

SiBU: Sistema de búsqueda de usuarios en redes WLAN con niveles de acceso

RESUMEN En los últimos años han surgido diversos sistemas de localización de usuarios en redes inalámbricas, los cuales han permitido crear aplicaciones como localización de autos y celulares, entre otras. Sin embargo, estas aplicaciones basan su funcionamiento en el uso de sistemas de posicionamiento global y cobertura celular haciendo difícil su uso en áreas en interiores. En este artículo se presenta un sistema llamado SiBU que hace uso de la infraestructura de red inalámbrica que exista en un lugar y busca la ubicación de usuarios presentes, ya sea en interiores o exteriores. Por medio de una aplicación móvil desarrollada en Android, SiBU se conecta a una base de datos local implementada en la red donde se almacenan las posiciones de usuarios que fueron localizados a través de un sistema de radiomap. A diferencia de otras aplicaciones de búsqueda, SiBU realiza una clasificación de usuarios a través de niveles de acceso que permite decidir si un usuario puede ser localizado o no, según su nivel de acceso registrado. Pruebas realizadas en teléfonos móviles muestran que SiBU además de obtener información de ubicación y presencia de usuarios en redes inalámbricas, puede desarrollar nuevas funcionalidades que resultan útiles para numerosas aplicaciones.

Palabras clave: acceso, aplicación, búsqueda, móvil, usuarios, WLAN.



Colaboración

González Silva M.A.; Franco Moreno J.J.; Olvera Mejía Y.F., Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo

Abstract Many user tracking systems in wireless networks have been developed in recent years, this kind of applications allows to locate cars and mobile phones by using the global position system or cellular networks; however these complicates indoors area use. This article describes a system called SiBU which makes use of the wireless network infrastructure that already exists in one place and try to locate a user presence, either indoors or outdoors. Through a mobile application developed in Android, SiBU gets connected to a local database deployed on the network where user's positions are located through a radiomap technology and stored. Unlike other user searching applications, SiBU creates a classification of users through access levels so they can decide if they want to be reached or not, depending on their level of security provided. Tests on mobile phones show that SiBU in addition to location information and presence of users in wireless networks, can develop new features that may be useful in several applications.

Keywords: access, application, mobile, searching, users, wlan.

INTRODUCCIÓN

Las redes inalámbricas en conjunto con las redes cableadas de datos han permitido desarrollar un gran número de aplicaciones y soluciones, principalmente enfocadas a las telecomunicaciones y manejo de información. Stojmenovic [11] menciona que una red inalámbrica puede usar una red fija como su plataforma de enlaces troncales (backbone), tal y como lo hacen las redes celulares al conectar un teléfono móvil a la estación base más cercana, este tipo de redes suele conocerse como híbridas. Según Aquino y Rangel [1] las redes híbridas deben ser aprovechadas para desarrollar soluciones que vayan más allá de la transferencia de datos. Una de estas soluciones ha sido los sistemas de localización.

Dentro de las principales técnicas de localización usadas en redes inalámbricas se encuentran; ángulo de llegada [8], tiempo de llegada [4]; mediciones de intensidad de la señal recibida [5]. Esta última técnica, conocida como RSSI por sus siglas en inglés (Receive Signal Strength Indicator), puede ser usada para crear lo que se conoce como radiomap. En general, un radiomap consiste en

que de un conjunto de puntos de acceso inalámbricos (access point) desplegados estratégicamente en un lugar se obtengan los mapas de propagación de RSSI de todos ellos, y después modelar éstos en el plano del lugar. De esta manera una medición de RSSI hecha en una determinada área deberá hacer referencia a un único punto de localización dentro del lugar [11]. Para complementar la técnica de radiomap se pueden utilizar técnicas de triangulación donde con solo tres puntos de referencia (por ejemplo antenas transmisoras) se puede ubicar la posición de un objeto si se mide la señal de estos puntos [9].

Las técnicas antes mencionadas han sido la base para la creación de varios sistemas y aplicaciones móviles, como el sistema de localización de vehículos propuesto por Moster [7]. En este sistema se utiliza la señal WiFi de un vehículo que quiere ser localizado, y junto con el mapa de un lugar y un filtro de partículas se alcanza el objetivo que es obtener la trayectoria que siga el vehículo. Otros sistemas que vale la pena mencionar son los de localización de teléfonos móviles como la aplicación ofrecida por la empresa Aspicore [13]. Esta aplicación utiliza el sistema de posicionamiento global (GPS), con el que suelen ser equipados celulares y tabletas, además de una base de datos que en conjunto permiten rastrear a usuarios registrados. Entre las principales desventajas de este tipo de sistemas es el consumo de datos o pago por el uso de las aplicaciones, requerir recepción de señales satelitales que en espacios interiores no suele ocurrir, no permitir localizar segundos usuarios y no presentar políticas de privacidad de localización.

