



Fecha de presentación: septiembre, 2020

Fecha de aceptación: noviembre, 2020

Fecha de publicación: enero, 2021

SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN

DE PLACAS AUTOMOTRICES PARA LA UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE ECUADOR

AN AUTOMOTIVE PLATE IDENTIFICATION SYSTEM FOR THE METROPOLITAN UNIVERSITY OF ECUADOR

Tonysé de la Rosa Martín¹

E-mail: tdelarosa@umet.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0881-6034>

¹ Universidad Metropolitana. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

De la Rosa Martín, T. (2021). Sistema de identificación de placas automotrices para la Universidad Metropolitana de Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(1), 242-252.

RESUMEN

El sistema basado en inteligencia artificial se compone de un equipo similar a una Tablet compuesta por diversas tecnologías a fin de construir un marco enfocado en la recolección de placas vehiculares uniendo el software con el hardware a fin de cumplir una tarea sincronizada. Gracias a las tecnologías existentes podemos apoyarnos en métodos de OCR (Reconocimiento óptico de caracteres) incorporando dicha tecnología en el flujo del marco de trabajo de red, por el lado físico del proyecto el sistema se inserta en un dispositivo compacto que se puede utilizar en cualquier entorno por lo cual miles de proyectos en el mundo se encuentran basados en Raspberry pi. El proyecto surge debido a la demanda de organización interna en los estacionamientos, donde se generan inconvenientes por el desconocimiento de datos de los propietarios por parte del personal encargado de los estacionamientos, dado que se presentan horas específicas de mayor afluencia vehicular causando inconvenientes entre los usuarios, esto debido a que ciertos incumplen en el correcto estacionamiento obstruyendo a otros vehículos. Con la implantación del presente proyecto se automatiza la recolección de información de los propietarios y vehículos presentes en las instalaciones a fin de disponer un registro completo, enfocado en presentar notificaciones o llamados de atención a los propietarios de los vehículos infractores sin interrumpir en las instalaciones de la UMET.

Palabras clave: Inteligencia artificial, reconocimiento óptico de caracteres, placas automotrices.

ABSTRACT

The artificial intelligence-based system is a device similar to a Tablet. It is made up of various technologies and links software and hardware to achieve synchronized tasks such as the collection of license plates. Today OCR (Optical Character Recognition) technology is reliable, and it can also be inserted in the work flow of the networks. With regards to the physical aspect of the project, this technology will be built into a compact device that can be used in any type of environment, as evidenced by thousands of similar projects based on Raspberry pi technology. The project arises from the need for internal organization in the parking lots due to inconveniences generated because of the lack of information on the owners by the personnel in charge of the parking lots, given that there are specific times of greater vehicular influx causing inconveniences among users. This is due to non-compliance with correct parking regulations by some people, thus obstructing other vehicles. The implementation of this project will make it possible to collect information about the vehicles and their owners, thus providing a full record of the facility's activity and enabling the personnel to call the attention on non-compliant owners without interruption to the facility's regular activities.

Keywords: Artificial intelligence, Optical Character Recognition, automotive license plates.

INTRODUCCIÓN

La afluencia de automotores en las grandes ciudades representa un factor crítico al momento de la movilidad, sobre todo al momento de obtener un sitio adecuado para estacionar los automotores, el propósito de esta investigación está relacionado con el mal estacionamiento de los automotores dentro de los parqueaderos de la UMET, la cantidad de autos que utilizan los sitios de parqueo crece ascendentemente en especial en las horas pico considerando una afluencia entre 20 a 40 vehículos, además de carecer de un sistema de control sobre los autos y sus propietarios.

Para mitigar estos problemas, la automatización de los controles resulta ser de gran ayuda para los usuarios y personas a cargo de los estacionamientos.

Un equipo orientado a recopilar información de los autos, a fin de obtener los datos personales del conductor para evitar la búsqueda manual del propietario, debido a que existen ocasiones en las cuales los usuarios se parquean de manera incorrecta evitando que los demás usuarios se retiren o accedan al estacionamiento, todo esto provoca una búsqueda del propietario en cada curso de la universidad causando molestia tanto a los docentes como a los alumnos.

El equipo está diseñado en base a las redes neurales con la finalidad de simular las redes de un ser humano capaz de reconocer las placas de un auto, dicha red neuronal recibe la información por el dispositivo de captura de imagen (Cámara).

Un equipo de reconocimiento óptico tiene múltiples aplicaciones desde la transcripción de caracteres hasta el uso profesional utilizado por las autoridades a fin de corroborar datos o generar infracciones.

La carencia de un sistema de control de entrada / salida en el estacionamiento de la universidad metropolitana presenta grandes complicaciones al momento de identificar al propietario de un vehículo, esto debido a una inexistencia de registros físicos o virtuales en los cuales se pueda encontrar dicha información. En consecuencia, al momento de presentarse un percance con el vehículo de un usuario la identificación del propietario toma mucho tiempo.

Por otra parte, la infraestructura presente en la UMET sede coruña no dispone de un único acceso para los vehículos por ende se presentan casos de obstrucción entre usuarios sin posibilidad de identificar a dicho propietario del vehículo mal aparcado con el fin de ser notificado para resolver el inconveniente.

