

Tipo de artículo: Artículo original
Temática: Desarrollo de aplicaciones informáticas
Recibido: 11/12/2017 | Aceptado: 22/01/2018

Sistema de seguimiento dinámico de posición de contenedores utilizando teléfonos inteligentes con sistema operativo Android.

Dynamic monitoring system for container position using smartphones with Android operating system.

Ing. Marcos Lazaro Alvarez Arteaga^{1*}, DrC. José Raúl Vento Alvarez¹, Ing. Alejandro Fernández Gil²

¹Departamento de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica, Universidad de Pinar del Río, Cuba. Martí #270 Final. 20100. Pinar del Río. {marcos.alvarez, vento}@upr.edu.cu

²Departamento de Ingeniería Informática Universidad de Pinar del Río. alex@upr.edu.cu

***Autor para correspondencia:** marcos.alvarez@upr.edu.cu

Resumen

En el siglo XXI las industrias constituyen el sector motor de las economías de cada país a nivel global, y resulta de gran interés el control y supervisión de los productos o mercancías que se producen. El objetivo general de esta investigación es el diseño y desarrollo de un sistema de posicionamiento en tiempo real para contenedores con seguimientos centralizados de los mismos, utilizando teléfonos móviles inteligentes con sistema operativo Android y SMS como mecanismo de transporte de información. Para la automatización del sistema se utilizó el receptor de GPS y el envío de su información a través de la red celular 2G utilizando SMS, obteniendo las coordenadas de cualquier mercancía en tiempo real que posteriormente se visualizará su ubicación en tiempo real en un mapa geográfico. Finalmente, la investigación se enfoca en una herramienta de rápida aplicación en el entorno cubano de perfeccionamiento del modelo económico y de aumento del tráfico de mercancías a partir de la ley de inversión extranjera y del inicio de operaciones de la terminal de contenedores de Mariel. El sistema desarrollado es extensible en su uso al posicionamiento de equipos de transporte terrestre y de personas sin requerir de modificaciones.

Palabras clave: android, contenedores, control, GPS, industria.

Abstract

In the twenty-first century industries are the engine of the economies of each country in the world, and it is of great interest to control and to supervise the products or goods produced. The general objective of this research is the

designing and development of a system for real-time positioning for containers with the same centralized tracking, using smart mobile phones with Android operating system and SMS as a mechanism for information transport. For automation of the system it was used the GPS receiver and sending your information through 2G cell phone network using SMS, obtaining the coordinates of any merchandise in real time which location can be later visualized in real time on a geographic map. Finally, the research focuses on a rapid implementation tool in the Cuban environment of improving of the economic model and on an increased traffic of goods once the foreign investment law was passed and the operations of the container terminal in Mariel started. The developed system is extensible to be used in positioning land transport equipment and of people without requiring modifications.

Keywords: *android, containers, control, GPS, industry.*

Introducción

El escenario tecnológico actual nos presenta el continuo y acelerado desarrollo de las tecnologías asociadas a la gestión de la información y la comunicación. La miniaturización de los dispositivos electrónicos y los sistemas embebidos asociados a los mismos se nos presentan como actores protagónicos en la actualidad. Las redes de telecomunicaciones se amplían y ofrecen constantemente nuevas posibilidades y aumentos en sus caudales de transporte. Internet y todas las tecnologías y servicios asociados crecen y se consolidan como plataforma tecnológica protagónica de este proceso, transitando por el camino de la convergencia de redes, la movilidad de los terminales, la ubicuidad, los grandes volúmenes de almacenamiento, la presencia de nubes y la naciente interconexión de dispositivos en la llamada Internet de las cosas.

En todo este proceso de desarrollo, los dispositivos móviles como teléfonos y tablet son protagónicos como terminal personal para los procesos de captura, intercambio y acceso a la información, dada su penetración masiva, costo, potencialidad, movilidad y versatilidad, entre otras ventajas de su uso. Este proceso se desarrolla sobre plataformas diversas de tecnologías de redes que abarcan las propias redes de telefonía celular (GSM, 3G, 4G, etc), las redes locales inalámbricas IEEE 802.11 en todas sus variantes y las tecnologías de redes personales como Bluetooth. El rápido desarrollo se facilita con el uso del sistema operativo de carácter libre o abierto Android, que permite el desarrollo de aplicaciones para el uso de todos los recursos incorporados a los dispositivos móviles, sí como sus diversas alternativas de redes de interconexión.

