

Sistema de gestión integrada de plazas de estacionamiento de la red de parkings de una gran ciudad.

Ernesto Pérez Alvarez, José Ignacio Bautista Marañón, José Manuel Pérez Ríos

¹ Ingeniero Industrial, E.U. Politécnica, U. de Valladolid, ernesto@sid.eup.uva.es

² Ingeniero Industrial, E.U. Politécnica, U. de Valladolid, jignacio@sid.eup.uva.es

³ Dr. Ingeniero Industrial, E.T.S.I. Informática, U. de Valladolid, rios@sid.eup.uva.es

RESUMEN

El presente artículo trata de cómo la tecnología de la información puede ser aplicada en el campo de la ingeniería de tráfico para dar solución a algunos de los problemas más acuciantes que se presentan en las grandes ciudades con motivo del incremento importante que se ha producido en la densidad del tráfico urbano, como es el problema del estacionamiento de vehículos. En él se expone el trabajo que ha sido desarrollado conjuntamente por un equipo multidisciplinar que integra miembros de diversos campos tales como la informática, la ingeniería de telecomunicaciones y la ingeniería industrial, que ha dado como fruto el diseño de un servicio que permitirá la reserva de plazas de parking a través de una web, y el uso de toda esa información por parte de las empresas de parking para su propia gestión contable.

El marco sobre el cual se ha aplicado todo el estudio ha sido la ciudad de Valladolid, en base a cuya estructura de parkings se ha basado todo el cálculo de los parámetros de la red telemática que da soporte al sistema de comunicación que permitirá la conexión entre los diferentes nodos.

Desde el punto de vista tecnológico, la aplicación software cuenta con que, en un futuro no muy lejano, la telefonía móvil tenga capacidad de acceso de una forma ágil a Internet, de modo que los usuarios puedan acceder de una forma rápida y cómoda a páginas web del estilo a la presentada en este proyecto para que el mismo se pueda implementar efectivamente.

Palabras clave: Internet, Tráfico urbano, Telecomunicaciones.

1. Introducción.

De todos es sabido el problema que se le plantea al ciudadano de una gran ciudad cada vez que desea circular con su vehículo por ella, agravándose la situación en horas punta. Pero el problema del tráfico urbano se hace más acuciante cuando llega el momento de estacionar el vehículo, y es en ese momento cuando el conductor comienza a desesperarse y a arrepentirse de no haber elegido otro método de transporte alternativo.

Este problema es aun mucho más grave en los centros urbanos de las grandes urbes en las cuales la falta de espacio físico disponible para el estacionamiento de vehículos se contrapone con su fuerte demanda. Ello exige la utilización de algún método que optimice el uso de esos escasos recursos, debiendo ser dicho método lo suficientemente ágil como para dar respuesta a cada una de las múltiples situaciones que se pueden dar en el tráfico urbano con una rapidez aceptable.

En el presente artículo evitaremos la comparación entre las diferentes alternativas de transporte, ya que de dicha comparación se podría llegar a la conclusión de que el ciudadano debiera utilizar otro tipo de elemento de transporte. Así pues, asumiendo que la utilización del

automóvil es indispensable para gran cantidad de público en una gran ciudad, se hace necesaria una mejora en la gestión de los problemas que su uso conllevan.

Centrándonos en el problema del estacionamiento de los vehículos, el conductor puede estar circulando durante un largo tiempo en busca de una plaza de estacionamiento en la cual dejar aparcado su vehículo de una forma segura. Si sumamos el conjunto de vehículos que pueden estar circulando por esta razón, podremos comprobar que contribuyen de una forma importante al caos circulatorio de una ciudad, no sólo por la cantidad en sí, sino también por la forma en que circulan, ya que estarán condicionados en todo momento por la búsqueda de una plaza de estacionamiento. Así pues, si se pone a disposición del público un servicio que permita una reserva de plaza de aparcamiento de una forma rápida y segura a través de Internet mediante el uso de la telefonía móvil, tal problema será aliviado.

