
APLICACIONES DE LAS TIC A LA GESTIÓN DE APARCAMIENTOS

.....
FÉLIX A. CAICEDO
NÚRIA COROMINAS
FRANCESC ROBUSTÉ

Centro de Innovación del Transporte
Universidad Politécnica de Cataluña

LOS USUARIOS SON LOS PRINCIPALES BENEFICIARIOS DE LA IMPLANTACIÓN DE TECNOLOGÍAS EN LA GESTIÓN Y OPERACIÓN DE UN APARCAMIENTO. EN SU COMPORTAMIENTO, BASADO EN LAS DECISIONES TOMADAS, LA INFORMACIÓN DE LA

73

ocupación en tiempo real es utilizada como herramienta complementaria a la preferencia inicial; para una misma instalación se tendrían procesos de ocupación distintos, posiblemente ineficientes en cuanto a distancias recorridas, tiempos de búsqueda y circulación para un sistema de control de acceso precario. Las ineficiencias se diluyen si se ha estandarizado la oferta de acuerdo con las expectativas de los usuarios.

Aplicaciones de *ITS* (1), mediante el uso de las redes de comunicación existentes y a través de un prototipo de *Intelligent*

Parking System incorporan un sistema adaptado de administración de reservas y un mecanismo de autenticación para aparcamientos en los que «conviven» usuarios que realizan y usuarios que no realizan reservas. Es un mecanismo que utiliza Internet para realizar las reservas vía PC o terminales *i-mode* autenticadas por el uso del teléfono desde el cual se hace la reserva, y que facilita que el pago sea realizado de la misma forma. En este lote de aparcamientos, el cliente puede entrar una vez es verificada la tarjeta IC utilizada para la reserva, a través de un PIN o mediante el uso de *radio tag*.

En la gestión de aparcamientos, las aplicaciones TIC en aras de mejorar la calidad del servicio prestado no solo se concentran en la funcionalidad de la estructura, son tenidas en cuenta también para la tarificación encaminada hacia el *Value Pricing* mediante el cual se utiliza el cobro de tarifa de aparcamiento como *proxy* de la tasa por congestión.

De la misma manera en que se entienden las aportaciones tecnológicas, ergonómicas, etc. que mejoran las operaciones de aparcamiento y aumentan el nivel de satisfacción de los usuarios como inversio-

APLICACIONES DE LAS TIC A LA GESTIÓN DE APARCAMIENTOS

**CUADRO 1
NUEVAS TECNOLOGÍAS Y MODOS DE TRANSPORTE DE APLICACIÓN**

Tecnologías	Sector(es) de transporte de implementación			
	Carretera	Aéreo	Ferrocarril	Tpte. Marítimo
Nueva tecnología de sensores	X	X	X	X
Procesamiento de imágenes	X	X		
Reconocimiento y sintetización de voz	X	X	X	X
Sistemas de posicionamiento global (GPS)	X	X	X	X
Nuevos sistemas de información visual	X	X	X	X
Nuevos sistemas de información por radio	X	X	X	X
Nueva tecnología de «transponders»	X	X	X	X
Sistemas de tarjetas inteligentes	X		X	
Ordenadores de a bordo	X	X	X	X
Nuevos «displays» en vehículos	X	X	X	X
Nuevos enlaces de comunicaciones	X	X	X	X
Centros públicos de información	X	X	X	X
Internet como fuente de información	X	X	X	X
Simuladores como herramientas de aprendizaje	X	X	X	X
Recolección de datos en tiempo real	X	X	X	X
Procesamiento de datos en tiempo real	X	X	X	X
Difusión de datos en tiempo real	X	X	X	X
Mapas y cartas electrónicos	X	X		X
Tecnología de radar	X	X	X	X
Tecnología láser	X	X	X	X
Desarrollos en hardware	X	X	X	X
Desarrollos en software	X	X	X	X
Automatización	X	X	X	X

FUENTE: EC project HINT.

Inicialmente, la placa se introducía manualmente en los archivos del sistema central mediante un empleado del aparcamiento, con adiciones al tiempo de procesamiento de las entradas; ahora es posible registrar las placas usando la propiedad reflectora de la pintura y digitalización de imágenes con el vehículo detenido o incluso en movimiento, situación que demanda menos espacio para el carril de entrada. Lo más común es que un operador trabaje de forma conjunta con varios métodos de control de acceso de vehículos, contemplando el fallo o reparación por mantenimiento de cada uno.