Con el desarrollo del sistema operativo para móviles, Android, por parte de la empresa Google, el cual nos ofrece una plataforma abierta y alta flexibilidad para el desarrollo de software en dispositivos móviles, permitió a los desarrolladores de aplicaciones una apropiación completa de esta tecnología, teniendo acceso a cada una de las herramientas que un dispositivo como este nos puede ofrecer. Por ejemplo, una aplicación puede llamar a una o varias de las funcionalidades básicas de los dispositivos móviles, tales como realizar llamadas, enviar mensajes de texto, utilizar la cámara o hacer uso del GPS facilitando a los desarrolladores crear experiencias más ricas y con más coherencia para los usuarios (Chen, 2013; Kumar, 2011).

Las empresas cubanas de transporte de cargas y especialmente de contenedores necesitan tener un sistema de monitoreo y control sobre sus recursos, en cualquier lugar donde se encuentren y de una forma automatizada para una gestión óptima de los contenedores con los que cuenta, disminución de los costos de combustible, y disponer en tiempo real de la ubicación del contenedor que soporte un módulo GPS.

Con este trabajo desarrollo un sistema de posicionamiento dinámico de contenedores para mantener su localización geográfica en tiempo real y de forma remota para toda la disponibilidad de contenedores perteneciente a una determinada empresa o industria, utilizando para ello, teléfonos inteligentes con receptores de GPS y como vía de transporte de información SMS, sustentado por la red celular 2G, actualmente única red en uso existente en todo nuestro país.

Materiales y métodos o Metodología computacional

Sistema de posicionamiento global NAVSTAR-GPS

Es un sistema compuesto por una red de 24 satélites distribuidos en 6 planos orbitales igualmente espaciados denominado NAVSTAR (Navigation System Time and Ranging) (Galera, 2000), situados en una órbita a unos 20,200 kilómetros de la Tierra, y los receptores GPS.

Su objetivo fundamental es la determinación de las coordenadas espaciales de puntos respecto a un sistema de referencia mundial y tiene su basamento en la medición de distancias a partir de señales de radio transmitidas por un grupo de satélites artificiales cuya órbita se conoce con precisión. Los puntos pueden estar ubicados en cualquier lugar del planeta, permanecer estáticos o en movimiento y las observaciones pueden realizarse bajo cualquier condición meteorológica y en cualquier momento del día.

Si medimos las distancias de al menos tres diferentes satélites a un punto sobre la Tierra, es posible determinar por trilateración (Casanova, 2002) la posición horizontal de dicho punto, es decir su latitud y longitud.

Servicio de mensajes cortos (SMS)

El servicio SMS permite transferir un mensaje de texto entre una estación móvil (MS) y otra entidad (SME) a través de un centro de servicio (SC). El servicio final ofrecido es una comunicación extremo-extremo entre la estación móvil (MS) y la entidad (SME). La entidad puede ser otra estación móvil o puede estar situado en una red fija. En el caso de envío de un mensaje entre dos móviles, ambas partes son estaciones móviles (González, 2002).

Estos son disponibles en toda la red cubana de telefonía celular y su cobertura abarca casi la totalidad de nuestro territorio nacional. Además, estos presentan costos mínimos en comparación con las alternativas de intercambio de datos (GPRS o IP en 3G).

Redes de telefonía celular en Cuba

En Cuba actualmente está implementada una red de telefonía móvil basada en GSM (*Global System for Mobile Telecommunications*) desde el 1 de mayo de 2001, la cual brinda servicios de GPRS (*General Packet Radio Service*) desde el año 2004. La red de acceso posee radio-bases de dos tecnologías.

