

Dispositivo de seguridad IoT soportado por sensores para el monitoreo de bicicletas

IoT safety device supported by sensors for bicycle monitoring

^aEdwin Barrientos Avendaño, ^bJosé María Pérez Yáñez, ^cDewar Rico-Bautista

 Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, aebarrientos@ufpso.edu.co. Ocaña, Colombia

 Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, jmperezy@ufpso.edu.co. Ocaña, Colombia

 Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, dwricob@ufpso.edu.co. Ocaña, Colombia

Recibido: Mayo 22 de 2021 **Aceptado:** Agosto 27 de 2021

Forma de citar: E. Barrientos-Avedaño, J.M. Pérez-Yáñez, D.Rico-Bautista, "Dispositivo de seguridad IoT soportado por sensores para el monitoreo de bicicletas", *Mundo Fesc*, vol 11, no. S3 pp. 7-20, 2021.

Resumen

La fabricación de dispositivos del internet de las cosas enfocados a la seguridad ciudadana específicamente al monitoreo en tiempo real de artículos como bicicletas, busca que desde la academia los estudiantes puedan fortalecer sus competencias en el desarrollo de Software, Electrónica y Telecomunicaciones bajo el contexto de aportar a problemáticas que las sociedades están sufriendo constantemente como lo es el robo de bicicletas, flagelo de gran impacto en las principales ciudades de Colombia. Como objetivo principal de la investigación gira alrededor de temáticas del Internet de las Cosas y BigData, desarrollando un dispositivo adaptable a bicicletas que permite en tiempo real detectar cuando la bicicleta fue robada gracias a sensores y conexión a internet, permitiendo localizarla por medio de un mapa interactivo, soportado por una aplicación móvil que visualiza el lugar preciso donde se encuentra la bicicleta. Como metodología se realizó una investigación aplicada bajo un nivel de análisis descriptivo, llevando el desarrollo por una primera fase donde se desarrolló un estado del arte para dar soporte al proyecto y así lograr definir los requisitos funcionales y no funcionales, junto al modelamiento del sistema. Una segunda fase que permitió identificar el hardware a ser utilizado para la construcción del dispositivo IOT y una tercera fase de pruebas e implementación. Como resultado se obtuvo un dispositivo IOT soportado por sensores junto a una aplicación móvil que permite monitorear en un mapa la bicicleta y alimentar en tiempo real una base de datos no relacional para realizar BigData. Con dicho dispositivo se logra contribuir a mejorar la seguridad ciudadana e impactar en labores de recuperación de bicicletas una vez estas sean hurtadas por delincuentes.

Palabras clave: BigData; IoT; georreferenciación; sensores; seguridad.

Autor para correspondencia:

*Correo electrónico: mawencyvergel@ufps.edu.co



Abstract

The manufacture of internet of things devices focused on citizen security specifically to the real-time monitoring of items such as bicycles, seeks that from the academy students can strengthen their skills in the development of Software, Electronics and Telecommunications under the context of contributing to problems that societies are constantly suffering such as bicycle theft, a scourge of great impact in the main cities of Colombia. The main objective of the research revolves around the themes of the Internet of Things and BigData, developing a device adaptable to bicycles that allows detecting in real time when the bicycle was stolen thanks to sensors and internet connection, allowing it to be located by means of a map interactive, supported by a mobile application that visualizes the precise place where the bicycle is. As a methodology, an applied research was carried out under a descriptive analysis level, taking the development through a first phase where a state of the art was developed to support the project and thus achieve the definition of functional and non-functional requirements, together with the modeling of the system. A second phase that allowed identifying the hardware to be used for the construction of the IOT device and a third phase of testing and implementation. As a result, an IOT device supported by sensors was obtained together with a mobile application that allows monitoring the bicycle on a map and feeding a non-relational database in real time to perform BigData. With this device, it is possible to contribute to improving public safety and impacting bicycle recovery efforts once they are stolen by criminals.

Keywords: BigData; IoT; georeferencing; sensors; security.

Introducción

El objetivo principal de esta investigación es mencionar el proceso formativo del ingeniero de sistemas a través de proyectos encaminados a impactar en la sociedad buscando una sinergia entre la academia, la investigación y la sociedad, proyectos de este tipo buscan que estudiantes de semilleros de investigación, visualicen problemáticas del entorno proponiendo alternativas de solución en base a tecnología soportada por dispositivos electrónicos que conectados a internet puedan ayudar a mejorar la convivencia ciudadana, ya que la seguridad en las principales ciudades colombianas es cada vez más preocupante y en específico el robo constante de bicicletas, estadísticas de la secretaria Distrital de Seguridad, Convivencia y Justicia de Bogotá Colombia informo que en el año 2020 hubo un incremento del 32% en cuanto al hurto de bicicletas en Bogotá, con alrededor de 10.600 casos, siendo la ciudad en Colombia con más afectaciones de hurto, asociado a que en la capital circulan según datos de la Secretaria de Movilidad 1.5 millones de bicicletas, lo que

genera gran motivación científica a contribuir desde diferentes enfoques de seguridad, proponiendo múltiples estrategias que impacten positivamente en reducir el hurto de bicicletas. Desde la academia se quiere aportar con la construcción de un dispositivo que se pueda embeber en los marcos de las bicicletas, logrando pasar desapercibidos, que sea difícil de remover por las personas, con sensores de movimiento que genere alertas al interesado una vez la bicicleta sea movida de forma brusca, soportada por una aplicación móvil conectada a internet para el monitoreo constante a través de georreferenciación [1]. Con dicho dispositivo se busca facilitar a las autoridades y dueños de bicicletas localizar fácilmente a través de mapas donde se puede encontrar la bicicleta robada generando un impacto positivo en las labores de recuperación.

Unos de los desafíos que tiene el internet de las cosas son los aspectos de seguridad de la información [2], como lo es confidencialidad, integridad y confidencialidad. Por ser dispositivos con características bajas en procesamiento y almacenamiento muchos

no cuentan con controles de seguridad robusta [3], como los puede llegar a tener una computadora personal. Por tal razón es de vital importancia establecer mecanismos que minimicen el riesgo de una incidencia de seguridad y es por esto que estudios realizados como Mecanismos de seguridad en el internet de las cosas [4], establecen buenas prácticas de seguridad, generando estrategias de control y protección en tecnologías de hardware y software.

