

Prototipo de control y monitoreo para parqueaderos vehiculares

Control and monitoring prototype for vehicle parking

Carlos I. Córdoba L.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
caicordobal@correo.udistrital.edu.co

Brayan S. Plazas V.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
sttifplazasst@hotmail.com

Se implementa un prototipo de control y monitoreo que genera un diagnóstico de la disponibilidad de un parqueadero cubierto simulado con tres plazas de parqueo. El prototipo usa sensores de ultrasonido para tomar muestras del estado en que se encuentra, ya sea ocupado o disponible, a través del protocolo de comunicación SPI, se envían los datos a un micro controlador central, enlazado a un módulo Ethernet envía los datos de las plazas de parqueo a un servidor web, permitiendo la visualización de los datos obtenidos por medio de una interfaz gráfica de la página web y un aplicativo móvil descargable. Dentro de las herramientas de visualización el usuario podrá encontrar: capacidad total del parqueadero, ubicación, tarifa y plazas de parqueo disponible.

Palabras clave: Aplicación móvil, comunicación, parqueadero

We implemented a prototype of control and monitoring that generates a diagnostic of the availability of a covered parking with three places of parking. The prototype uses ultrasonic sensors to take samples of the state, either occupied or available, through the SPI communication protocol data is sent to a central micro controller, bound to a Ethernet module sends the data of the parking spaces to a web server, allowing to visualize the data obtained by means of a graphical interface of the web page and a downloadable mobile application. Within the viewing tools the user may find: total capacity of the parking, location, fare and parking places available.

Keywords: Communication, mobile application, parking

Tipología del artículo: Investigación

Fecha recepción del manuscrito: Octubre 10, 2014

Fecha aceptación del manuscrito: Noviembre 3, 2014

Investigación financiada por: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Edición digital: <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/tekhne/issue/view/748>

Cómo citar: Córdoba, C., y Plazas, B. (2015). *Prototipo de control y monitoreo para parqueaderos vehiculares*. Revista Tekhnê, 12(1), 67-72.

Introducción

La composición del parque automotor de la capital colombiana es ocupada por automóviles particulares en más de un 90 %, aumentando la demanda para encontrar un parqueadero disponible en la ciudad. La falta de información sobre parqueaderos circundantes al sector, ocasionan que la búsqueda del mismo se convierta en un caos, llegando a afectar la movilidad y la calidad de vida de los bogotanos, según lo afirman expertos en movilidad (Dangond, Jolly, Monteoliva, y Rojas, 2011; Greiff et al., 2013; Lariza, 2009). Este problema puede ser observado en diferentes puntos de Bogotá al igual que en algunos centros comerciales como lo son Titán Plaza y Plaza de las Américas, donde la espera de un parqueadero en horas de alto flujo vehicular (6 pm a 8 pm) produce un embotellamiento del tráfico.

Con este prototipo se propone una alternativa para mejorar la movilidad en la ciudad, además de esperar la vinculación de varios parqueaderos de orden público y privado a este sistema, logrando generar un impacto en lo que respecta a la movilidad de manera proporcional a la cantidad de parqueaderos vinculados.

Actualmente se han desarrollado tecnologías con diferentes metodologías que permiten el control y el monitoreo de los parqueaderos, sin embargo, los datos de las plazas de parqueo se quedan para los establecimientos sin llegar a hacerse público a los usuarios.

Este proyecto busca comunicar los datos de las plazas de parqueo a los usuarios del sistema, siendo desarrollado en cuatro fases: integración de la sensorica, implementación de los debidos protocolos de comunicación, diseño de página web e integración a un servidor y ensamble.

Metodología

La Fig. 1 muestra las diferentes etapas y su interrelación.

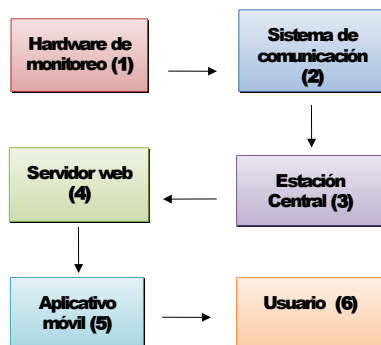


Figura 1. Diagrama de bloques metodología planteada.