Las bandas de frecuencia en uso son la de GSM900 (y GSM850 en algunas locaciones) para los servicios de segunda generación y la banda de 2100 MHz se utiliza para la red 3G (F.C, 2014).

Este despliegue garantiza la presencia de los servicios en prácticamente todo el territorio nacional y permite el soporte de mensajería corta en el desarrollo de este trabajo.

En el país se comienza también la implantación y despliegue de las tecnologías de 3ra y 4ta generación que permitirán aún más posibilidades a estos sistemas.

Sistema operativo Android

Es un sistema operativo de carácter libre que permite el desarrollo de aplicaciones para el uso de todos los recursos incorporados a los dispositivos móviles, así como sus diversas alternativas de redes de interconexión. Está basado en Linux y utiliza herramientas de software de código abierto, está enfocado para ser utilizado en dispositivos móviles como teléfonos inteligentes, tablets, televisores, relojes y otros dispositivos. Brinda a los desarrolladores de aplicaciones una plataforma en la que se tiene acceso a todas las herramientas que un dispositivo como esos puede ofrecer. La plataforma evoluciona en la medida que la comunidad de desarrolladores pueda crear aplicaciones móviles innovadoras (Molina, 2012) (Basterra, 2015).

Potencialidades principales de Android:

- Plataforma adaptable a pantallas de mayor resolución.

- Utilización de base de datos relacional *SQLite*.
- Soporte de un gran número de tecnologías de conectividad: *GSM, EDGE, GRPS, Wi-Fi, HSDPA, LTE*.
- Soporte para *SMS* y *MMS*.
- Soporte para hardware adicional: cámara de fotos, vídeos, GPS, acelerómetros, sensores de luz, de proximidad, etc.
- Posee entornos de desarrollo, con emulador de dispositivos, herramienta de depuración de memoria.
- Soporte para pantallas multi-táctil.
- Soporte para *Bluetooth*.
- Soporte para multitarea.

Lenguaje JAVA

El lenguaje de programación Java es el utilizado tanto para las aplicaciones instaladas en dispositivos Android como la propia del servidor. Es un lenguaje orientado a objetos y diseñado para crear software altamente fiable. Para ello proporciona numerosas comprobaciones en compilación y en tiempo de ejecución. La recolección de basura elimina la necesidad de liberación explícita de memoria.

Apps y arquitectura Android

Todas las aplicaciones, tanto las incluidas en el propio Android como las creadas por desarrolladores, están escritas en lenguaje Java y pueden estar compuestas por cinco bloques de los que se hará un análisis más adelante: *Activity, Intent, Broadcast, Services* y *Content Providers*, pero no tienen que aparecer todos ellos por obligación, simplemente se utilizarán los necesarios para llevar a cabo los objetivos para los que fue diseñada dicha aplicación. Entre las aplicaciones ya instaladas en el sistema podemos encontrar un cliente de correo, navegador web, gestor de contactos, mapas o calendario entre otras (Teruel, 2010).

Es un sistema diseñado por capas, utiliza el Kernel de Linux que le da acceso a la parte hardware de los dispositivos a la par que le permite ser compatible con muchos de los drivers creados para Linux.

Servicios en Android

Son componentes sin interfaz gráfica que se ejecutan en segundo plano. En concepto, son exactamente iguales a los servicios o demonios (Garzón, 2004) presentes en cualquier otro sistema operativo. Los servicios pueden realizar cualquier tipo de acciones, por ejemplo: recibir y actualizar datos, lanzar notificaciones no intrusivas, o incluso mostrar elementos visuales si se necesita en algún momento la interacción con del usuario para obtener una confirmación.

Librería MapsForge

Librería o API de código abierto que puede utilizarse tanto online como offline (Higuera, 2012). Puede dibujar tanto mapas raster como vectorial. Su objetivo es proporcionar herramientas libres y abiertas que permitan crear fácilmente nuevas aplicaciones basadas en OpenStreetMap (Busquets, 2013) Permite el trabajo con mapas sin necesidad de estar conectado a red alguna, es decir, los mapas estarán almacenados en el teléfono para su posterior uso; es una librería libre y gratuita; tiene un rendimiento óptimo.