El incremento exponencial del internet inalámbrico de alta velocidad impulsado por las nuevas tecnologías de conexión como 4G y 5G [5], han logrado que en los últimos años se encuentren gran cantidad de dispositivos inteligentes [6]. Dan soporte a tareas cotidianas de las personas como relojes inteligentes, cámaras inteligentes, neveras, televisores, hornos, alarmas y en general elementos que recogen datos del entorno y son enviados la nube para su posterior almacenamiento y procesamiento [7], generando un ecosistema de intercambio de información entre dispositivos donde todos están comunicados con procesos de automatización y control generando autoaprendizaje, ya que gracias a la inteligencia artificial [8], [9], los dispositivos pueden aprender de otros dispositivos dando la sensación de ubicuidad en el entorno. La seguridad de personas, elementos y lugares también es un sector donde el internet de las cosas viene impactando [10]–[13], ya que gracias al conectividad en tiempo real se puede conocer con precisión donde se encuentra un elemento en específico, conocer el estado de salud de una persona y saber quién entra o sale de un lugar [14]–[16], tecnologías como la georreferenciación [17]–[19], es un complemento fundamental para lograr tener a través de mapas y software especializado el control de lo que se este asegurando.

Para la construcción de dichos dispositivos

electrónicos se utilizan sensores con funcionalidades acordes a la problemática que se esté solucionando, el hardware debe ir acoplado a los protocolos de comunicación que se vayan a utilizar buscando siempre la eficiencia y eficacia en el manejo de recursos, el estudio realizado por [20]–[23], realizan una revisión sistemática identificando en la industria y la academia el uso de los diferentes protocolos de interconexión que más sobresalen y logran tener una interoperabilidad que buscan la correcta implementación del internet de las cosas (IoT) dentro de entornos empresariales y el hogar [23]–[26]. Adicionalmente se puede decir que este tipo de proyectos resaltan el papel que debe tener las universidades, como organizaciones de alto impacto en la sociedad [27], apuntándole al emprendimiento que se debe dar desde las universidades, despertando el espíritu emprendedor de los estudiantes [28].

Materiales y métodos

Para el desarrollo del dispositivo electrónico con conectividad a internet que permitiera monitorear en tiempo real la ubicación de una bicicleta soportada por una aplicación móvil fue basada en la investigación aplicada con un nivel de análisis descriptivo con el fin de identificar los diferentes aspectos funcionales que debería tener la aplicación móvil y el hardware necesaria para la construcción del dispositivo [29], [30]. Se definieron tres fases, la primera fase se realizó un estado del arte para identificar que tecnología de hardware existe actualmente para el desarrollo de dispositivos IOT y metodológicamente fue basado en el enfoque de desarrollo ágil Scrum para realizar las historias de usuario que permitió definir los requisitos funcionales y no funcionales del sistema, adicionalmente junto al lenguaje de modelado unificado UML se realizó el modelamiento del sistema teniendo en cuenta aspectos que permitieran lograr establecer una base de datos en nube

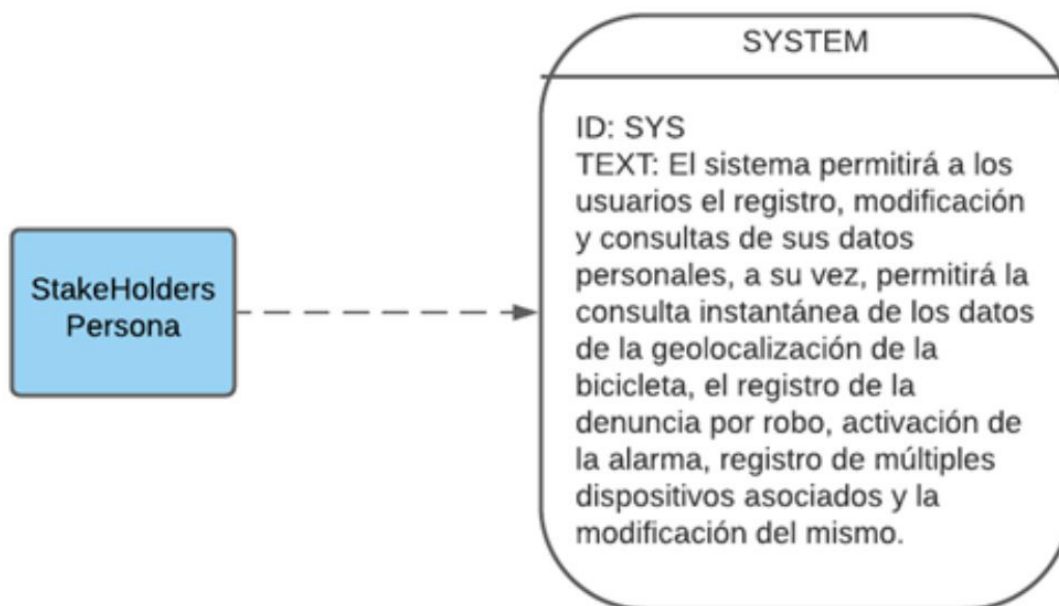
que permita realizar BigData [31], [32], [33], bajo herramientas que soporten la toma de decisiones al momento de sugerir una ruta segura del origen al destino. Una segunda fase que permitió identificar el hardware a ser utilizado para la construcción del dispositivo IoT [34], [35], respaldados por el estado del arte que permitiera tener una visión de los elementos a utilizar en la fabricación del dispositivo y una tercera fase de pruebas del sistema donde se validó que los sensores y el módulo de la Simcard del dispositivo estuviera enviando correctamente las señales a internet como

la Latitud y Longitud de la ubicación de la bicicleta para luego ser graficada en un mapa logrando monitorear en tiempo real.

Resultados y discusión

Para el desarrollo del dispositivo se plateo como primera medida los StakeHolders [43], del sistema, teniendo como resultado el Tipo de usuario que tiene permitido realizar consultas, registros y modificación de datos registrados una vez adquieran el dispositivo planteándose el diagrama de contexto, ver Figura 1.