Hardware de monitoreo

Sensa el estado del parqueadero ya sea ocupado o desocupado. Este proceso se realiza a través del HC SR-04.

Este es un sensor de distancias por ultrasonidos, capaz de detectar objetos y calcular la distancia a la que se encuentra, en un rango de 2 cm a 450 cm, usando una frecuencia de 40 kHz. El sensor funciona por ultrasonidos y contiene toda la electrónica encargada de hacer la medición. Su uso es tan sencillo como enviar el pulso de arranque y medir la anchura del pulso de retorno, usa como medio de propagación el aire sin usar el contacto físico para su funcionamiento.

El estado de la plaza de parqueo, es ilustrado mediante dos LEDs ubicados en el montaje (Rojo - ocupado y Verde - desocupado), los cuales son visibles para los usuarios dentro de las instalaciones del parqueadero. Sin embargo, el estado compilado de las plazas de parqueadero se puede visualizar por medio del aplicativo móvil y la página web. El sensor es implementado en una caja de acrílico (Fig. 2), junto al montaje mínimo para el chip Atmega 328pu (Arduino) (Fig. 3) para enviar los datos de las plazas de parqueo a un micro-controlador central.



Figura 2. Encapsulado del sensor HC SR-04 en caja de acrílico.

Sistema de comunicación

Se encarga de codificar la información, estableciendo una comunicación entre el hardware de monitoreo y una estación central. Esto se hace mediante el protocolo de comunicación SPI, el cual funciona mediante la metodología de Maestro-Esclavo. La estación central (Maestro) se conecta con las dos líneas a los sensores (Esclavos), el maestro hará un barrido cada 30 segundos, llamando esclavo por esclavo, generando que estos envíen al maestro el estado de la plaza de parqueo, Ocupado/Desocupado, este protocolo permite comunicación hasta con 125 dispositivos, los datos obtenidos por el mando central se envían por medio de un módulo Ethernet al servidor web.

A continuación se presenta el diseño completo a nivel de hardware (Etapa 1 y 2) donde se ilustra el montaje

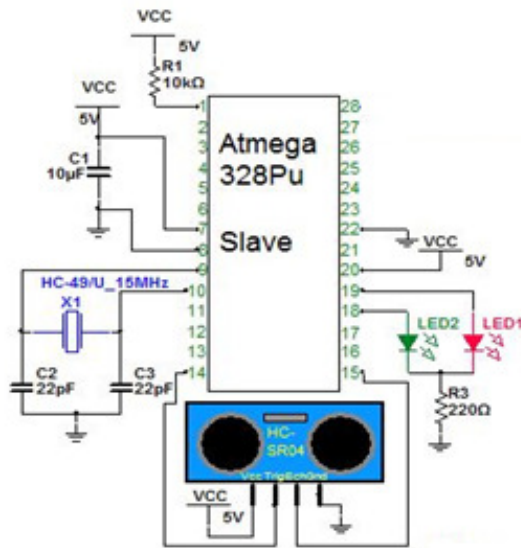


Figura 3. Montaje mínimo del microcontrolador con sus respectivos sensores.

desarrollado y la comunicación del SPI entre esclavos y maestro (Fig. 4).

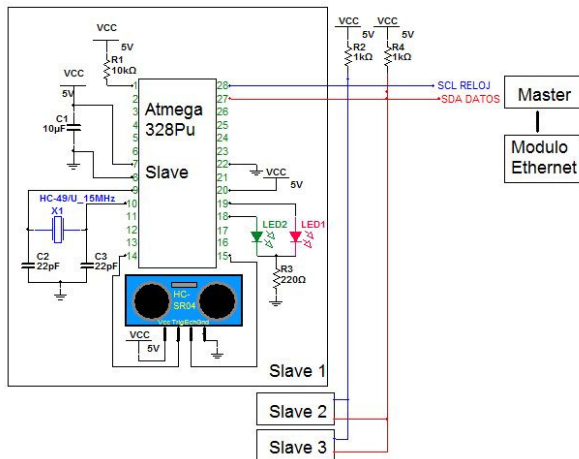


Figura 4. Montaje del sistema de comunicación SPI.

