

SisMo: sistema de seguridad para motocicletas

SisMo: Security system for motorcycles

COLCIENCIAS TIPO 2. ARTÍCULO DE REFLEXIÓN

RECIBIDO: ABRIL 19, 2016; ACEPTADO: MAYO 31, 2016

José Julian Ramos Rojas
josejulian_ramos@hotmail.com
Pedro Rafael Guevara Salgado
pedrosguevara@hotmail.com

Pedro José Jiménez Pérez
pedroj.jimenezp@gmail.com
Samir Oswaldo Castaño Rivera
samircastano@yahoo.com

Universidad de Córdoba, Montería-Colombia

Resumen

Este trabajo de investigación aborda los aspectos relacionados con el diseño, la construcción y la implementación de un sistema de seguridad para motocicletas mediante la utilización de dispositivos móviles bajo sistemas Android y el protocolo de comunicación Message Queue Telemetry Transport [MQTT], como estrategia en la prevención y recuperación de este tipo de vehículos, en caso de ser hurtados. El sistema desarrollado permitió realizar un seguimiento en tiempo real de la ubicación, la notificación de alertas vía móvil y el control del sistema eléctrico de la motocicleta. Es importante resaltar cómo la integración de tecnologías GPRS, GPS, Arduino y el protocolo MQTT, bajo el concepto de Internet de las cosas [IoT] facilita la comunicación entre dispositivos móviles y vehículos de transporte particular, tales como motocicletas, carros y bicicletas. Para su desarrollo, el equipo investigador partió del reconocimiento de las funcionalidades y las limitaciones de dispositivos de similar propósito disponibles en el mercado.

Palabras Clave

Sistemas de seguridad vehicular; MQTT; Android App; Arduino.

Abstract

This research addresses aspects related to the design and implementation of a security system for motorcycles through Android-based mobile devices and the communication protocol MQTT [Message Queue Telemetry Transport]. We propose a prevention and recovery strategy for this kind of vehicles, in case of being stolen. The developed system allows tracking real-time location, alert notification on mobile phone and control of the electrical system of the motorcycle. It is important to highlight that the integration of GPRS, GPS, Arduino technologies, and MQTT protocol in the context of Internet of Things [IoT], facilitates the communication between mobile devices and private transport vehicles, such as motorcycles, cars and bicycles. For its development, the research team began with the recognition of the capabilities and limitations of similar purpose devices available on the market.

Keywords

Vehicle safety systems; MQTT; Android App; Arduino.

I. INTRODUCCIÓN

El hurto de motocicletas es un fenómeno que ocurre en muchos países del mundo, puesto que este tipo de vehículo es fácil de hurtar y esconder; uno de los motivos de mayor impacto en esta problemática recae en los conductores, y es debido a la no utilización de medidas de control y seguridad, facilitándole así el trabajo a las personas que se dedican al hurto de las motocicletas (Cada día..., 2014). Según informes de la Policía Nacional, las ciudades que registran los más altos índices en robos de motocicletas son: Medellín, Bogotá y Cali.

Hasta el 31 de diciembre del 2014, en Colombia habían 6.022.451 motocicletas (Camacho, 2015). Desde el año 2004 hasta el año 2013 fueron hurtadas 143.213 motocicletas, siendo este último año el de mayor índice de robos para este tipo de vehículos, con un total de 22.751 casos. En Colombia existen distintas modalidades de hurto preferidas por los delincuentes, para el primer trimestre del año 2015 se presentaron 5.701 hurtos, en donde la modalidad conocida como el 'halado' con 3.291 hurtos represento al 57,7% de casos; seguido por el atraco con 2.280 hurtos correspondiente al 40% de los casos y el 2,3% restante está distribuido en otras modalidades de hurto, como el engaño y la escopolamina (Jiménez, 2015).

En la era de la información y la convergencia digital, “muchas tecnologías están aportando diversas soluciones interesantes al intercambio de información entre dos agentes, más precisamente, la interacción persona-objeto, entendiendo por objeto cualquier elemento que ocupe un espacio dentro del ambiente que involucra al menos una persona” (Córdoba et al., 2013, citando a Srivastava et al., 2006 e ITU, 2005), lo que ha dado paso a la Internet de las cosas [Internet of Things], un entorno donde el acceso a la información es intuitivo, rápido y eficiente, que busca la interconexión inteligente de todas las cosas y objetos del mundo físico (Minoli, 2013). Son muchas las aplicaciones y oportunidades de negocio que se pueden desarrollar con este nuevo concepto: el monitoreo de vehículos, la automatización del hogar y la gestión de infraestructuras son algunos ejemplos.