En general, algunos de los principales problemas de las aplicaciones que hacen uso de sistemas de localización y que buscan usuarios dentro de una red inalámbrica, es que basan su operatividad en exteriores, limitando su funcionamiento a conexiones que requieran el uso de datos. Además, los procesos de búsqueda utilizados no implementan políticas de control de acceso donde exista confidencialidad de información, lo cual no permite aplicar características nuevas como decidir si un usuario tiene o no acceso a información de otros usuarios.

En este artículo se propone un sistema de búsqueda de usuarios de redes inalámbricas llamado SiBU (por sus siglas en español Sistema de Búsqueda de Usuarios), que pueda operar en espacios interiores o exteriores según la cobertura de la red donde se implemente y con el solo hecho de estar conectado a ella, y que a diferencia de otros sistemas de localización pueda ofrecer servicios adicionales como los siguientes:

Control de acceso. Asigna a los usuarios un nivel de acceso al sistema, permitiendo que la información de localización sea permitida o no a los solicitantes.

Obtención de información de segundos usuarios. Un usuario puede solicitar al sistema información de su propia localización o de otros usuarios dentro de la red.

Información de historial de localización. La base de datos de SiBU permite guardar información de localización de usuarios en la red de ciertos días y horarios.

Para la operación de SiBU se utiliza una base de datos que posee información de localización de usuarios dentro de la red y que se crea a partir de un sistema de radiomap y triangulación implementado, requiriendo para ello el despliegue de una infraestructura de red creada por puntos de acceso inalámbricos en el lugar deseado.

Las características antes mencionadas extienden el uso de SiBU más allá de la simple búsqueda de usuarios. Se puede pensar en el desarrollo de nuevas aplicaciones como control de tráfico de vehículos, control de alumnos o personal, búsqueda de personas extraviadas dentro un perímetro como centros comerciales o parques de diversiones, envío local de mensajes entre usuarios de una misma zona, etc.

En este artículo se propone utilizar las ventajas de los sistemas de localización de las redes locales inalámbricas y combinarlas con la implementación de sistemas de información con bases de datos para lograr nuevas soluciones en el proceso de búsqueda y ubicación de usuarios.

El objetivo de este artículo es introducir a SiBU como un sistema de búsqueda de usuarios de redes WLAN con características que permitan desarrollar aplicaciones como las antes mencionadas, detallar los materiales y métodos de su implementación en una red de prueba creada dentro de la Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo (UPMH) y mostrar los detalles de su uso y operación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para la implementación y operación de SiBU se requieren de 3 subsistemas; localización vía radiomap; base de datos; interfaz gráfica en dispositivos móviles. A continuación se describe cada uno de estos subsistemas.

A. Subsistema de localización vía radiomap

El propósito de este subsistema es que SiBU cuente con una infraestructura de red inalámbrica (bajo el estándar 802.11) y generar un radiomap para que a partir de éste se realice la localización de usuarios. Para ello se implementó una red de prueba en la planta alta del edificio UD1 de la UPMH donde se desplegaron 7 puntos de acceso de la marca Ubiquity Networks modelo UniFi AP-PRO con las siguientes características:

- a) frecuencia de transmisión de 2.4 GHz
- b) potencia de transmisión de 30 dBm
- c) versión WiFi 802.11 a/b/g/n

El mapa de la planta alta del edificio UD1 así como el despliegue de los 7 puntos de acceso se puede apreciar en la Figura 1, donde cada punto de acceso está marcado con la etiqueta AP1, AP2,...,AP7, respectivamente.

Metodología de muestreo estratificado

Con la distribución anterior se realizó un muestreo estratificado de mediciones de RSSI de cada AP a lo largo y ancho del escenario en distintos puntos de muestreo, todo esto con el fin de obtener de manera empírica el mapa de propagación correspondiente. Los estratos que se definieron para la toma de muestras son: alta afluencia de personas (13-15 hrs.), mediana afluencia (7-10 hrs.) y baja afluencia (20-21 hrs.). Se considera que la afluencia de personas puede ser un criterio que afecta la propagación de la señal y como consecuencia su valor de RSSI medido en un cierto punto.

