

Sistema Inteligente Visual Para La Gestión De Plazas De Estacionamiento

Obed Vásquez, Estudiante de Ingeniería¹, Deriam Pittí, Estudiante de Ingeniería²,
Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales, Sede Veraguas, Santiago,
obed.vasquez@outlook.com¹, deriam.pitti@utp.ac.pa².

Profesor Asesor: Cristian Pinzón Trejos, Doctor en Informática³
Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ingeniería de Sistemas Computacionales, Sede Veraguas, Santiago,
cristian.pinzon@utp.ac.pa³

Resumen— *La tenencia de un vehículo brinda a los ciudadanos la facilidad de desplazamiento, muy importante en extensas ciudades donde los destinos están distanciados. No obstante, la tranquilidad de contar con un vehículo se ve comprometida a menudo por la falta de espacios para estacionar correctamente. Adicional, esta problemática se ve agravada por la falta de cortesía de los conductores que estacionan sus vehículos de forma desordenada afectando la libre circulación en las calles y bloqueando muchas veces los movimientos de otros vehículos en las áreas de estacionamiento. Este problema ocasiona incomodidad entre los usuarios, muchas veces accidentes innecesarios y pérdida de tiempo. Se ha tomado como caso de estudio la Universidad Tecnológica de Panamá, Centro Regional de Veraguas, la cual vive esta realidad, donde cada año se ve incrementado el número de vehículos que hacen uso de los servicios de estacionamiento del Centro. Actualmente el Centro no cuenta con ninguna estrategia que permita brindar un mejor servicio a los usuarios. En este sentido se plantea un diseño de un sistema inteligente que permita a los usuarios visualizar gráficamente la disponibilidad de plazas en los estacionamientos disponibles. El sistema plantea utilizar sensores para monitorear en tiempo real el estado de las plazas y mostrar en una pantalla, situada estratégicamente en la entrada del estacionamiento, si hay espacios disponibles. La aplicación plantea la utilización del concepto de agentes de software con roles definidos para realizar las tareas definidas del sistema. Este trabajo presenta un modelo propuesto, las tecnologías disponibles para su desarrollo y al final se presentan las conclusiones del trabajo.*

Palabras claves: *Automatización, estacionamiento, Sensores, Sistemas Multiagente (MAS).*

I. INTRODUCCIÓN

La comodidad y facilidad de transportarse libremente, producto de disponer de un vehículo ha llevado a las personas a realizar un esfuerzo para adquirir su propio auto.

El incremento de vehículos propiedad de docentes, administrativos y estudiantes del Centro Regional de Veraguas, ha ocasionado la falta de espacios de estacionamiento y esto a su vez ocasiona demora e incomodidad en la comunidad universitaria.

En este sentido se presenta la investigación que consiste en el diseño de un sistema inteligente que permita a los usuarios identificar visualmente los espacios de estacionamiento disponibles. El sistema implementa conceptos de automatización y la utilización de sensores.

Un sistema inteligente es un programa de computación que cuenta con características y comportamientos similares a los de la inteligencia humana o animal, es decir, que cuenta con la capacidad de decidir qué acciones realizar para alcanzar sus

objetivos basándose en sus percepciones, conocimientos y experiencias acumuladas[2].

El documento que se presenta se ha estructurado de la siguiente manera: Se ofrece una introducción a los conceptos de Sistema Inteligente, seguida de la metodología planteada en el proyecto, luego se presenta la identificación del problema. Posteriormente se detallan los elementos tecnológicos utilizados, la propuesta del prototipo y se finaliza con los resultados y conclusiones.

II. METODOLOGIA

Considerando el enfoque desarrollado en este proyecto de investigación, la propuesta que se plantea tiene un carácter descriptivo en el área de tecnología. A continuación, se detallan los pasos realizados para abordar el problema.

