

## Prototipo de sistema para la gestión de control de tránsito vehicular

Darío Propato<sup>1</sup>, Marisa Daniela Panizzi<sup>1</sup>, Rodolfo Bertone<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Escuela Superior de Ingeniería, Informática y Ciencias Agroalimentarias. Universidad de Morón. Cabildo 134 (B1708JPD). Partido de Morón, Argentina.

<sup>2</sup> Facultad de Informática, Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI), Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina  
[dariopropato@gmail.com](mailto:dariopropato@gmail.com); [marisapanizzi@outlook.com](mailto:marisapanizzi@outlook.com); [pbertone@lidi.unlp.edu.ar](mailto:pbertone@lidi.unlp.edu.ar)

**Resumen.** La construcción de rutas, caminos y el tránsito vehicular se incrementa año tras año en Argentina acarreado un aumento considerable en las infracciones y accidentes de tránsito. Esto genera una complicación y una demora en los controles de verificación vehicular, retrasando tanto los conductores como a las autoridades de tránsito. En este trabajo se presenta un prototipo para la gestión de tránsito vehicular con la incorporación del escaneo y reconocimiento de patentes vehiculares. El escaneo de patente aumenta la velocidad en el reconocimiento de los datos vehiculares y enriquece de información a las autoridades de tránsito. Se describe la experiencia en la definición, el diseño y el desarrollo del prototipo. Los resultados de las pruebas permiten demostrar la utilidad práctica de este tipo de solución y el aporte de valor agregado para los usuarios, principalmente las autoridades de tránsito que por propiedad transitiva beneficiará a los conductores.

**Palabras clave:** Prototipo de gestión, control vehicular, escaneo de patentes.

## 1 Introducción

Actualmente la construcción de rutas y caminos y el tránsito vehicular se incrementa año tras año acarreado un aumento considerable en las infracciones de tránsito y accidentes de tráfico. Las fuerzas de control policial, desplegadas en los controles vehiculares en su mayoría, recurren a controles manuales repetitivos que no agilizan la operatoria del control con la consiguiente demora tanto para los oficiales de control de tránsito como para los conductores que son sometidos a dicho control.

En el período 2007 y 2012 la asociación sin fines de lucro Luchemos por la Vida, comprobó una drástica reducción en la cantidad de actas labradas en los controles de tránsito en la Ciudad de Buenos Aires. La disminución de los controles va de contramano con las actuales estrategias para el logro de la seguridad vial que las experiencias de los países modelo en este tema han desarrollado y que Naciones Unidas recomienda para reducir sustancialmente los muertos y heridos en el tránsito [1].

Como se menciona en la Estadística de incidentes viales con fallecidos y lesionados en 2017 de la provincia de buenos aires es importante contar con datos

confiables sobre los incidentes de tránsito para evaluar el impacto y establecer estrategias que permitan reducirlos [2].

De acuerdo con el informe de Eficacia de los controles de tránsito del año 2002 las actas labradas representan el 16% del total de infracciones graves de todo tipo labradas durante el mes analizado. En la provincia de Buenos Aires se cometen unos 1067 millones de infracciones graves por mes, de las cuales se labran 36893 actas [3].

Desde octubre de 2017, bajo la modalidad Agentes 2.0 los agentes de tránsito de la Ciudad de Buenos Aires cuentan con celulares exclusivamente laborales, adaptados especialmente para optimizar sus funciones: digitalizar y mejorar el proceso de infracciones, coordinar cambios en sus recorridos y optimizar el trabajo de agente mediante el sistema de geoposicionamiento que facilita la ubicación de los Agentes en tiempo real [4].

En la Argentina existe un vehículo por cada 3,1 habitantes. Las estadísticas cuentan solo a los autos y utilitarios. El parque automotor creció un 6,4 con respecto a 2016 y subió un 29,8% con respecto a la primera medición, realizada en 2011 (10,24 millones) [5]. Esto incrementa considerablemente la cantidad de vehículos a controlar, la congestión vehicular y la consecuente demora en el control y labrado de actas en caso de cometerse infracciones.