El resultado de los muestreos se puede observar en la figura 1 donde los tonos de color que van desde el rojo hasta el amarillo representan los valores de RSSI de las señales inalámbricas de los APs formando un radiomap completo. Se puede apreciar como la tonalidad de rojo intenso se presenta cuando se hace una medición muy cerca de un AP (0-3 m) y se degrada hacia amarillo cuando la medición se hace a mayor distancia. De manera similar, cuando la señal cruza estructuras firmes como paredes y ventanas ésta se atenúa lo que ocasiona una propagación no uniforme.

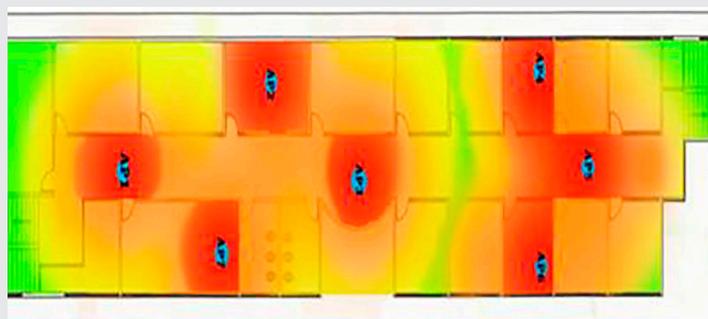


Figura 1. Plano de la planta alta del edificio UD1 de la UPMH y radiomap creado a partir de 7 APs desplegados.

Las mediciones de RSSI para crear el radiomap fueron realizadas con una computadora portátil marca Dell modelo 5537 con chipset Atheros Communications AR9565 Wireless Network Adapter (b g n). En esta computadora se utilizó el software WirelessMon 4.0 [10] que permite obtener valores de RSSI en decibelio-milivatio (dBm). También se utilizó un celular marca Sony modelo Xperia M2 con Interfaz Wireless Estándar IEEE 802.11 a/b/g/n. En este celular se utilizó la aplicación WiFi Analyzer versión 3.9.8-L [3] que permite ver el valor de RSSI en dBm de todos los APs que

estén dentro de su rango de cobertura, una captura de pantalla de esta aplicación tomando lectura de los APs cercanos es mostrada en la figura 2.



Figura 2. Aplicación WiFi Analyzer reporta el valor de RSSI en dBm de los APs cercanos.

Una consideración del sistema de radiomap y de SiBU es que en esta etapa de prueba las lecturas de RSSI de los usuarios a localizar respecto a los APs más cercanos se obtienen vía colaboración de los propios destinos. Esto es, un mensaje de solicitud se envía al usuario a localizar y éste contesta con las mediciones de RSSI que mida en ese momento. En una segunda etapa de SiBU se podría pensar en utilizar sistemas existentes más robustos como AeroScout [6] donde los dispositivos a localizar emiten periódicamente señales con el fin de que la infraestructura de red las reciba y pueda aplicar el algoritmo de localización correspondiente.

B. Subsistema de base de datos

Este subsistema tiene el objetivo de almacenar en una base de datos (BD) la proximidad de los usuarios en dBm a los APs desplegados. Para ayudar al proceso de localización la BD contendrá la ubicación de cada

AP dentro del plano UD1 además del radiomap pregrabado. De esta manera, las mediciones de un mínimo de tres APs (como las mostradas en la figura 2), el radiomap pregrabado y la técnica de triangulación deberán ubicar a un usuario dentro del UD1.

Otras funciones importantes de la BD es administrar y controlar las relaciones y búsquedas entre los diferentes usuarios mediante asignación de roles y, en este ambiente de prueba dentro de la UPMH, asignar restricciones de búsqueda según el tipo de usuario (alumno, docente, directivo, etc.) otorgando un mayor control y seguridad de los datos.

Para cumplir los objetivos anteriores, se creó una BD de prueba con una tabla principal que contiene los datos personales de los usuarios y que se consideran propios del mismo, estos datos son: Id_Usuario, Nombre, Apellidos, Clave, Correo (el correo servirá para recuperar la clave en caso de que la olvide), Id_Grupo, Id_Rol (la tabla Rol contiene los datos de los roles que se asignaron a cada usuario) y Descripción, este último campo es el que determina quién puede buscar a quién.

