica Asistencia discap.	imprescindible relativamente maduro confort facilidades visitante facilidades discapitados coste asumible
	Centro inteligente de información en recepción	Información y acceso a servicios del edificio	recomendable maduro facilidades visitante facilidades discapitados coste elevado
	Sistema de vigilancia y seguridad interior	Vigilancia	recomendable maduro seguridad coste asumible
	Robot reparto	Distribución mercancías Asistencia discap.	prescindible poco maduro confort facilidades discapitados marketing coste elevado posible necesidad de normativa
	Vehículo autónomo	Guiado Transporte de personas Asistencia discap.	prescindible poco maduro confort facilidades discapitados marketing coste elevado posible necesidad de normativa
	Robot vigilante	Vigilancia	prescindible poco maduro marketing seguridad coste elevado posible necesidad de normativa
Sistema localización	Localización Vigilancia	prescindible poco maduro facilidades discapitados seguridad coste no elevado	

escenario	actuación específica	servicio	valoración
edificio público	instalación domótica edificio público	Domótica Asistencia discap.	véase informe domótica
	preinstalación informática edificio público	Televigilancia Teleasistencia Información y acceso a servicios	imprescindible maduro confort coste asumible
	Centro inteligente de información en recepción	Información y acceso a servicios del edificio	recomendable relativamente maduro facilidades visitante facilidades discapacitados marketing coste elevado
	Ascensor inteligente	Domótica Asistencia discap.	imprescindible relativamente maduro confort facilidades visitante facilidades discapacitados coste asumible
	Robot guía multimodal	Guiado Entretenimiento Asistencia discap. Información y acceso a servicios	recomendable poco maduro facilidades visitante facilidades discapacitados marketing coste elevado
	Vehículo autónomo	Guiado Transporte de personas Asistencia discap.	prescindible poco maduro confort facilidades visitante facilidades discapacitados marketing coste elevado posible necesidad de normativa
	Robot vigilante	Vigilancia	prescindible poco maduro marketing seguridad coste elevado posible necesidad de normativa
	Robot de limpieza	Limpieza	prescindible poco maduro marketing coste elevado posible necesidad de normativa
	Paneles informativos multimodales	Entretenimiento Asistencia discap. Información y acceso a servicios del edificio	imprescindible maduro facilidades visitante facilidades discapacitados marketing coste asumible
	Sistema localización	Localización Vigilancia	prescindible poco maduro facilidades discapacitados seguridad coste no elevado
	Quiosco inteligente	Información y acceso a servicios del edificio	prescindible relativamente maduro pequeño aumento confort marketing
	Consigna inteligente	Domótica Asistencia discap.	imprescindible maduro coste elevado marketing seguridad facilidad visitante confort
	Terminal portátil	Información y acceso a servicios	imprescindible maduro marketing facilidad visitante coste asumible
	Dispositivo personal de guiado	Guiado de personas Localización Asistencia discapacitados	prescindible poco maduro facilidades discapacitados coste elevado

escenario	actuación específica	servicio	valoración
exterior	Centro inteligente de información en recepción	Información y acceso a servicios	prescindible relativamente maduro facilidades visitante facilidades discapacitados marketing coste muy elevado
	Quiosco inteligente	Información y acceso a servicios Entretenimiento	imprescindible relativamente maduro facilidad visitante pequeño aumento confort marketing
	Panel informativo multimodal	Entretenimiento Asistencia discap. Información y acceso a servicios Señalización y mobiliario urbano inteligente	imprescindible maduro facilidades visitante facilidades discapacitados marketing coste asumible
	instalación comunicaciones inalámbricas	Información y acceso a servicios Localización Entretenimiento Teleasistencia	imprescindible maduro facilidades visitante y residente aumento confort marketing coste asumible
	Robot guía multimodal	Guiado Entretenimiento Asistencia discap. Información y acceso a servicios	prescindible poco maduro facilidades visitante facilidades discapacitados marketing coste elevado
	Vehículo autónomo	Guiado Transporte de personas Asistencia discap.	prescindible poco maduro confort facilidades visitante facilidades discapacitados marketing coste elevado posible necesidad de normativa
	Robot vigilante	Vigilancia	prescindible poco maduro marketing seguridad coste elevado posible necesidad de normativa
	Sistema localización	Localización Vigilancia	prescindible poco maduro facilidades discapacitados seguridad coste no elevado
	Terminal portátil	Información y acceso a servicios	prescindible maduro marketing facilidad residente coste asumible
	Robot de limpieza	Limpieza	prescindible poco maduro marketing coste elevado posible necesidad de normativa
	Robot corta-césped	Corta-césped	prescindible poco maduro marketing coste no elevado posible necesidad de normativa
	Dispositivo personal de guiado	Guiado de personas Localización Asistencia discapacitados	prescindible poco maduro facilidades discapacitados coste elevado