De acuerdo con el último informe de la Super Intendencia de Seguros de la Nación (SSN) surge que en los doce meses del año 2018 se denunciaron 60832 casos de robo total de vehículos, lo que promedia 167 episodios por día o uno cada 9 minutos [6].

La identificación de los vehículos robados en los controles vehiculares en base a la estadística referenciada requiere de una base de datos que contenga la información actual.

Hoy en día las actas labradas por los agentes de tránsito se labran de forma manual. El agente de tránsito debe consultar al 911 la situación actual de los vehículos que se están controlando. Las imágenes tomadas de los vehículos en infracción se realizan con un dispositivo móvil que luego son adjuntadas al acta digitalizada. Los informes actuales se envían al Ministerio de Seguridad.

Argentina carece de sistemas integrados que permitan agilizar los controles de tránsito vehiculares de forma centralizada, rápida y efectiva. Tanto municipios, como provincias, recurren a métodos de control limitados por el conocimiento y el presupuesto que disponen. Se cuenta actualmente con la Licencia Nacional de Conducir, en la cual el conductor registra sus datos y asocia su licencia de conducir física a la aplicación Mi Argentina.

La autoridad fiscaliza la licencia digital y el código QR<sup>1</sup> que muestra la misma, verificando su estado. A pesar de que fue publicada por el Ministerio de Modernización en el 2019 por la Disposición 39/2019, en muchas jurisdicciones las autoridades se ajustan a la letra de la norma y exigen que el conductor aporte el carnet tradicional cuando se lo solicitan en un control [7].

Con base en esta problemática de las demoras en los controles de verificación vehicular, que retrasan tanto los conductores como a las autoridades de tránsito, la aplicación de las Tecnologías de la Comunicación e Información (TICs) para optimizar los controles vehiculares y por consiguiente generar una reducción en los

---

<sup>1</sup> Código de Respuesta Rápida. Es un módulo para almacenar información en una matriz de puntos o en un código de barras bidimensional.

tiempos de verificación, nos permitió definir nuestro objetivo. Este consiste en la construcción de un prototipo de un sistema para la gestión de tránsito vehicular con la incorporación del escaneo y reconocimiento de patentes vehiculares.

Este artículo se estructura de la siguiente manera; se presentan los trabajos relacionados (sección 2), se describe el proceso de definición, diseño y desarrollo del prototipo de sistema para la gestión de tránsito vehicular (sección 3), se describen las pruebas realizadas (sección 4) y, por último, se presentan las conclusiones y trabajos futuros (sección 5).

## 2 Trabajos relacionados

Se realizó un estudio de mapeo sistemático (SMS, en inglés Systematic Mapping Study) según el proceso propuesto en [8] que permitió dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación (PI): *¿Cuál es el estado del arte sobre las soluciones de gestión de control de tránsito?*

La Tabla 1 sintetiza las tareas realizadas en la actividad planificación del SMS.

**Tabla 1.** Tareas de la actividad Planificación del SMS.

Tareas	Descripción
Definir las Sub-Preguntas de investigación (PI1-PI4).	PI1: ¿Para qué se utilizan las aplicaciones de reconocimiento de patentes? PI2: ¿Sobre qué lenguaje fueron desarrolladas las aplicaciones de reconocimiento de patentes? PI3: ¿Cuáles son los beneficios que le brindan las aplicaciones de reconocimiento al usuario final? PI4: ¿Qué tipos de investigación se utiliza?
Determinar las cadenas de búsqueda	((“license plate”) AND (“recognition”) AND (“mobile”) AND (“application”)) OR (((“matricula”) OR (“patente”)) AND (“reconocimiento”) AND (“móvil”) AND (“aplicación”))
Determinar los criterios de selección de los estudios.	Criterios de inclusión: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Artículos del 2010 hasta junio del 2020.</li> <li>• Artículos en el idioma inglés y español.</li> <li>• Artículos orientados al desarrollo de aplicaciones móviles para el reconocimiento de patentes y su implementación.</li> <li>• Artículos orientados al desarrollo de aplicaciones para la interacción de oficiales de tránsito y control vehicular.</li> <li>• Artículos duplicados: si hay varios artículos de un mismo autor que contemple la misma investigación, se considerara el más completo.</li> </ul> Criterios de exclusión: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Artículos que no cumplan los criterios de inclusión.</li> <li>• Artículos sin revisión por pares.</li> <li>• Artículos que se encuentren en formato de resumen, presentaciones en power point y libros.</li> </ul>