Figura 1. Diagrama de contexto.



Como requisitos funcionales y no funcionales de la ampliación móvil que dará soporte al dispositivo electrónico instalado en el marco de la bicicleta, ver Tabla 1:

Tabla 1. Descripción de los requisitos funcionales

REQUISITOS DE LA APLICACIÓN MÓVIL	
NOMBRE	DESCRIPCIÓN.
RF01	Loguearse en el sistema.
RF02	Generar notificaciones.
RF03	Generar denuncia de robo.
RF04	Consultar mapa de geolocalización.
RF05	Generar anuncios.
RF06	Gestionar la información (CRU) (Nombres, Apellidos, documento, email, teléfono, ID del dispositivo, edad, dirección, clave de acceso).
RF07	Gestionar alarma (CU).
RF08	Gestionar dispositivo (CRU).

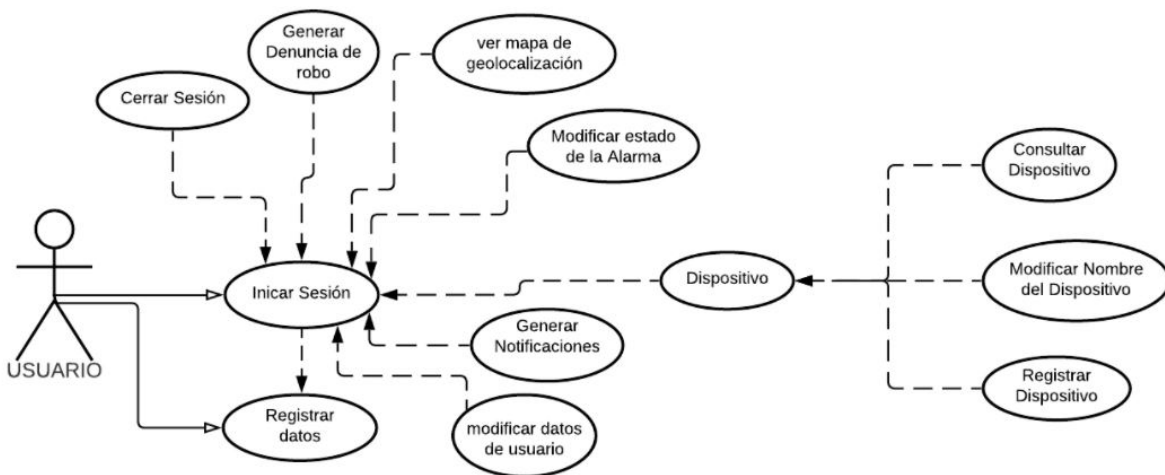
Una vez se tienen los requisitos funcionales se procede a realizar panorama global de las distintas funcionalidades del sistema de monitoreo de bicicletas. Por tal razón basados en la metodología ágil Scrum se realizó el mapeo de las historias de usuario, ver Figura 2.

Figura 2. Mapeo de historias de usuarios.



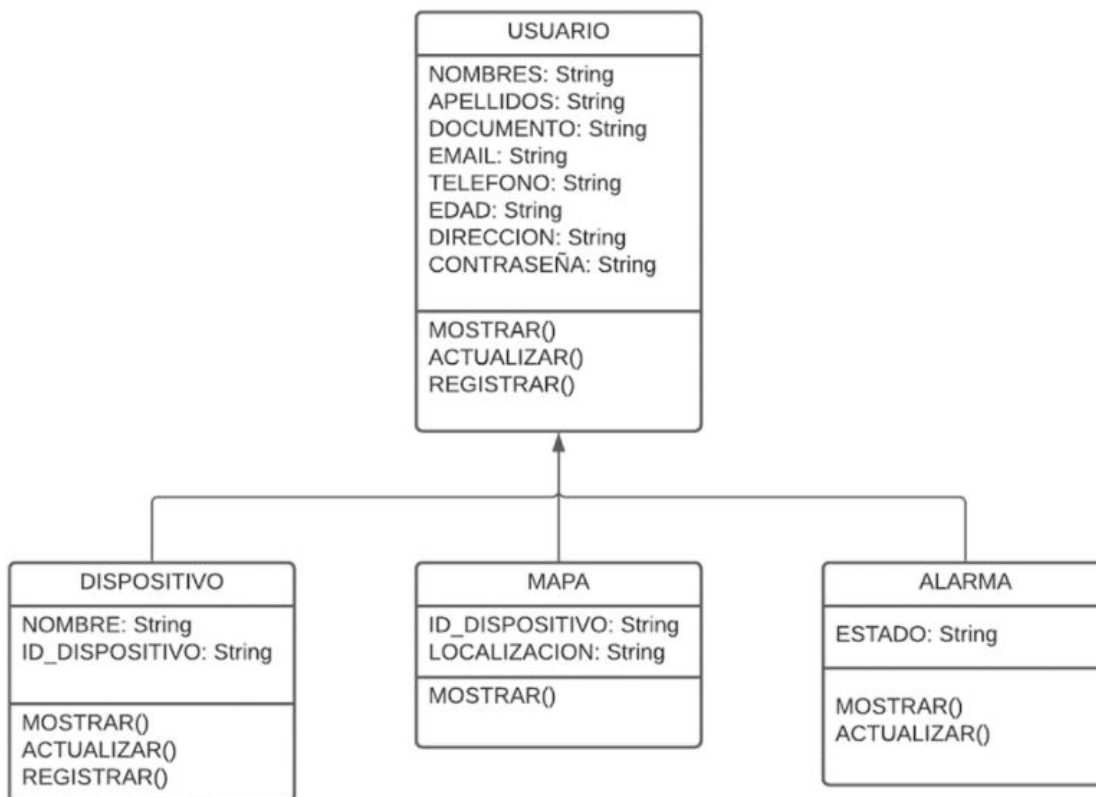
Soportados en el lenguaje de modelado unificado UML, se realizó el diagrama de casos de uso donde se evidencia el actor principal del sistema y la interacción que tendrá con el dispositivo a través del aplicativo móvil, ver Figura 3.