DESARROLLO

Parallevar a cabo estas operaciones, el Oficial de Seguridad designado dispone del sistema ANPR (Reconocimiento automático de Matriculas) integrado en un dispositivo, el proceso inicia cuando un vehículo ingresa a los parqueaderos de la UMET, dicho vehículo deberá ser escaneado con el dispositivo, el cual analiza la imagen para determinar el área que contiene la matrícula una vez, obtenida la matrícula, se realiza la segmentación de sectores de imagen que contiene la matrícula para proceder a analizar carácter por carácter en búsqueda de opciones similares en su base de conocimiento, encontrado todos los caracteres se procede a buscar en la base de datos para determinar las tareas a realizar.

Si los caracteres ingresados corresponden a uno de los registros de la base de datos, el sistema entregara estos datos al usuario a través de la interfaz del dispositivo. Caso contrario, si los caracteres de la placa no se encuentran en la base de datos, el sistema procede a solicitar los respetivos datos para el ingreso del nuevo auto, es decir, nombre del usuario y teléfono, una vez ingresado se guarda en la Base de datos, además se mostrará en la interfaz en nuevo ingreso de vehículo.

De acuerdo con Somolinos Sánchez (2002), se refiere a la visión por computadora como la interpretación de escenas a partir de imágenes recolectadas por una cámara utilizando la potencia de procesamiento integradas en un ordenador digital, tiene múltiples funcionalidades como la clasificación de cultivos, asistencia en cartografía, monitorización de recursos naturales, apoyó al diagnóstico medio etc.

Sistema de Adquisición de imágenes está compuesto por dos partes:

Hardware: es el sistema de adquisición de imagen, encargado de todo el proceso de formación y captación de imágenes, está apoyado en un mecanismo que transmite la información del mundo real hasta la memoria digital de un computador, la principal herramienta que interviene para la captación de imágenes es la cámara.

Software: se emplea un algoritmo de procesamiento y reconocimiento de imágenes, basado en una red neuronal que depende del entrenamiento de algoritmos que revisan constantemente la base de conocimiento para tener una predicción más acertada (Suchitr, et al., 2016).

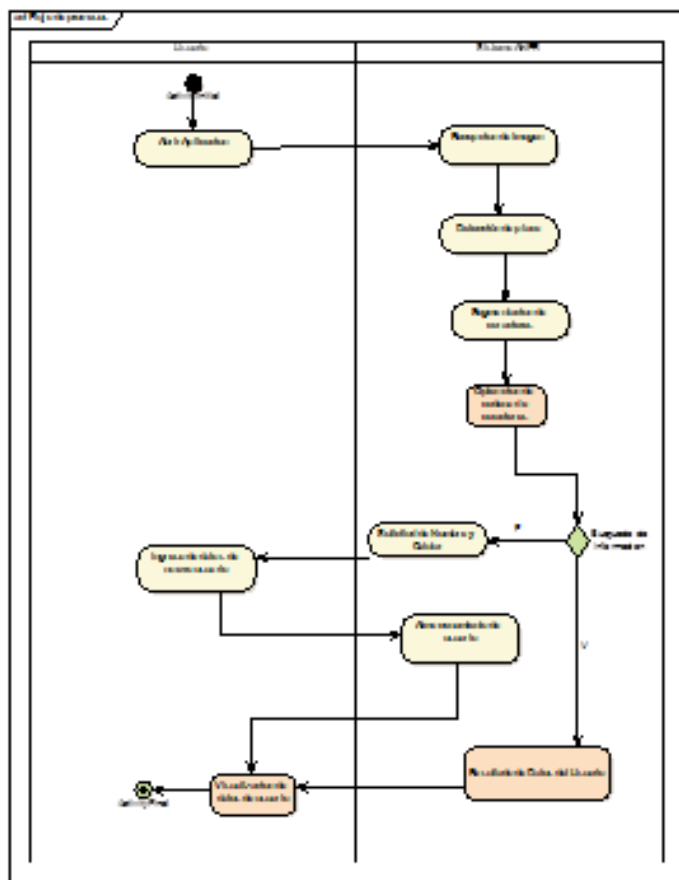


Figura 1. Procesos del ANPR.

Es de vital importancia disponer de un entorno vanguardista en el ámbito de la tecnología para el control automatizado de las áreas de una entidad, así por ejemplo los parqueaderos, en los cuales es de vital importancia tener el control sobre todo lo que sucede dentro y fuera de esta área, el control humano en varios casos es realizado de manera parcial por lo tanto la integración de nuevas tecnologías para ayudar a mejorar los procesos presenta diversos beneficios, por lo tanto el objetivo principal de esta tesis es incorporar tecnologías que facilite llevar control sobre los autos y sus dueños.

En el mercado los sistemas ANPR tienen amplia gama, pero la población ignora la existencia de esos sistemas, por lo tanto, a continuación, se detalla los siguientes dispositivos encontrados en el mercado (Tabla 1, Figura 1).

Tabla 1. Cámara ANPR (DS-2CD4A26FWD-(IZHS) Hikvision.

Características cámara Hikvision	
Modelo	DS-2CD4A26FWD.
Costo	250 usd.

Características	Cámara de 2MP. Distancia de captura: 50. Puerto SD. Puerto de Red 100Mps. Sistema 3os.
-----------------	--



Figura 2. Cámara ANPR (DS-2CD4A26FWD-(IZHS)) Hikvision.