Servidor central

Provee y almacena datos, que son recibidos a través del módulo Ethernet, permitiendo la visualización de los mismos desde una página web y un aplicativo móvil descargable. Esto se logra mediante un servicio de hosting gratuito compuesto por un servidor Apache 2.2.27 con soporte MySQL 5.5.40-cll y PHP 5.4.27. Este es controlado por Cpanel y las bases de datos desde phpMyAdmin (Fig. 5). La base de datos no hace parte del *hosting*, sino que es un

servicio de freesqldatabase que ofrece un acceso remoto a las bases de datos. Este es usado para conectarse al servidor y al micro-controlador central. Estos datos se suben mediante el script `iot.php` y para mostrar la tabla se hizo un script AJAX y conexión remota a SQL de la base de datos remota.

Página web

La página web:

<http://easyparking.holo.so/Index%20of%20/>

recibe los datos del servidor central y los visualiza a los usuarios de manera ordenada, en una interfaz gráfica amigable al usuario mostrando dirección, tarifa, cupo total, actualización y parqueaderos disponibles de manera que el usuario pueda recibir de mejor manera la información.

Aplicativo móvil

Es un programa informático usado en dispositivos de última generación como tabletas y celulares, que podrá ser descargado gratuitamente por el usuario brindando toda la información relacionada con el parqueadero. El aplicativo se desarrolla en App Inventor 2, desarrollado por Google y establecido legalmente por el MIT, contando con dos opciones, en la primera el usuario podrá visualizar las plazas de parqueo disponibles, en el parqueadero seleccionado, en la segunda opción el usuario encontrará un menú desplegable con la información necesaria para poder encontrar un parqueadero con disponibilidad, se brinda información de las localidades, la disponibilidad y la dirección (Fig. 6). La aplicación es de fácil manejo.

Usuario

Finalmente el usuario recibe la información acerca de la ubicación de un parqueadero disponible según los requerimientos del mismo, con esto se contribuye a mejorar la movilidad, evitando pérdidas de tiempo y descongestión en vías aledañas.

Resultados

Dentro de todo el proceso de elaboración del proyecto se desarrollaron diversas pruebas para poder llegar al prototipo final. En principio y de forma cronológica mencionaremos las pruebas y cambios realizados durante el desarrollo del proyecto.

Hardware de monitoreo

Inicialmente se implementó un sensor óptico CNY70. Sin embargo, tenía varios inconvenientes como variaciones en presencia de luz y de colores oscuros, además de la necesidad de tener que situarlo muy próximo al automóvil para detectarlo de manera óptima, alterando la medición y



Figura 5. Interfaz del servidor web Cpanel y phpMyadmin.

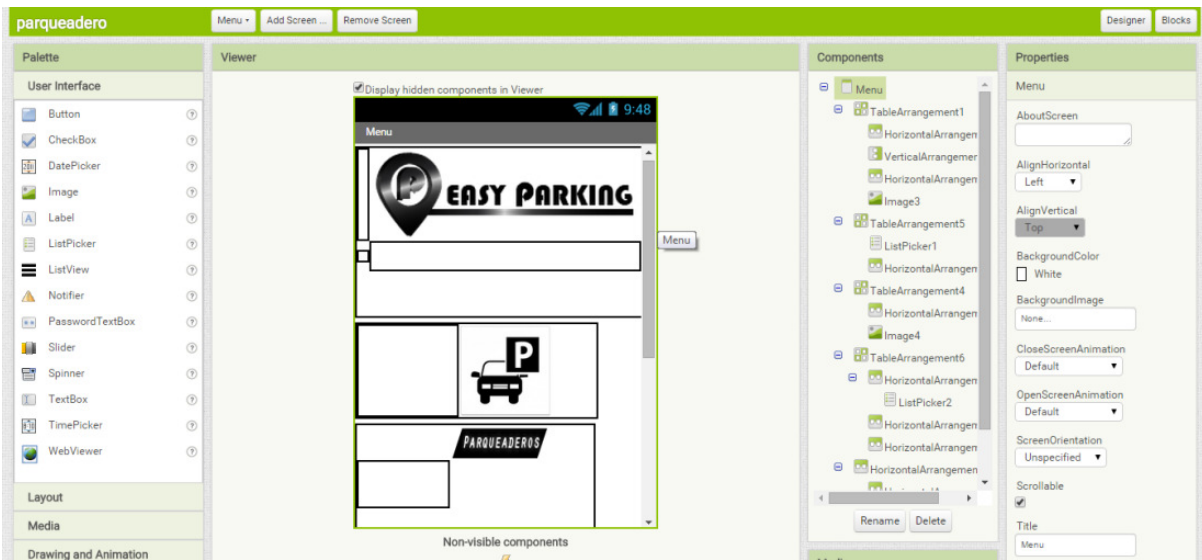


Figura 6. Diseño del aplicativo móvil.

los datos obtenidos, ya que, en ocasiones el sensor mostraba datos erróneos.