Desde el punto de vista del aprovechamiento de los recursos hay que insistir en que, actualmente, el sistema de parkings de una gran ciudad está claramente infrautilizado, ya que mientras unos están gran parte del tiempo completos, otros raramente llegan a tal situación, con lo cual no llegan a optimizar nunca la utilización de sus recursos.

Una vez analizadas las vertientes del problema planteado y teniendo en cuenta que el problema irá en aumento en los próximos años, ya que el parque móvil de las ciudades sufre una tendencia marcadamente creciente, se hace necesario el planteamiento de una solución global que de satisfacción a todas las partes implicadas. Es ahí cuando surge la idea del presente trabajo, el cual es un ambicioso proyecto que integraría las nuevas tecnologías de la información para solventar un problema cotidiano.

2. El software de la aplicación.

La aplicación software que gestione el sistema tiene un objetivo inicial de permitir la reserva de plazas de parking a través de una red telemática como pueda ser Internet, informatizando los datos de dichas reservas y tratándolos, al igual que los datos obtenidos a través del uso ordinario, en bases de datos gestionadas mediante la utilización de SQL. Dichos datos no sólo van a ser útiles para mantener en funcionamiento el sistema de reserva de plazas, sino que podrán ser utilizados también para el control contable de cada uno de los centros.

Para el desarrollo de este proyecto, se ha seguido la metodología OMT junto con el lenguaje unificado de modelado (UML). En cuanto al lenguaje mediante el cual se ha desarrollado toda la aplicación software, éste ha sido el lenguaje JAVA, apoyándose en el lenguaje HTML para el diseño de cada web.

2.1 Los criterios de diseño.

Los objetivos perseguidos al diseñar esta aplicación fueron los siguientes:

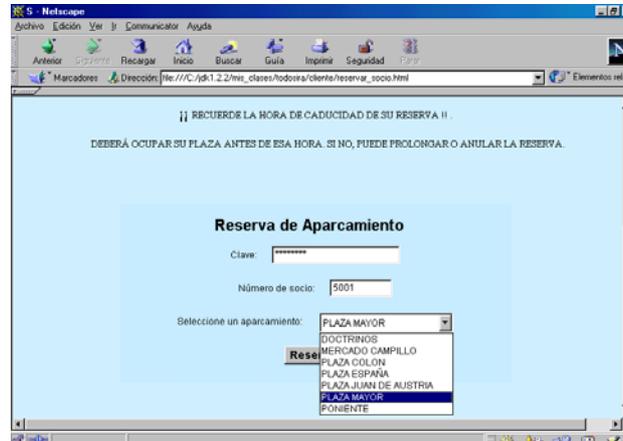
- La aplicación debe ejecutarse en tiempo real, siendo un requisito fundamental del sistema que en todo momento esté toda la información sobre el estado de cada uno de los aparcamientos perfectamente actualizada.
- El interfaz tanto en los aparcamientos como el del usuario de Internet ha de ser de fácil

uso puesto para que esta aplicación esté al alcance de cualquier usuario sin que este requiera de un conocimiento informático previo. Esto se puede observar tanto en la figura 2.1, en la cual se muestra un ejemplo de pantalla informativa que lanzará el sistema a los administradores de cada uno de los parkings, como en la figura 2.2, en la cual se muestra cómo los clientes pueden hacer una reserva de aparcamiento.



The screenshot shows a web browser window titled 'APARCAMIENTO'. The main content area has a yellow background and is titled 'DATOS DEL APARCAMIENTO'. It contains several input fields: 'NOMBRE:' with a text box, 'DIRECCIÓN:' with a larger text box, 'NÚMERO DE PLAZAS:' with a small text box, 'PRECIO:' with a text box followed by 'pts/hora', 'DESCUENTO PARA SOCIOS:' with a text box followed by '%', and 'Nº MÁXIMO DE COCHES EN COLA DE ENTRADA:' with a small text box. At the bottom center is a button labeled 'ACEPTAR'.

Figura 2.1. Ejemplo de una pantalla del servidor.