Figura 3. Diagrama de casos de uso.



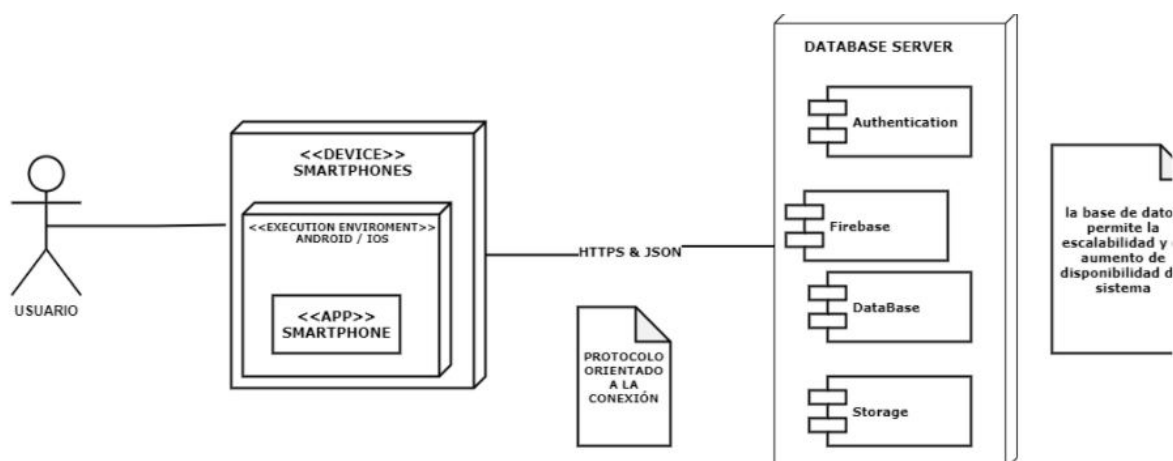
En la Figura 4, se observa el diagrama de clases el cual dará la base para construir la estructura de programación bajo el paradigma orientado a objetos, de tal forma que se pueda obtener una aplicación escalable y mantenible en el tiempo.

Figura 4. Diagrama de clases.



El diagrama de despliegue muestra la arquitectura de ejecución del dispositivo IOT junto al aplicativo móvil, donde se aprecia el entorno sobre el cual se ejecutará el hardware enviando datos al aplicativo en tiempo real bajo el contexto físico cuando el dispositivo sea instalado en la bicicleta objeto a ser monitoreada, ver Figura 5.

Figura 5. Diagrama de despliegue.



El desarrollo del dispositivo fue basado en el siguiente hardware el cual permitió entender cómo funciona la parte electrónica y de redes basados en sensores y tarjetas de red. Arduino es una placa para construir dispositivos electrónicos de código abierto [44], está basada en hardware y software libre [45], [46], flexible y fácil de utilizar para los investigadores dedicados a aspectos de microcontroladores y el internet de las cosas, ver Figura 6.

Figura 6. Arduino uno. Fuente: González López, D. E. 2021.



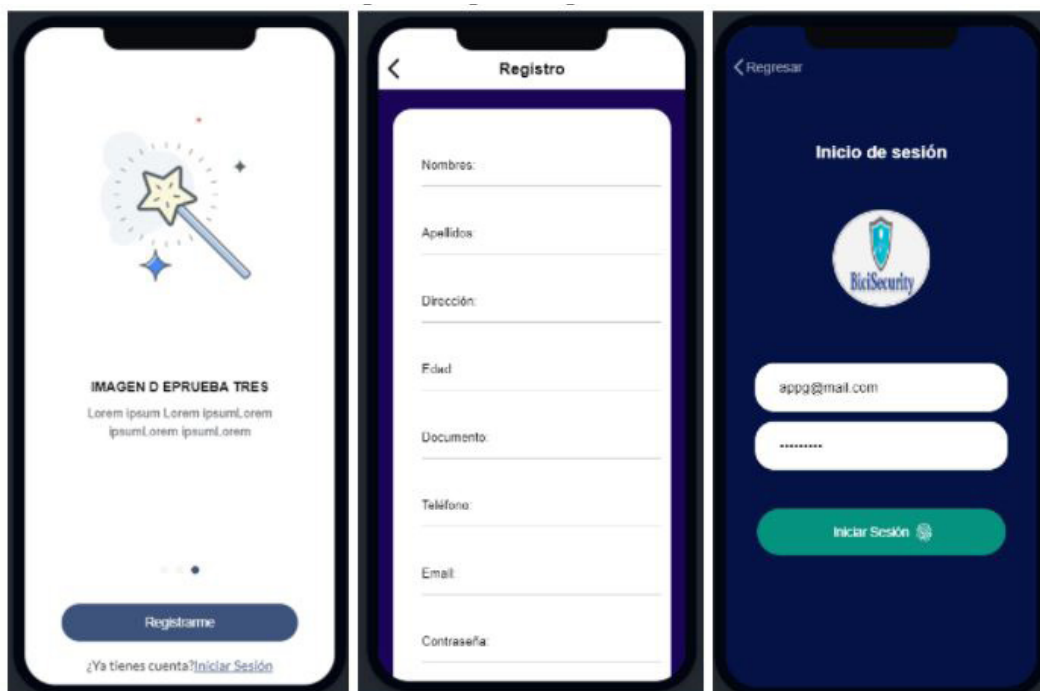
El GPRS SIMCOM SIM900 GSM Quad band GSM shield es una tarjeta ultra compacta de comunicación inalámbrica. Este dispositivo permitió lograr enviar la información de ubicación latitud y longitud del lugar donde se encuentra la bicicleta monitoreada a través de un mensaje de texto el cual es recibido y procesado por la aplicación móvil instalada en el celular del usuario, el cual a través de un mapa se puede georreferenciar y ver la ruta donde esta la bici en caso de ser robada, ver Figura 7.

Figura 7. SIM900-1040s.