Definir las fuentes de datos.	IEEE Explore, Scopus, Academia, SemanticScholar, IJERT, Researchgate, Springer, SEDICI <sup>2</sup> , AJAST, IJECE.
Determinar los tipos de publicación.	Artículos de congresos y artículos de revistas.
Definir el período.	2010 hasta junio del 2020.

Los Estudios Primarios analizados se encuentran en [9] junto con una tabla con los resultados por PI, por restricciones de espacio.

Después de analizar 28 estudios primarios, se concluye que:

- La mayoría de los estudios tiene foco principal en la mejora de los algoritmos de reconocimiento, dejando en un segundo plano, pero no por esto menos importante la utilización e implementación de estos para el control vehicular.
- Es muy baja cantidad de desarrollos para la región de América y los mismos hacen foco en la característica de mejora mencionada anteriormente.
- De los estudios primarios analizados, 26 estudios corresponden al tipo de investigación "propuesta de solución", 1 estudio corresponde al tipo "evaluación" y otro al tipo "validación".
- La mayoría de los estudios presentan soluciones desarrolladas en lenguaje Android, 20 en total.

Se analizó la literatura existente sobre arte sobre las soluciones de gestión de control de tránsito. Esto permitió evidenciar la necesidad de considerar el escaneo de patente dado a que aumenta la velocidad en el reconocimiento de los datos vehiculares y enriquece de información a las autoridades de tránsito. Desde esta perspectiva, se plantea la construcción de un prototipo de gestión que permita la gestión de control de tránsito vehicular con la incorporación del escaneo y reconocimiento de patentes vehiculares.

### 3 Desarrollo

Dada la tendencia actual de la práctica de la industria del software del desarrollo de software híbrido [10], la cual se adoptó para el logro de la solución. Esto generó la combinación de métodos, prácticas y estándares, los cuales se detallan a continuación.

Para la especificación de los requisitos del prototipo se siguieron los lineamientos de un estándar tradicional, ISO/IEC/IEEE 29148 [11]. La documentación del proyecto se realizó con la herramienta CASE<sup>3</sup> Enterprise Architect (EA) [12]. Para las actividades de la construcción del prototipo se utilizó un modelo de ciclo de vida iterativo-incremental, respetando las disciplinas propuestas en el Proceso Unificado de Rational (RUP) [13]. El modelado del prototipo se logró mediante los diagramas

<sup>2</sup> SEDICI: Repositorio digital de la Universidad Nacional de La Plata, website: <http://sedici.unlp.edu.ar/>

<sup>3</sup> Ingeniería de Software Asistida por Computadora (en inglés, Computer Aided Software Engineering).

de UML<sup>4</sup> [14] que consideramos necesarios para la definición, diseño y desarrollo del prototipo [9]. Los diagramas logrados se detallan en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Diagramas de UML según disciplinas del RUP.

Disciplina de RUP	Denominación del Diagrama.
Ingeniería de Requerimientos	Diagrama de casos de uso.
Análisis y Diseño	Diagrama de casos de uso, Diagrama de comunicación, Diagrama de clases, Diagrama entidad-relación, Diagrama, Diagrama de secuencia.
Implementación	Diagrama de despliegue, Diagrama de componentes.