Los roles asignables son:

Alumno: Se le otorgaron permisos para localizar únicamente a Jefe de Grupo.

Jefe de Grupo: Se le asignaron permisos para localizar a Docente y Alumno.

Docente: Se asignaron permisos para localizar a Alumno, Jefe de Grupo y a Directivo.

Directivo: Se asignaron permisos para localizar a Alumno, Jefe de Grupo y Docente.

Estos permisos pueden variar de acuerdo a las necesidades de la organización. Para el caso de la UPMH se implementó una tabla Carrera que evita que alumnos o docentes de otros programas de estudio puedan buscar docentes o directivos que no les atañen de manera directa. El modelo entidad-relación mostrado en la Figura 3 se utilizó para las pruebas de la aplicación y el diseño de la BD de la UPMH.

En el modelo de la figura 3 podemos observar una tabla llamada dispositivo. La función de esta tabla es determinar el tipo de dispositivo con el que un usuario inicia sesión en SiBU con el fin de que solo exista una sesión activa por usuario y eliminar redundancia de información, evitando el problema de que SiBU informe si un usuario está en dos o más lugares a la vez.

Adicionalmente se contempla una tabla historial donde se guarda la información de localización de los usuarios según información del día y hora del sistema, con el fin de tener un historial de localización de los usuarios. Inicialmente se contempla que en dicha tabla se registren 2 localizaciones diarias por usuario durante 7 días y después ir eliminando los registros más antiguos con nuevos datos. Según el número de usuarios y la

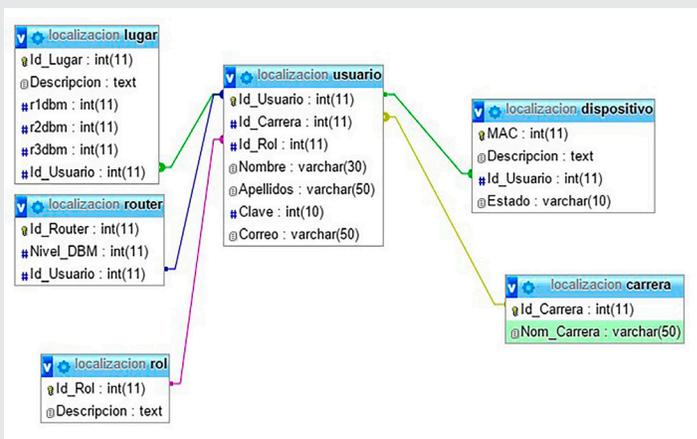


Figura 3. Modelo Entidad-Relación de la BD de prueba para la implementación de SiBU en la UPMH.

capacidad de almacenamiento que se destine para el uso SiBU el número de registros podría cambiar.

C. Subsistema de interfaz gráfica

Para la operación de SiBU se diseñó una aplicación gráfica para dispositivos móviles bajo la plataforma Android. Para ello se utilizó un lenguaje de programación orientado a objetos que se incluye en el kit de desarrollo Java Development Kit versión 8u60. Como complemento se utilizó el compilador Android Studio con el uso del kit de desarrollo de software (SDK) versión 24.3.4. Para la creación de la BD de prueba se utilizó Xampp server por sus herramientas PhpMyadmin y MySQL que permiten la administración de la BD, la cual contiene datos de los usuarios conectados a cada AP. Para conectar la BD se usaron las librerías generales de Apache.

Para la aplicación móvil se utilizó una metodología de desarrollo en cascada de la siguiente manera. En primera instancia se determinaron los requisitos de cada uno de los elementos involucrados en el sistema, así como la identificación de dichos elementos o módulos. De manera inicial se considera una pantalla de inicio, la cual contendría un método de autenticación (login) el cual dará acceso para realizar la búsqueda de acuerdo al rol que se ha asignado a cada usuario en la BD, donde están definidos los permisos y restricciones de búsqueda. Una vez que el usuario inicie sesión en un dispositivo, si la cuenta se encontraba activa en otro dispositivo ésta será desconectada dejando activa únicamente la más reciente. El siguiente elemento es la pantalla de menú la cual contendría las opciones de búsqueda que será realizada mediante los permisos que se asignaron al rol que se determinó a cada usuario. Las pantallas de Inicio y Menú son mostradas en las Figuras 4a y 4b, respectivamente, en dichos módulos se analizó y determinó el procesamiento de los datos así como las interfaces requeridas para proceder a la etapa del diseño donde se construye la estructura de los datos, dando forma a la arquitectura del software,

se realiza el detalle procedimental y se desarrolla la interfaz grafica que facilita el uso.