Una computadora de control central en línea con los barreras o puertas de entrada y salida, lectores de tarjetas, máquinas de reconocimiento de placas, lazos en los tramos de circulación de vehículos, sensores en las plazas, paneles informativos, taquillas y cajeros automáticos, registra

información valiosa sobre tendencias y comportamiento de los usuarios del aparcamiento para prever y planear situaciones especiales.

Varios aparcamientos también pueden estar en línea, cada uno con una computadora local (LFC), la cual recolecta y organiza los datos de cada instalación a partir de los periféricos y los convierte en información reconocida (protocolo) por un sistema de administración de instalaciones (FMS) para luego enviarlos a un computador principal (CFC). Diferentes sistemas, que se describen a continuación:

Simple: periféricos conectados al CFC, que sirven únicamente a una instalación, si no es necesario estar conectado a otros aparcamientos.

Compuesto: periféricos en varias instalaciones, que son conectados a un CFC,

usados por grupos de aparcamientos gestionados conjuntamente.

Complejo: periféricos conectados a un LFC en cada aparcamiento, utilizado cuando un grupo de aparcamientos son gestionadas, local e individualmente pero administradas en conjunto con información compartida.

Un mismo aparcamiento se divide en zonas (plantas) cuya ocupación puede ser monitorizada por separado.

● ● ● ● ● ● ● ● ● ● LA INFORMACIÓN

La oferta del operador, aparte de proveer un estructura fluida, cómoda y fácil de entender, se concentra en conducir a los usuarios hacia las plazas libres utilizando

la información disponible. En una instalación moderna se cuenta con sensores, indicadores luminosos de ocupación, conteos periódicos, paneles de información variables, color de las plantas, color de plazas, color de pasillos, enumeración de las plazas, zonificación de las plantas, avisos y mapas de la instalación, por mencionar algunos.

Una aplicación del IPS (de la abreviación en inglés del Sistema de Aparcamiento Inteligente) fue utilizada en la universidad de Texas para brindar información en tiempo real del aparcamiento en aras de reducir la congestión y reubicar a los usuarios, logrando un uso más eficiente de la oferta (Crowder, M. y Walton, C., 2003) y mayor control sobre los estacionamientos ilegales. Si bien la aplicación está basada en la necesidad de brindar recomendaciones para encontrar de forma rápida las plazas libres, está resultando de creciente interés para los conductores por proporcionar acceso a información en tiempo real y en pleno recorrido hacia un destino particular.

En *On-line TDM Enciclopedia* (3) se describen algunas de las ventajas derivadas de la información a los usuarios para lograr un uso más eficiente de la capacidad del aparcamiento, como son la rentabilidad, la reducción de demoras y frustraciones y el incremento de la satisfacción del conductor.

76

La oferta de información brindada por el operador de aparcamientos es amplia y variada, pero a grandes rasgos podría clasificarse en dos ramas: información externa, aquella a la que puede acceder un usuario (o uno posible) de la instalación antes de ingresar, y la interna, que viene a ser aquella con la cual se inicia el proceso de comunicación dentro del aparcamiento. Veamos, a continuación las categorías en que se divide cada una de ellas:

INFORMACIÓN EXTERNA EN ZONAS URBANAS ALEDAÑAS

La idea de cercanía de un aparcamiento le llega al viajero a través de la convención «P», de *parking*, usualmente en letra



blanca y en fondo azul. Algunos paneles de información variable (VMS) son más explícitos, indican la disponibilidad de plazas en varios aparcamientos dentro de la misma zona con la palabra «LIBRE» en letras de color verde o la palabra «COMPLETO» con letras de color rojo, de forma que un conductor en su coche puede leer rápidamente el estado de un aparcamiento de interés sencillamente con el color de las letras.

La elección de estos colores es debida a la familiaridad y procedimiento establecido de los conductores con las luces de un semáforo. Mientras existen cantidad de eventos cotidianos en los que el color rojo significa prevención, detención, alerta, en el mundo de los aparcamientos estaría asociado con el impedimento a entrar o a estacionarse, en tanto que el verde implica todo lo contrario: disponibilidad.

EN LA ENTRADA DEL APARCAMIENTO

Aún conociendo la disposición de plazas en la zona de destino, es necesario informar al viajero que manifiesta una clara intención de ingresar al aparcamiento la disposición actual de plazas. Este aún no es un usuario del aparcamiento, ya que

según sus intereses (una forma coloquial de referirse al deseo de pago), puede desistir del uso de las instalaciones, de acuerdo con la cantidad de vehículos que hagan fila para entrar (posiblemente aquellos que han visto la misma información de disponibilidad de la zona). En la entrada, el tipo de información brindada se refiere, de nuevo a la disposición de plazas, en cantidad, usualmente sin especificar el total.