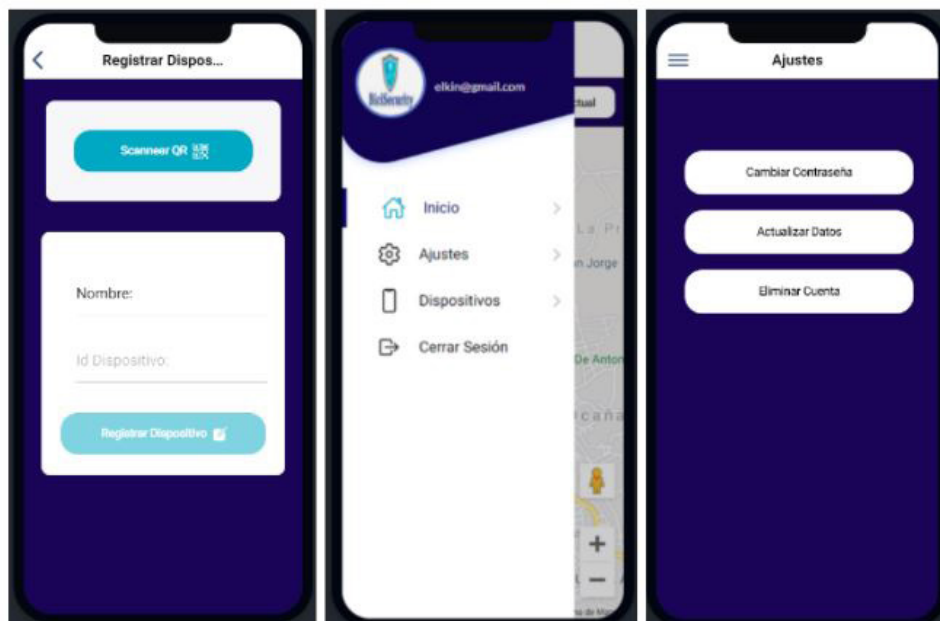
Cuando la bicicleta sufre un movimiento brusco el Sensor de vibración sensor SW-420, el cual tienen integrado comparador LM393 integrado programado en el Arduino para que a través de los parámetros se genere una salida digital que alerta de robo y esta sea enviada gracias a la tarjeta SIM instalada en el dispositivo conectado a internet por un operador celular de la región donde se encuentre el usuario con su bicicleta. El software desarrollado para dispositivos móviles podrá ser descargado directamente de tiendas de distribución de APP destinadas para tal fin, una vez se descarga la aplicación los usuarios se encontrarán con las siguientes interfaces gráficas por medio del cual se logra interactuar y monitorear la bicicleta, primero se debe realizar un registro al sistema con los datos de interés para la plataforma, ver Figura 8.

Figura 8. Registro e ingreso al sistema.



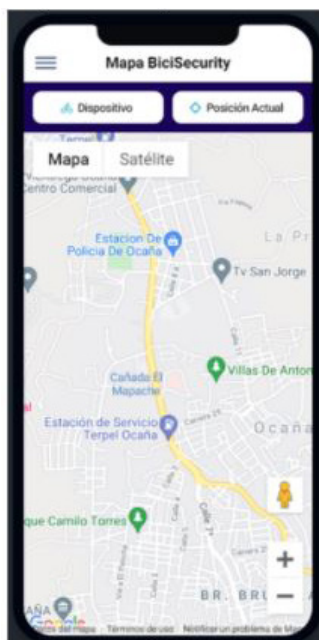
Una vez el usuario entra al sistema se encuentra con un menú de opciones que permitirá entre varias funcionalidades realizar cambios en los datos personales, cambio de contraseñas si se desea cambiar por política de seguridad, registrar los dispositivos que el usuario haya adquirido en las tiendas autorizadas para su distribución todo esto a través de interfaces gráficas fáciles de usar bajo estándares sugeridos por la industria de desarrollo de software para móviles, donde a través de una interfaz gráfica específica los usuarios podrán, de dos formas, escaneando el código QR que viene el dispositivo o digitando el id del dispositivo anexando al control de monitoreo cuantos dispositivos haya comprado para ser instalados en las bicicletas a controlar desde la aplicación, ver Figura 9.

Figura 9. Opciones en el sistema.



Cuando los usuarios registran los dispositivos estos comienzan a emitir la señal a través del sistema, para que en caso de que la bicicleta sea robada, la app será el medio por el cual a través de una interfaz gráfica se puede ver en el mapa la ubicación de la bicicleta para ser ubicada por los interesados (figura 10). Es importante resaltar que el dispositivo tiene configurado unos parámetros asociados al sensor de movimiento de tal manera que cuando la bicicleta este quieta esta no registra datos a internet, solo se activa la georreferenciación cuando se sufra de un movimiento brusco, es ahí cuando se comienza a monitorear ya que el contexto del dispositivo es no consumir ancho de banda cuando esta parqueada la bicicleta.

Figura 10. Mapa en el sistema.



El internet de las cosas establece una brecha entre las tareas que los seres humanos pueden realizar y las capacidades de las máquinas para procesar información, el solo hecho de tener dispositivos conectados 24 horas del día 7 días de la semana realizando labores que antes los seres humanos realizaban, hacen que dicha tecnología adquiera un papel predominante en labores cotidianas de la gente, aspectos relacionados con seguridad ciudadana el internet de las cosas generarían ciudades más seguras, por tal razón se sugiere realizar una sinergia entre el sector académico y los entes encargados de la seguridad como la policía, ejército y fiscalía para crear estrategias encaminadas a proyectos de investigación que busquen reducir incidencias de seguridad, con enfoques disuasivos y preventivos de tal manera que los delincuentes se sientan vigilados y monitoreados por dispositivos como sensores, alarmas, cámaras y demás elementos que hoy en día la tecnología ofrece para ser implementados de la mejor manera en el contexto de la problemática a resolver. Por tal razón el dispositivo construido tiene una posibilidad bastante alta de llegar a ser comercializado ya que estadísticas de la alcaldía de Bogotá Colombia estableció en su portal en internet que en la pandemia el uso de la bicicleta para abril de 2020 se registraban 360.000 viajes diarios en bicicleta y a diciembre del mismo año, ya la cifra aumentaba a 650.000, representando un incremento del 80% según datos de la Secretaría de Movilidad, lo que establece que el uso de la bicicleta cada vez está en aumento y con ello las incidencias de seguridad, siendo este flagelo irónicamente una oportunidad para realizar alianzas estratégicas con fabricantes de bicicletas, empresas de comercio, alcaldías y de más actores que permitan darle un impulso a dicho proyecto y así llegar al mercado con un socio estratégico ya que si una bicicleta esta siendo monitoreada constantemente gracias a un dispositivo embebido en el marco, las

posibilidades de recuperarla serian bastante probable.

