

Diseño e implementación de un prototipo de sistema de identificación por radiofrecuencia para la verificación de información de vehículos

Design and implementation of a prototype RFID system to verify vehicle information

Alberto Acosta López¹ Héctor David Lozano² B. Cristian Camilo Rico³

Para citar este artículo: González, C., Pascual, J., Pelayo, B. y Cueva, J. (2015). El futuro de Apple: Swift versus Objective-C. *Revista Redes de Ingeniería*. 6(2), 33-43.

Recibido: 03-abril-2015 / Aprobado: 07-septiembre-2015

Resumen

En todas las grandes urbes a nivel mundial el control del flujo vehicular se ha convertido en un problema, dado que la misma labor de control contribuye a la congestión reinante. Esto nos llevó a buscar un sistema control vehicular que fuera ágil, etéreo y efectivo. La propuesta se basa en el diseño e implementación de un prototipo de aplicación, construido sobre el sistema operativo Android utilizando tecnología NFC. Para el logro de este prototipo fue necesario implementar una arquitectura de software tipo cliente servidor, teniendo en cuenta que el sistema contó con elementos de servicios web, una página web y un aplicativo móvil, los cuales internamente se basan en diversos aspectos tecnológicos; de igual forma, la tecnología NFC hace que se pueda obtener información de manera simple. A partir de estos factores fue posible obtener una versión funcional de este aplicativo.

Palabras clave: android, GPS, identificación, NFC, RFID, TAG, vehicle, web service.

Abstract

In all the greatest cities worldwide, the control of the traffic flow has become in a huge problem because the control task contributes to the prevailing congestion. This took us to look for a vehicular control system that would be agile, ethereal and effective. The proposal is based in the design and implementation of an application builded in the operative system Android using the NFC technology. For the success of this project was necessary to implement an client – server architecture, considering that the system uses web services, web pages and a mobile application, each one is based on technological aspects and NFC technology, that makes possible getting information in a simple way. From this factors was possible to obtain a functional version of the application.

Keywords: android, GPS, identification, NFC, RFID, TAG, vehicle, web service.

1. Magíster en Teleinformática y especialista en Gestión de Proyectos de Ingeniería de la universidad Distrital Francisco José de Caldas; director de los Grupos de Investigación SINTEL Y TRHISCUUD de la misma universidad docente de planta en pregrado y postgrado en el área de teleinformática en la universidad Distrital Francisco José de Caldas. Contacto: ingtelec@yahoo.es
2. Integrante del grupo de investigación SINTEL y estudiante de octavo semestre de Ingeniería de Sistemas de la universidad Distrital Francisco José de Caldas. Contacto: cristian.rico@carvajal.com
3. Integrante del grupo de investigación SINTEL y estudiante de octavo semestre de Ingeniería de Sistemas de la universidad Distrital Francisco José de Caldas. Contacto: akatsukimangekyou@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Con el pasar de los años los vehículos como medios de transporte han venido evolucionando en cuanto a tecnología, la fuente de alimentación, diseño y hasta en los materiales que los componen, asimismo con ellos surgieron problemas para la sociedad, como la contaminación, los accidentes, el exceso de vehículos en las ciudades (tráfico vehicular), la gran cantidad de trámites en algunos países para manejar un vehículo, la manipulación de los documentos de manera ilícita; todos estos problemas se resumen en la falta de control e identificación vehicular por parte de las autoridades a cargo en cada país.

Específicamente en Bogotá D.C., Colombia, una de las principales problemáticas que han afrontado diversos alcaldes ha sido la seguridad vial, que no solo se enfoca a evitar retenes falsos, ni robo de vehículos, sino que también se busca combatir de esta forma la clonación vehicular, conductores ebrios, conductores con seguros vencidos, con certificados de gases vencidos, con antecedentes penales, e inclusive con los documentos falsificados.

Dichas problemáticas de la ciudad de Bogotá no son indiferentes en otras ciudades de Colombia e inclusive en otros países del mundo. En Bogotá se han tomado medidas desde diversas alcaldías, como por ejemplo en Noviembre de 2008, cuando se llevó a cabo la implementación de la tecnología RFID ("Sistemas de identificación por radiofrecuencia"), mediante la cual se le instala una etiqueta RFID UHF ("Ultra High Frequency") en el parabrisas de cada vehículo; la cual identifica cada vehículo y permite que un agente de tránsito por medio de una pistola de lectura de RFID UHF logre obtener información de cada uno de ellos [1].