Fuente: Hangzhou Hikvision Digital Technology Co., Ltd. (2016).

La cámara ANPR de Haskivision (Tabla 2, Figura 2) dispone de reconocimiento optico de caracteres, resistente al agua y dispone de vision nocturna, esta basada en el sistema 3OS que trabaja con AT&T es un sistema enfocado en la seguridad, con actualizaciones constantes.

Tabla 2. Cámara ANPR IP.

Características cámara ANPR IP	
Modelo	I+D3.
Costo	320.
Descripción	Cámara 2MP. Alcance: 45m. Bluetooth. Sistema 3LPR.



Figura 3. Cámara ANPR IP.

Fuente: i+D3 Equipamientos Tecnológicos SL (2015).

La función de esta cámara es (Tabla 3, Figura 3) identificar los automotores que ingresen a los parqueaderos y proporcionar una aplicación móvil a los usuarios vía bluetooth, Opera bajo el sistema 3LPR para el reconocimiento de placas, el sistema es adaptable todo tipo de placas sin importar el tipo de automotor que se escanee.

Tabla 3. Sistema ANPR/LPR de Lilin.

Características cámara ANPR LILIN	
Modelo	LPR 6.8.
Costo	360 usd.
Descripción	Regiones Eurozona, US, China, Rusia, Japón, etc. Cámara: 2mp. Velocidad Max para captura: 10km/h. Soporta 8 canales (cámaras).
Requerimientos mínimos	Windows 7. Core I7. Ram 4Gb.



Figura 5: Cámaras HD IR (DF5200HD-IR-ANPR).

Fuente: Interempresas Media, S.L.U. - Grupo Nova Àgora (2015).

La cámara descrita anteriormente (Tabla 5, Figura 5), dispone de visión nocturna y optimizador de imagen, para realiza los procesos de reconocimiento óptico de caracteres se basa en el sistema SEDOR el cual realiza el reconocimiento de matrícula, almacena a información en una base de datos además de trabajar en conjunto con Windows.

Selección de Tecnologías

1. Comparativa de Placas

a) Raspberry Pi 3 B+

Ventajas

- » Fácil disponibilidad para adquirir lo en el mercado.
- » Cuenta con su propio sistema operativo estable.
- » Portabilidad al momento de transportarla.
- » Es de código abierto.

Desventajas

Se puede producir un calentamiento debido a que no cuenta un sistema integrado de refrigeración.

b) Arduino Mega

Ventajas

- » Bajos costos de adquisición en el mercado.
- » Es de código abierto.

Desventajas

- » Requiere de la compra de múltiples módulos para su correcto funcionamiento.

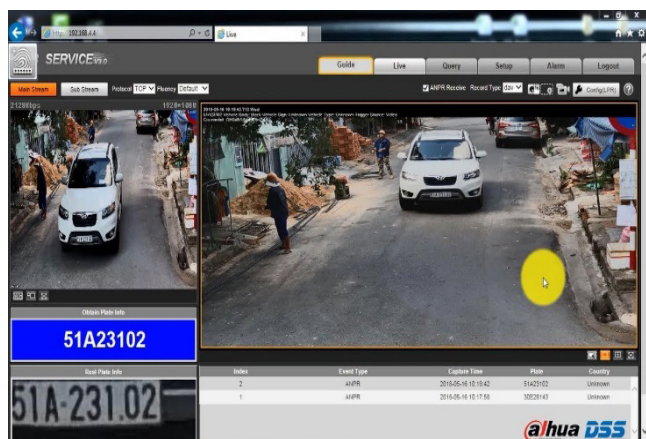


Figura 4. Sistema ANPR/LPR de Lilin.

Fuente:Valdez (2015).

Lilin es una tecnología que realiza (Tabla 4, Figura 4) el proceso a partir de imágenes digitales basándose en píxeles, para realizar el filtrado de matrículas, dispone un sistema para agregar matrículas y restringir accesos por medio de una “Black list” además se puede realizar varias listas o grupos y permite mejorar las imágenes con poca visibilidad.

Tabla 4. Cámaras HD IR (DF5200HD-IR-ANPR).

Características cámara HD ANPR	
Modelo	IR DF5200HD.
Costo	263 usd.
Descripción	Cámara: 2MP. Alcance 50m. Sistema SEDOR ANPR.

- » El uso excesivo de módulos genera que el tamaño del equipo sea mayor, impidiendo que sea fácilmente transportado.
- » Falta de puertos USB en la placa.

c) Banana Pi m64

Ventajas

- » Costos mínimos al momento de adquirirlo.

Desventajas

- » No dispone unidades en el mercado local, lo que generaría realizar una importación de este, incrementando el precio final del equipo.
- » Falta de accesorios lo que dificulta su uso.
- » Su infraestructura es muy básica.

d) Odroid

Ventajas

- » Mayor potencia y rendimiento en el software.
- » Permite la instalar Android 9 pie.

Desventajas

- » Su costo en el mercado es elevado en comparación a sus competidores.

e) Orange Pi Zero

Ventajas

- » Dimensiones de las más pequeñas del mercado.
- » Es de código abierto.

Desventajas

- » Falta de componentes para el correcto funcionamiento.