Resultados y discusión

Se presentan las aplicaciones implementadas en el sistema operativo Android para el trabajo de la estación de captura y envío de la posición geográfica, así como de la estación de control receptora y visualizadora de la información de posición de forma gráfica.

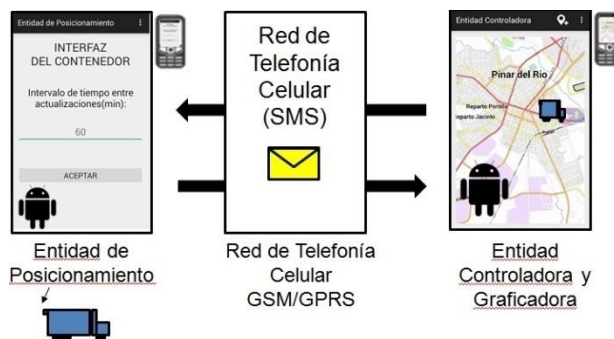


Figura 1: Arquitectura General del Sistema

A cada contenedor, previo al comienzo del traslado, se le colocó en su exterior un teléfono inteligente con sistema operativo Android. Este constituye la entidad de posicionamiento y a su vez, es el encargado del envío de la posición a través de mensajes cortos SMS de la red de telefonía celular pública. Para proveer la información de localización geográfica utiliza el módulo GPS que viene asociado a dichos teléfonos, que le permiten capturar las señales de los satélites de GPS. En esta entidad se instala una aplicación que a la llegada de un SMS con un texto que tenga un determinado código de Iniciar localización, este empieza automáticamente a enviar su posición cada cierto tiempo, previamente configurado en la aplicación y que puede ser variable en dependencia de las necesidades de cada empresa o de cada contenedor particular de una empresa. Esta posición se enviará vía SMS hacia la entidad de control. Esta inicia el proceso con el envío del código de Inicio de localización vía SMS y está constituida también por un teléfono inteligente Android y que actuará como una estación de control.

Entidad de Posicionamiento

Aplicación encargada de la recepción de las coordenadas GPS del dispositivo móvil acoplado a cada uno de los contenedores disponibles por la empresa y controlada vía SMS por la Entidad de Control.

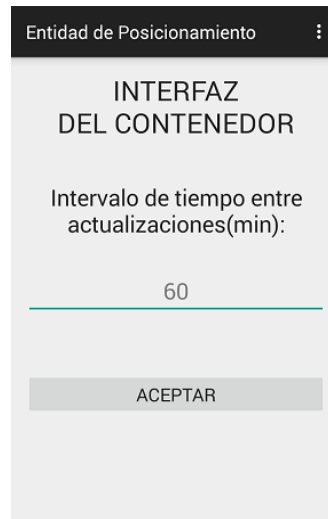


Figura 2: Interfaz Gráfica de la Aplicación en la Entidad de Posicionamiento.

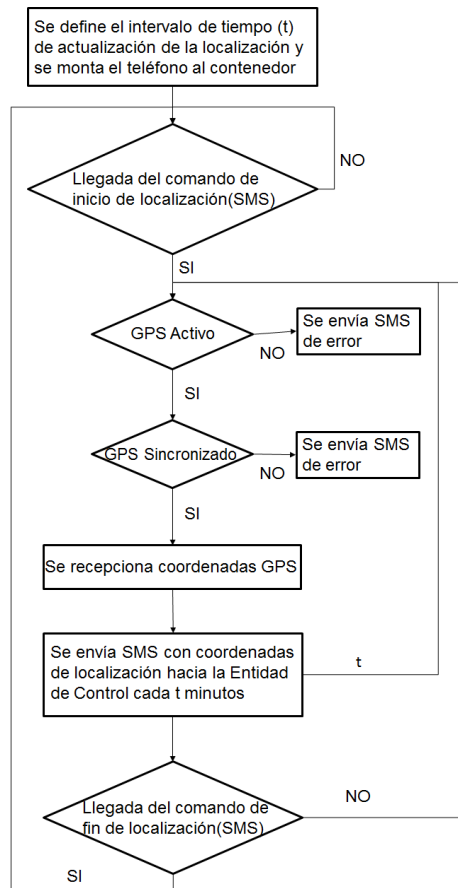


Figura 3: Diagrama en Bloque de la Entidad de Posicionamiento.