En Ibagué, por ejemplo, se realizó un proyecto similar que tenía como objeto "Contratar la realización de un censo a los vehículos de transporte público tipo taxi, consistente en suministro de

tecnología, desarrollo de software e instalación de un tag o dispositivo de identificación electrónica en cada uno de los taxis registrados ante la secretaría de tránsito, transporte y de la movilidad del municipio de Ibagué" [2], lo cual demuestra que hay una problemática que abarca varias zonas del territorio nacional.

En la actualidad un control vehicular básico es un procedimiento engorroso que afecta la circulación vehicular. Viene dado por un retén que se encarga de detener aleatoriamente (de acuerdo a la opinión subjetiva del agente de tránsito) los vehículos a inspeccionar, solicitar los documentos del vehículo y del conductor, acto lento y muchas veces complejo; luego se procede a cotejar esta información contra el vehículo y algunas veces contra unas bases de datos. Esto se torna en un resultado complejo y con tiempos de espera bastante largos.

La utilización de esta tecnología modificaría para bien el actual procedimiento. En primera instancia haríamos ingresar los vehículos en inspección a un carril de reducción de velocidad, luego aprovechamos la tecnología NFC para capturar de manera expedita la información del vehículo, mientras circula por el carril ralentizado se confronta la información y si es necesario se detiene el vehículo sobre la berma para profundizar la inspección. Este procedimiento ampliaría el horizonte de auditoria y no afectaría en mayor grado la circulación.

El presente artículo por lo tanto busca plantear un modelo prototipo basado en tecnologías móviles y web, desarrollado sobre plataforma Android como solución al problema del control e identificación vehicular, utilizando comunicaciones NFC, que a partir del consumo de servicios web obtienen la información de la base de datos de una forma segura, eficaz y eficiente.

Por otra parte, se están implementando nuevas tecnologías que utilizan su posición GPS para establecer las posibles carreras (términos de taxistas),

que pueden ejercer en ciertos puntos dependiendo de la solicitud de sus clientes, estas aplicaciones son conocidas como Easy Taxi y Tappsi, entre otros, por mencionar algunos. Permiten generar confianza frente al uso de un taxi específico que esté registrado en la aplicación. Así, estas nuevas tecnologías a futuro podrían aportar para complementar el proyecto que en este artículo se plantea.

MARCO TEÓRICO

S.O. Android y arquitectura

Android es una plataforma desarrollada para equipos móviles (teléfonos, tabletas) basado en Linux, además es un sistema operativo libre, gratuito y multiplataforma, el cual articula una serie de servicios de los componentes de Android (Android Open Source Project) y algunas aplicaciones móviles de Google (Google Mobile Services, Google Apps).

Lo anterior permite al desarrollador crear aplicaciones escritas en lenguajes como Java, escrito en C, y compilarla a código nativo de ARM, API de Android. El sistema operativo es principalmente de la compañía Google, pero se patrocina por un conjunto de empresas que conforman el Open Handset Alliance (OHA) [3].

El sistema operativo básicamente convierte el dispositivo móvil en un ordenador de bolsillo, permitiendo navegar por internet igual que con un ordenador, instalar más de 80000 aplicaciones del Android Market (como Gmail, Pandora o Facebook), jugar videojuegos, escuchar música, ver vídeos, enviar mensajes de texto y realizar llamadas [4].

La arquitectura del Sistema Operativo Android se ve representada en cada uno de los componentes de la figura 1, y se caracteriza porque cada uno de estos se apoya de los servicios ofrecidos por los componentes de un nivel inferior.

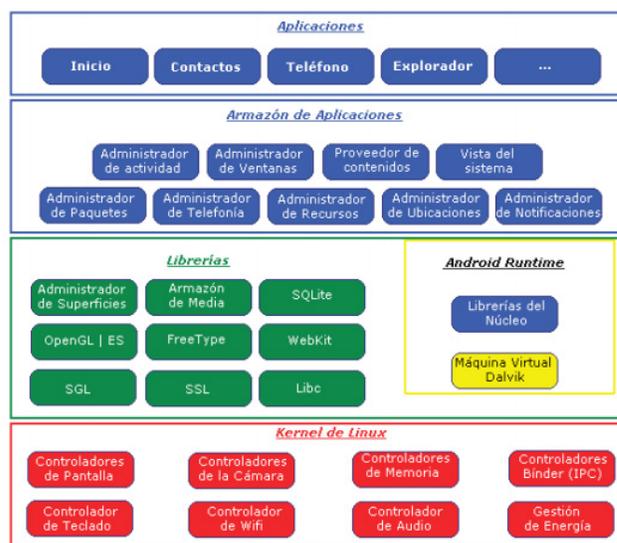


Figura 1. Pila de la arquitectura Android [5]