En medio de este auge de las TIC y la evolución de Internet han surgido iniciativas asociadas a mitigar el problema del hurto de motocicletas. La interconexión de dispositivos y el uso de protocolos de comunicación son algunos de los mecanismos utilizados para monitorear cualquier tipo de vehículo.

El protocolo MQTT [Message Queue Telemetry Transport] es uno de los protocolos de comunicación utilizados en la implementación de estos proyectos. Este protocolo permite la comunicación entre dispositivos móviles, utilizando muy poco ancho de banda (IBM Knowledge Center, s.f).

MQTT es un protocolo abierto diseñado para dispositivos comprimidos utilizados en aplicaciones de telemetría, que ha sido diseñado de tal manera que su aplicación en el lado del cliente es muy simple, toda su complejidad residen en el lado del *broker* (Hunkeler, Truong, & Stanford-Clark, 2008).

A continuación se detallan aspectos y características de las herramientas de seguridad que se han desarrollado, a nivel nacional e internacional, para contrarrestar o dificultar el robo de motocicletas.

A. Sistema de seguridad para motocicletas Detector OnBike

Es un sistema de seguridad para motocicletas desarrollado por la empresa Detector (Madrid, España). Entre sus funciones principales se encuentran:

- Localización del vehículo a través del Smartphone, funcionalidad que permite conocer dónde se encuentra la motocicleta, en cualquier momento, a través de una aplicación móvil, pero con un límite de treinta localizaciones al año.
- Recuperación en caso de robo, gracias al uso de tecnologías de radiofrecuencia, un detector localiza la señal del dispositivo en sitios como: garajes, contenedores metálicos o sótanos bajo tierra, lo que facilita la recuperación de las motocicletas (Un sistema..., 2013).

B. ADT Bike Security Service

En España las compañías ADT y Gps Microsat, especialistas en desarrollos con tecnología GPS, crearon un dispositivo que permite a los usuarios asegurar su motocicleta. El dispositivo fue denominado *ADT Bike Security*, y tiene las siguientes características:

- queda totalmente oculto en la motocicleta y su tamaño es parecido al de un paquete de tabaco;
- lanza un mensaje de alerta a una central de alarmas, en el caso de que el usuario sufra un accidente;
- combina la tecnología de localización por satélite GPS, con la de comunicación GSM/GPRS, utilizada en la mayoría teléfonos móviles; e

- incluye una serie de sensores que analizan las vibraciones producidas en la moto, la inclinación y el movimiento de la misma (Cano, 2007).

C. Localizador de GPS Cargo Tracker SMS

Localizador en tiempo real utilizado para seguimiento de mercadería, rastreo de vehículos y espionaje. Entre sus características, el dispositivo:

- recibe la información de las acciones del objetivo controlado, desde el celular del usuario, e implementa funciones, como alarma por exceso de velocidad o límite perimetral;
- posee una batería interna que otorga una autonomía de hasta 48 horas; y
- se puede conectar a la batería del vehículo, cargando así la batería del rastreador GPS cada vez que el vehículo este encendido (BIDCOM, 2012).

D. Proyecto Sistema de seguridad para moto "Secure Bike"

Proyecto desarrollado en la Universidad del Valle, sede Yumbo. Es un dispositivo electrónico que brinda seguridad a una motocicleta a través de un control inalámbrico para el encendido:

- enciende automáticamente la moto y trabaja con un botón de emergencia que la apaga si alguien la prende sin el consentimiento del dueño; e
- incluye un dispositivo de alarma celular, el cual llama automáticamente al celular del usuario avisándole si alguien mueve la motocicleta (Arteaga & Masmela, 2013).

E. GPS ubicación satelital, alarma GSM para motos

Sistema de ubicación satelital que permite saber dónde se encuentra ubicada la moto en todo el territorio nacional. El dispositivo (Vásquez, 2014):

- puede apagar la moto, bloquear y desbloquear el encendido y obtener las coordenadas de ubicación de la moto, a través de mensajes de texto; y
- cuenta con una plataforma Web que permite monitorear la ubicación de la motocicleta.