The screenshot shows a NetScape browser window displaying a reservation form. At the top, there is a warning: '¡¡ RECUERDE LA HORA DE CADUCIDAD DE SU RESERVA !!' and 'DEBERÁ OCUPAR SU PLAZA ANTES DE ESA HORA. SI NO, PUEDE PROLONGAR O ANULAR LA RESERVA.' The form is titled 'Reserva de Aparcamiento' and includes fields for 'Clave:' (with a masked input), 'Número de socio:' (with the value '5001'), and a dropdown menu for 'Selección un aparcamiento:'. The dropdown menu is open, showing a list of parking locations: PLAZA MAYOR, DOCTRINOS, MERCADO CAMPILLO, PLAZA COLON, PLAZA ESPAÑA, PLAZA JUNA DE AUSTRIA, PLAZA MAYOR, and PONIENTE. The 'PLAZA MAYOR' option is highlighted.

Figura 2.2. Ejemplo de una pantalla del cliente.

- El sistema ha de ser fácil de implementar y flexible, pudiéndose dar el caso de que compañías distintas ofrezcan este sistema conjuntamente.
- El sistema ha de ser seguro, de modo que cualquier usuario no autorizado tenga impedido el acceso al sistema.

2.2 Arquitectura y topología del sistema.

En cuanto a la arquitectura de la aplicación, ésta ha sido dividida en dos subsistemas: el

subsistema servidor-clientes y el subsistema servidor-aparcamientos. Así pues, el arquetipo empleado es el de la arquitectura cliente-servidor en que cada parte se ha implementado como un subsistema, cada uno de los cuales se comunica con el otro a través de un middleware que está representado por el servidor que gestiona el conjunto de los parkings. Para desarrollar cada uno de dichos subsistemas, se ha desarrollado el modelo cliente-servidor el cual utilizará una infraestructura de comunicaciones basada en TCP/IP que permite a los agentes acceder al sistema a través de Internet u otro tipo de red que utilice la pila de protocolos TCP/IP.

La tabla 2.1 representa una estructura del sistema, en la cual se muestra que la aplicación servidor está en una máquina, cada cliente del sitio web en otra, y en cada aparcamiento habrá otra máquina que contenga la aplicación. Esta arquitectura será la más habitual, ya que representa cada uno de los distintos usuarios en un ordenador dentro de una red.

Aplicación aparcamiento.	Aplicación aparcamiento.	Aplicación cliente del sitio web.	Servidor	...
Sistema Operativo	Sistema Operativo	Sistema Operativo	Sistema Operativo	...
Hardware	Hardware	Hardware	Hardware	...

Tabla 2.1 Arquitectura del sistema. Máquinas distintas.

En cuanto a la topología del sistema, en su representación se muestra el flujo de información entre los diferentes subsistemas, ya que no todos los subsistemas interactúan directamente entre sí. Además, se puede ver cómo los posibles usuarios del sistema de reserva de aparcamientos (clientes del sitio web y administradores de parking) interactúan con el servidor, el cual se encarga de proporcionar la mayoría de los servicios del sistema. Así pues, el flujo de información se produce en ambos sentidos a través de las interfaces existentes entre ellos. En la figura 2.3 sólo se representan dos clientes del sitio web y dos aparcamientos, sin descartar por ello que puedan estar en realidad conectados muchos más agentes de cada tipo.