El prototipo para la gestión de control de tránsito vehicular cubre las siguientes funcionalidades: el alta de los usuarios, los mismos, de acuerdo con distintos tipos de perfiles según la funcionalidad específica que tengan en la aplicación, actualización de los perfiles y datos de estos. El escaneo de patentes función principal que permitirá agilizar el procesamiento de los datos. La carga de las infracciones de tránsito carga de denuncias por mal estacionamiento; ambas funcionalidades podrán ser registradas tanto por los agentes de tránsito como los usuarios que no pertenecen a los agentes de control. Además, contará con la generación de reportes de denuncias, infracciones por distintas agrupaciones, agente de tránsito, municipio por rango de fechas.

### 3.1 Especificación de requisitos

Los requisitos funcionales especificados en el documento de Especificación de Requisitos de Software (ERS) se presentan en el diagrama del modelo de casos de uso de la Figura 1. Por razones de falta de espacio, los requisitos no funcionales y las características generales de los usuarios que utilizarán el sistema se describen en [9].

En la Figura 2 se presenta el modelo conceptual del prototipo de sistema de información móvil que permitirá automatizar el proceso de control vehicular. En el mismo se visualiza a la autoridad de tránsito escaneando la patente del vehículo y realizando el control pertinente de la documentación y ejecutando un acta de infracción en el caso que sea necesario. Por su parte, un conductor puede denunciar un auto en infracción tomando una foto de este y finalmente el administrador encargado de la gestión de estas denuncias. Además, se visualiza en el mismo, como el conductor posee la documentación digitalizada en su dispositivo móvil. Las interfaces de conexiones entre el servidor central y los dispositivos móviles cumplen un rol central. Se visualiza como se concentran los componentes del prototipo de sistema y se incluyen las interfaces de usuario, el software desarrollado y el almacenamiento en base de datos, que se utiliza para darle la información necesaria al usuario.

<sup>4</sup> UML; Lenguaje de Modelado Unificado.



### 3.2 Análisis y Diseño

Se construyó el modelo de análisis, con el propósito de lograr una especificación detallada de los requisitos hacia una primera aproximación al diseño del prototipo. A modo de ejemplo, se presenta el Diagrama de Comunicación del Caso de Uso – Escanear patente [9].

Se construyeron los Diagramas de Secuencia para los Casos de Uso presentados en la Figura 1. En [9] se presenta a modo de ejemplo el Diagrama de Secuencia del Caso de Uso: Escanear patente y su explicación.

### 3.3 Implementación

Los Diagramas construidos en esta etapa del Proyecto contribuyeron en la decisión respecto a la organización de los componentes del prototipo. Estos son el Diagrama de Componentes y el Diagrama de Despliegue, ambos se encuentran en [9].

El desarrollo del prototipo se realizó mediante el lenguaje de programación C# con interfaz web, utilizando el IDE Visual Studio 2017. Se utilizaron librerías y frameworks como ADO.NET Entity Framework, jQuery y el motor de base de datos SQL SERVER 2012.

A continuación, se presentan algunas de las estadísticas que se pueden obtener el prototipo sistema para la gestión de control de tránsito vehicular (usuario Administrador). En la Figura 6 se presentan estadísticas de denuncias por localidad dentro un rango de fechas determinado. En la Figura 7 se presentan las estadísticas de infracciones por localidad dentro un rango de fechas determinado. La Figura 8 presenta las estadísticas de infracciones por categoría dentro de un rango de fechas determinado. En la Figura 9 se presentan las estadísticas de los controles de tránsito por localidad dentro de un rango de fecha. La Figura 10 presenta las estadísticas de los controles de tránsito por agente dentro de un rango de fechas determinado.