Como se puede apreciar la mejora placa para desarrollar el proyecto es la **Raspberry Pi 3 B+**.

La placa utilizada es Raspberry Pi 3 B+ la cual nos va a permitir desarrollar el sistema de reconocimiento de placas automotrices (Zhang, et al., 2020).

En conjunto con Upton & Halfacree (2013), se establece la placa Raspberry Pi como un, es un computador compacto de bajo consumo energético actualmente la placa consta de dos modelos (A y B+), compuestos de manera similar con pequeñas en el modelo B+ en el ámbito del

procesamiento, en el núcleo de la placa se encuentra el módulo system-on-chip (Soc) Broadcom BCM2837, es el encargado de realizar los procesos generales, renderización de gráficos además de las entradas y salidas que componen el cuerpo de la placa, uno de los puntos en los que destaca Raspberry Pi su sistema operativo al contrario de equipos convencionales integrados con sistemas operativos de código cerrado como son Windows o MacOS, esta placa integra el sistema Linux, explícitamente Raspbian, el cual es de código libre, dispone de múltiples características las cuales son (Figura 6):



Figura 6. Raspberry Pi 3B+.

Contamos con una cámara de 1.3 mega pixeles las servirá para reconocer y leer las placas de los automóviles (Figura 7).



Figura 7. Cámara Raspberry.

Para la visualización del sistema disponemos de un Monitor de 7 pulgadas táctil lo que facilita su uso, suprimiendo el uso del mouse y teclado (Figura 8).

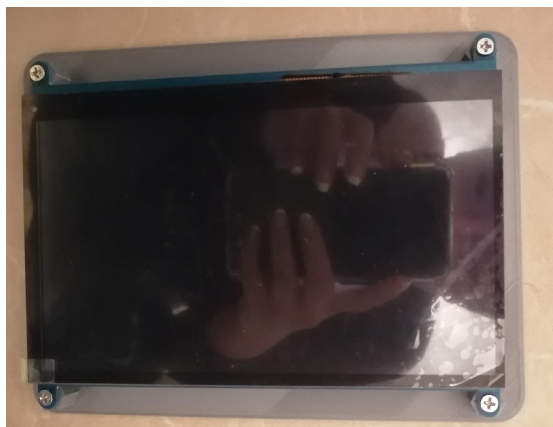


Figura 8. Monitor Raspberry Pi tipo C.

El sistema operativo Raspbian está contenida dentro de una memoria Micro SD de 32Gb, clase 10 que es la recomendada para este tipo de proyectos (Figura 9).



Figura 9. Micro SD Categoría 10.

Se emplea dos baterías recargables una de 3.7V a 2600mAh que alimentará de energía a la placa Raspberry Pi 3 B+ la otra de 3.7V a 3800mAh que servirá para alimentar el monitor de 7 pulgadas, ambas con sus respectivos diodos led que nos muestra sus niveles de carga (Figura 10 y 11).



Figura 10. Modulo Batería litio Raspberry.



Figura 11. Modulo Batería Litio 3.7v.

El case agrupa todos los componentes haciendo que sea más fácil de transportar (Figura 2).

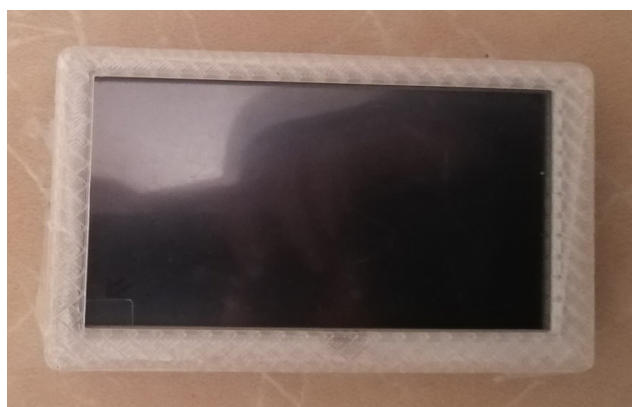


Figura 12. Case Raspberry Pi.

Especificaciones de software de Raspberry PI 3 B+.

- Raspbian

Es uno de los sistemas operativos que acepta Raspberry, dicho sistema está basado en GNU/Linux llamado Debian, es un software libre adaptable que se encuentra presente en múltiples dispositivos es considerado un sistema operativo universal debido a sus exigencias nulas en cuando al hardware necesario, además de ser un sistema que se encuentra disponible para cualquier usuario y dispone de una extendida comunidad la cual brinda una excelente ayuda al momento de solucionar problemas, cuenta con un sistema de seguridad elaborado por varios desarrolladores creando un sistema perfecto en cuando a seguridad se trata, al momento de trabajar con Raspberry es un sistema adaptable con una amplia variedad de aplicaciones las cuales permiten trabajar infinidad de proyectos (Sun, et al., 2018).

En comparación de los sistemas y cámaras presentes en el mercado, el sistema que se propone en este proyecto representa un menor costo ya que las partes que

componen el sistema no superan los valores presentes en el mercado actual, además del acoplamiento a la entidad para la cual se la está creando, es decir la interfaz será enfocada propiamente para la UMET.

Lenguajes de programación para el desarrollo de la Interfaz Visual.

- Node.js

Es un entorno de desarrollo encargado de las peticiones por parte del usuario y entregar resultados solicitando al servidor, por medio de un único hilo, ideal para respuestas en tiempo real (Figura 13).