De esta manera una vez que el usuario envía su solicitud de búsqueda el sistema, éste determina los tres APs más cercanos al objetivo buscado y devuelve la potencia de recepción en dBm entre el objetivo y los APs.

Con los valores de RSSI entre los APs y el objetivo es posible aplicar un algoritmo de localización, de acuerdo al rango de valores que se tengan almacenados en el radiomap la aplicación será capaz de decir en que sección dentro del UD1 se encuentra el usuario.

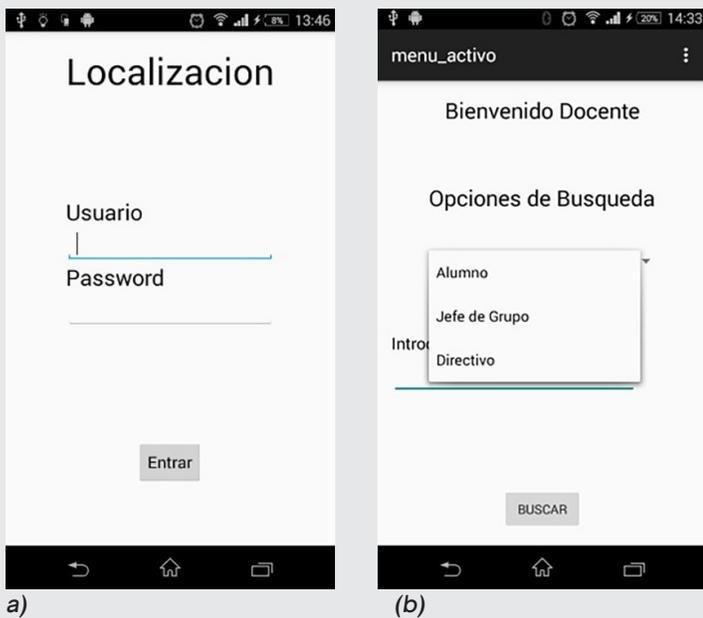


Figura 4. (a) Pantalla de Inicio de sesión de SiBU. (b) Pantalla de Menú de SiBU.

En algunos sistemas actuales “el punto de acceso inalámbrico alimenta la base de datos mediante dispositivos móviles correlacionados vía el sistema de posicionamiento global (GPS), el AP al que está conectado y la dirección MAC, en casos de precisión baja se proponen técnicas donde puedan fundirse los APS” [2]. La tabla 1 es un ejemplo del resultado de una búsqueda hecha en el UD1 donde solo se utilizan los APs desplegados:

Tabla 1. Búsqueda de usuarios mediante el uso de APs

	AP1	AP2	AP7
Usuario Buscado	-50 dBm	-70 dBm	-35 dBm

Pantalla de Búsqueda

La pantalla de búsqueda contiene los resultados de localización donde se muestra el nombre del usuario buscado y su localización dentro del UD1. Como se puede apreciar en la Figura 5, la interfaz de resultados muestra el mapa del UD1.