Por ende, hubo necesidad de indagar por un sensor que no mostrara variaciones en presencia de los fenómenos anteriormente mencionados. Como resultados encontramos varias tecnologías que podían suplir esta necesidad, una de ellas fue la RFID (identificación por radiofrecuencia),

es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remoto que usa dispositivos denominados etiquetas, sin embargo, el uso de esta tecnología es poco accesible en Colombia aumentando los costos, y adicionalmente, como es una identificación por radiofrecuencia, cualquier dispositivo emisor de señal que estuviera a la misma frecuencia alteraría el sensado.

Otra opción fue un sensor de presión, pero este no fue fructífero debido a sus costos y al desgaste presente al soportar el peso del vehículo disminuyendo su vida útil. Finalmente se optó por un sensor de ultrasonido que en condiciones iguales, tenía un mejor comportamiento en cuanto a la variación, costos, desgaste e interferencia. El sensor se encapsulo en una caja de acrílico con soportes, lo cual permite que sea instalado en el techo de la plaza de parqueo, realizando la detección del vehículo a través de su parte superior, con lo cual, el sensor esta calibrado para funcionar como se muestra en la Fig. 7.

A pesar de este cambio se presentaba un fenómeno de interferencia entre sensores causando que se transmitiera ruido entre sensores en lapsos cortos (sobre cuando se presentaban cambios de estado), este problema se presentaba principalmente cuando los sensores se encontraban a una distancia menor a 30 cm entre ellos y también se presentaba cuando se acercaba el objeto a censar (el automóvil) a una distancia menor de 10 cm del sensor. Estos problemas se pudieron solucionar estabilizando la comunicación, y simplemente instalando los sensores en el techo de la plaza de parqueo garantizando que la distancia entre estos sea mayor a los 10 cm de error del sensor permitiendo así un funcionamiento óptimo.

Sistema de comunicación

En principio no se manejó bajo ningún protocolo de comunicación, lo que consumía bastante recursos del microcontrolador, ya que cada sensor ocupaba un pin de entrada del mismo, limitando el número de sensores y la velocidad de transmisión. Por ende, el sistema de comunicación sufrió un pequeño cambio en su estructura, pensando en una masa amplia de plazas de parqueo, en minimizar el cableado y optimizar los recursos del microcontrolador, por lo cual se usó el protocolo de comunicación SPI.

Como los sensores eran vulnerables a interferencias, se optó por estabilizar más la comunicación entre sensores para evitar al máximo la infiltración del ruido. Esto se logró a través de dos resistencias de 1 k Ω entre la alimentación y las dos líneas de comunicación. Esto redujo notablemente el ruido.

Servidor central

Inicialmente se pensó instaurar una base de datos local, a través de un ordenador de placa reducida Raspberry Pi conectada a un módem. Sin embargo, limito el uso de los datos a las red local a la que fuera conectada, generando conflicto al enlazarse con la página web, impidiendo la visualización de los datos. Pensando en este conflicto se implementó un servicio de hosting gratuito on-line compuesto por un servidor Apache versión 2.2.27 soportado por Mysql5.5.40-cll y PHP 5.4.27., garantizando

la visualización de los datos en la página web, almacenando de manera cronológica los datos. Para la implementación de este servicio fue necesario añadir al sistema de comunicación un módulo Ethernet que es el encargado de subir lo datos al servidor.

El hosting gratuito finalmente limito mucho la implementación de esta tecnología, su seguridad era muy baja al igual que su estabilidad. Finalmente se alquiló un hosting pago, entre las ventajas de este se obtuvo un control total sobre el sitio web, se suprimió la publicidad, soporte técnico y una conexión permanente y sin interrupciones.