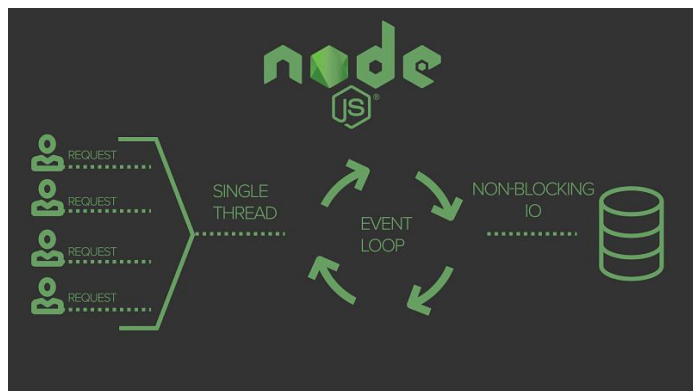


Figura 13. Flujo Node JS.

Fuente: Autodesk, Inc. (2018).

- JavaScript

Es el lenguaje encargado de formular las respuestas de la petición realizada por el usuario, que se va a emplear en el desarrollo del sistema de identificación de placas automotrices.

La arquitectura cliente-servidor C/S es la relación entre procesos realizados en distintos computadores. El servidor (S) es un proveedor de servicios y el cliente (C) es un consumidor de servicios e interactúan por un mecanismo de pedido de mensajes y respuestas. (Porto & Gardey, 2016)

De acuerdo con lo mencionado anteriormente se dice que la arquitectura cliente servidor tiene dos partes esenciales por un lado el servidor el cual es un equipo de amplia capacidad que actúa como un depósito de datos o aplicaciones, por otra parte, está el cliente que son estaciones

de trabajo las cuales solicita información y/o servicios al servidor a fin de resolver una tarea (Figura 14).



Figura 14. Arquitectura Cliente Servidor.

Fuente: Ecodeup y Programación Full Stack (2016).

La UMET al igual que múltiples edificaciones presentes en las grandes ciudades dispone un área específica para sus clientes, usuarios o empleados, en el cual pueden aparcar sus vehículos, con el objetivo de mejorar la seguridad para los usuarios y mantener una organización de los espacios, estos aparcamientos disponen de un personal encargado netamente de evitar inconvenientes a los usuarios, al tratarse de varios vehículos surgen muchos problemas para una sola persona así como: Vehículos mal aparcados así también Vehículos no autorizados utilizando las instalaciones.

A fin de minimizar estos inconvenientes a los usuarios se plantea el apoyo con un dispositivo tecnológico el cual facilita el registro e identificación de todos los vehículos presentes en las instalaciones, de esta forma todos los vehículos son registrados de modo que se dispone de la respectiva información para contactar con el propietario en caso de que el vehículo requiera corregir un inconveniente con las normativas establecidas

Al ser un dispositivo compacto que no requiere estar conectado a una terminal es fácil de transportar haciendo de una apariencia muy similar a una Tablet, al disponer de una red neuronal los procesos de captura de datos son más precisos y rápidos, ideal para minimizar el uso del tiempo del propietario del vehículo (Tabla 6).

Tabla 6. Descripción de requisitos según su funcionalidad.

Valor	Descripción
Alta	Se Maneja 5 transacciones, la visualización, creación, captura, modificación y eliminación. Interactúan 2 entidades del sistema. El actor accede a la interfaz el sistema se encarga de comunicarse con la red neuronal a fin de recibir una respuesta y mostrarla para poder interactuar con el resultado.
Media	En este requisito interactúan 4 transacciones encargadas del registro, búsqueda, edición y visualización. Interactúan 2 entidades del sistema. EL actor accede a la interfaz web realiza peticiones y el sistema devuelve la información solicitada
Baja	Dispone de 3 transacciones encargadas de Registro, búsqueda, y visualización. Interactúan 2 entidades del sistema. El actor inicia el proceso y la interfaz solicita servicios, recibe peticiones e informa de los estados de la información

Modelo conceptual de datos en el cual se describen las relaciones entre las entidades del negocio Personas y Autos (Figura 15).

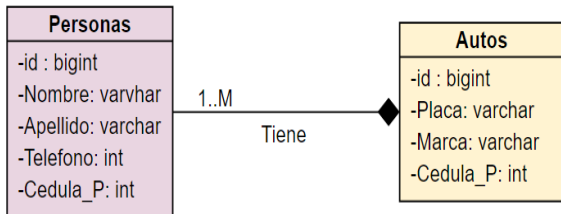


Figura 15. Modelo Conceptual de Datos.

Modelo físico de datos donde se ve la transformación a datos derivada del modelo Conceptual de Datos (Figura 16).



Figura 16. Modelo Físico de Base de Datos.

A continuación, se muestra el diagrama de componentes de acuerdo a la arquitectura implementada evidenciándose una compacta y solida implementación de todos los componentes del software (Figura 17).