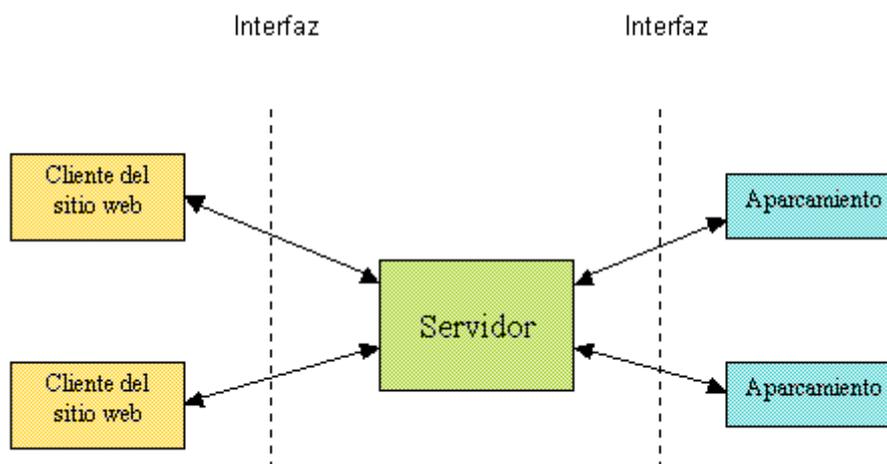


Figura 2.3. Topología del sistema.

Por otro lado, la representación del sistema teniendo en cuenta la notación UML se hará a través del diagrama de despliegue, (figura 2.4), en el cual se puede apreciar la disposición física de los componentes del sistema y el reparto de los programas ejecutables.

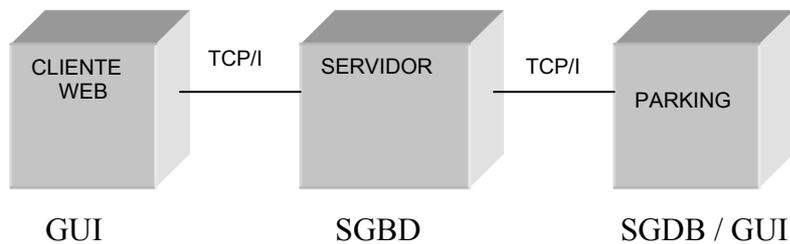


Figura 2.4. Diagrama de despliegue.

La interpretación del diagrama de despliegue nos muestra la posibilidad de conexión de otros ordenadores, que pueden pertenecer bien a los clientes, bien a los aparcamientos, o incluso al servidor. Así pues, en el servidor reside un sistema gestor de bases de datos. Los clientes web por su parte dispondrán de un programa de control que será una interfaz gráfica de usuario que tendrá como misión la gestión de las interacciones con el sistema. Finalmente, los aparcamientos, además de poseer un programa de control con su interfaz gráfica de usuario para gestionar la interacción con el sistema, estarán provistos de sus propios sistemas gestores de bases de datos necesarios para la gestión de todos los datos propios de cada instalación.

Por otro lado, en el diagrama de despliegue se puede observar que los enlaces de comunicación entre los diferentes nodos se realiza a través de conexiones TCP/IP.

2.2 Diseño del sitio web.

El sistema diseñado requiere de una serie de páginas web sobre las cuales apoyarse y que realizarán las tareas de la GUI. Dichas páginas web fueron diseñadas en base a criterios de simplicidad, claridad de la información transmitida y facilidad de acceso a cada una de las mismas facilitando al máximo su navegabilidad por el sitio.

Siguiendo con la notación UML, en la figura 2.5 se puede observar la estructura y organización jerárquica de las diferentes páginas que forman el sitio web. Hay que indicar que en las asociaciones no se especifican los tipos de relaciones porque estas serán todas de 1 a 1.

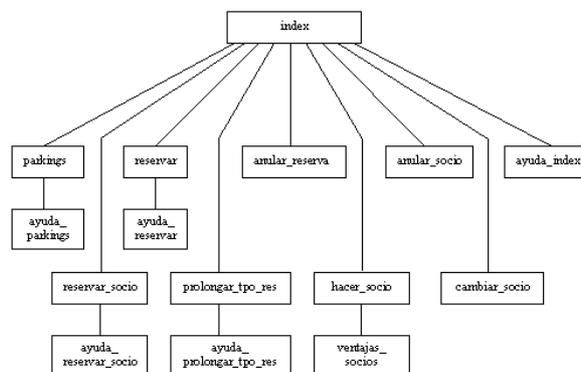


Figura 2.5. Estructura del sitio web.

Por otro lado, se ha dotado al proyecto de una aplicación que se distribuye a través de la web y que centraliza prácticamente todas las opciones de las que va a disponer el cliente.