6. Ejemplos de Escenarios en la Milla

En esta sección se presentan dos tipos de escenarios típicos susceptibles de incorporar actualmente o en un futuro próximo algunas de las tecnologías indicadas en la sección anterior. Estos escenarios se basan en las previsiones que existen para la Zona del Portillo, de la cual se nos facilitó información acerca del tipo de edificios privados y públicos que se desea instalar en ella. Se han seleccionado los escenarios de la **vivienda** y un edificio público tipo **museo**.

En ellos se desglosa el tipo de sistemas “inteligentes” que se podría instalar, sus funciones y una breve descripción de las actividades y servicios que la “Milla” puede ofrecer al usuario, bien a los residentes o a los visitantes, en ambos escenarios. Se han especificado exclusivamente los sistemas clasificados en la sección 5, asumiendo que además de ellos, serán necesarios todos aquellos otros imprescindibles o convenientes para que funcionen los anteriores, a saber: sistemas informáticos centrales, sistemas domóticos, infraestructuras de comunicaciones, que asumimos se han detallado en los informes correspondientes.

6.1. La vivienda

Desde el punto de vista de los sistemas “inteligentes”, la vivienda se divide en:

- Entrada exterior.
- Rellano principal (vestíbulo de entrada).
- Ascensor.
- Rellanos de pisos.
- Pisos.

Entrada exterior

En la entrada exterior se situará el interfaz externo del *e-portero* (portero automático inteligente), que realizará las siguientes funciones:

- Control de accesos vía “Terminal Multimedia Multimodal”, TMM antivandálico.
- Permitirá la entrada a los residentes previa identificación RFID/biométrica.
- Permitirá el acceso restringido a personal de prestación de servicios (cartero, mantenimientos, bomberos, etc.) previa identificación RFID.
- Permitirá a los visitantes:
 - preguntar por el residente que se pretende visitar y notificar el aviso al mismo “anywhere”.
 - dejar un vídeo mensaje accesible por el residente “anywhere”.
 - entrada al edificio previa autorización del residente.

Los residentes podrán emitir pases temporales de acceso al edificio y a la vivienda particular (RFID/Biométrico).

Vestíbulo de entrada

En el vestíbulo de entrada se situarán:

- Buzones inteligentes: avisa de la presencia de correo.
- e-portero, que proporcionará:
 - Información general (avisos comunidad de vecinos, eventos barrio, ciudad, ...).
 - Información particular del residente (visitas, entregas, etc.).
 - Acceso a la lectura de contadores y servicios de mantenimiento.
 - Entretenimiento.
- Robot de limpieza.
- Vigilancia.

Ascensor

En el ascensor se dispondrá de:

- Terminal TMM.
- Personalización del trayecto.
- Llamada automática al ascensor.

Rellano de los pisos

En los rellanos de los pisos se se contará con:

- Facilidades del ascensor (Terminal TMM).
- Robot de limpieza.
- Vigilancia.

Pisos

En los pisos habrá:

- Terminales TMM por habitación.
- Terminal personal con ID y micrófono.
- Soporte inalámbrico.