F. Alarma de alejamiento Thunder

En la ciudad de Medellín (Colombia) se desarrolló un dispositivo que evita el encendido de la motocicleta con un

elemento distinto de la llave. Entre sus funcionalidades, este dispositivo:

- activa una alarma sonora al mínimo contacto con la motocicleta;
- permite encender y apagar el vehículo a distancia;
- cuenta con una alarma que trabaja de forma automática; y
- apaga de forma automática la motocicleta al alejarse cien metros del control de la alarma, con el fin de evitar el robo motocicleta (Alarmas Medellín, 2014).

Este trabajo realiza contribuciones significativas al construir un sistema unificado de comunicación hardware-software orientado a la seguridad para motocicletas, mediante la utilización de tecnologías como Arduino, GPRS, GPS, Protocolo MQTT y Android. El sistema desarrollado permitió realizar: seguimiento en tiempo real de la ubicación, control del sistema eléctrico de la motocicleta y notificaciones *push* vía móvil. Este proyecto integra las mejores funcionalidades encontradas en las tecnologías citadas en un sistema de seguridad para motocicletas que cubre las necesidades del usuario, en cuanto a la prevención y recuperación de vehículos.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

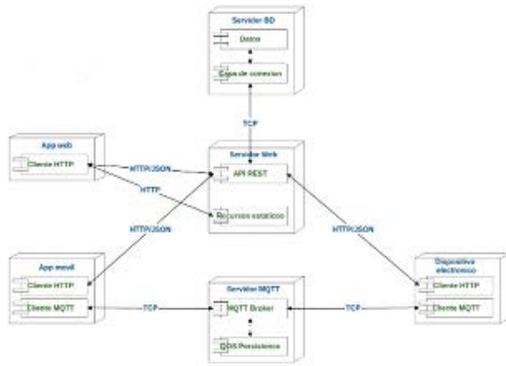
A continuación se describen las etapas o fases que comprenden el desarrollo del sistema de seguridad para motocicletas (SisMo):

A. Diseño de la arquitectura de SisMo

La arquitectura de SisMo está integrada por diferentes componentes de software y hardware, como se ilustra en la Figura 1, en la cual se puede apreciar:

- un dispositivo electrónico, construido con la plataforma Arduino;
- una aplicación Web desarrollada con tecnologías HTML5, CSS3 y JavaScript;
- un servidor Web desarrollado con *Node.js*, alojado en un hosting de Heroku;
- un servidor MQTT alojado en un hosting de HIVEMQ;
- una base de datos *MongoDB*, alojada en un hosting *MongoLab*; y
- una aplicación móvil desarrollada de forma nativa para el sistema operativo Android.

Figura 1. Diagrama de Componentes



B. Construcción del dispositivo electrónico

Para el desarrollo del dispositivo electrónico se utilizó una placa Arduino Leonardo –dispositivo móvil que permite la conexión con el sistema– y algunos componentes electrónicos para monitorear y controlar la motocicleta (ver Figura 2). El desarrollo de este dispositivo electrónico consta de dos etapas:

Dispositivo electrónico

Construido utilizando una placa Arduino Leonardo y un dispositivo móvil con tecnología GSM/GPRS/GPS que le permite al Arduino la comunicación con el software del SisMo. El dispositivo se conecta a un *relé* digital, encargado de controlar el paso de la corriente eléctrica; también tiene conectado un pulsador que informa al Arduino si el seguro de la moto esta puesto o no.

Software de operación

Para la programación del dispositivo se utilizó el IDE (*Integrated Development Environment*) oficial de Arduino llamado *Arduino IDE* y se programó con el lenguaje *Processing*. Se utilizaron las librerías adicionales para trabajar con el protocolo MQTT; esta parte es clave en el sistema, porque permite a la motocicleta establecer comunicación con las otras partes del sistema.