Conclusiones

Con el desarrollo del dispositivo IOT, se logró articular una problemática del contexto real que viven los usuarios de bicicletas con un proceso investigativo formativo desde la academia, la tecnología asociada a la cuarta revolución industrial como el internet de las cosas y el software móvil hace que dicha tecnología encuentre espacio fuertes para su implementación en la vida cotidiana de las personas, realizar este proyecto fortaleció las competencias en la construcción de dispositivos electrónicos, utilización de sensores y tarjetas de red, programación de Arduino, implementación de protocolos seguros de comunicación, desarrollo móvil y de mas aspectos en el desarrollo de software.

Adicionalmente, uno de los aspectos que se tuvo en cuenta fue ser eficientes en el manejo de los datos en cuento a la conexión a internet, la configuración del dispositivo utiliza protocolos de comunicación que utilizan poco ancho de banda para el envío de los datos a la nube. Dicho proyecto busca también realizar en un futuro BigData sobre los datos almacenados en nube, de tal manera que se pueden crear estadísticas y reportes basados en las rutas de los usuarios en las ciudades, sugerir rutas rápidas, seguras con presencia de autoridades de policía en búsqueda de toma de decisiones inteligentes. El dispositivo fue desarrollado con hardware que permite un correcto funcionamiento para el contexto que fue desarrollado, pero se recomienda realizar una alianza con empresas que construyen bicicletas para lograr que el dispositivo se puede embeber en el marco y pasar desapercibido por los delincuentes, de esta manera el impacto del proyecto sería mucho mejor.

Para mejorar la convivencia ciudadana

en las grandes ciudades y combatir los robos constantes de bicicletas es de vital importancia crear estrategias que permitan que las autoridades pueden ser más eficientes y eficaces en el desarrollo de su labor, con este dispositivo electrónico asociado al internet de las cosas, se logra un aporte sustancial cuando un robo de bicicleta es perpetuado por delincuentes, quienes podrán ser monitoreados para su posterior captura o recuperación de la bicicleta hurtada.

En síntesis, la seguridad ciudadana es algo que requiere de tecnología para buscar un impacto sustancial en los flagelos que agobia en este mundo globalizado, para nadie es un secreto que una de las secuelas de la pandemia ha sido el incremento de robos en las ciudades y el de bicicletas aún más por lo que significa este medio de transporte para las personas ya que cada vez va en aumento por todas las bondades de salud y apoyo al medio ambiente que esta representa.

Referencias

- [1] L. Romero Amondaray, F. J. Artigas Fuentes, and C. A. Calderón, “Redes de Sensores Inalámbricos Definidas por Software: revisión del estado del arte,” *Rev. Ing. Electrónica, Automática y Comun.* ISSN 1815-5928, vol. 41, no. 2, pp. 39–50, 2020.
- [2] L. A. Flores Montaña, J. C. Herrera Lozada, J. Sandoval Gutierrez, R. Vazquez Lopez, and D. L. Martinez Vazquez, “Cibersecurity on internet of robotics things: experimental platform,” *DYNA*, vol. 96, no. 5, pp. 540–545, Sep. 2021, doi: 10.6036/10022.
- [3] L. F. Gélvez-Rodríguez and L. M. Santos-Jaimes, “Internet de las Cosas: una revisión sobre los retos de seguridad y sus contramedidas,” *Rev. Ingenio*, vol. 17, no. 1, pp. 56–64, Jan. 2020, doi: 10.22463/2011642X.2370.
- [4] A. C. Morales Suárez, S. S. Díaz Ávila, and M. Á. Leguizamón Páez, “Mecanismos de seguridad en el internet de las cosas,” *Rev. vínculos*, vol. 16, no. 2, pp. 288–297, Dec. 2019, doi: 10.14483/2322939X.15758.
- [5] J. Aranda, E. J. Sacoto Cabrera, D. Haro-Mendoza, and F. Astudillo Salinas, “Redes 5G: una revisión desde las perspectivas de arquitectura, modelos de negocio, ciberseguridad y desarrollos de investigación,” *NOVASINERGIA Rev. Digit. CIENCIA, Ing. Y Tecnol.*, vol. 4, no. 1, pp. 6–41, Jun. 2021, doi: 10.37135/ns.01.07.01.
- [6] W. García-quilachamin, J. Herrera-tapia, M. Wellington, K. Pilo-zo-pin, J. C. Sendón-varela, and I. Alcivar-heredia, “5G y el Internet de las Cosas : Revisión Sistemática,” *Rev. Ibérica Sist. e Tecnol. Informação*, vol. 2021, no. E43, pp. 238–254, 2021.
- [7] A. Cravero, “Big Data Architectures and the Internet of Things: A Systematic Mapping Study,” *IEEE Lat. Am. Trans.*, vol. 16, no. 4, pp. 1219–1226, Apr. 2018, doi: 10.1109/TLA.2018.8362160.
- [8] J. M. Fernández-Ordóñez, L. E. M. Jiménez, P. Torres-Carrión, L. Barba-Guamán, and G. Rodríguez-Morales, “Experiencia Afectiva Usuario en ambientes con Inteligencia Artificial, Sensores Biométricos y/o Recursos Digitales Accesibles: Una Revisión Sistemática de Literatura,” *RISTI - Rev. Ibérica Sist. e Tecnol. Informação*, no. 35, pp. 35–53, Dec. 2019, doi: 10.17013/risti.35.35-53.
- [9] E. Romero-Riaño, D. Rico-Bautista, M. Martínez-Toro, Y. Medina-Cárdenas, and N. Rico-Bautista, “Artificial intelligence