3. La red física.

La transmisión de la información entre los diferentes centros ha de apoyarse en una red correctamente escogida de entre todas las posibles para que el flujo de datos entre los mismos se realice de una forma rápida y segura, aislándose de las posibles contingencias que puedan surgir en Internet.

3.1 Topología de la red.

Este proyecto, toma como ejemplo piloto la ciudad de Valladolid debido fundamentalmente a la facilidad de acceso y manejo de la información. La topología de la red diseñada es la que se representa en la figura 3.1.

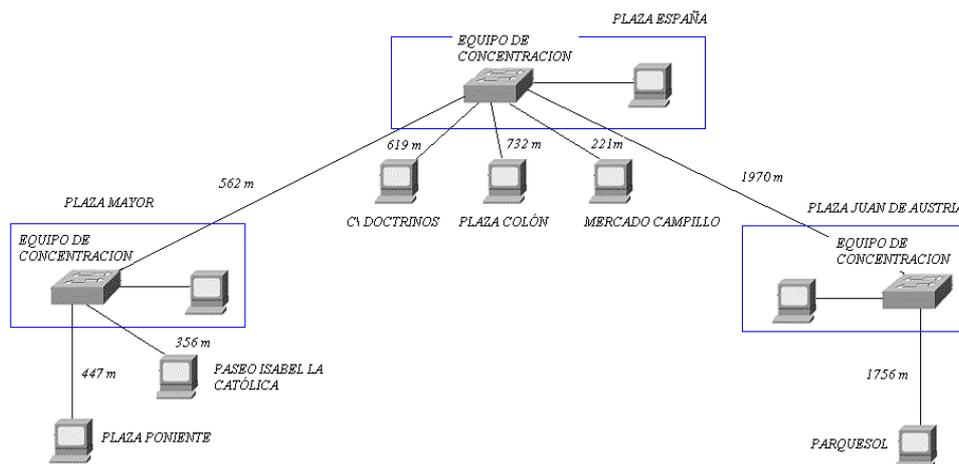


Figura 3.1. Topología de la red LAN.

Como se puede observar en la figura 3.1, al emplear concentración y segmentación de la red, se hace necesario el empleo de equipos especiales. Pero con ello se consigue una mejor distribución de la red, y un menor coste en cuanto a cableado y en equipos, dado que, cuanto mayores sean las distancias a enlazar, mayor es el coste de estos equipos.

En la actualidad las distancias máximas permitidas para redes, empleando canales de distribución de cable de cobre son de aproximadamente 100 m entre terminal y equipo concentrador y alrededor de los 200 m entre dos equipos concentradores. Entonces, dadas las distancias tan elevadas entre los distintos parkings, se opta por emplear un canal de distribución de fibra óptica, que con los equipos adecuados permite unas distancias considerables sin la necesidad de emplear repetidores intermedios entre equipos transmisores/receptores.

Tras contrastar la información disponible en el mercado sobre suministros de tecnología de telecomunicaciones para la construcción de redes, la red planteada en la figura 3.1 se plasmó

en la propuesta de red concreta que se muestra en la figura 3.2.

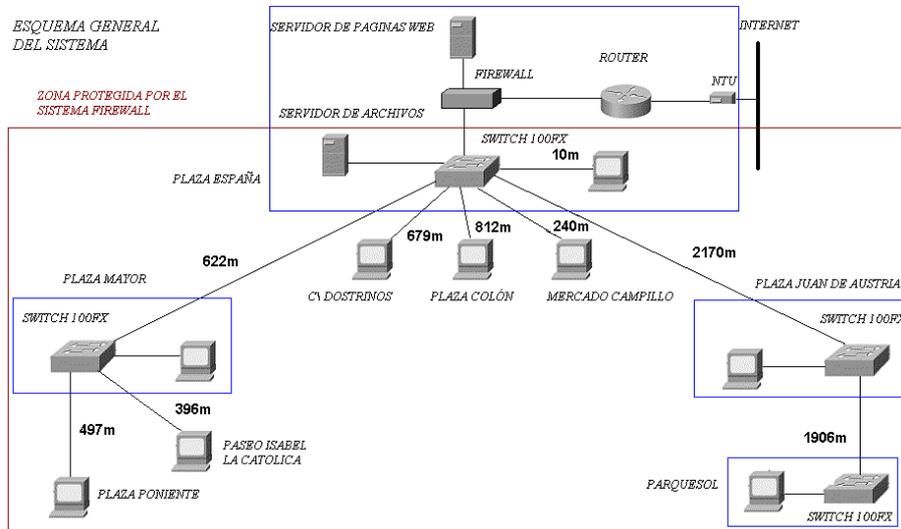


Figura 3.2. Distribución propuesta para la red LAN.