La capa de aplicaciones contiene todas las aplicaciones creadas con la plataforma Android, las cuales incluirán como base un cliente de email (correo electrónico), calendario, programa de mensajería, mapas, navegador, contactos y algunos otros servicios mínimos que permiten la ejecución de muchas más aplicaciones, tareas y procesos. Todas ellas escritas en el lenguaje de programación Java, C o C++.

El marco de trabajo de aplicaciones permite la reutilización de componentes en los desarrollos, teniendo en cuenta que la mayoría de los componentes en esta capa son bibliotecas Java que acceden a los recursos a través de la máquina virtual Dalvik. A su vez, la capa de librerías permite a Android incluir en su base de datos un set de librerías C o C++, que son expuestas a todos los desarrolladores a través del framework de las aplicaciones Android System C library, librerías de medios, librerías de gráficos, 3D, SQLite, etc.; estas librerías en muchos casos son usadas por varios componentes del sistema.

Finalmente, la componente del Kernel de Linux incorpora un set de librerías de entorno de ejecución que aportan la mayor parte de las funcionalidades disponibles en las librerías base del lenguaje de programación Java.

Tecnología NFC (Near Field Communication)

Consiste en una tecnología de comunicación inalámbrica, de corto alcance y alta frecuencia que permite el intercambio de datos entre dispositivos; orientada a trabajar en los teléfonos inteligentes y dispositivos móviles de última generación, de tal forma que posibilita la transferencia instantánea de información sin sincronización previa entre dispositivos, como ocurriría con tecnologías tales como Bluetooth. NFC es una tecnología estandarizada en la ISO/IEC 18092

La comunicación que se establece entre los dos dispositivos debe realizarse desde una distancia reducida, ya que el alcance de la tecnología es limitado a un máximo de 20 cm [6]. Usualmente NFC trabaja con una frecuencia de 13.56 MHz y una tasa de transferencia de 424 Kb/seg [7].

La tecnología NFC actualmente da soporte a cuatro tipos diferentes de etiquetas que varían en su capacidad de hasta 2 Kb y velocidades de hasta 212 Kbps; estas etiquetas almacenan la información y producen una acción sobre los dispositivos con los que son leídos, cuentan con distintas capacidades y cualidades que los hacen aptos para diferentes usos. Las etiquetas NFC standard que son compatibles con todos los Smartphones NFC del mercado son los NTAG 203 y los Ultralight [8].

PROTOTIPO DE DESARROLLO

Descripción

Actividades iniciales

El proceso comienza grabando en una etiqueta NFC la información contenida, en

- La tarjeta de propiedad
- El certificado de revisión mecánico
- El Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito (SOAT)

Vale la pena aclarar que esta información también está contenida en las bases de datos de la Secretaría de Tránsito, ya que son necesarios para obtener una que esté constantemente actualizada.

Además esta etiqueta debe ser adherida a la esquina inferior derecha del panorámico delantero, para que sea fácilmente alcanzable. Un ejemplo de cómo se podría realizar la escritura en un Tag NFC:

Descripción método de inserción:

```
//Llamamos a un método 'write' donde pasamos por
parámetro, el 'myTag' que hemos detectado anterior-
mente, y por último el mensaje a escribir: 'message'.
write(message.getText().toString(),myTag);
Toast.makeText(context, context.getString(R.string.
ok_write), Toast.LENGTH_LONG).show();
```

Actividad principal

Para efectuar el control simplemente mediante un lector NFC leemos la información contenida en la etiqueta, la cual confrontamos inicialmente así:

1. Si la marca, línea, modelo entre otros corresponde al vehículo
2. Si el seguro y la revisión están vigentes

Después de la captura de los datos almacenados en la etiqueta NFC esta información es enviada automáticamente a las bases de datos de la Secretaría de Tránsito, que ofrece la siguiente información:

1. Si la etiqueta es auténtica
2. Si la información no está adulterada
3. Si el vehículo está limpio legalmente

Para esto se lee el Tag a fin de saber que la información solicitada es la correcta, por la siguiente línea de código:

```
//Aquí se lee el tag y se autentica la información que
contiene.
```

```

mytag = intent.getParcelableExtra(NfcAdapter.EXTRA_TAG);
Toast.makeText(this, this.getString(R.string.ok_detection) + mytag.toString(), Toast.LENGTH_LONG).show();

Tag myTag = (Tag)
intent.getParcelableExtra(NfcAdapter.EXTRA_TAG);
b=bytesToHexString(myTag.getId());
    
```

En donde *b* es un String que almacena el id único de nese Tag para compararlo posteriormente con el almacenado en la base de datos.