Conclusiones

Se desarrolló el hardware de monitoreo, implementando un sensor de ultrasonido HC SR04, con dos resistencias de 1 k Ω entre las líneas de comunicación y la línea de alimentación garantizando un correcto sensado. Los datos obtenidos por el sensor pueden ser visualizados de tres maneras, virtual a través de la página web y el aplicativo móvil o física mediante LEDs en el montaje final del sensor (luz roja ocupada, luz verde disponible).

Se implementó un sistema de comunicación entre el hardware de monitoreo y el servidor central, mediante el protocolo de comunicación SPI, conectando tres sensores a un microcontrolador central, permitiendo una velocidad de trasmisión de 9600 baudios suficiente para identificar el estado de las plazas de parqueo y garantizando la correcta transmisión de los datos, todo ello optimizando los recursos del microcontrolador central, teniendo en cuenta que solo requiere un pin de entrada. Permitiendo en un futuro establecer una correlación entre una cantidad alta de sensores, reduciendo la complejidad en la conexión física de los mismos, repercutiendo favorablemente en los costos de la instalación y mantenimiento del sistema.

Se entabló un conexión exitosa entre el hardware de monitoreo y el servidor web, a través de un módulo Ethernet, permitiendo un almacenamiento de los datos de las plazas de parqueo para ser visualizados en un página web, con una interfaz gráfica amigable y sencilla (Fig. 8), donde el usuario podrá identificar y seleccionar el parqueadero de preferencia, obteniendo todos los datos del mismo.

Se implementó un aplicativo móvil el cual permite visualizar los datos de las plazas de parqueo provenientes del sistema de sensado, proporcionándole al usuario identificar dirección, horario, tarifa, cupo y lugares disponibles de cada plaza de parqueo desde un lugar remoto, simplemente teniendo acceso a Internet ya sea desde su plan de datos o por medio de Wi-Fi.

Referencias

Dangond, C., Jolly, J., Monteoliva, A., y Rojas, F. (2011). Algunas reflexiones sobre la movilidad urbana en

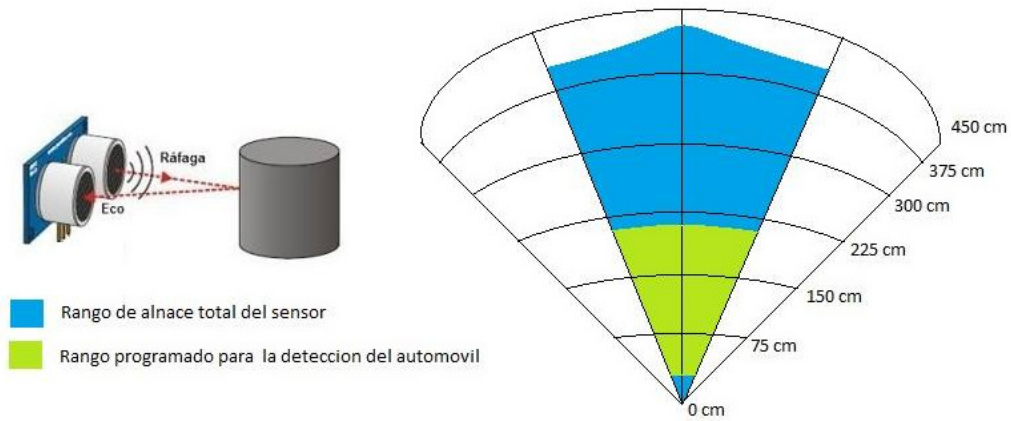


Figura 7. Rango de detección del sensor.



Figura 8. Ilustración de la interfaz de la página web.

1. Submenú de parqueaderos aledaños al parqueadero seleccionado.
2. Diagrama del parqueadero.
3. Plazas de parqueo disponibles.
4. Información general del parqueadero.

colombia desde la perspectiva del desarrollo humano.
Papel Político, 16(2), 485-514.

Greiff, M., Díaz, J., Bernal, P., Garzón, L., Salazar, W., Tinjacá, N., y cols. (2013). Observatorio de movilidad.

Reporte Anual de Movilidad, 6. (Cámara de Comercio de Bogotá. Universidad de los Andes)

Lariza, P. (2009). *Los parqueaderos y bogotá*. (El Tiempo)