Un operador de aparcamientos puede utilizar medios de comunicación visual y escrito (radio, televisión, periódicos, boletines, etc.) para ofrecer su infraestructura, productos y servicios. Por lo regular, esta información se refiere actividades, ubicación y disponibilidad. A través de Internet, las administraciones municipales que disponen de sitios oficiales permiten conocer la ubicación de estaciones de transporte público y la localización de aparcamientos sobre mapas de guía. Tanto para la administración como para los operadores, esta información puede hacerse más completa con la capacidad estática de plazas y tiempos aproximados de viaje a cada instalación.

INFORMACIÓN INTERNA

Dentro del aparcamiento, el usuario se encontrará con diferentes tipos de información, gran parte de ella estandarizada al ser considerado el aparcamiento como un edificio de uso público y llevar implícito en su funcionamiento la circulación de vehículos y personas. Otro tanto dependerá de imposiciones locales, experiencias anteriores del operador y el deseo de brindarle comodidad el usuario durante su estancia. La información general se refiere a mapas orientativos tipo «usted está aquí», o letreros con indicaciones para acceder a sitios de interés, zonificación de pasillos, etc. También son parte de la información interna las señales de prevención y circulación en el proceso de búsqueda; la información fiscal, puesto que, debido a que en una estructura de aparcamientos se presta un servicio que conlleva un costo es necesario, tanto para el operador (por control interno y auditoría) como para el usuario tener un registro escrito del valor a pagar y, finalmente, las ayudas al usuario.

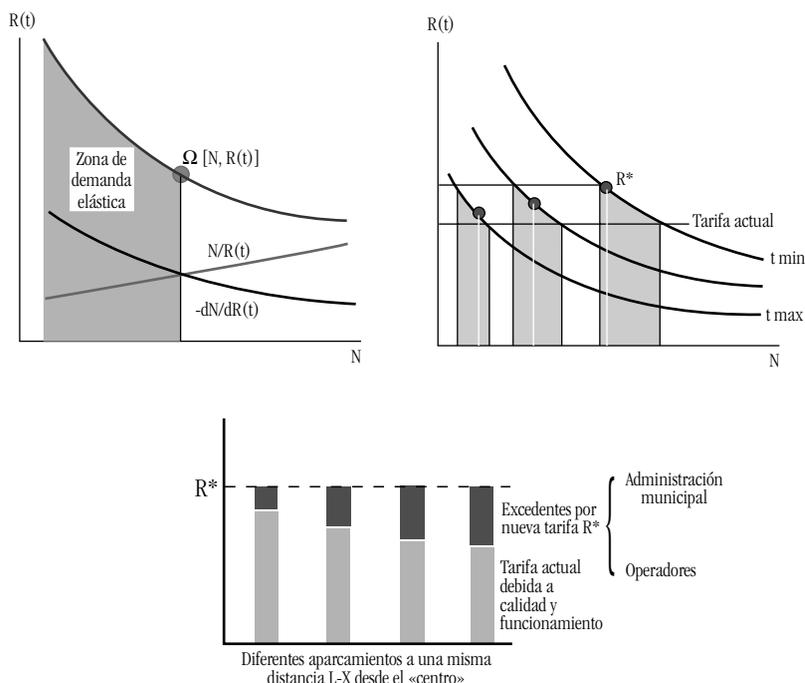
Es claro que para encontrar la tarifa unitaria óptima de cada aparcamiento en su ubicación es necesario conocer los tipos de usuarios y las curvas de demanda agregada entre el número que aparca y una tarifa unitaria establecida. Es determinante ubicar sobre dichas curvas el punto de la situación actual y comprobar que la demanda es elástica para garantizar que un aumento razonable de la tarifa maximiza los ingresos totales para el operador. Habrá una transmisión de demanda del centro hacia fuera debido a que al establecer una nueva tarifa el deseo de pagar de algunos usuarios no será suficiente para llegar al centro pero sí para estacionarse en $P\&R_x$ o en $P\&R_l$.