Dinámica del sistema

Se desarrolla e implementa un modelo de una solución integrada, la cual tiene una base arquitectónica en tres capas, como lo ilustra la figura 2. Este modelo arquitectónico permite ubicar en la capa cliente la aplicación móvil junto con la etiqueta NFC adherida a cada carro, en la capa de servidor de aplicaciones el Web Service que conecta las peticiones de la capa anterior con la última capa, la cual consiste en la base de datos que contiene toda la información que se asocia a cada vehículo y a su vez controla el acceso de usuarios a la aplicación.

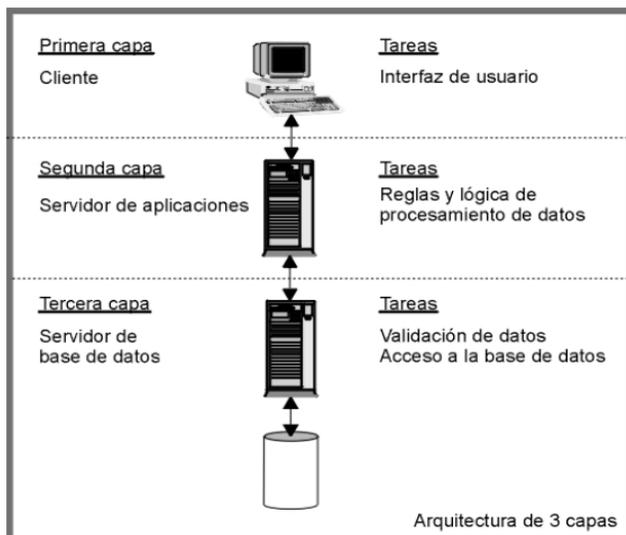


Figura 2. Arquitectura en tres capas [9]

El prototipo consiste en un sistema conformado por un dispositivo móvil con tecnología NFC interna Samsung Galaxy S III, con sistema operativo Android. El dispositivo inicialmente reconoce un Tag NFC adherido al documento de identificación del policía de tránsito o la autoridad en el momento, del cual tomará la información básica para realizar un intento de acceso a la aplicación, dicho acceso posible mediante un usuario y contraseña. Al obtener acceso a la aplicación se permite a la persona identificada realizar la lectura de Tags NFC adheridos a los vehículos de la ciudad, de esta forma si el vehículo se encuentra registrado en el sistema por medio del servicio, se accederá a la información básica del vehículo, del propietario, certificado vehicular de gases, seguro vehicular y tarjeta de propiedad, documentos considerados como salvoconductos. El registro de la ubicación GPS busca dar control a los accesos de la aplicación (figura 3).

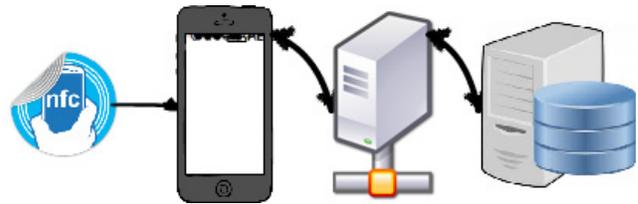


Figura 3. Dinámica del sistema

Estructura de la base de datos

En las figuras 4 y 5 se presentan los modelos correspondientes que dieron origen a la base de datos que soporta la aplicación, la cual permite obtener los datos de los vehículos con una previa autenticación del usuario que los necesita, de forma rápida, eficaz y eficiente en conjunto con la aplicación móvil y el web service que hace de puente de comunicación.

Es importante tener en cuenta que la aplicación móvil no debe permitir en ningún momento el ingreso de datos sobre vehículos no registrados, esto lo debe hacer otra aplicación externa, la cual debe tener un alto nivel de seguridad y debe ser administrada por una entidad del gobierno.