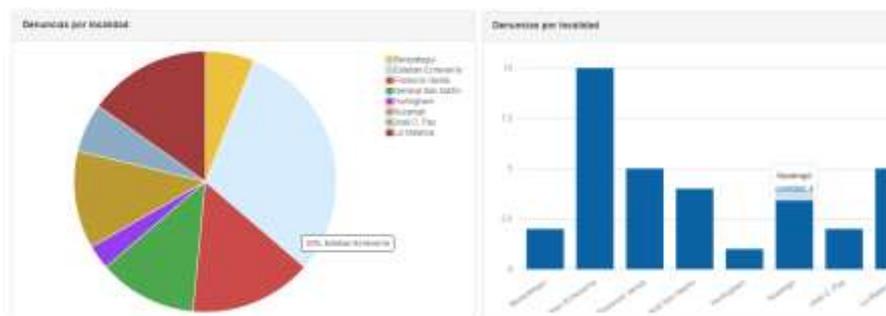


Fig. 6. Estadísticas de denuncias por localidad dentro de un rango de fechas determinado.

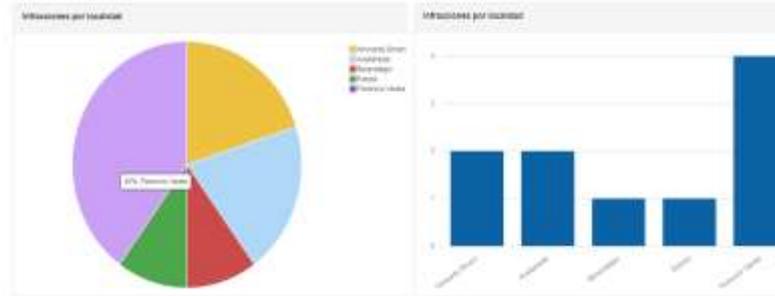


Fig. 7. Estadísticas de infracciones por localidad dentro de un rango de fechas determinado.



Fig. 8. Estadísticas de infracciones por categoría dentro un rango de fechas determinado.

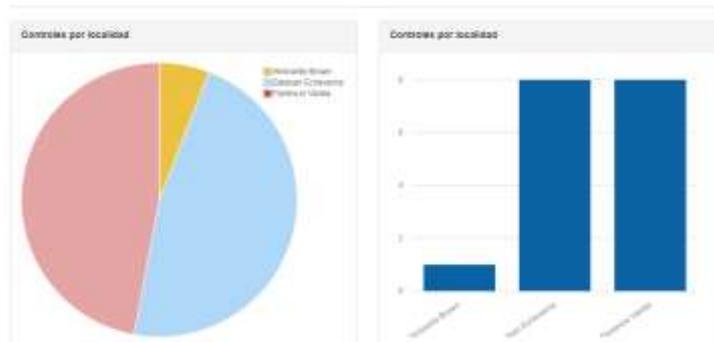


Fig. 9. Estadísticas de controles de tránsito por localidad dentro de un rango de fechas determinado.



Fig. 10. Estadísticas de controles de tránsito por agente dentro de un rango de fechas determinado.

#### 4 Pruebas

Se planificaron y desarrollaron un conjunto de pruebas unitarias y funcionales (integración). Se realizaron en total 29 pruebas de integración. En [6] se describe a modo de ejemplo las trazas de las pruebas de integración PI20 del CU9: Escanear patente y verificar que el usuario no está cargado en el sistema.

Los tipos de pruebas definidos han sido acertados para verificar el correcto funcionamiento del prototipo.

#### 5 Conclusiones y trabajos futuros

En este trabajo se describe la experiencia en la definición, diseño y desarrollo de un prototipo de sistema para la gestión de control de tránsito vehicular.

La investigación permitió identificar que actualmente en Argentina no hay aplicaciones dedicadas a agilizar y optimizar los tiempos en los controles vehiculares, generando demoras considerables tanto para las autoridades de tránsito como para los conductores.

El proceso de control y reporte de denuncias se realiza actualmente de forma manual y descentralizada, involucrando exceso de personal para llevar a cabo tareas únicas. Adicional a esto, el personal no tiene acceso a la información en un tiempo considerablemente rápido, necesario en estas situaciones.

