**Detección y visualización de espacios de parqueo por medio de un aplicativo móvil haciendo uso de sensores**

Fabio Alessandro Gatti Lerma1, Iván Fernando Ramírez Sanclemente1,2

*1Ingeniero de Sistemas y Ciencias de la Computación, Pontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia.*

2Correspondencia: fabio.gatti@javerianacali.edu.co

**RESUMEN**

En el siguiente documento se presenta una solución al problema de falta de espacios disponibles que se presenta en los múltiples parqueaderos de la ciudad, basándonos en resultados obtenidos por ideas similares y haciendo uso del internet de las cosas y de un dispositivo de hardware propio.

Debido a que la gran mayoría de la población actual cuenta con un teléfono inteligente, se optó por llevar a cabo el desarrollo de un aplicativo móvil, el cual dé a conocer a los usuarios el estado de los parqueaderos en tiempo real desde cualquier ubicación con acceso a internet.

**Palabras Clave:** Aplicativo móvil, Internet de las cosas, Innovación, Base de datos en la nube, Cloud Computing, Sensor.

**ABSTRACT**

The following document presents a solution to the problem that comes from the lack of available parking spaces around the city, based on the results obtained by similar ideas and by making use of the Internet of Things and our own hardware device.

Due to the fact that the majority of the population has a smart phone, it was decided to carry out the development of a mobile application, which will let users know the status of the parking lots in real time from any location with internet access.

**Keywords:** Mobile application, Internet of the things, Innovation, Database in the cloud, Cloud Computing, Sensor.

**INTRODUCCIÓN**

Conforme pasan los años, el número de vehículos dentro de la ciudad aumentan y, con esto, aumentan también los problemas de movilidad. Esto no solo se ve reflejado en las ya congestionadas vías de las ciudades, sino que además se crean problemáticas dentro de los establecimientos, los cuales muchas veces no cuentan con la infraestructura o el capital suficiente para ampliar sus instalaciones.

Centrando este estudio en la Pontificia Universidad Javeriana Cali, es evidente, para las personas que asisten a este establecimiento, que los lugares de estacionamiento no son suficientes para la gran demanda que hay por parte de la comunidad estudiantil, el profesorado y demás usuarios.

Esta problemática por sí sola genera otras que ponen en riesgo tanto a los usuarios como al establecimiento, dado que algunas personas optan por estacionar sus vehículos en lugares no aptos, obstruyendo así las vías por las que se puede transitar o dañando, de manera usual, otros vehículos o propiedad de la universidad.

No obstante, aquellas personas que eligen evadir estas alternativas se enfrentan al hecho de que pueden tardar más tiempo buscando un espacio de estacionamiento libre sin ningún éxito garantizado, lo cual genera que, en algunos casos, se vean obligados a aparcar en establecimientos ajenos a la universidad. Todo esto y más generan un gasto innecesario de dinero debido al consumo de gasolina y de tiempo por parte de los usuarios, además del estrés que le pueda provocar a los mismos y el impacto ambiental que puede tener el uso del vehículo durante la búsqueda de un estacionamiento disponible.

Debido a lo anterior, se ha planteado una solución tecnológica que permita a los usuarios conocer el estado de los parqueaderos en tiempo real desde cualquier dispositivo móvil conectado a internet, ayudando a aliviar algunas de las problemáticas y el caos que se presentan en este tipo de establecimientos a ciertas horas del día.

**MARCO TEÓRICO**

Dado que la mira central de este estudio está puesta sobre la solución que mejor aborde el problema de poco control y desconocimiento del estado de los parqueaderos, es necesario tener algunos ejes o puntos de partida sobre los que se apoya esta investigación.

Como punto de partida, se han planteado estudios con un mismo objetivo haciendo uso de diferentes tecnologías, desde abordar un parqueadero como una red de sensores interconectados[1], hasta la posibilidad de implementar *IOT* (*Internet Of the Things*, Internet de las Cosas) en cada uno de los espacios de parqueo permitiendo, no solamente, mitigar el problema, sino ser adaptable a cualquier tipo de establecimiento[3][4][5].

Un punto importante sobre el desarrollo de esta investigación es la facilidad de comunicar a los usuarios el estado de los espacios de parqueo. Teniendo en cuenta que en la actualidad una gran cantidad de personas alrededor del mundo tienen acceso a un dispositivo móvil inteligente, se opta por el desarrollo de un aplicativo móvil en el que será visible el estado de los parqueaderos y los espacios ocupados y disponibles[6].

Además de definir la mejor forma de presentarle a los usuarios la información recolectada de los parqueaderos, se debe definir igualmente cómo se va a recolectar esta información, ya que en estos momentos existe una gran de implementaciones que pueden ser llevadas a cabo, como lo son, los sensores de ultrasonido[1], de proximidad, luz[7] y magnéticos[8], además del procesamiento de imágenes[9] para el reconocimiento de entrada y salida de los vehículos en los establecimientos.

Indiferente de como se recolecten los datos, estos deben ser procesados y transmitidos de tal manera que, al momento de ser mostrados a los usuarios, llegue únicamente lo necesario y no información extra o irrelevante. Por lo tanto, se plantea el uso de un servidor web[10] para esta tarea, el cual se encarga de recolectar, procesar y propagar la información a los usuarios finales de forma casi inmediata.