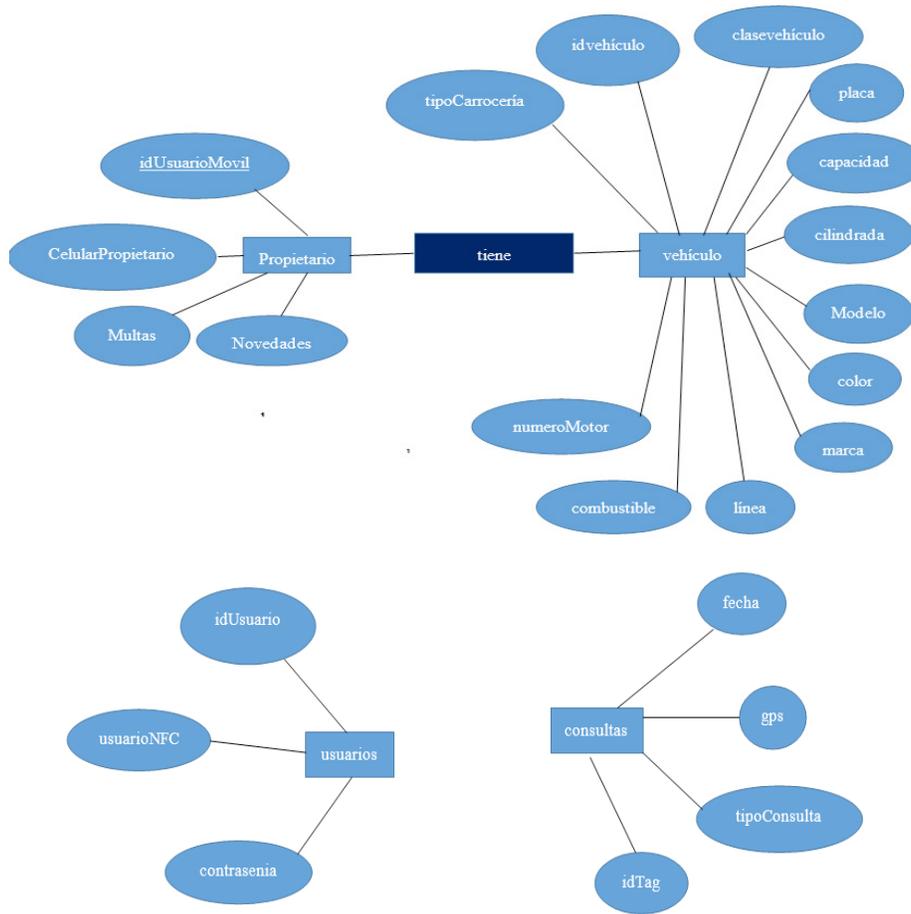


Figura 4. Diagrama entidad-relación

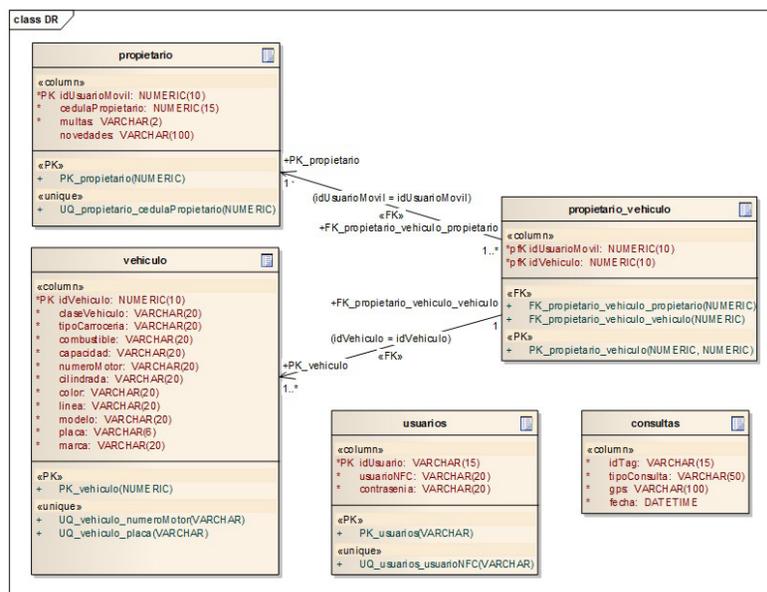


Figura 5. Diagrama relacional

En la figura 5 es posible apreciar que cada propietario está ligado a uno o más vehículos y estos se identifican por medio de un ID único; en el momento en que un Usuario (sea policía, agente de tránsito u otro) desee ingresar a la aplicación debe poseer su ID y los datos de acceso debidamente pre-loaded (precargado) por otra aplicación externa que lleva el control. Adicionalmente se lleva una especie de auditoría en la tabla “Consultas” para tener más control sobre los accesos a la información.