Por otro lado, se le exige al transporte público la intermodalidad, absorber una nueva cantidad de viajeros y mejorar su desempeño. Cada uno de los puntos de las zonas definidas como de destino se convierte en un «centro» desde el cual se establecen tarifas unitarias de forma radial; ya que en la implantación de esta medida a través de la administración municipal, cuya finalidad es aminorar y recaudar los costes de la congestión en los corredores de la zona de destino, debe convenirse el uso de los excedentes. Es necesario que los servicios en aparcamientos en una distancia X sean similares para evitarle al usuario la confusión debida a una diferencia en utilidad percibida a un mismo costo en alternativas diferentes. Como puede apreciarse, para su funcionamiento, este planteamiento requiere en todo momento información referente a la ubicación de un aparcamiento, su estructura de cobro y la oferta del transporte público.

RESERVA DE PLAZAS

Ya sea en la misma entrada de acceso a una instalación de aparcamientos o a través de Internet, los beneficios de la reserva de plazas tienen el claro objetivo de mejorar el servicio, minimizando el tiempo invertido en la búsqueda de una plaza, disminuir las demoras de usuarios y hacer más fluido el proceso de entradas o la circulación. Se hace ahora hincapié en la regulación de viajes hacia un

GRÁFICO 2
ELASTICIDAD DE LA DEMANDA Y SERVICIOS SIMILARES
A IGUAL DISTANCIA DEL CENTRO



FUENTE: Elaboración propia.

destino en el cual la reserva de plazas se convierte en un mecanismo de regulación, de modo que el viajero antes de iniciar su desplazamiento puedan decidir si lo hacen o no en coche al tener que contar con la disponibilidad de una plaza.

La reserva de plazas por Internet debe fomentar el uso de tarjetas de crédito así como la posibilidad de hacer operaciones desde casa o desde el lugar de trabajo, también la planificación de un viaje conociendo las condiciones del destino. Un lote de aparcamientos ofrece ventajas en cuanto a la ubicación de usuarios que llegan antes de la hora de reserva o la realización de nuevas reservas mientras los usuarios están aún en servicio.

En el momento en que un operador de aparcamiento se decide por ofertar este servicio deberá resolver varios interrogantes: ¿Qué ocurre si un usuario llega antes de la hora de reserva? ¿Qué sucede si llega más tarde? También es posible que la actividad que motivó el viaje dure

un tanto menos o un tanto más que el tiempo reservado, y que en este último caso sea posible tener a otro usuario esperando por esa misma plaza, por lo tanto el aparcamiento debería tener la facilidad de desplazar ese coche hacia otro lugar, muy cercano a la salida.

En cuanto a los tiempos de reserva, si se hacen por intervalos (horas, cuartos de hora o fracciones de cinco minutos) para mayor comodidad de los usuarios y considerando la probabilidad de llegar a una hora puntual teniendo en cuenta la red de transportes de la ciudad, una vez hecha la reserva podrá sugerirse al usuario una hora de inicio del viaje y una ruta óptima.

En general, se requieren zonas de clasificación y orden de entrada, de espera por tiempo cumplido junto con algunas plazas para cubrir la demanda durante el tiempo que tarda en ser movilizado un coche desde la planta actual hasta la zona de espera, aparte de la capacidad estática de plazas del aparcamiento.

Es probable que usuarios no habituales, que en situaciones de espera perciban el paso del tiempo de forma alterada (varias veces mayor al tiempo transcurrido realmente), no encuentren ventajoso este tipo de aparcamientos —son tres plantas subterráneas y catorce sobre el suelo alcanzando una altura de 38 metros—, este tipo de estructuras permiten aprovechar mejor el espacio puesto que se reemplazan rampas de conexión entre plantas, áreas para maniobrar y pasillos de circulación por áreas de transferencia, plataformas, ascensores y demás mecanismos que permiten almacenar a los coches en las celdas de la estructura.

Se requiere un diseño de flujo de tráfico que garantice libre circulación para los coches que llegan, por lo menos su recepción por alguna de las entradas, alta capacidad de servicio y la perfecta resolución de flujos entrantes y salientes; lazos bajo el suelo activan la puerta de acceso, una vez que el usuario conduce su coche hasta la plataforma de carga en la entrada, lo abandona y activa el proceso de almacenamiento recibe un chip mediante el cual se asocian usuario y coche para la posterior reclamación. A puertas cerradas, la plataforma de carga lleva el coche hasta el área de transferencia y es elevado hasta la celda libre más próxima donde se intercambia la plataforma con el coche por una libre que es con la que desciende el ascensor, lista para recibir un nuevo vehículo. Aparcamientos públicos, edificios de oficinas, hoteles, edificios industriales, algunas joyas arquitectónicas y en especial casas de venta de automóviles hacen uso actualmente de este tipo de aparcamientos.