Figura 2. Elementos del dispositivo electrónico



C. Componentes software que integran el SisMo

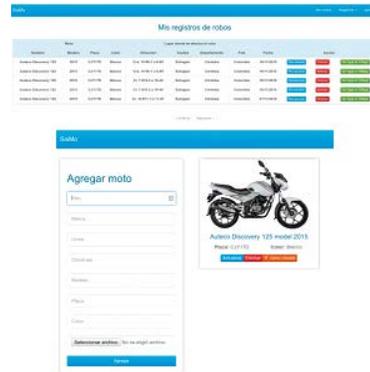
Los componentes software que integran el SisMo, son: una aplicación Web, Web Services tipo REST, una base de datos y una aplicación móvil, todo esto haciendo uso de lenguajes de programación como: *Java*, *JavaScript* y *Processing*.

Aplicación Web

Para su desarrollo se utilizaron tecnologías HTML5, CSS3 y JavaScript soportadas bajo el servidor *Web Node.js*. Las funcionalidades principales del sistema son:

- gestión de login para los usuarios;
- registro de información de usuarios y vehículos;
- visualización de informes de seguimiento a motocicletas hurtadas y ubicación del sitio del robo (ver Figura 3).

Figura 3. Interfaz de la aplicación Web



Servicios Web

Se desarrollaron dos servicios Web tipo REST:

- inicio de sesión, que permite obtener un objeto tipo *JSON*, que indica si el usuario y la clave han sido válidos; y
- consulta de información de motocicletas, que permite obtener una lista de objetos *JSON* que identifican la información de cada una de las motocicletas.

Para desarrollar los servicios tipo REST con *JavaScript* v.6, se utilizó la librería *Babel*, con el objetivo de migrar código *JavaScript* de estándar ECMAS ES6 a ES5. Esta librería permite utilizar las funcionalidades nuevas de *JavaScript* (ES6), que *Node.js* no soporta de manera nativa. Además, el servidor se desarrolló utilizando el editor *Sublime Text 3*.

Base de Datos

El motor de base de datos seleccionado fue *MongoDB*, en él se crearon esquemas para: usuarios, motocicletas, motocicletas robadas y motocicletas recuperadas (Ver Figura 4).

Figura 4. Esquema para motos y motos robadas

```

motos = {
  id: ObjectId,
  userId: ObjectId,
  mac: string,
  brand: string,
  line: string,
  model: int,
  plate: string,
  color: string,
  cylinderCapacity: int,
  image: string,
  imageEncodeType: string,
  status: {
    monitoring: string,
    electricalFlow: string,
    safetyLock: string,
    parkingLatitude: double,
    parkingLongitude: double
  }
}

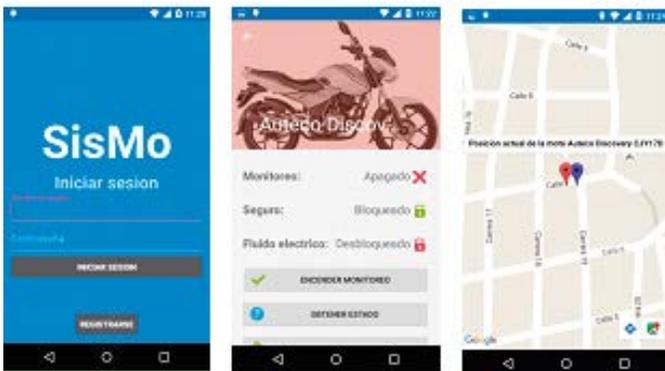
thefts = {
  id: ObjectId,
  userId: ObjectId,
  moto: {
    mac: string,
    brand: string,
    line: string,
    model: int,
    plate: string,
    color: string,
    cylinderCapacity: int
  },
  location: {
    latitude: string,
    longitude: string,
    country: string,
    department: string,
    city: string,
    address: string
  },
  date: {
    year: int,
    month: int,
    day: int
  }
}

```

Aplicación móvil

La aplicación móvil es una App nativa para el sistema operativo Android, en cuya construcción se utilizó el entorno de desarrollo oficial de Android llamado *Android Studio*. En este IDE se implementó todo el código necesario para el funcionamiento de dicha aplicación móvil. Es importante destacar el uso de la librería *PAHO*, la cual permite trabajar con el protocolo MQTT. En la Figura 5 se observan el diseño de las interfaces de la aplicación móvil.