Web Service como puente

El servicio web “WebServiceTransito” fue armado por medio del motor Apache Axis2 para JAVA, el cual está orientado a brindar un mecanismo para Servicios Web / SOAP / WSDL. Este servicio permite las operaciones que se aprecian en la figura 6.

WebServiceTransito

Service Description : Please Type your service description here

Service EPR : <http://localhost:8080/WebServiceTransito/services/WebServiceTransito>

Service Status : Active

Available Operations

- obtenerDatosUsuario
- guardarConsulta
- guardarObservacion
- obtenerDatosVehiculo

Figura 6. Descripción del servicio web

De esta forma mediante estas cuatro operaciones se aceptan peticiones a la base de datos y asimismo se les da respuesta brindando la información específica en cada caso.

Aplicación móvil destino

La aplicación está hecha en el sistema operativo Android, el cual es uno de los más comunes entre los dispositivos móviles de hoy en día; sin embargo se halla limitado a trabajar con versiones Android 4.0 o superior teniendo en cuenta que las librerías de la tecnología NFC se acoplaron en su desarrollo a partir de esta versión.

La estructura interna de la aplicación se trabajó de tal forma que existiera cierta independencia entre los siguientes elementos:

1. Control GPS
2. Reconocimiento y acciones de etiquetas NFC
3. Interfaz gráfica de usuario
4. Comunicación con el Web Service

La interfaz gráfica de usuario se trabajó lo más sencilla posible al usuario, la cual se presenta en las figuras 7, 8 y 9 a continuación:

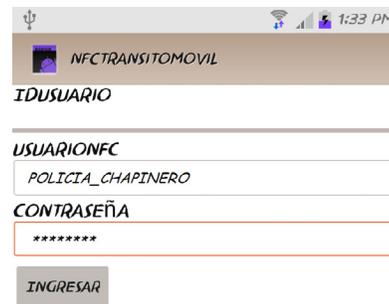


Figura 7. Ventana principal de acceso



Figura 8. Ventana de identificación de TAG NFC de vehículos (Campos superiores)

| NFCTRANSITOMOVIL | |
|------------------|-----------------|
| NUMEROMOTOR | 10-20.45.12.152 |
| CILINDRADA | - |
| TIPOCARROCERIA | - |
| COLOR | NEGRO |
| LINEA | MAZDA |
| MODELO | 2014 |
| PLACA | ASD-258 |
| MARCA | MAZDA |
| CEDULAPROPI | 45.356.258 |
| MULTAS | NO |
| NOVEDADES | - |

Figura 9. Ventana de identificación de TAG NFC de vehículos (Campos inferiores)

La figura 8 contiene los campos que identifican las características externas fundamentales para cualquier tipo de vehículo. La figura 9 contiene características particulares que se ajustan al propietario del vehículo.

¿CÓMO SE LOGRÓ?

Teniendo en cuenta los anteriores elementos, se dio inicio al proyecto con el desarrollo de una arquitectura de software, la cual permitiera soportar las características que se recogieron durante la investigación.

A partir del diseño fue posible establecer que para un prototipo inicial el lenguaje JAVA facilitaba el desarrollo y agilizaba el proceso, resaltando que es bastante fácil acoplar el SDK de Android junto con el framework Eclipse.

Dentro de este mismo framework se buscó una herramienta que permitiera fácilmente trabajar el web service de consulta, la cual fue en definitiva Axis2 de Apache, teniendo en cuenta que el código de desarrollo también fue hecho mediante JAVA.

Por el lado de base de datos se tuvo en cuenta que a futuro en un macro proyecto será necesario trabajar con bases de datos distribuidas, sin embargo para mostrar la funcionalidad y eficiencia del prototipo basta con una base de datos de MySQL con la herramienta WampServer y el servidor Apache Tomcat para dar puente al Webservice.

Para la parte de diseño se usaron los controles nativos del sistema operativo Android, a los cuales cualquier usuario de la tecnología ya se encuentra acostumbrado.