Como se puede ver en la figura se tiene una estructura en forma de estrella, en la cual los equipos se conectan al nodo central directamente o mediante equipos concentradores intermedios.

Por otro lado, se puede observar cómo una parte de la red está protegida por el sistema firewall. Esta parte es la sección interna a la cual sólo tiene acceso el personal empleado como administrador de cada parking, y es a través de la cual se transmite la información de las plazas libres y ocupadas, además de otro tipo de informaciones que puedan ser necesarios para la gestión de cada centro. El modo de implementar esta parte de la red de comunicaciones es mediante la instalación de un equipo de gestión de datos, que tal y como se observa en la figura, se trata de un servidor dedicado a esta tarea (servidor de archivos).

La otra parte de la red está sin proteger, pues ésta es de dominio público, es decir, a esta parte acceden los usuarios de Internet para poder realizar consultas en la web de la empresa, reserva de plazas, etc. La web del sistema va a estar almacenada en un servidor propio de la empresa tal y como se puede apreciar también en la figura 3.2.

Es importante señalar que cada uno de los equipos de los diferentes centros permitirán una gestión interna del parking y se emplearán para la transmisión de la información desde cada terminal hasta el nodo central (servidor de archivos). Dichos equipos están constituidos por la máquina expendedora de tarjetas de control de acceso al parking, los cajeros automáticos de cobro, las barreras de acceso al parking así como de un ordenador al que están conectados todos los equipos anteriormente citados. En realidad, estos equipos ya se encuentran instalados y ofrecen actualmente un control interno sobre el estado del parking, con lo cual, sólo será necesario adaptarlos y actualizarlos para que se puedan integrarse en la nueva red. Para ello, será necesario instalar una tarjeta de red del tipo Trendnet PCI Fibra 100 base Fx en cada uno de los ordenadores.

Finalmente, es necesario tener en cuenta que todas las salidas de la tarjeta de los ordenadores se conectan en primer lugar a un panel de conexiones por lo tanto, es necesaria la instalación

de un panel de conexiones en cada uno de los parkings, siendo el modelo y el tamaño variable según las necesidades de cada caso.

3.2 Diseño de la red.

Una vez decidida cual va a ser la configuración de la red, queda por seleccionar el tipo de cableado y su protocolo de transmisión. Así pues, la red que se ha creído más conveniente utilizar para el sistema, es una red Fast Ethernet mediante fibra óptica.

Se toma la decisión de emplear un canal de fibra óptica para la transmisión de los datos, fundamentalmente debido a las distancias tan elevadas existentes entre los diferentes equipos. Las razones de esta elección se basan en que un canal de cable no es adecuado para transmitir entre dos enlaces muy distantes sin emplear equipos repetidores intermedios y que los enlaces de radio están sometidos permanentemente a las contingencias provocadas por las condiciones meteorológicas. Además, los canales de cable son fáciles de intervenir y la tecnología actual no proporciona velocidades de transmisión lo suficientemente elevadas, siendo factores que también se han tenido en cuenta a la hora de tomar la decisión. Otro punto a destacar con respecto al canal de fibra óptica es que ésta es totalmente inmune a las interferencias electromagnéticas y a las interferencias radioeléctricas.