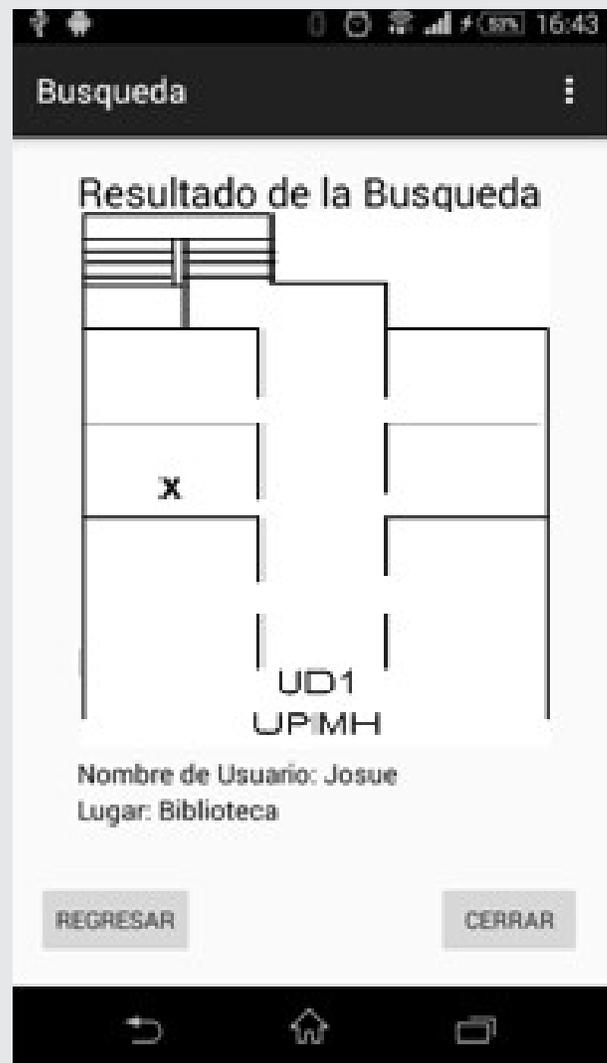


Figura 5. Pantalla de Resultados de SiBU

RESULTADOS

Para probar el funcionamiento de SiBU se implementó éste en un smartphone marca Huawei modelo Y635-L03 con sistema operativo Android 4.4.4 y versión de kernel 3.10.28-g39323c1.

Por otra parte en la base de datos, descrita en la sección anterior, se almacenaron los datos de ubicación dentro del UD1 de 13 usuarios con diferentes roles (5 alumnos, 2 jefes de grupo, 3 docentes y 3 directivos).

El escenario de prueba del UD1 se dividió en 4 zonas: área administrativa (zona 1), área de salones de clases (zona 2), área de cubículos de profesores (zona 3) y área de laboratorio multimedia (área 4). Se realizó la siguiente prueba.

En 4 diferentes horas (9:00-9:59 hrs, 10:00-10:59 hrs, 11:00-11:59 hrs y 12:00-12:59) un usuario con el rol de directivo, utilizando SiBu, intentó localizar a los 13 usuarios registrados en la base de datos (incluyendo su propia localización), los resultados se muestran en la figura 6.

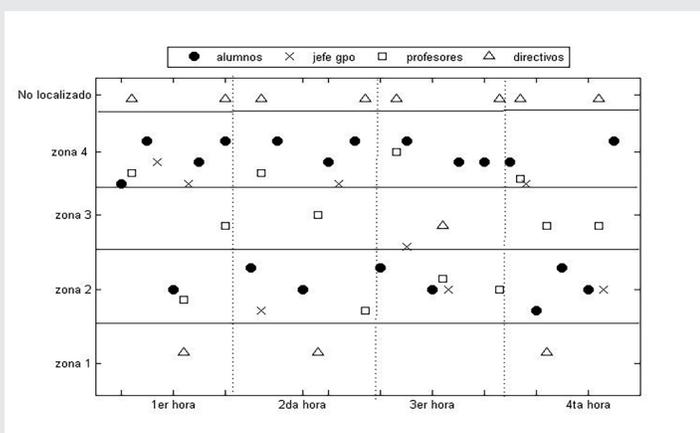


Figura 6. Usuarios localizados por SiBu dentro de la UPMH en 4 diferentes horarios utilizando el rol de "Directivo".

En esta figura 6 se aprecia que solo a dos usuarios, con rol de directivo, no fue posible acceder a sus datos de ubicación, mientras el resto fue detectado en alguna zona. Este resultado no solo indica la jerarquía implementada en la UPMH para obtener datos de segundos usuarios al mantener un nivel de confidencialidad, además, permite ver como algunos usuarios fueron moviéndose de zona. Por ejemplo, es posible observar como los alumnos se mueven entre zonas que únicamente tienen que ver con actividades de docencia (salones y laboratorios), lo cual permitiría el desarrollo de actividades de monitoreo de usuarios ubicando quién está en una zona permitida y quién no.

Una posible aplicación de control que podría implementarse en la UPMH es la siguiente. En cualquier laboratorio existe la regla de que siempre que estén alumnos presentes debe haber un docente con ellos. La figura 6, por ejemplo, indica que esa regla nunca ha sido violada en la zona 4, al existir siempre un docente presente. Esta posible aplicación podría funcionar en otras organizaciones al requerir que siempre exista una persona en un determinado lugar, por ejemplo un vigilante en una puerta principal, según sea el caso.