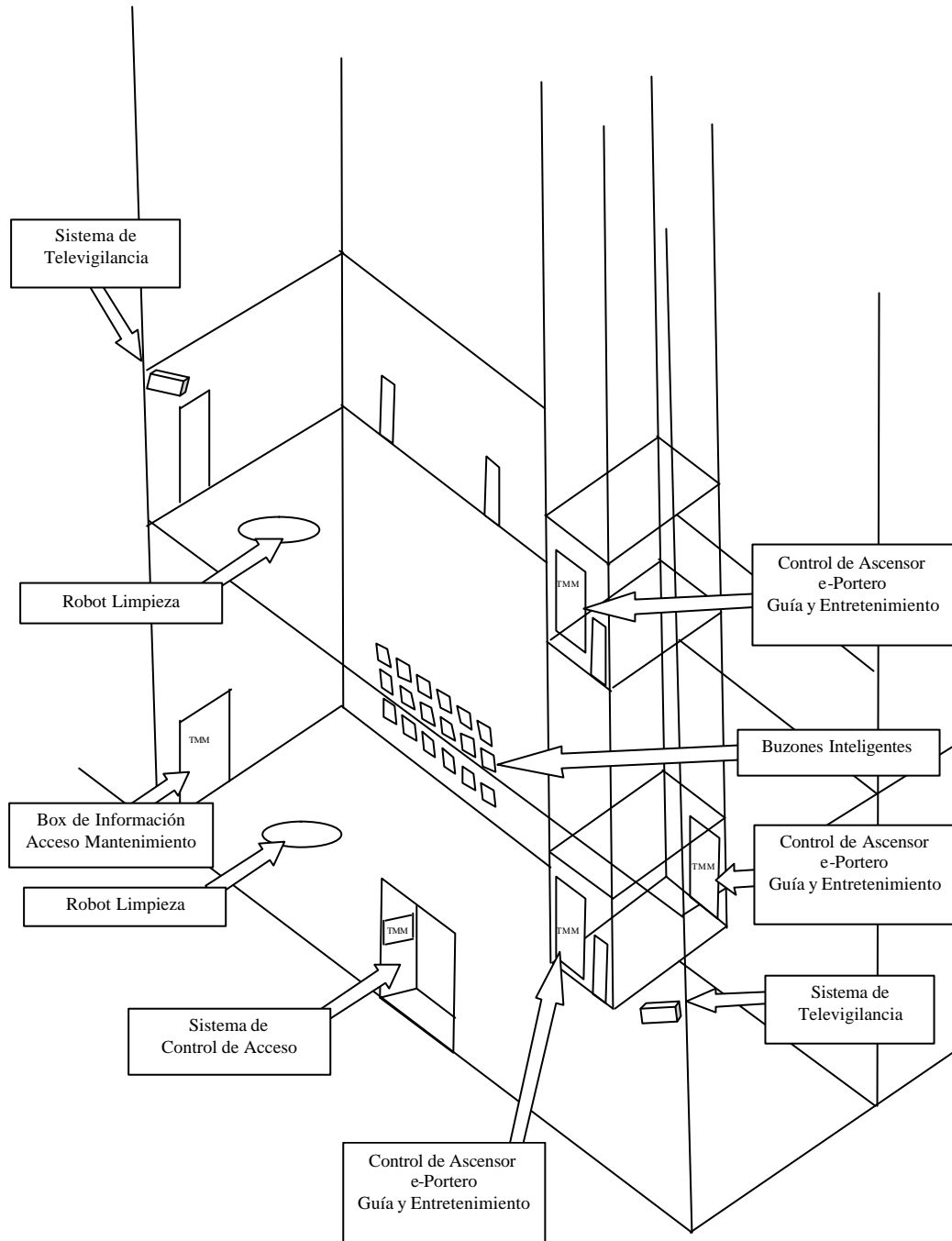


Diagrama esquemático de los servicios "inteligentes" de "Milla Digital" en el edificio de viviendas.

Escenarios de vivienda

1. *Residente que llega al edificio*
2. *Visitante, la persona que busca está ausente*

Escenario 1: Residente que llega al edificio

La entrada del edificio se abre mediante una orden del residente. Todos los vecinos portan una identificación RFID. El sistema de identificación biométrica confirma que el portador de la identificación es su propietario, y por tanto permite su paso.

El robot de limpieza del edificio se retira al detectar personas para evitar molestias y robos. La persona se acerca a su buzón de correo, pues ha sido informado a través de su teléfono móvil de que tiene correspondencia.

En el vestíbulo y en el ascensor puede consultarse diversa información mediante TMM, como por ejemplo, titulares de prensa o previsión meteorológica.

La puerta de cada piso se abre mediante una orden con un sistema similar al de la entrada del edificio. El sistema domótico realiza las funciones para las que ha sido programado en el piso. Además dispone de acceso a internet y comunicaciones audiovisuales. El sistema le informa sobre las incidencias del día, por ejemplo, las llamadas telefónicas recibidas, los visitantes que han llegado o necesidades de mantenimiento de aparatos. Puede existir un servicio de videoconferencia que permite mantener la comunicación conmutando automáticamente a cada una de las habitaciones que el residente recorre, sin ningún tipo de interrupción.