Figura 5. Interfaz de la aplicación móvil



Las funcionalidades de la aplicación móvil se dividen en inicio de sesión y monitoreo del estado de la motocicleta (estacionada o posiblemente robada). Cuando la motocicleta está estacionada la App móvil ofrece las siguientes funciones:

- activar y desactivar el monitoreo del sistema remotamente;
- mostrar la ubicación de la motocicleta en cualquier momento;
- mostrar notificaciones de los elementos monitoreados por el hardware, como seguro y posición de la motocicleta; y
- guardar datos de la motocicleta, esto es, fotos, número de placa, color, modelo y cilindraje.

Cuando la motocicleta se encuentra posiblemente robada, la aplicación móvil permite al usuario:

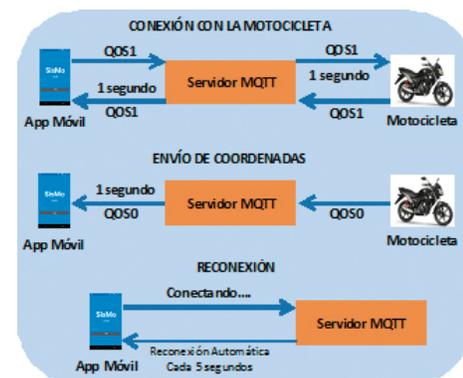
- rastrear y mostrar en tiempo real la ubicación de la motocicleta; y
- subir al sitio web el reporte de que la moto ha sido robada o recuperada.

III. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A. Pruebas de conexión con SisMo

La aplicación móvil utiliza el protocolo MQTT como mecanismo de envío y respuesta para las peticiones realizadas por los clientes (App móvil o la motocicleta). La Figura 6 especifica el esquema de conexión.

Figura 6. Esquema de conexión del SisMo con el servidor MQTT



Mediante pruebas al sistema se determinó que el tiempo óptimo de respuesta a cada petición es de dos segundos, en el mejor de los casos; sin embargo, los tiempos de respuesta oscilaron entre seis y diez segundos cuando la señal de cobertura GPRS/GSM disminuía.

B. Pruebas con el seguro de la moto

Se verificó que la App móvil fue capaz de monitorear el estado actual del seguro de la motocicleta, notificando al usuario cuando éste se encontraba puesto o no. Para el

caso hipotético de un robo, se activó el monitoreo de la motocicleta, quitando el seguro; estando activo el monitoreo, el usuario pudo recibir la alerta correspondiente.

En las pruebas, se encendió la motocicleta y se activó el monitoreo desde la App, con el fin de verificar que la moto se apagara y bloqueara el encendido, de manera remota. Como resultado, al activar el monitoreo, la moto se apagó inmediatamente y no se pudo volver a encender usando el encendido electrónico o la palanca de encendido, hasta desactivar el monitoreo.

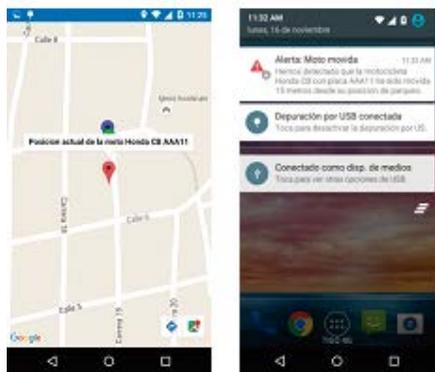
C. Pruebas de desplazamiento

Sin haber activado el monitoreo, el sistema fue capaz de mostrarle al usuario la ubicación donde estaba parqueada la moto, a través de *Google Maps*.

En la siguiente prueba se activó el monitoreo del sistema y se empezó a mover la moto desde el punto inicial, verificando que llegaron al móvil del usuario alertas de desplazamiento, a los cinco, quince y veinticinco metros, respecto del punto de referencia.

Cuando la motocicleta pasó de los veinticinco metros de distancia del punto de referencia, se lanzó una alerta en la aplicación del usuario para rastrear la motocicleta en un mapa de *Google Maps*.

Figura 7. Pruebas de desplazamiento SisMo



En conclusión, en el desarrollo de este proyecto, se logró construir un sistema de seguridad para motocicletas (SisMo), capaz de monitorear y enviar notificaciones a los usuarios en intervalos cortos de tiempo, a través de una aplicación móvil. Para garantizar la comunicación de las aplicaciones con el dispositivo de monitoreo instalado en la motocicleta, se utilizaron las tecnologías GPRS/GSM y el protocolo de comunicación MQTT. A futuro se puede

ofrecer la App móvil de monitoreo para otras plataformas diferentes al sistema operativo Android.