Entidad Controladora y Graficadora

Aplicación instalada en el dispositivo encargado de controlar y ubicar los contenedores en el mapa. Se establece todo el proceso del control de rutas de los contenedores disponibles, dando la posibilidad de mostrar en un mapa en tiempo real y sin necesidad de conexión a internet la ubicación de dichos a través de los mensajes SMS recibidos de las Entidades de Posicionamiento que portan las coordenadas de latitud y longitud del contenedor.

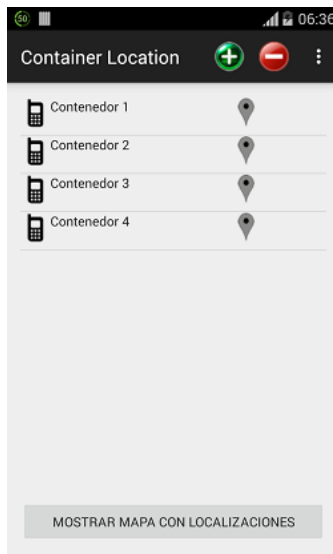


Figura 4: Interfaz principal de la aplicación controladora.

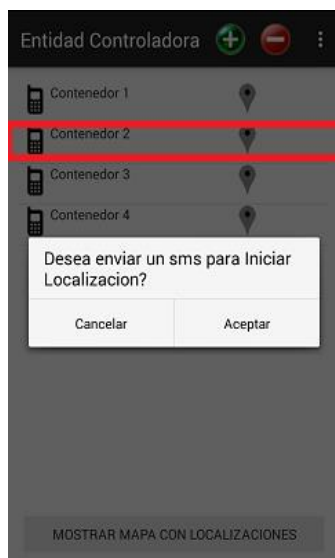


Figura 5: Inicio de Localización.



Figura 6: Mapa con Localizaciones.

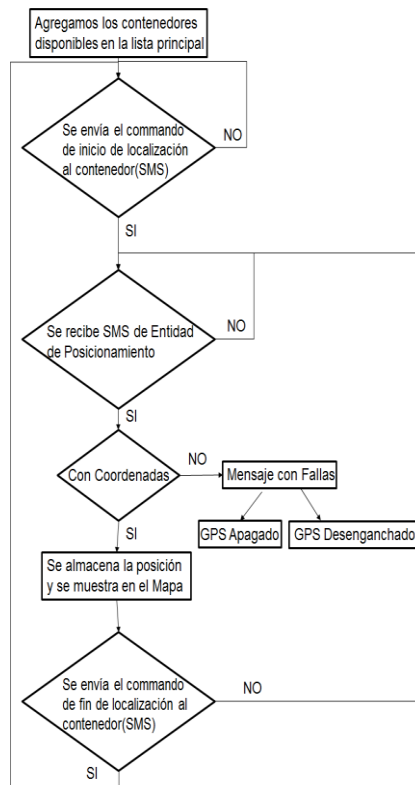


Figura 7: Diagrama en Bloque de la Entidad de Control.

Análisis de los resultados

El Sistema desarrollado fue probado en condiciones reales de funcionamiento. La aplicación en la Entidad de Posicionamiento tiene un tamaño de 1.2 MB y se instaló en un teléfono *HTC Wildfire* con una versión de Android 2.2.1. En el otro lugar la aplicación de la Entidad Controladora y Graficadora con un tamaño de 1.4 MB se instaló en un *Motorola Moto G* con una versión Android 4.4.4.

El sistema fue sometido a dos tipos de pruebas, una estática en laboratorio y otra en funcionamiento real realizando el seguimiento de una carga móvil. En las pruebas estáticas se probó con 42 horas de trabajo continuo y no ocurrió ningún tipo de fallas recibiendo 46 localizaciones.