Finalmente, los datos que debe mostrar la aplicación al momento de identificar un vehículo, son datos básicos del mismo y del propietario, permitiendo, si es el caso, hacer actualización sobre posibles inconsistencias de datos o complementando los existentes (como se muestra en las figuras 8 y 9 los campos de cilindrada y tipocarrocería); inicialmente todos los datos que se encuentren en la aplicación son datos presentados por el propietario del vehículo a la hora del registro del mismo en el sistema.

Adicionalmente, cuenta con la posición que identifica el GPS (posición tomada por medio del hardware que posee el celular) para posibles controles por parte de la policía o para establecer el punto en donde fue detenido un vehículo específico.

EXPERIMENTOS

El prototipo de control e identificación vehicular trabaja de una forma ágil, eficaz y eficiente sobre dispositivos tipo Samsung Galaxy en donde se realizó el experimento, la versión de estos dispositivos es Android 4.0.

En las figuras 10, 11 y 12 es posible apreciar que se tiene un control sobre los accesos a usuarios permitidos y no permitidos a usar la aplicación.

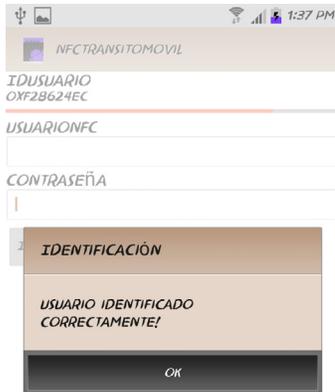


Figura 10. Ventana principal de acceso (identificación correcta)

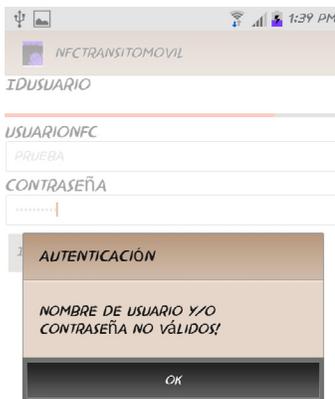


Figura 11. Ventana principal de acceso (identificación incorrecta)

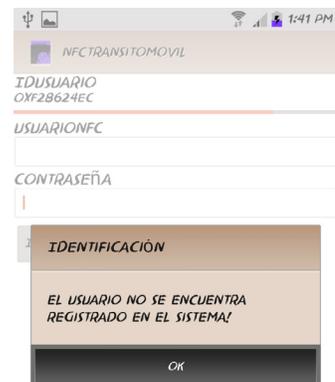


Figura 12. Ventana principal de acceso (usuario no registrado en el sistema)

La sesión de usuario se mantiene abierta siempre y cuando el dispositivo móvil no se reinicie o la aplicación no sufra por falta de memoria en caso extremo, sin embargo una de las ventajas de los dispositivos Android es que permiten manejar al gusto del usuario la memoria del aparato.

En cuanto al reconocimiento de la etiqueta NFC es bastante rápido el cargue de información y también se hace un control mediante mensajes si el proceso es realizado por completo, como se ilustra en las figuras 13, 14 y 15.

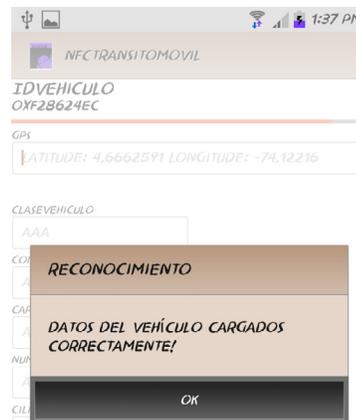


Figura 13. Ventana de identificación de TAG NFC de vehículos (cargue correcto)



Figura 14. Ventana de identificación de TAG NFC de vehículos (campos superiores)

The image shows a mobile application interface titled 'NFCTRANSITOMOVIL'. It features a vertical list of input fields for vehicle identification. Each field is labeled with a specific attribute and contains a text entry:

- NUMEROMOTOR: AAA
- CILINDRADA: AAA
- TIPOCARROCERIA: AAA
- COLOR: AAA
- LINEA: AAA
- MODELO: AAA
- PLACA: AAAOOO
- MARCA: AAA
- CEDULAPROPI: 1000000001
- MULTAS: \$I
- NOVEDADES: AAAAAAAAAA

Figura 15. Ventana de identificación de TAG NFC de vehículos (campos inferiores)

Si la etiqueta NFC no corresponde a una permitida por el sistema, no se hace ningún cargue de datos. Por otro lado el único campo disponible para edición y su correspondiente actualización en el sistema es el campo “Novedades”, en el cual se puede guardar una breve descripción de la novedad por parte del usuario de la aplicación móvil.