A. Identificación Del Problema

Se presenta la problemática de falta de estacionamientos en Centro Regional Veraguas causada por:

- Incremento de la población de la comunidad universitaria.
- Limitaciones de plazas de aparcamiento.
- Problema de circulación por malas prácticas para estacionarse.
- No se utiliza herramientas tecnológicas para brindar un mejor servicio a los usuarios de los estacionamientos.

B. Solución

Se plantea el diseño de un sistema que facilite la identificación de plazas disponibles en los estacionamientos del centro. Para ello se plantea un prototipo de un sistema inteligente, basado en agentes, que gestiona el estado del estacionamiento de forma global. A través de un conjunto de sensores que monitorean en tiempo real el estado de las plazas. Y finalmente una pantalla LED, situada en la entrada del estacionamiento, mostrará la disponibilidad de plazas.

C. Algoritmo

El prototipo del sistema plantea utilizar la tecnología de agentes y sistemas multiagente al tener características innatas que facilitan el desarrollo del proyecto.

D. Modelo Del Sistema

Se representa mediante un esquema el funcionamiento del prototipo. El entorno de desarrollo del sistema estará representado por el espacio en donde se lleva a cabo la interacción entre los diferentes tipos de agentes. La representación de dichos agentes y del espacio en que se desenvuelven se realiza utilizando metodologías y plataformas de desarrollo de sistemas multiagente (SMA) JADE (Java Agent Development Framework)[3].

III. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

Aproximadamente el centro cuenta con una matrícula de más de 1300 estudiantes, 70 administrativos y más de 130 profesores que diariamente acuden a dicha institución. Dispone también de 2 estacionamientos uno ubicado en la primera entrada, el cual tiene a disposición aproximadamente 45 plazas de aparcamiento, 21 plazas techadas y 24 que carecen de techo, ambos grupos colocados uno al frente del otro. Luego el segundo estacionamiento ubicado en la parte posterior de la universidad que cuenta con aproximadamente con 45 plazas de aparcamiento, el mismo no está ni organizado, ni pavimentado y no cuenta con ninguna estructura que ofrezca protección ante las inclemencias del tiempo.

Estos estacionamientos no son capaces de soportar el incremento del número de usuarios que hacen uso de los servicios de estacionamiento del centro. Provocando que los usuarios se estacionen en otras localidades como: a la orilla de la vía principal del centro, congestionándola e impidiendo incluso el tránsito hacia el interior o exterior.

Según datos estadísticos obtenidos en la aplicación de encuestas dentro de la comunidad educativa del centro se pudo identificar algunos aspectos relevantes.

Se le preguntó a los encuestados como consideraría la implementación del sistema a lo que un 55.6% de los encuestados respondió que la idea era excelente, el 25% respondió que era una buena idea, 12% asegura que la idea es regular mientras que el 6.7% restante respondió de manera negativa principalmente porque no entendían el concepto de automatización de los estacionamientos.

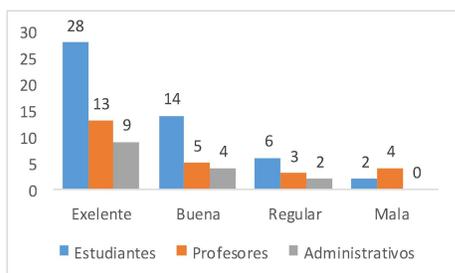


Figura 1. Gráfico de aceptación de la propuesta.

IV. TECNOLOGIAS UTILIZADAS

A. Sistemas Multiagente

Los agentes nacieron de la investigación en inteligencia artificial (IA) y más concretamente de la inteligencia artificial distribuida, que integra la IA con los sistemas distribuidos[4]. Un agente es cualquier cosa capaz percibir su entorno por medio de sensores y capaz de modificar ese entorno para conseguir sus objetivos de diseño.

Un agente puede trabajar solo o en cooperación con otros agentes con el fin de satisfacer uno o varios objetivos. En el segundo caso se habla de sistemas multiagente (MAS), es decir, sistemas formados por un conjunto de agentes que interaccionan entre sí para alcanzar objetivos comunes. La plataforma más común para la programación de agentes es JADE.