- theory: a bibliometric analysis,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 2046, no. 1, p. 012078, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/2046/1/012078.
- [10] J. Lin, W. Yu, N. Zhang, X. Yang, H. Zhang, and W. Zhao, “A Survey on Internet of Things: Architecture, Enabling Technologies, Security and Privacy, and Applications,” *IEEE Internet Things J.*, vol. 4, no. 5, pp. 1125–1142, 2017, doi: 10.1109/JIOT.2017.2683200.
- [11] R. Liu and J. Wang, “Internet of Things: Application and Prospect,” *MATEC Web Conf.*, vol. 100, 2017, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201710002034>.
- [12] D. Rico-Bautista, Y. Medina-Cárdenas, and C. D. Guerrero, “Smart University: A Review from the Educational and Technological View of Internet of Things,” in *International Conference on Information Technology and Systems*, ICITS 2019, vol. 918, P. M., F. C., and R. A., Eds. Systems and Informatics Department, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Algodonal Campus Vía Acolsure, Ocaña, 546551, Colombia: Springer Verlag, 2019, pp. 427–440.
- [13] D. Rico-Bautista, J. A. Parra-Valencia, and C. D. Guerrero, “IOT: UNA APROXIMACION DESDE CIUDAD INTELIGENTE A UNIVERSIDAD INTELIGENTE,” *Rev. Ingenio UFPSO*, vol. 13, no. 1, pp. 9–20, 2017.
- [14] G. P. Maestre Góngora, “Revisión de literatura sobre ciudades inteligentes: una perspectiva centrada en las TIC,” *INGENIARE*, no. 19, p. 137, Jul. 2015, doi: 10.18041/1909-2458/ingeniare.19.531.
- [15] L. Muñoz López, P. Antón Martínez, and S. Fernández Ciez, “Estudio y Guía metodológica sobre Ciudades Inteligentes,” 2015.
- [16] G. Maestre-Gongora and R. F. Colmenares-Quintero, “Systematic mapping study to identify trends in the application of smart technologies,” in *2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, Jun. 2018, vol. 2018-June, pp. 1–6, doi: 10.23919/CISTI.2018.8398638.
- [17] C. León, A. Menéndez, I. Rodríguez, B. López, M. García, and S. Fernández, “Importancia de un sistema de gestión de la calidad en la Universidad de Ciencias Médicas,” *Rev. Arch. Médico Camagüey*, vol. 22, no. 6, pp. 843–857, 2018.
- [18] R. Aquino Santos, A. González Potes, L. A. Villaseñor Gonzalez, A. Crespo, J. Sanchez, and J. R. Gallardo, “Simulación de Algoritmos para regular el Flujo Vehicular y la Comunicación entre Vehículos Móviles Autónomos utilizando Redes Ad Hoc,” *Rev. Iberoam. Automática e Informática Ind. RIAI*, 2009, doi: 10.1016/s1697-7912(09)70078-0.
- [19] D. Rodríguez Ibarra and M. Bobrek Fernández, “Aplicación móvil apoyada en georeferenciación que permita optimizar el uso del transporte público en la ciudad de cúcuta (STOPBUS),” *Mundo Fesc*, vol. 0, no. 11, pp. 48–55, 2016.
- [20] J. I. Rodríguez Molano, C. E. Montenegro marín, J. M. Cueva Lovelle, J. Molano, C. Marin, and J. Cueva, “Introducción al Internet de las Cosas,” *Redes Ing.*, vol. 6, no. 7, pp. 53–59, 2015, doi: 10.14483/udistrital.jour.redes.2016.1.a04.
- [21] L. Amodu, O. Odiboh, S. Usaini, D. Yartey, and T. Ekanem, “Data on security

- implications of the adoption of Internet of Things by public relations professionals,” *Data Br.*, vol. 27, 2019, doi: 10.1016/j.dib.2019.104663.
- [22] N. Gershenfeld, R. Krikorian, and D. Cohen, *The internet of things*, vol. 291, no. 4, 2004.
- [23] D. Rico-Bautista, G. Maestre-Gongora, and C. D. Guerrero, “Smart University:IoT adoption model,” in *2020 Fourth World Conference on Smart Trends in Systems, Security and Sustainability (WorldS4)*, Jul. 2020, pp. 821–826, doi: 10.1109/WorldS450073.2020.9210369.
- [24] D. Rico-bautista, C. D. Guerrero, C. A. Collazos, and G. Maestregóngora, “Smart University : A vision of technology adoption Universidad inteligente : Una visión de la adopción de la tecnología,” *Rev. Colomb. Comput.*, vol. 22, no. 1, pp. 44–55, 2021, doi: 10.29375/25392115.4153.
- [25] C. D. Guerrero and D. Rico-Bautista, “Center for excellence and internet acquisition of things: A commitment to competitiveness from alliances between government, academia and productive sector [Centro de excelencia y apropiación en internet de las cosas: Una apuesta a la competitividad desde,” *RISTI - Rev. Iber. Sist. e Technol. Inf.*, vol. 2020, no. E28, pp. 615–628, 2020, [Online]. Available: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85081036464&partnerID=40&md5=7293ee5682616f1a706280aeb a12a0df>.
- [26] E. Barrientos-Avenidaño, D. Rico-Bautista, L. A. Coronel-Rojas, and F. R. Cuesta-Quintero, “Smart farm: Defining of infrastructure based on internet of things, IPv6 and software defined networks [Granja inteligente: Definición de infraestructura basada en internet de las cosas, IPv6 y redes definidas por software],” *RISTI - Rev. Iber. Sist. e Technol. Inf.*, no. E17, pp. 183–197, 2019, [Online]. Available: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85061174873&partnerID=40&md5=ac38dc2b5b0d67edae2c307fe67f26e3>.
- [27] G. A. Rubio-Rodríguez, M. H. Flórez Guzmán, M. A. Ruiz Correa, J. M. Estrada Sánchez, and G. Pedraza Vega, “La Responsabilidad Social Universitaria: caracterización de sus principales stakeholders,” in *Tendencias en la Investigación Universitaria. Una visión desde Latinoamérica. Volumen VIII*, Fondo Editorial Universitario Servando Garcés de la Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero / Alianza de Investigadores Internacionales S.A.S., 2019, pp. 32–46.
- [28] D. Rincón Ávila and D. G. Álvarez Orozco, “Espíritu emprendedor universitario, desde una perspectiva de género, estudio empírico del estado de Guanajuato, México,” in *Tendencias en la Investigación Universitaria. Una visión desde Latinoamérica*, Fondo Editorial Universitario Servando Garcés de la Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero / Alianza de Investigadores Internacionales S.A.S., 2020, pp. 117–131.
- [29] Y. T. Salamanca, A. Del Río Cortina, and D. G. Ríos, “Modelo de gestión organizacional basado en el logro de objetivos,” *Rev. Suma Negocios*, vol. 5, no. 11, pp. 70–77, 2014, doi: 10.1016/S2215-910X(14)70021-7.
- [30] M. Tamayo, “Módulo 5: El proyecto de investigación,” *Aprender a Investigar*, p. 237, 1999.