Escenario 2: Visitante, la persona que busca está ausente

En ausencia del residente, un visitante se acerca a la puerta de entrada del edificio y el sistema de control de acceso le pregunta qué desea. Al no identificarse por RFID (sólo lo poseen los residentes y personal de servicio), el visitante debe explicar al *e-portero* a quién quiere visitar. El *e-portero* comprueba que no hay nadie en el piso y si tiene activada la opción de aviso a distancia al propietario. En este caso, el *e-portero* envía un MMS al propietario con el vídeo del visitante, y ambos pueden entablar una videoconferencia a través del *e-portero*, utilizando tecnología 3G. El propietario puede dar instrucciones al *e-portero* para que le permita el paso al vestíbulo e incluso a la vivienda.

En el caso de que el visitante vaya a residir temporalmente en el edificio, el *e-portero* puede emitir una identificación y capturar el perfil biométrico del visitante, con la autorización del propietario. Con ello podrá hacer uso temporalmente de los servicios del edificio.

6.2. *Un museo*

Desde el punto de vista de los sistemas “inteligentes”, el museo se divide en:

- Vestíbulo de entrada.
- Ascensores.
- Salas.
- Pasillos.

Vestíbulo de entrada

Centro Inteligente de Recepción

En el vestíbulo de entrada se situará el *Centro Inteligente de Recepción* que proporcionará los siguientes servicios a los visitantes:

- Identificación RFID/biométrica de visitantes.
- Proporcionará al visitante un sistema de identificación personalizada (discapacidades, idioma, ...).
- Proporcionará información sobre las posibles rutas de visita y sus contenidos.
- Permitirá al visitante seleccionar la ruta, y grabará los datos en el sistema de identificación personalizado.
- Permitirá contratar diferentes servicios: visita guiada con robot, terminal portátil, vehículo autónomo de transporte de personas,...

Adicionalmente el Sistema realizará los siguientes servicios:

- Control de accesos al personal vía TMM.
- Seguimiento personalizado de visitantes para su posible localización en cualquier momento.
- Control de salida de visitantes.
- Control de servicios automáticos al finalizar las visitas: robots de limpieza y de vigilancia, activación de sistemas de seguridad,...

Consigna Inteligente

En el vestíbulo habrá una *Consigna Inteligente* para guardar las pertenencias de los visitantes y devolverlas al finalizar la visita. Dispondrá de un TMM y un depósito físico con sistema de almacenamiento automático.

Ascensores

Los ascensores contarán con:

- Terminal TMM.
- Personalización del trayecto basado en la visita contratada.
- Llamada automática al ascensor.

Salas y pasillos

Dispondrán de:

- Sistema de localización de visitantes.
- Paneles informativos interactivos.
- Robots guía.
- Sistemas de vigilancia.
- Robots de vigilancia.
- Robots de limpieza.
- Vehículos autónomos de visita.

Escenario de museo para visitantes

El visitante accede al museo y se encuentra con el Centro Inteligente de Recepción. Allí puede contratar los distintos tipos de visitas y servicios: visita guiada con robot, terminal portátil, acceso a paneles informativos, etc. El Centro de Recepción proporciona al visitante una etiqueta RFID en la que está grabada todos los datos de la visita. El museo y sus servicios reaccionarán ante esta información.

El visitante podrá dejar sus enseres en una consigna inteligente que las guardará identificadas por la RFID y garantizará su seguridad. A la salida de la visita, las pertenencias serán devueltas de forma automática.

Una vez contratado el servicio de guía un robot se acercará al visitante e interactuará con él de forma personalizada (idioma, discapacidad, ...), de acuerdo con la información grabada en el sistema de identificación. El robot guiará al visitante o grupo por las diferentes estancias del museo proporcionando información y activando los dispositivos necesarios para una mejor visita (luces, paneles informativos, audiovisuales, ascensores y escaleras, ...). El robot tiene en todo momento localizados a todos los integrantes del grupo y será responsable de no perderlos, así como de responder a preguntas que los visitantes le formulen.

En caso de no contratar el servicio de guía será posible alquilar un terminal portátil. Éste presentará la información y guiará al visitante por el museo. Mediante la etiqueta RFID el visitante será reconocido y localizado por el ambiente inteligente y podrá reaccionar ante su proximidad (luces, audiovisuales, etc).

Al cierre del museo, los robots de limpieza y vigilancia realizarán su tarea por el edificio hasta su nueva apertura, garantizándose la limpieza y seguridad del edificio.