De otro lado, la figura 13 presenta la validación de los datos del vehículo, que se podría solicitar y validar de acuerdo a la base de datos Secretaría de Tránsito y transporte.

En algunos libros se encuentra que las conexiones entre Android y NFC son posibles, y se pueden realizar de forma rápida y sencilla, los códigos de lectura y escritura de las etiquetas NFC fueron encontrados en los siguientes libros [10] y [11]. Se optó por usar Apache Axis 2 para hacer el servicio web, ya que trabaja sobre la base del lenguaje de programación JAVA. En general la aplicación responde bien a las peticiones, como se estimó que sería mediante esta tecnología desde un comienzo.

CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Por medio de la tecnología NFC es posible lograr nuevos avances en el control e identificación de muchos elementos, en el caso de los vehículos, es eficiente frente a la lectura y fiabilidad de la información.

La seguridad de un sistema no solo se centra en la información de la base de datos, sino también en los mecanismos de identificación y de acceso, para el caso concreto las etiquetas NFC. Este es un prototipo que puede ser mejorado en aspectos como la seguridad, debido a la información que circula, la concurrencia y el tamaño de los datos que maneja, además no cuenta con la base de datos de la movilidad en Bogotá.

La gran cantidad de datos que se llegaría a manejar en todo el país permite pensar en bases de datos distribuidas. Es una ventaja trabajar con un modelo arquitectónico con modularidad, ya que cambios como pensar en bases de datos distribuidas no afectan en esencia el diseño original.

La modularidad del prototipo permite que funcionalidades como obtener estadísticas en tiempo real por parte de las autoridades de control vehicular a cargo, sean de fácil implementación y se puedan agregar usando el sistema, como se encuentra en estos momentos.

La tecnología NFC puede traer muchas ventajas a la sociedad del siglo XXI, teniendo en cuenta que por medio de la interacción generada entre NFC, ANDROID, GPS, Web Services y las bases de datos, dejan una brecha abierta para generar nuevos proyectos de investigación.

Finalmente, la implementación del prototipo obligaría a una serie de modificaciones de orden legal dado que documentos como la tarjeta de propiedad, el certificado de revisión técnico mecánica, y el SOAT tenderían a desaparecer y ser reemplazados por la etiqueta NFC.

REFERENCIAS

- [1] Alberto Acosta, Dago Manzano, Carlos Martínez, "Diseño e implementación de un prototipo para el registro y verificación de activos fijos utilizando plataforma Android y tecnología NFC". *Redes de Ingeniería*, vol. 5, N°1, 26-33, noviembre, 2014.
- [2] Portal único de contratos (Colombia), 2012, [en línea]. Consultado el 6 de febrero de 2014, disponible en: <http://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=09-11-198326>
- [3] Alliance, Open Handset, "Open handset alliance". *Retrieved August*, vol. 26, 2011.
- [4] Samsung (S.f.), Samsung [en línea]. Consultado el 10 de febrero de 2014, disponible en: <http://www.samsung.com/co/article/android-2-2-os-explained/>
- [5] Capas de Android, (S.f.), [en línea]. Disponible en: <https://sites.google.com/site/swcuc3m/home/android/generalidades/2-2-arquitectura-de-android>
- [6] Nfc forum. (s.f.). nfc forum, [en línea]. Consultado el 6 de febrero de 2014, disponible en: <http://nfc-forum.org/what-is-nfc/about-the-technology/>
- [7] J. Langer, C. Saminger, & S. Grunberger, "A comprehensive concept and system for measurement and testing Near Field Communication devices", *IEEE Regions & Conference EUROCON, 2052-2057*. 2009.
- [8] Etiquetas-nfc.es, Etiquetas-nfc.es, Líderes en tecnología en Sudamérica y España, (S.f.). [en línea]. Consultado el 6 de febrero de 2014, disponible en: <http://www.etiquetas-nfc.es/>
- [9] Ó, Martín, *Arquitecturas de sistemas de bases de datos*. México: Universidad de Castilla La Mancha escuela superior de informática bases de datos, 2000, [en línea]. Consultado el 3 de marzo de 2014, disponible en: <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r88431.PDF>
- [10] Paul Deitel, *Android for programmers an Approach*, 2012.
- [11] Zigurd Mednieks, Laird Dornin, *Programming Android*, 2012.