Para la realización de la prueba dinámica se realizó el seguimiento de una carga móvil en un trayecto real en la provincia de Pinar del Río de 27 km con una frecuencia de posicionamiento de 2 minutos realizándose el graficado de los puntos.

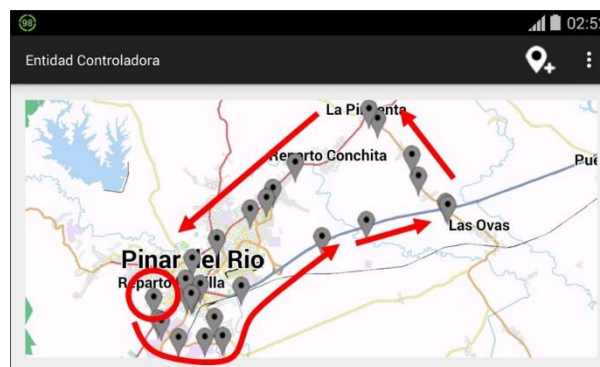


Figura 8: Resultados de la Prueba Práctica.

Todas las localizaciones recibidas de los contenedores son almacenadas en una base de datos, permitiendo a las empresas apoyarse en estos ficheros para futuros análisis del tráfico de cargas.

Conclusiones

Se logró el diseño y la implementación completa de un sistema de posicionamiento para contenedores en traslado en tiempo real y con control centralizado para la gestión integral de cargas terrestres. Se obtienen resultados satisfactorios en pruebas prácticas, demostrando viabilidad del sistema, su reducido costo y su funcionamiento fiable y robusto.

Las aplicaciones desarrolladas son de fácil instalación, no requieren mantenimiento y no están cautivas a una determinada plataforma tecnológica, esto permite la flexibilidad para la utilización de diversos teléfonos inteligentes tributando de manera efectiva a la independencia tecnológica del país en materia de nuevas tecnologías.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer el soporte tecnológico recibido por el Consejo de Universidades Flamencas (VLIR-UOS).

Referencias

- L.-C. Chen, Y.-C. Lai, Y.-H. Yeh, J.-W. Lin, C.-N. Lai y H.-C. Weng:** “Enhanced Mechanisms for Navigation and Tracking Services in Smart Phones”, Journal of Applied Research and Technology, Vol. 11, 2013.
- S. Kumar y M. A. Qadeer:** “Location based services using android (LBSOID)”, Internet Multimedia Services Architecture and Applications (IMSAA), 2011.
- Galera, J.F.:** O sistema de posicionamiento global (GPS): conceptos preliminares, 3-4, Ed. UNESP, São Paulo, 2000.
- Casanova, L.:** “Topografía Plana: Sistema de Posicionamiento Global (G.P.S.)”, 4, Ed. ULA, Mérida, 2002.
- González, J.:** “El servicio SMS: Un enfoque práctico”: Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática-UAM, México, 2002.
- F.C Yanela, V.M Yillian, F.H Nelson A. y M.R Francisco:** “Solución de LTE para Cuba”, Revista Telemática, Vol. 13, No.2, pp. 2, La Habana 2014.
- Y. J. Molina Rivera, J. Sandoval Cardona Y S. A. Toledo Franco:** “Sistema Operativo Android: Características y Funcionalidad”, Pereira, 2012.
- Basterra, Berte, Borello, Castillo y Venturi,** “Android OS Documentation”, 2015.
- F. Jordán Teruel:** “Estudio de la plataforma Android para dispositivos móviles”, Madrid, 2010.
- Garzón, M.L, Sampalo, M.A, Leyva, E. y Prieto, I.:** “Informática. Temario A. Profesores de Educación Secundaria”, 15, Ed. MAD-Eduforma, España, 2004.
- S. Higuera.:** España, MapsForge 2012. Disponible en <http://mercatorlab.com/geoinquietos/tallermapsforge/1-intro.html>. Consultado 12-3, 2016.
- Busquets A., Olivas L., Sitjar P. y Hernández T.:** “Cosas que hacer en compañía de OpenStreetMap”, VII Jornadas de SIG Libre, Girona, 2013.