En nuestro caso, se plantea la utilización de un conjunto de agentes de software con roles definidos en el sistema.

B. JADE

Ofrece un conjunto de herramientas para el desarrollo de agente y sistemas de forma más rápida.

Es un framework (marco de referencia) para desarrollar aplicaciones multiagente distribuidas. Está escrito completamente en Java y se distribuye como Open Source bajo licencia LGPL [3].

JADE proporciona un middleware (artículo medio) para construir sistemas multiagente, cumpliendo la especificación FIPA (IEEE) en cuanto a interoperabilidad entre agentes.

JADE sigue un mecanismo de comunicación asíncrono entre agentes, mediante el envío de mensajes denominado ACL (Agent Communication Language)[3].

C. Detector de lazo simple para gestión de aparcamiento y sistema de peaje PD-132

PD-132 lazo simple se utiliza para dondequiera que los vehículos tienen que ser detectados, por ejemplo, para el seguimiento y la salvaguarda de vías de acceso o para el recuento de vehículos. La señal de salida se puede utilizar para el control de puertas y mecanismos de control de puerta, las barreras de funcionamiento, el control de los sistemas de semáforos o activar dispensadores de tarjetas en los estacionamientos. PD132 tiene relés de salida de dos vías, una es la producción ilimitada cuando el bucle es cubierto temporalmente, mientras que el otro es multi-modo que se puede establecer por los usuarios. [5].



Figura 2. Sensor de Masa PD132. [5]

D. Pantalla LED

Las pantallas led gigantes para exteriores se caracterizan por una gran versatilidad y calidad de imagen, siendo aptas para múltiples aplicaciones[6].

Las pantallas LED Urban Series son utilizadas para múltiples usos y ubicaciones. Son resistentes a la lluvia y la duración del LED es de 120000 horas.



Figura 3. Pantalla LED Urban Series. [6]

E. Tecnología Arduino

Arduino es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios[7].

Para dicha propuesta se implementará el uso de Arduino Mega 2560 [8]. Que cuentan con 54 pines digitales de entrada / salida (de los cuales 15 se pueden utilizar como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UARTs (puertos serie de hardware), un oscilador de 16MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP, y un botón de reinicio.



Figura 4. Arduino MEGA 2560. [8]

V. PROPUESTA DE PROTOTIPO

La propuesta plantea una metodología MAS, que partirá de un sistema abierto y escalable que permita un desarrollo futuro y acoplable con cualquier sistema de gestión de plazas de estacionamiento.

En el modelo que se propone, pretende resolver el problema de identificación de plazas de aparcamiento libres en el área del estacionamiento principal del centro, afrontando el problema considerando las siguientes directrices:

- Se programará un primer agente para la localización de plazas libres u ocupadas.
- Se programará un segundo agente deliberativo capaz de actuar en tiempo real.
- Se programará un tercer agente para el control de la pantalla LED, utilizada para visualizar la disponibilidad de plazas en los estacionamientos.

Desde un punto de vista conceptual se definirán los agentes con objetivos, tareas y roles, en donde se contemplan las siguientes características que debe tener un agente:

- Conocimiento de donde se encuentra
- Responsabilidad sobre ciertos objetivos
- Definir en su zona de control, el estado de los parámetros que se definan, en el caso que aquí se aborda, será el conocimiento exhaustivo de la situación de los lugares aptos para aparcamiento y su estado (libre/ocupado) en cada momento
- Deberá poder comunicarse con otros agentes.

Para el desarrollo de las aplicaciones multiagente distribuidas utilizaremos JADE como plataforma de programación.

A. Definición de Roles a los Agentes

Rol: Es un papel que un individuo o cosa determinada juega en un determinado contexto[9]. A continuación, se muestra los roles de cada agente.