Por otro lado, cierta información podría utilizarse para implementar monitoreo y control de usuarios y zonas. Por ejemplo, en la misma figura 6 se observan las zonas que se visitan más frecuentemente, además del tipo de usuarios en ellas. Con base en estos datos se podría pensar en aumentar o disminuir el ancho de banda de acceso a Internet en algunas zonas con mayor y menor afluencia, respectivamente.

CONCLUSIONES

En el presente artículo se presentó un sistema de búsqueda de usuarios en redes WLAN que permite encontrar segundos usuarios en espacios interiores, pero que puede aplicarse a exteriores si existiera cobertura en la red.

Según el radiomap de prueba de la UPMH presentado en la Figura 1, se pueden implementar sistemas de localización, bajo técnicas conocidas, donde se haga uso de redes híbridas que permitan incrementar la funcionalidad y aplicabilidad de éstos.

Bajo una implementación estratégica de una base de datos, como la mostrada en la Figura 3, un sistema de localización puede implementar características innovadoras a sus usuarios, como niveles de acceso. Estos niveles pueden incorporar políticas de seguridad como permitir o no que un usuario sea localizado.

Pruebas realizadas en la UPMH muestran que un sistema de localización en redes WLAN de segundos usuarios y políticas de acceso permiten proponer nuevas aplicaciones como control de alumnos o personal.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Aquino R., Rangel V. Y Edwards A. (2011). *Emerging Technologies in Wireless Ad-hoc Networks: Applications and Future Development*. New York: IGI Global.

[2] Danalet, A., Farooq, B. Y Bierlaire, M. A. (2014). *Bayesian approach to detect pedestrian destination-sequences from WiFi signatures*. *Journal of Transportation Research Part C. Emerging Technologies*. Vol. 44 pp.146-170.

[3] Farproc. (2015). *WiFi Analyzer*. Consultado el 9 de abril de 2015, Página de la empresa desarrolladora de software Farproc. <http://a.farproc.com/wifi-analyzer>.

[4] Golden, S. Y Bateman, S. (2007). *Sensor Measurements for WiFi Location with Emphasis on Time-of Arrival Ranging*. *Journal of IEEE Transactions on Mobile Computing*. Vol. 6, no. 10, pp. 1185-1198.

[5] Kitasuka, T., Hisazumi, K., Nakanishi, T. Y Fukuda, A. (2005). *Positioning Techniques of Wireless LAN Terminals Using RSSI between Terminals*. *Procedente de la International Conference on Pervasive Systems and Computing*. Las Vegas, NV, USA, pp. 47-53.

[6] Miesenberger, K., Klaus, J., Zagler, W. Y Karshmer, A. (2008). *Computers Helping People with Special Needs*. *Procedente de la 11th International Conference (ICCHP)*. Linz, Austria, p. 25.

[7] Moster, F. Y Tews, A. (2006). *Practical WiFi Localization for Autonomous Industrial Vehicles*. *Procedente de la Australasian Conference on Robotics and Automation*, Auckland, New Zealand.

[8] Niculescu, D., Y Nath, B. (2003). *Ad Hoc Positioning System (APS) Using AoA*. *Procedente de la*

22nd Annual Conference on Computer Communications (IEEE INFOCOM). San Francisco, CA, USA, vol. 3, pp. 1734-1743.

[9] Osa, V, Matamales, J., Monserrat, J., Y Lopez, J. (2012). Localization in Wireless Networks: The Potential of Triangulation Techniques. *International Journal Wireless Personal Communications*. Vol. 68. pp 1525-1538.

[10] Passmark. (2011). *WirelessMon*. Consultado el 9 de abril de 2015, Página de descarga de software Softonic. <http://wirelessmon.softonic.com/>

[11] Scholl, P. (2012). *Fast Indoor Radio-map building for RSSI-based Localization System*. Procedente de 9th International Conference on Networked Sensing System. Antwerp, Belgium. Pp. 1-2.

[12] Stojmenovic, I. (2001). *Handbook of Wireless Networks and Mobile Computing*. New York: Wiley

[13] Tanner J. (2013). *Aspicore GSM Tracker*. Consultado el 8 de mayo de 2015, Página de la empresa Aspicore en Finlandia. <http://aspicore.com/category/tracker/>

Este proyecto fue realizado gracias al apoyo PRO-DEP 2014 (F-PROMEP-38/Rev-03), con número de carta de liberación DSA/103.5/15/3082