**RESULTADOS**

Las tecnologías utilizadas para el desarrollo del proyecto se listan a continuación:

* **Hardware:** Se utiliza un sensor de tiempo de vuelo VL53L0X infrarrojo, junto con un Step Down de voltaje y un chip ESP8266 para el procesamiento y transmisión de la información.
* **Front-end:** Para mostrar la información a los usuarios se optó por desarrollar una app móvil haciendo uso del Framework de desarrollo Ionic.
* **Back-end:** Para la recolección y transmisión de datos se decidió utilizar la plataforma de Google Firebase.

Se llevaron a cabo pruebas en la funcionalidad del aplicativo y los sensores desarrollados para asegurar su correcto funcionamiento tanto individual como integrados en un conjunto.

Las primeras pruebas realizadas fueron de funcionalidad del aplicativo móvil desarrollado, de las que se derivaron una serie de correcciones que requerían cambios en el diseño, pues al llevarse a un entorno real, sobresaltaban algunas falencias no contempladas.

Las siguientes son las pruebas de hardware correspondientes al dispositivo de detección de automóviles, en las que se evaluó el consumo de corriente en tres diferentes estados y los tipos de sensores disponibles para ser utilizados.

Consumo de energía del dispositivo

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Estado del dispositivo | Descripción | 1 unidad |
| Deep Sleep | El dispositivo detector entra en estado de suspensión y se reactiva cada 10 segundos. | 40 mAh |
| Funcionamiento continuo | El dispositivo detector está activo siempre sin descanso. | 70 mAh |
| Funcionamiento con delay de 7 segundos | El dispositivo detector está activo siempre, pero recolecta y envía los datos cada 7 segundos. | 52 mAh |

Las últimas pruebas fueron las pruebas de campo en las que se verificaba el comportamiento del aplicativo y se obtenía retroalimentación por parte de los usuarios finales.

**CONCLUSIONES**

Gracias a los resultados obtenidos por las pruebas realizadas, se puede concluir que la investigación, el diseño y el desarrollo del sistema ha sido un éxito, ya que se lograron los resultados que se esperaban en cuanto a la satisfacción de los usuarios entrevistados a lo largo del proyecto, además del cumplimiento de la mayoría de los requisitos establecidos al iniciar el mismo.

A pesar de esto, no se lograron dos objetivos de mediana importancia durante el desarrollo del proyecto, los cuales serán implementados en una versión posterior. Estos objetivos son:

* La entrega de informes o información relevante a los establecimientos.
* Hacer al componente de hardware resistente al clima y al peso de los vehículos, en caso de que llegase a ocurrir un accidente con los mismos.

De este proyecto se puede asegurar que tanto establecimientos grandes como pequeños pueden hacer uso de esta solución si así lo desean, pues esta solución prueba ser lo suficientemente modular para ser implementada sin ningún problema en la gran mayoría de los establecimientos, ya que no requiere una gran cantidad de infraestructura instalada.

**REFERENCIAS**

[1] J. A. Propst, K. M. Poole, J. O. Hallstrom. An embedded sensing approach to monitoring parking lot occupancy. Proceedings of the Annual Southeast Conference. (2012). 309-314

[2] L. F. Herrera-Quintero, F. Maciá-Pérez, D. Marcos-Jorquera and V. Gilart-Iglesias. Wireless Sensor Networks and Service-Oriented Architecture, as suitable approaches to be applied into ITS. 2012 6th Euro American Conference on Telematics and Information Systems (EATIS). (2012). 1-8

[3] S. S. Mathew, Y. Atif, Q. Z. Sheng, Z. Maamar. Building sustainable parking lots with the Web of Things. Personal and Ubiquitous Computing. (2014). 895-907

[4] A. Vora, M. A. Kumar, K. G. Srinivasa. Low Cost Internet of Things based Vehicle Parking Information System. Proceedings of the 6th IBM Collaborative Academia Research Exchange Conference (I-CARE). (2014). 1-4

[5] S. R. Basavaraju. Automatic Smart Parking System using Internet of Things (IOT). International Journal of Scientific and Research Publications. (2015). 629-632

[6] L. Lambrinos, A. Dosis. Applying mobile and internet of things technologies in managing parking spaces for people with disabilities. Proceedings of the 2013 ACM conference on Pervasive and ubiquitous computing adjunct publication. (2013). 219-222

[7] M. Bachani, U. M. Qureshi, F. K. Shaikh. Performance Analysis of Proximity and Light Sensors for Smart Parking. Procedia Computer Science. (2016). 385-392

[8] S. Elaouad, S. Benmakhlouf, N. Tobaji, M. A. Dmini and Y. Salih Alj. Car parking management system using AMR-sensor technology. International Conference on Electrical and Information Technologies (ICEIT). (2015). 414-418

[9] S. Banerjee, P. Choudekar and M. K. Muju. Real time car parking system using image processing. 2011 3rd International Conference on Electronics Computer Technology. (2011). 99-103

[10] D. Zheng, X. Zhang, Y. Shu, C. Fang, P. Cheng and J. Chen. iParking: An intelligent parking system for large parking lots. 2015 IEEE Conference on Computer Communications Workshops (INFOCOM WKSHPS). (2015). 37-38