La razón de emplear Fast Ethernet en vez de Ethernet o Giga Ethernet es porque esta red está pensada para ofrecer un servicio en tiempo real, es decir, ofrecer la información al usuario de la forma más rápida posible, pero sin que ello suponga incurrir en un coste muy elevado. La red se va a emplear para la gestión de bases de datos, y las transmisiones de información entre ellas, a priori, tendrán un tamaño en número de bits variable dependiendo del número de usuarios que accedan al sistema en un instante de tiempo determinado. Como actualmente el número de usuarios potenciales aumenta rápidamente, si se hubiese pensado en una red Ethernet ésta se podría quedar obsoleta en cuanto a su ancho de banda en pocos meses. Es por ello que se haya optado por una red Fast Ethernet a 100 Mbps, ya que, hoy en día bases de datos de 100 Mb sólo son manejadas por grandes empresas. Con respecto a las redes Giga Ethernet, las cuales ofrecen una gran velocidad de transmisión, estas han sido descartadas debido a su alto coste de instalación, aunque no se descarta su empleo en un futuro si su coste baja.

4. Conclusiones

En principio, este proyecto puede ser visto como una aplicación más de las muchas que hay en Internet. No obstante, si su implementación se hiciese efectiva, y los agentes implicados apostasen firmemente por este servicio, con el tiempo sería un servicio imprescindible como pueda ser actualmente el de los radio-taxi. Para ello, el acceso a este servicio debería realizarse a través de la telefonía móvil, o de dispositivos GPS, ya que es en el momento en que se está circulando cuando se va a precisar de este servicio. Es pues este un proyecto que apunta al futuro y cuya utilidad será mayor cuanto más saturado esté el sistema de plazas de aparcamiento de una ciudad. Es por ello que se trata un proyecto que sería de interesante aplicación para todas las grandes ciudades del mundo desarrollado.

En no pocas ciudades, actualmente existe un sistema de paneles digitales distribuidos que informan sobre la disponibilidad o no de los diferentes parkings de la ciudad, pero en estos casos, el acudir a un parking disponible no garantiza que lo siga estando en el momento de llegar al mismo, ya que en el intervalo de tiempo transcurrido desde que el conductor vio el panel hasta que llegó al parking, éste ha podido pasar al estado de completo. Es por ello que se hace necesaria la comunicación en los dos sentidos entre los clientes y los parkings para evitar situaciones como la anteriormente descrita, y que dicha comunicación se realice en tiempo real, de modo que la información transferida sea un fiel reflejo de la realidad.

La importancia de este proyecto radica fundamentalmente en la idea aportada, ya que desde el punto de vista técnico, a pesar del trabajo desplegado en el diseño de la aplicación y de la red, es susceptible de mejoras como puede ser la utilización de la cartografía digital, para que, además de indicar cuáles son los parkings disponibles, el sistema sea capaz de ubicarlos físicamente y además pueda guiar al conductor a través del camino a seguir para llegar al mismo.

Por otro lado, la aplicación efectiva de este servicio esta condicionada por el desarrollo adecuado de las comunicaciones mediante la telefonía móvil, Wireless Internet o de las comunicaciones vía satélite a través de terminales GPS. Es por ello que en cierto modo, este proyecto representa en parte una anticipación a un futuro en el cual los conductores podrán disponer de una serie de servicios, entre ellos el que se presenta en este artículo, que le harán la vida más fácil.

Desde el punto de vista técnico, si la implementación llegase a llevarse a cabo, sería fundamental integrar este sistema con el actualmente utilizado por la mayoría de los parkings mediante el cual se controla el grado de utilización de los mismos utilizando la información suministrada por las aduanas de los mismos.

Finalmente cabe destacar el aspecto económico de la inversión, la cual no supone un gran coste, ya que la red física podría ser soportada incluso por el cableado ya existente, lo cual sería barato. No obstante, el coste de implementación de una red de fibra óptica específica para la aplicación tampoco implicaría grandes costes desde el punto de vista técnico siempre y cuando se obtengan las licencias municipales adecuadas para su canalización.

Agradecimientos

Agradecimientos especiales para Alicia Arribas Delgado, Cristina Fraile Martín, José Ernesto Oliveira Fuentes y David Valdivieso de Pedro quienes han trabajado duro para que esta idea haya podido adquirir forma.