NOTAS

- (1) *Intelligent Parking System* de Service Integration Laboratories; http://www.ntt.co.jp/RD/OFIS/active/2001pdf/pf16_e.pdf
- (2) *Parking Access and Revenue Control System*.
- (3) Ver *Parking Solutions: A Comprehensive Menu of Solutions to Parking Problems*. Online TDM Encyclopedia en referencias bibliográficas.
- (4) Aparcamientos SABA Catedral, SABA Rambla de Cataluña y SABA Plaza Cataluña; Barcelona 2002.
- (5) Son los inconvenientes actuales los que dan concepción a la preferencia inicial.
- (6) Algunos de los conceptos definidos son percibidos directamente por los usuarios como costes o incomodidades, costes de indirecta percepción (e.g. distancia recorrida, emisión de gases, ocupación – consumo eléctrico, etc.) son tenidos en cuenta a la hora de entender al servicio de aparcamientos como una actividad ambientalmente sensible, también como un servicio que puede ser enriquecido con medidas que disminuyen las molestias experimentadas por los usuarios aumentando su comodidad y satisfacción.
- (7) *Wöhr Project* – Premiado con el *Turkish Master Builders Association*



BIBLIOGRAFÍA

- CAMPOS, J. Y CASAS, C. «*Los ingenieros de transporte ante el reto de las nuevas tecnologías*». Actas del IV Congreso Nacional de la Ingeniería Civil, volumen II, pp. 2069-2074. Madrid, noviembre de 2003. ISBN: 84-380-0259-5 (obra completa), 84-380-0261-7 (volumen 2).
- CROWDER, M. Y WALTON, C. «*Developing an Intelligent Parking System for the University of Texas at Austin*». Technical Report No. SWUTC/03/167229-1, 2003.
- CHREST, A. et al. *Parking Structures: Planning, Design, Construction, Maintenance, and Repair*. Van Nostrand Reinhold. ISBN 0-442-20655-0.
- DIE PARKLÜCKE* – Nr. 22/2002.
- EC project HINT deliverable D1. coordinado por el Institute for Transport Studies, University of Leeds (1997).
- INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS – ITE – www.ite.org.
- LAN, L. *Design and Analysis of Parking Pricing Schemes at Urban Traffic Centers*. Dis-

sertation Series UCB-ITS-DS-86-2. ISSN 0192 4109, 1986.

PARKING EVALUATION: Evaluating Parking Problems, Solutions, Costs, and Benefits. Online TDM Encyclopedia – Victoria Transport Policy Institute. <http://www.vtpi.org/tdm/tdm73.htm>, 2003.

PARKING SOLUTIONS: A Comprehensive Menu of Solutions to Parking Problems. Online TDM Encyclopedia – Victoria Transport Policy Institute. <http://www.vtpi.org/tdm/tdm72.htm>, 2003.

ROBUSTÉ, F et al. *Apuntes de Planificación del Transporte*. CPET, 1994.

ROBUSTÉ, F Y SARMIENTO, I. *Sistemas Tarifarios del Vehículo Privado en Medio Urbano*. Centro de Publicaciones Secretaría General Técnica Ministerio de Fomento. ISBN 84-498-0446-9.

SLOMAN, J. (1997) *Introducción a la microeconomía*. 3 Ed. Prentice Hall. ISBN 84-89660-08-5.



WEBPAGES

- Service Integration Laboratories. «Intelligent Parking System». http://www.ntt.co.jp/RD/OFIS/active/2001pdf/pf16_e.pdf.
- THOMPSON, R. AND COLLINS C. *Downtown Parking Management System*. Transportation Research Record 1459, p 63. ISBN 0-309-06066-4.
- Wöhr Auto Parksysteme – <http://www.parkingsystems.de/engl/source/frameset.htm>.
- Capitals ITTS – <http://www.eu-capitals.net/>
- E-Parking – <http://www.ifi.unizh.ch/dbtg/Projects/E-Parking/>
- Radarnet – <http://www.radarnet.org/>
- Stadtinfo Cologne Traffic and Parking Data System – <http://www.roadtraffic-technology.com/projects/stadtinfo/index.html>
- Tecapsy – <http://www.clickparking.com/> ; <http://www.tecapsy.com/>
- Telepay – <http://www.ertico.com/activiti/projects/telepay/home.htm>