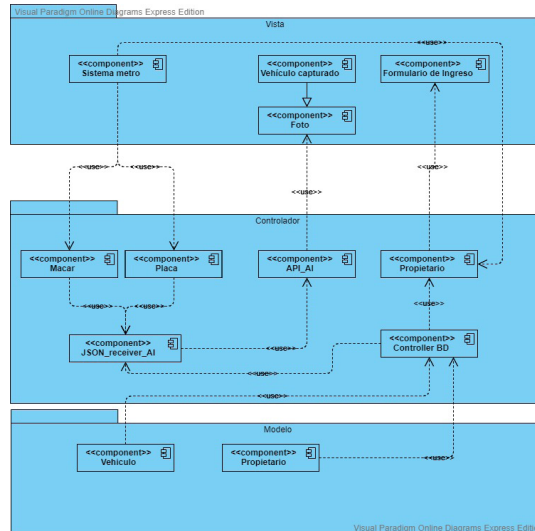


Figura 17. Diagrama de componentes.

Como se puede apreciar en la figura 18 el diagrama de componentes muestra un despliegue sencillo de las funcionalidades y hardware del proyecto implementado, ayudando así a su fácil despliegue.

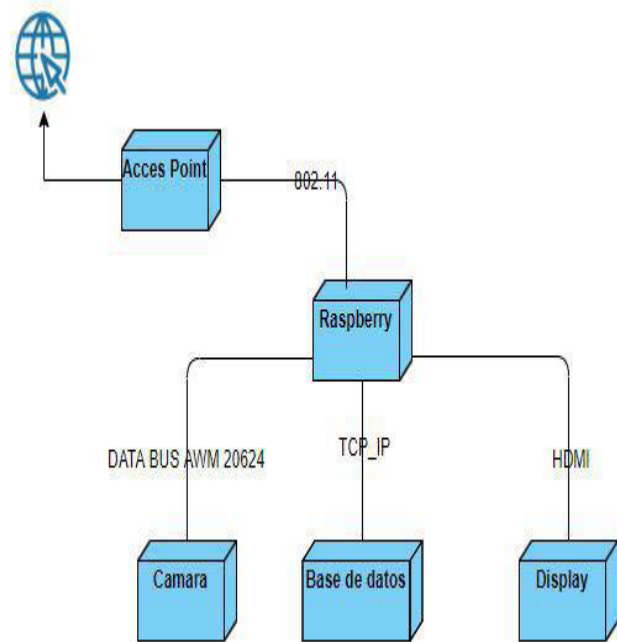


Figura 18. Diagrama de Despliegue.

Factores importantes que se derivan de la investigación a partir de un análisis profundo de estos son (Tabla 7 y 8):

Tabla 7. Descripción de Factores Técnicos.

ID	Factor Técnico	Peso ()	Valor ()	Descripción
FT1	Sistema Centralizado	1		Se define como sistema centralizado al proceso de cómputo realizado en un nodo central, el equipo en sí mismo puede manejar todos los periféricos físicamente conectada al terminal. Consiguiendo mayor seguridad y protección de información
FT2	Rendimiento	1		Capacidad de tiempo de respuesta ante las solicitudes realizadas por parte del actor.
FT3	Validaciones	0		Se establece a los campos que requieren ser validados para completar las funciones del sistema
FT4	Librerías Externas	1		Adición de componentes externos (API) servicios proporcionados por terceros para agregar funcionalidades.
FT5	Control de seguridad	1		Control de acceso a información por parte de los módulos instanciados
FT6	Capacitación	1		Entrenamiento precio para el correcto manejo del software y hardware

Tabla 8. Factores Ambientales.

ID	Factor ambiental	Peso (0.5 - 2)	Valor (1,2,3)	Descripción
FA1	Manejo de RUP	1	Toma el valor definido	Conocimiento del proceso para implementar la metodología
FA2	Integración de POO	0.5	Toma el valor definido	Experiencia con el manejo de tecnologías orientadas al desarrollo de aplicaciones orientadas a objetos.
FA3	Capacidad de análisis	1	Toma el valor definido	Se enfoca en la objetividad y pericia que dispone el equipo de trabajo para la resolución del problema.
FA4	Dificultad del lenguaje de programación	1	Toma el valor definido	La complejidad del estudio y manejo sintaxis de un determinado lenguaje de programación.

A continuación, se mostrará el método de estimación establecido para poder determinar la factibilidad de este proyecto de investigación (Figura 19).

ID REQUISITO	COMPLEJIDAD	ACTORES		Factores Tecnicos										Factores Ambientales				PRA	HH	HORAS		
		A1	A2	FPASA	PRSA	FPRSA	FT1	FT2	FT3	FT4	FT5	FT6	FCT	FA1	FA2	FA3	FA4				FA	
RF 1.1	MEDIA	1	0	0.5	3.5	3	1	1	0	1	1	1	0.75	1	0	1	1	1.28	3.36	10	33.6	
RF 1.2	ALTA	1	0	0.5	3.5	3	1	1	0	1	1	1	0.75	1	0	1	1	1.28	3.36	10	33.6	
RF 1.3	BAJA	1	0	0.5	3.5	3	1	1	0	1	1	1	0.75	1	0	1	1	1.28	3.36	10	33.6	
RF 1.4	MEDIA	1	0	0.5	3.5	3	1	1	0	1	1	1	0.75	1	0	1	1	1.28	3.36	10	33.6	
RF 2.1	BAJA	1	0	0.5	3.5	3	1	1	0	1	1	1	0.75	1	0	1	1	1.28	3.36	10	33.6	
TOTAL DE ESFUERZO																						168

Figura 19. Resultado de Método de Estimación.