TABLA 1
DESCRIPCIÓN DE ROLES DE LOS AGENTES

Rol	Descripción
Control Sensores	Se encarga de notificar la situación actual de las plazas de estacionamientos (libre u ocupada).
Deliberar	Analiza, gestiona y almacena la información para luego trasmitirla.

Control Pantalla	Es responsable del proceso de visualización de información referente al estacionamiento a los usuarios por medio de la pantalla LED.
------------------	--

B. Diseño del prototipo

Para automatizar el estacionamiento se utilizará un sistema conformado por sensores de detección de vehículos, sistema multiagente compuesto por 3 agentes los cuales llevarán a cabo los roles antes definidos y una pantalla LED.

Los sensores estarán ubicados en una posición cercana a las plazas de estacionamiento ya que se empotrará un cable enrollado en el pavimento para que se pueda detectar el vehículo (véase figura 6), dichos sensores monitorearán en tiempo real el estado de las plazas bajo el mando del primer agente, que se ocupará de notificar los estados del estacionamiento al segundo agente.

La comunicación de los sensores y el primer agente se llevará a cabo por medio de una conexión serial entre 3 Aduinos MEGA, que se realizará implementando el uso del protocolo de comunicación serie entre microcontroladores denominado I2C.

El segundo agente desempeñará el rol deliberativo (procesamiento, almacenamiento y transmisión de los datos obtenidos), el cual enviará una respuesta al tercer agente que tendrá la tarea de mostrar la visualización de la información general del estacionamiento, si quedan plazas libres o no, mediante el uso de una pantalla LED (véase figura 5). Dicho sistema multiagente estará localizado en el centro de Control.



Figura 5. Visualización gráfica de plazas disponibles en el estacionamiento.” Auditoria propia”

C. Centro De Control

Es la parte medular de nuestro sistema el cual alojará el servidor, su localización estará justamente en donde se encuentran los laboratorios informáticos de la Facultad de Sistemas de la Universidad Tecnológica de Panamá Sede Veraguas.

A continuación, se presenta un diseño del sistema con la integración de las tecnologías en el estacionamiento.

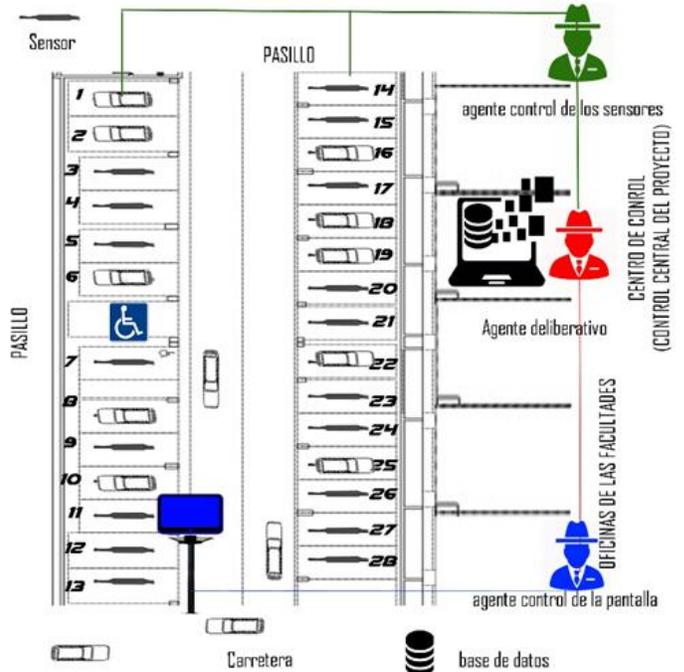


Figura 6. Representación gráfica del modelo.” Auditoria propia”

D. Funcionamiento del sistema:

Al momento de que un auto se coloque en una plaza del estacionamiento, inmediatamente el sensor lo detectará y mandará la señal al agente que controla los sensores, dicho agente recoge la información y la envía al segundo agente el cual es el encargado de deliberar las acciones. El segundo agente recibe la señal del primer agente y manda al tercer agente a cambiar el estado de la pantalla de acuerdo con el estacionamiento ocupado. Ver figura 6.