Esta solución es el puntapié inicial para optimizar controles vehiculares y el acceso a la información de forma centralizada, necesario en la actualidad con el incremento en la cantidad de vehículos que circulan actualmente en la República Argentina.

Se destacan como trabajos futuros: a) la generación de estadísticas y reportes que permitan evaluar comportamientos comunes de los conductores, alertando a las autoridades de tránsito de posibles comportamientos sospechosos que van surgiendo durante los controles, b) adicionar la intercomunicación en el sistema mediante las distintas autoridades de tránsito, Propuesta para mejorar y retroalimentar la

información entre los distintos responsables de la seguridad y c) integrar las bases de datos estatales tanto de las fuerzas de seguridad, como de los organismos del estado que contienen la información correspondiente a los usuarios conductores. Esto permite reducir tanto el volumen como el tiempo de carga de datos por parte de los usuarios, mitigando los errores que se puedan producir al ingresar la información.

## Referencias

1. Aciti C., Marone J. A., Capra, J., & Capra, B. (2012, October). Una aplicación móvil para el reconocimiento automático de matrículas de automóviles argentinos. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/23802>.
2. Ministerio de Salud, M. de S. (2019). Estadísticas de Incidentes Viales con Fallecidos y Lesionados 2017. Gobierno de La Provincia de Buenos Aires. Obtenido de <http://www.gob.gba.gov.ar/UF/Informe.pdf>.
3. Luchemos por la Vida (2002). Eficacia de los controles de Tránsito. Obtenido de <http://www.luchemos.org.ar/revistas/articulos/rev22/pag08.pdf>.
4. Cuerpo de Agentes de Tránsito. Obtenido de <https://www.buenosaires.gob.ar/movilidad/plan-de-seguridad-vial/cuerpo-de-agentes-de-transito>.
5. Asociación de Fábricas Argentinas de Componentes (05, 2018). Flota Circulante en Argentina 2017. Obtenido de [www.afac.org.ar](http://www.afac.org.ar).
6. Nicolas Jasper. (2018). Anexo I, Vehiculos Expuestos a Riesgo. Recuperado de [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ssn\\_20172018\\_vehiculo\\_expuesto\\_riesgo\\_anexo.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ssn_20172018_vehiculo_expuesto_riesgo_anexo.pdf).
7. Clarín.com. Licencia de conducir digital: para qué sirve y por qué no reemplaza al carnet tradicional. Clarín. Recuperado del 20/02/2020, [https://www.clarin.com/ciudades/licencia-conducir-digital-sirve-reemplaza-carnet-tradicional\\_0\\_KT2gpeaK.html](https://www.clarin.com/ciudades/licencia-conducir-digital-sirve-reemplaza-carnet-tradicional_0_KT2gpeaK.html).
8. Kitchenham, B. Budgen D. and Brereton, P. (2015). Evidence-Based Software Engineering and Systematic Reviews. Chapman and Hall/CRC. 1 st. Editon. New York, USA.
9. Propato D., Panizzi. Anexo – Prototipo de sistema para la gestión de control de tránsito vehicular. Disponible en: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.15130482.v1>
10. Kuhmann M., Tell P., Klünder J., Hebig R., Licorish S., MacDonell S. (Eds.): Complementing Materials for HELENA Study (Stage 2), online DOI: 10.13140/RG.2.2.1.1031.65288, published: 2018-11-28.
11. ISO/IEC/IEEE Std 29148:2011, IEEE Systems and software engineering -- Life cycle processes -- Requirements engineering, IEEE Computer Society (2011). ISBN 978-0-7381-6591-2.
12. Sparx Systems. Enterprise Architect 13.5. (2017). Obtenido de <https://sparxsystems.com/>
13. Jacobson, I., Booch, G., & James, R. El Proceso Unificado de desarrollo de software. Addison Wesley (2000).
14. Rumbaugh, J., Jacobson, I., Grady, B. El Lenguaje Unificado de Modelado. Manual de Referencia. Segunda Edición. Pearson (2006).