Encendemos la Raspberry para ejecutar el sistema operativo Raspbian (Figura 20).

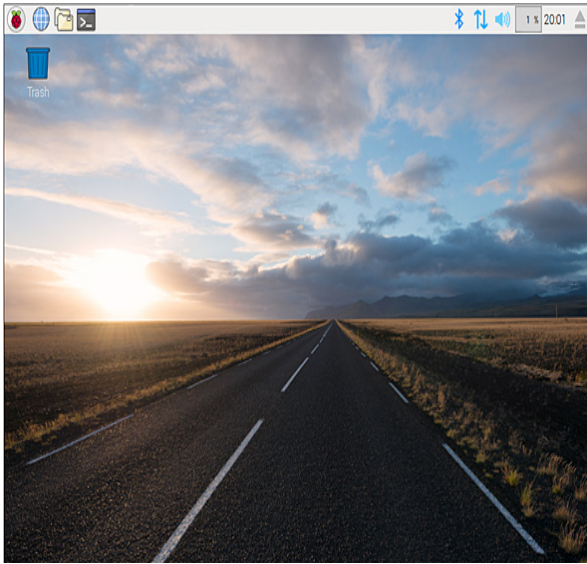


Figura 20. Sistema Raspberry.

Abrimos el navegador e ingresamos a la url “http://localhost:1880/ui” donde se abrirá una ventana donde se va a capturar los datos de la placa del vehículo ubicado en el parqueadero de la Universidad Metropolitana (Figura 21).

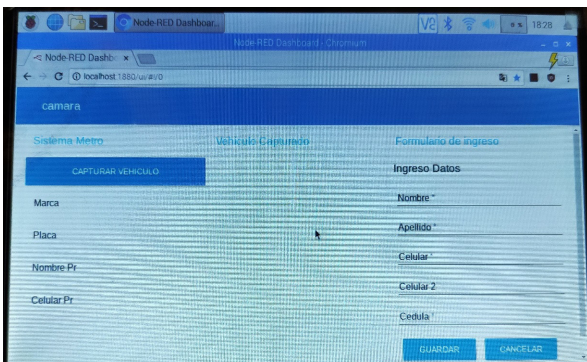


Figura 21. Interfaz de ingreso de datos.

Para realizar la captura de la placa del vehículo es necesario dirigirnos al botón “Capturar Vehículo” donde tomará las letras y número de placa como también la marca del vehículo, la cámara de la Raspberry estará activa durante 3 segundos, en el cual el guardia de turno debe colocarse al frente del vehículo mal estacionado, para posteriormente ingresar los datos del estudiante.

Los campos por llenar son:

- Nombre
- Apellido
- Teléfono Celular

- Cédula

Finalmente pondremos en el botón guardar para que se registren los datos del estudiante dueño del vehículo.

En el caso de que los datos del estudiante ya hayan sido tomados previamente o en ocasiones anteriores, se desplegaran automáticamente toda la información cuando se capture la placa de su vehículo (Figura 22).

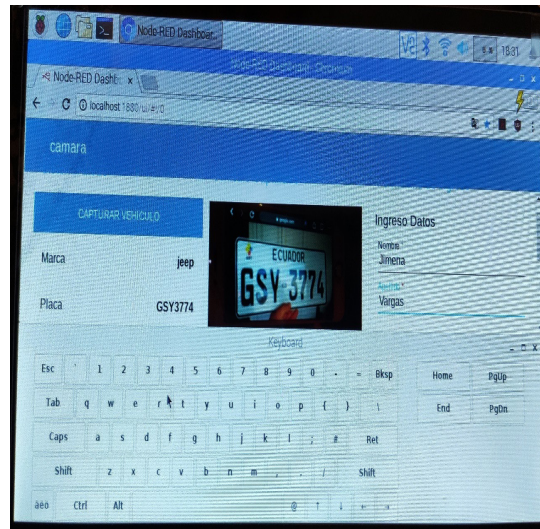


Figura 22. Ingreso de datos.

Todos los registros son almacenados en la base de datos donde pueden ser modificados y agregados manualmente, al momento que el usuario escanea la placa de un vehículo, automáticamente se genera una búsqueda para mostrar los datos de la mismo o de lo contrario crea una tabla para almacenar los nuevos datos del vehículo (Figura 23).

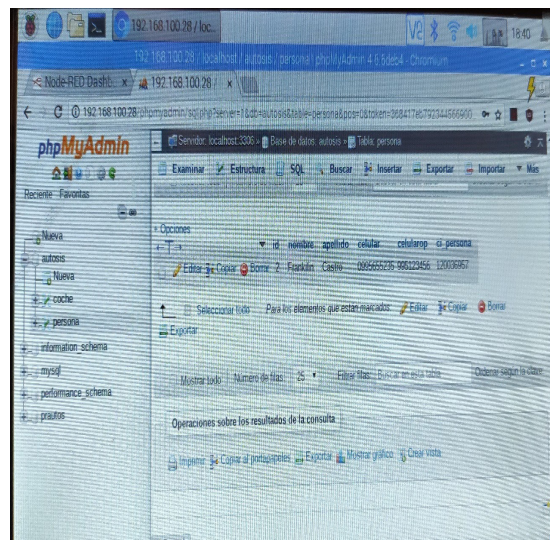


Figura 23. Registro de datos.