VI. RESULTADOS

Se presenta una comparación de la propuesta con un proyecto similar al propuesto.

TABLA 2

COMPARACIÓN DE PROYECTOS

Control De Estacionamiento En Superficie Usando Metodología Multiagente Y Tecnología RFID[10]	Sistema Inteligente Visual Para La Gestión De Plazas De Estacionamiento En La UTP Veraguas
Estimar el número de plazas libres de estacionamiento en superficie en tiempo real con dispositivos RFID.	Monitorear en tiempo real el estado de las plazas de aparcamiento mediante el uso de sensores detectores de vehículos.
Redireccionar dinámicamente al conductor del vehículo en su búsqueda de estacionamiento en superficie mediante SMA.	Utilización de agente de software para la identificación de plazas de aparcamiento libres.
Generar un mapa dinámico de plazas libres y ocupadas del estacionamiento.	Visualizará gráficamente los espacios disponibles en el estacionamiento.
Organismo gestor para monitorear los controles	Completamente automático

También se a construido una maqueta en donde se ha podido observar el funcionamiento del sistema, probando de esta manera que el sistema facilita la identificación de plazas disponibles en los estacionamientos del centro. Con esto se logra un óptimo uso del estacionamiento y una mayor eficiencia al buscar una plaza para estacionar.



Figura 7. Implementación del sistema a pequeña escala.

CONCLUSIONES

Con el diseño del sistema híbrido de tecnologías (MAS y Sensores) para la localización de plazas disponibles de estacionamientos de la Universidad Tecnológica de Panamá Centro Regional de Veraguas. Se logrará:

- Un sistema inteligente que permita a los usuarios visualizar a través de una pantalla la disponibilidad de plazas del estacionamiento.
- Permitirá identificar la disponibilidad de estacionamientos de una forma más rápida.
- Evitará incomodidades a los usuarios, accidentes, pérdida de tiempo.
- Hacer un óptimo uso del estacionamiento de la universidad.

Se implementará el uso de tecnologías innovadoras dentro del centro para brindar un mejor servicio a los usuarios que utilizan el estacionamiento.

REFERENCIAS

- [1] I. C. R. C. Mercado, “Estudio de la problemática de estacionamiento en el centro de Tampico y propuestas de solución,” pp. 49–57, 1839.
- [2] Alejandro Cruz, “Sistemas Inteligentes.” [Online]. Available: http://www.academia.edu/10376257/Definiciones_de_sistemas_inteligentes_y_5_ejemplos_de_sistemas_inteligentes.
- [3] J. Fernández, “JADE,” 2013. [Online]. Available: <https://unpocodejava.wordpress.com/2013/02/04/jade/>.
- [4] T. D. T. Trancón, “Un sistema de control inteligente de entrada / salida de humanos a un recinto siguiendo la metodología VigilAgent,” 2010.
- [5] “Banner.” [Online]. Available: <http://www.bannerengineering.com/es-MX/products/65/Sensors/281/Vehicle-Detection>.
- [6] “Visual LED.” [Online]. Available: <http://visualled.com/precios-pantallas-led-gigantes>.
- [7] Sebawetzel, “Comunicacion I2c Entre Arduinos.,” 2014. [Online]. Available: <https://electro2ar.wordpress.com/2014/06/19/comunicacion-i2c-entre-arduinos/>.

- [8] “Arduino.” [Online]. Available:
<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560#>.

- [9] “Definición de Rol.” [Online]. Available:
<http://definicion.mx/rol/>.

- [10] J. Antonio, M. Montes, A. S. Izquierdo, and J. C. Collado, “Control de Estacionamiento en Superficie usando Metodología Multiagente y Tecnología RFID,” pp. 1144–1155, 2009.