- [31] J. Ranjan and C. Foropon, "Big Data Analytics in Building the Competitive Intelligence of Organizations," *Int. J. Inf. Manage.*, vol. 56, p. 102231, Feb. 2021, doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2020.102231.
- [32] D. Rico-Bautista et al., "Smart university: Key factors for the adoption of internet of things and big data," *RISTI - Rev. Iber. Sist. e Tecnol. Inf.*, vol. 201, no. 41, pp. 63–79, 2021, doi: 10.17013/risti.41.63–79.
- [33] D. Rico-Bautista, Y. Medina-Cardenas, Y. Areniz-Arevalo, E. Barrientos-Avendano, G. Maestre-Gongora, and C. D. Guerrero, "Smart University: Big Data adoption model," in *2020 9th International Conference On Software Process Improvement (CIMPS)*, Oct. 2020, pp. 52–60, doi: 10.1109/CIMPS52057.2020.9390151.
- [34] F. R. Cuesta-Quintero, Y. Areniz-Arévalo, E. Barrientos-Avendão, L. A. Coronel-Rojas, B. Cuesta-Quintero, and D. W. Rico-Bautista, "Design of a metropolitan network based on fiber optic and wireless links to support COVID-19 monitoring," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2020, vol. 1708, no. 1, doi: 10.1088/1742-6596/1708/1/012038.
- [35] E. Barrientos-Avenidaño, Y. Areniz-Arevalo, L. A. Coronel-Rojas, F. Cuesta-Quintero, and D. Rico-Bautista, "Industry foray model 4.0 applied to the food company your gourmet bread sas: Strategy for rebirth in the COVID-19 (SARS-CoV-2) pandemic [Modelo de incursión en la industria 4.0 aplicado a la compañía alimenticia tu pan gourmet sas: estrategia para el rena," *RISTI - Rev. Iber. Sist. e Tecnol. Inf.*, vol. 2020, no. E34, pp. 436–449, 2020, [Online]. Available: [https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85092249702&partnerID](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85092249702&partnerID=40&md5=01b8650b8d1f4b7ce76a6de617f5b753)
- [36] V. Kumar, G. Sakya, and C. Shankar, "WSN and IoT based smart city model using the MQTT protocol," *J. Discret. Math. Sci. Cryptogr.*, 2019, doi: 10.1080/09720529.2019.1692449.
- [37] C. D. Guerrero and D. Rico-Bautista, "Center for Excellence and Internet Acquisition of Things: A commitment to competitiveness from alliances between government, academia and productive sector," *RISTI - Rev. Iber. Sist. e Tecnol. Inf.*, vol. 2020, no. E28, pp. 615–628, 2020.
- [38] P. Andersson and L.-G. Mattsson, "Service innovations enabled by the 'internet of things,'" *IMP J.*, 2015, doi: 10.1108/imp-01-2015-0002.
- [39] J. A. Parra Valencia, C. D. Guerrero, and D. Rico-Bautista, "IOT: una aproximación desde ciudad inteligente a universidad inteligente," *Rev. Ingenio*, vol. 13, no. 1, pp. 9–20, Jun. 2017, doi: 10.22463/2011642X.2128.
- [40] S. H. An, B. H. Lee, and D. R. Shin, "A survey of intelligent transportation systems," 2011, doi: 10.1109/CICSyN.2011.76.
- [41] D. Rico-Bautista, Y. Medina-Cardenas, L. A. Coronel-Rojas, F. Cuesta-Quintero, G. Maestre-Gongora, and C. D. Guerrero, "Smart University: Key Factors for an Artificial Intelligence Adoption Model," in *Advances and Applications in Computer Science, Electronics and Industrial Engineering*, vol. 1307, M. V. García, F. Fernández-Peña, and C. Gordón-Gallegos, Eds. Singapore: Springer Singapore, 2021, pp. 153–166.

- [42] D. Rico-Bautista, C. A. Collazos, C. D. Guerrero, G. Maestre-Gongora, and Y. Medina-Cárdenas, “Latin American Smart University: Key Factors for a User-Centered Smart Technology Adoption Model,” in *Sustainable Intelligent Systems*, 2021, pp. 161–173.
- [43] M. Gunduz and M. Almuajebh, “Critical Success Factors for Sustainable Construction Project Management,” *Sustainability*, vol. 12, no. 5, p. 1990, Mar. 2020, doi: 10.3390/su12051990.
- [44] M. Riski, A. Alawiyah, M. Bakri, and N. U. Putri, “Alat Penjaga Kestabilan Suhu Pada Tumbuhan Jamur Tiram Putih Menggunakan Arduino UNO R3,” *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 2, no. 1, pp. 67–79, 2021.
- [45] H. Susanto, R. Pramana, and M. Mujahidin, “Perancangan Sistem Telemetri Wireless Untuk Mengukur Suhu dan Kelembaban Berbasis Arduino Uno R3 ATmega328P dan XBee Pro,” *Skripsi. Fak. Tek. Univ. Marit. Raja Ali Haji. Tanjung Pinang*, 2013.
- [46] I. Chatzigiannakis, A. Vitaletti, and A. Pyrgelis, “A privacy-preserving smart parking system using an IoT elliptic curve based security platform,” *Comput. Commun.*, vol. 89, pp. 165–177, 2016, doi: 10.1016/j.comcom.2016.03.014.