IV. REFERENCIAS

- Alarmas Medellín. (2014, marzo 20). Alarma Thunder en moto FZ16 [video]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=3n252qgFfls>
- Arteaga, R. & Masmela, J. (2013, junio 18). *Proyecto sistema de seguridad para moto*. [Video]. Yumbo, Colombia: Universidad del Valle. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=E5s22Gc0yms>
- Bidcom. (2016). GPS Cargo Tracker SMS. Recuperado de: <http://www.bidcom.com.ar/gps-cargo-tracker-sms/>
- Cada hora en el país se roban dos motocicletas. (2014, julio 13). *El Nuevo Siglo*. Recuperado de: <http://www.elnuevosiglo.com.co/articulos/7-2014-cada-hora-en-el-pa%C3%ADs-se-roban-dos-motocicletas.html>
- Camacho, C. (2015, febrero 6). Colombia es un país que devora motocicletas. *El Tiempo*. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/revista-motor/actualidad/tecnologia/colombia-pais-devora-motocicletas/20911>
- Cano, J. (2007, mayo 27). ¡Adiós a los robos de motos! - *elmundo.es*. Recuperado de: [en:http://www.elmundo.es/elmundomotor/2007/05/24/usuarios/1180021269.html](http://www.elmundo.es/elmundomotor/2007/05/24/usuarios/1180021269.html)
- Córdoba, C., Burbano, M., Lame, H., Salazar, M., Ramírez, G., Solarte, M., & Herrera, O. (2013). Assessment of ubiquitous systems based on e-Campus and Near Field Communication in a college environment. *Sistemas & Telemática*, 11(27), 55-76. doi:<http://dx.doi.org/10.18046/syt.v11i27.1695>
- Hunkeler, U., Truong, H. L., & Stanford-Clark, A. (2008). MQTT—S—A publish/subscribe protocol for wireless sensor networks. En: *3rd International Conference on Communication Systems Software and Middleware and Workshops, 2008, COMSWARE 2008* (pp. 791-798). IEEE. doi: 10.1109/COMSWA.2008.4554519
- IBM Knowledge Center. (2014). *Introducción a MQTT*. Recuperado de: http://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SS9D84_1.0.0/com.ibm.mm.tc.doc/tc00000_.htm
- Jiménez, C. (2015, mayo 27). Todos los días se roban 64 motos en ciudades capitales de Colombia. *El Tiempo*. Disponible en:<http://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/robo-de-motos-en-colombia-aumentan-los-casos-en-el-2015/15831737>
- Minoli, D. (2013). *Building the internet of things with IPv6 and MIPv6: The evolving world of M2M communications*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Un sistema de seguridad para mi moto, ¿Quizás Detector OnBike?* (2013, septiembre 6). Recuperado de: <http://www.motorpasionmoto.com/tecnologia/un-sistema-de-seguridad-para-mi-moto-quizas-detector-onbike>
- Vásquez, O. (2014, mayo 8). Alarma GPS satelital para motos original Alarcom [video]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=Qizp8emXD8w>

CURRÍCULOS

José Julian Ramos Rojas. Ingeniero de Sistemas, miembro de los semilleros de investigación del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Córdoba (Montería, Colombia). Ponente en el II Congreso Internacional de Ingeniería de Sistemas, realizado por dicha Universidad.

Pedro José Jiménez Pérez. Ingeniero de Sistemas, miembro de los semilleros de investigación del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Córdoba (Montería, Colombia). Ponente en: II Congreso Internacional de Ingeniería de Sistemas, IX Encuentro Departamental de Semilleros de Investigación, y XVII Encuentro Nacional y XI Internacional de Semilleros de Investigación.

Pedro Rafael Guevara Salgado. Docente del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones de la Universidad de Córdoba (Montería, Colombia). Magister en Software Libre, Especialista en Informática y Telemática, e Ingeniero de Sistemas. Miembro del grupo de investigación Socrates de la Universidad de Córdoba.

Samir Oswaldo Castaño Rivera. Docente del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones de la Universidad de Córdoba (Montería, Colombia). Magister en Software Libre, Especialista en Informática y Telemática, e Ingeniero de Sistemas. Director del grupo de investigación Socrates de la Universidad de Córdoba.