El sistema de identificación de placas automotrices al ser un dispositivo portátil cuenta con 2 baterías que se encargan de alimentar la Raspberry y la pantalla táctil de 7 pulgadas. La duración de las baterías es variable, dependiendo el uso que se les vaya a realizar, de acuerdo con las pruebas realizadas podemos obtener los siguientes resultados:

En un uso constante las baterías llegan a tener una autonomía promedio de 4 horas. En uso parcial y modo de reposo las baterías disponen de una autonomía superior de hasta 6 horas (Figura 24).

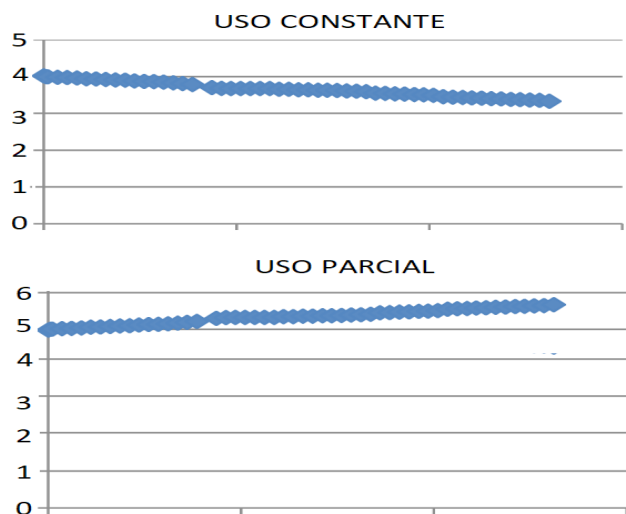


Figura 24. Duración de las baterías.

El tiempo de carga de las baterías es de aproximadamente 2 horas, cada una dispone de indicadores led que nos muestran el estado actual de carga en las baterías.

Ambas baterías cuentan con protección ante posibles cambios de voltajes o de sobrecalentamiento.

CONCLUSIONES

En el presente proyecto se ha implementado el uso de inteligencia artificial para la lectura de placas vehiculares, a fin de crear un dispositivo capaz de captar dicha información y guardarla para acosarla con información de los propietarios. El sistema presenta grandes posibilidades de escalabilidad, en este proyecto se abordó una de todas esas posibilidades debido a que el hardware es una placa programable diseñada para interactuar con sensores, motores, etc. Se puede incorporar muchas más funciones al sistema si así se lo requiere.

De acuerdo con los ejemplos propuestos el sistema de peaje se encuentra acompañado de la tecnología escalable puede ser de mucha utilidad en diversas entidades o empresas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Autodesk, Inc. (2018). *Install Node.js and Npm on Raspberry Pi*. <https://www.instructables.com/id/Install-Nodejs-and-Npm-on-Raspberry-Pi/>
- Ecodeup y Programación Full Stack. (2016). *Programación Full Stack*. <https://www.ecodeup.com/integracion/apache-tomcat-en-eclipse-neon-menos-5-minutos/arquitectura-cliente-servidor/>
- Hangzhou Hikvision Digital Technology Co., Ltd. (2016). *Hikvision*. [https://www.hikvision.com/es-la/Products/Network-Camera/4-line/ANPR-Camera/DS-2CD4A26FWD-\(IZHS\)\(LZS\)/P](https://www.hikvision.com/es-la/Products/Network-Camera/4-line/ANPR-Camera/DS-2CD4A26FWD-(IZHS)(LZS)/P)
- Imasdetres. i+D3 Equipamientos Tecnológicos SL (2015). *i+D3*. Cámaras ANPR IP lectoras de placas. <https://imasdetres.com/mx/camaras-anpr-ip-lectoras-de-placas/>
- Interempresas Media, S.L.U. - Grupo Nova Àgora. (2015). Cámaras HD IR para reconocimiento de matrículas: con iluminación IR integrada. https://www.interempresas.net/Informatica_Industrial/FeriaVirtual/Producto-Sistemas-de-sensores-multifocal-Dallmeier-Panomera-Serie-W-180374.html
- Somolindos Sánchez, J. A. (2002). *Avances en la Robótica y Visión por Computadora*. Universidad de Castilla-La Mancha.
- Suchitra, S., Palaniswamy, S., & Tripathi, S. (2016). Real-time emotion recognition from facial images using Raspberry Pi II. (Conferencia). 3rd International Conference on Signal Processing and Integrated Networks. Noida, India.
- Sun, Y., Geng, L., & Dan, K. (2018). Design of Smart Mirror Based on Raspberry Pi. (Ponencia). *International Conference on Intelligent Transportation, Big Data & Smart City (ICITBS 2018)*. Xiamen, China.
- Upton, E., & Halfacree, G. (2013). *Raspberry Pi User Guide* (Segunda ed.). Wiley.
- Valdez, I. (2017). Función LPR Dahua Technology. http://cyberspaceandtime.com/UA63dh0GsRs_video+related
- Zhang, D., Campbell, J. P., Maltoni, D., & Bolle, R. M. (2020). Guest Editorial Special Issue on Biometric Systems. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics-Part C: Applications and Reviews*, 35(3), 20-32.