7. Análisis de costes de implantación

Los costes que se presentan en esta apartado se basan en las valoraciones y escenarios expuestos en los apartados anteriores. Dado que una gran parte de los sistemas propuestos son equipos que están todavía en fase de desarrollo en centros de investigación o en empresas, sólo es posible en este momento proporcionar una estimación de su coste. Evidentemente, en función de la evolución del desarrollo e introducción en el mercado de los diferentes equipos, estos costes variarán, previsiblemente a la baja. Se indican solamente costes unitarios de algunos equipos, ya que en este momento de definición inicial no es posible concretar el tipo y el número de equipos que se desearían incluir. Esto sería objeto de un proyecto más definido de implantación.

Además de los dispositivos que se mencionan en esta sección, deberá tomarse en consideración el coste de otros sistemas básicos: el sistema informático central, los computadores de control, el software necesario y su desarrollo y dispositivos tales como paneles electrónicos, pantallas, terminales personales, la infraestructura de comunicaciones y los sistemas domóticos.

7.1. Robótica

Ayuda a discapacitados

La implementación de un sistema de asistencia es una tarea compleja y un proceso complicado: debe de ser entrenado y adaptado a las necesidades particulares de cada usuario, y al cabo del tiempo el robot debe ser reajustado. Una vez instalados, los robots de asistencia pueden tener una vida útil de hasta 10 años. Dado que el coste de mantenimiento es elevado, el gasto total por año asciende a cantidades fuera del alcance de un gran sector de la población. Una estructura de soporte basada en el *leasing* debería de ser una forma de ganar la confianza de las compañías aseguradoras y de las agencias sociales.

Los precios varían ampliamente entre sistemas en función de los grados de especialización y pueden costar unos **50.000€** Pero incluso los sistemas más baratos no pueden ser adquiridos por menos de unos **8.000€**.

Robots de limpieza

A grandes rasgos existen dos tipos de robots de limpieza: los de grandes superficies y los domésticos. Los de limpieza de superficies en edificios cuestan alrededor de **25.000€** El ahorro en costes laborales conseguido con estos robots puede llegar al 80% o 90%. El tiempo de recuperación de la inversión varía de 1,5 a 3 años. Por otro lado están los robots domésticos para limpieza del suelo. Actualmente hay varias compañías que los comercializan y su coste es alrededor de unos **180€**

Robot guía multimodal

El uso de estos robots, también denominados robots de relaciones públicas, libera a personas de tareas rutinarias y asegura una calidad constante de los servicios. Los más extendidos son los robots de hoteles y guías de museo, estos últimos ya comercializados. La experiencia muestra que una instalación inteligente de los mismos contribuye significativamente a su atractivo, especialmente entre los visitantes más jóvenes. Su precio es elevado por estar actualmente en desarrollo y no muy extendidos. Se puede estimar un precio mínimo de unos **30.000€**

Robot cortacésped

Estos robots se encargan de cortar automáticamente el césped de las zonas verdes. Sus costes y recuperación de la inversión son similares de los de robot de limpieza de grandes superficies.

Vehículo autónomo de transporte de personas

El precio de este tipo de sistemas varía enormemente según los diseños, así, por ejemplo, el CyberCab, que es un taxi autónomo de cuatro plazas adaptado a trabajar en entornos de interior, no baja de los **60.000€**

Robots de reparto o robots vigilantes

Estos robots se mueven en entornos restringidos realizando diferentes tipos de actividades como repartir el correo en la oficina o detectar personas por la noche en el interior de un edificio. Su precio mínimo se puede estimar en unos **30.000€**

7.2. Interfaces multimodales

El elemento básico que permite la interacción entre una persona y los elementos “inteligentes” de la “Milla Digital” es el “Terminal Multimedia Multimodal” (TMM). El TMM estará compuesto al menos por:

- Pantalla plana táctil de al menos 12” antivandálica u ornamental según proceda.
- Micrófonos.
- Altavoces.
- Cámara (con extensión al infrarrojo, para baja iluminación).
- Lector de tarjetas RFID.
- Conexión inalámbrica

Opcionalmente podrá llevar:

- Lector de huella digital.
- Conexión RF corta distancia para “manos libres”,....

El TMM es un terminal autónomo conectado en red (mediante un cable o inalámbricamente) al computador gestor de TMMs. Para la personalización de los TMMs será necesario disponer de un software avanzado. Se deberá contar con un soporte técnico para la ayuda a la personalización, el mantenimiento y la actualización tanto del software como del hardware.

El coste aproximado de un TMM se puede situar entre los **2.000** y **4.000 €**, dependiendo de diversos aspectos como el tamaño de pantalla, si es antivandálico u ornamental, el procesador, etc. Su tiempo de vida útil viene limitado principalmente por la duración media de la pantalla, que con la tecnología actual puede considerarse de alrededor de 4 años.

A parte del coste del TMM, habría un coste asociado al software necesario para la operatividad del terminal en la aplicación concreta, difícil de estimar a priori. El coste pasaría por un estudio específico de los requerimientos de la aplicación. Para muchas de las actuaciones específicas definidas en el punto 5, el coste de desarrollo e implantación va a superar en gran medida al coste material.

Los costes de otros medios de entrada de información tales como teclados virtuales, ciberguantes o ratones virtuales son ciertamente reducidos. De hecho, los precios oscilarán entre la gratuidad de los ratones virtuales, hasta los aproximadamente 300 € de un teclado virtual. Pasando por los menos de 100 € de los “ciberguantes”.

8. Conclusiones

En este informe se han descrito los servicios, las tecnologías existentes en la actualidad o en fase de investigación y desarrollo que permitirán incrementar en confort y facilitarán la vida diaria a las personas que residan o que visiten un entorno como el proyectado para la “Milla Digital”, reduciendo o eliminando las barreras tecnológicas que hoy día suponen para muchas personas la rápida introducción en nuestra vida de las nuevas tecnologías. En particular se hace énfasis en la mejora en la calidad de vida que puede suponer para personas con discapacidades motoras y cognitivas.

La descripción de las tecnologías se ha centrado en la Robótica de servicio y en las interfaces multimodales. Ambas están experimentando un fuerte auge en los últimos años, y la previsión realizada por organizaciones internacionales competentes es que va a haber una aceleración en su desarrollo y su implantación en los próximos 10 años.

Se ha presentado una taxonomía que intenta clasificar las diferentes tecnologías en función del tipo de entorno (vivienda, edificio de oficinas, edificio público, exterior) y de los servicios que prestarían, haciéndose una valoración basándose en ciertos criterios (madurez, confort, facilidades, seguridad, ayuda a discapacitados, imagen o *marketing*, coste, necesidad de normativas). Esta clasificación y las valoraciones indicadas pueden servir de guía a la hora de decidir qué tipo de servicios serían imprescindibles o básicos en un entorno como la “Milla” y cuáles serían servicios más avanzados que podrían implantarse paulatinamente en función de su introducción en el mercado o de su coste.

A partir de esta clasificación se han descrito algunos escenarios posibles que incorporen las tecnologías, incidiendo en el tipo de servicios de valor añadido que proporcionarían al usuario.

Se ha intentado realizar una estimación de costes unitarios de cada una de las tecnologías presentadas, haciéndose énfasis en que en muchos casos sólo pueden ser estimaciones basadas en precios obtenidos de productos que ya existen o de productos que están en fase de desarrollo y que todavía no tienen implantación masiva en el mercado. Por ello los costes indicados son aproximaciones que sólo podrán ser concretadas en el momento de tomar decisiones más concretas de implantación real, con los precios vigentes en el mercado. Como se ha indicado, a todas estas tecnologías habrá que añadir el coste de los sistemas básicos de infraestructuras y otros servicios instalados en la “Milla”.

Como conclusión general, se puede decir que hoy día sería posible instalar muchas de las tecnologías y servicios presentados. Con toda seguridad en un futuro próximo los costes se reducirán conforme se introduzcan masivamente en el mercado. Por otra parte, las tecnologías que hoy se encuentran en fase de investigación y desarrollo, y que por tanto o no es posible adquirirlas o lo es a un coste elevado, no deberían ser descartadas

completamente. En un entorno tal como el diseñado en el Plan Estratégico también tendrían cabida tecnologías incipientes o incluso podría servir de escenario de experimentación antes de su salida definitiva al mercado.

En el Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón existen Grupos de investigación trabajando en las tecnologías presentadas, disponiéndose en la actualidad de prototipos que están siendo experimentados con éxito en entornos reales. Desarrollos relacionados con la robótica de servicio, dispositivos de ayuda a discapacitados, interfaces de voz, sistemas de realidad virtual y aumentada, sistemas de visión para seguimiento, vigilancia o reconocimiento de características biométricas de personas, son algunos de los que se están llevando a cabo en diferentes laboratorios del Instituto. La integración de todos ellos en un *ambiente inteligente* es uno de los objetivos estratégicos para el que la “Milla Digital” puede ser un escenario excelente para su implantación.