

Geofences application development for assisting people through monitoring

Desarrollo de aplicaciones con geovallas para la asistencia de personas mediante el monitoreo

ARTICLE HISTORY

Received 13 October 2021
Accepted 23 November 2021

Pablo Martín Vera

CAETI (Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática)
Facultad de Tecnología Informática
Universidad Abierta Interamericana
Buenos Aires, Argentina
pabломartin.vera@uai.edu.ar
ORCID: 0000-0002-6450-6161

Rocío Andrea Rodríguez

CAETI (Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática)
Facultad de Tecnología Informática
Universidad Abierta Interamericana
Buenos Aires, Argentina
rocioandrea.rodriguez@uai.edu.ar
ORCID: 0000-0002-4221-5726

Cesar Daniel Delgado

CAETI (Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática)
Facultad de Tecnología Informática
Universidad Abierta Interamericana
Buenos Aires, Argentina
cesar.delgado@alumnos.uai.edu
ORCID: 0000-0001-9400-1407

Desarrollo de Aplicaciones con Geovallas para la Asistencia de Personas mediante el Monitoreo

Geofences Application Development for Assisting People through Monitoring

Pablo Martín Vera
CAETI (Centro de Altos Estudios en
Tecnología Informática)
Facultad de Tecnología Informática
Universidad Abierta Interamericana
Buenos Aires, Argentina
pablmartin.vera@uai.edu.ar
ORCID: 0000-0002-6450-6161

Rocío Andrea Rodríguez
CAETI (Centro de Altos Estudios en
Tecnología Informática)
Facultad de Tecnología Informática
Universidad Abierta Interamericana
Buenos Aires, Argentina
rocioandrea.rodriguez@uai.edu.ar
ORCID: 0000-0002-4221-5726

Cesar Daniel Delgado
CAETI (Centro de Altos Estudios en
Tecnología Informática)
Facultad de Tecnología Informática
Universidad Abierta Interamericana
Buenos Aires, Argentina
cesar.delgado@alumnos.uai.edu.ar
ORCID: 0000-0001-9400-1407

I. INTRODUCCIÓN

Resumen—Los dispositivos móviles actuales cuentan con una amplia variedad de componentes y sensores que pueden ser aprovechados para el desarrollo de las aplicaciones. Puntualmente, la posibilidad de geolocalizar al portador del dispositivo genera una gran variedad de aplicaciones, por ejemplo, mapas con recorridos según el tránsito, posibilidad de encontrarse con gente cercana, pedidos de opiniones sobre lugares que el usuario ha visitado entre tantos otros. Otra aplicación que se destaca es poder detectar cuando el usuario entra o sale de una zona determinada lo que se conoce como geovallas (del inglés geofencing). Las geovallas son cercas o límites virtuales determinados por coordenadas geográficas. Si bien esta técnica tiene una gran variedad de aplicaciones, en este trabajo se hace hincapié en su utilización para el monitoreo activo de personas ya sean adultas con algún problema de salud o niños. Se presentan dos aplicaciones que actualmente están siendo desarrolladas por el grupo de investigación y desarrollo, explicando sus características y posibles usos.

Palabras Clave—geovallas, dispositivos móviles, GPS

Abstract—Today's mobile devices have a wide variety of components and sensors that can be used for application development. Specifically, the possibility of geolocating the device user, generates a great variety of applications, for example routing on maps according to traffic, the possibility of meeting nearby people, requests for opinions on places that the user has visited, among many others. Another application that stands out is being able to detect when the user enters or leaves a certain area, what is known as geofencing. Geofences are virtual fences or boundaries determined by geographical coordinates. Although this technique has a wide variety of applications, this work emphasizes its use for the active monitoring of people, whether they are adults with a health problem or children. Two applications that are currently being developed by the research and development team are presented, explaining their characteristics and possible uses.

Keywords—geofencing, mobile devices, GPS

La alta inserción de dispositivos móviles, principalmente teléfonos celulares, ha cambiado la forma en que las personas se comunican y también generó la posibilidad de desarrollar nuevas aplicaciones. Los dispositivos móviles son cada vez más sofisticados, tienen un gran poder de cómputo y forman parte de la vida cotidiana [1]. Hay aproximadamente 4,32 mil millones de internautas que ingresan desde dispositivos móviles, esto representa un 92,6% de todos los internautas globales. A su vez cabe destacar que el 91,5% de los usuarios de internet ingresan desde un Smartphone [2]. Se desprende de estos porcentajes que en su mayoría los teléfonos móviles desde los que se accede a internet son Smartphones.

Los smartphones cuentan con una gran cantidad de sensores que permiten enriquecer las nuevas aplicaciones. Tomando en cuenta su uso masivo y las posibilidades de hardware, componentes y sensores, es importante planificar el desarrollo de aplicaciones innovadoras que aprovechen dicho hardware [3]. Los dispositivos móviles son objeto de interés para el desarrollo de aplicaciones tanto en el ámbito académico como en la industria [4].

El GPS y brújula pueden utilizarse para poder tener la ubicación actual del usuario y el sentido en que está apuntando en su posición. El acelerómetro puede utilizarse para conocer con que velocidad se mueve y se podría saber si está caminando o va en un vehículo. El barómetro permite detectar cambios en la altura por ejemplo si escaló una montaña, o subió algunos pisos. Todos estos sensores disponibles en la mayoría de los smartphones permiten tener mayor conocimiento de las actividades de los usuarios de estos dispositivos. Por otra parte, además de los sensores estos dispositivos suelen contar con otros componentes como cámara y micrófono, en algunos casos lector de huella, NFC (Near-field communication [5]), etc.

Al construir aplicaciones existe la posibilidad de realizar un desarrollo nativo (para un sistema operativo en particular), y en dicho caso se tiene el acceso total a todos estos sensores

y componentes. Pero también es factible construir una solución web ya que, gracias a los estándares del W3C (Consortio Web Internacional [6]), el acceso al hardware también está asegurado, aunque en menor medida desde la web.

El avance de los servicios basados en la localización (LBS [7]), ha arrojado el concepto de geofencing (geovallas) que permite que las aplicaciones brinden servicio, disparen alertas o arrojen determinada información según si el usuario entra o sale de dichas vallas virtuales.

Este artículo está organizado de la siguiente manera, en la sección II se explica el concepto de las geovallas, en la sección III los campos en los que puede ser aplicado el concepto de geofencing, en la sección IV se presentan dos aplicaciones que hemos desarrollado haciendo uso de geofencing, finalizando en la sección V con las conclusiones alcanzadas.

II. GEOVALLAS

Los servicios basados en la localización (LBS) han sido desarrollados desde hace mucho tiempo, por ejemplo, ya en 1997 donde puede observarse la aparición de un trabajo académico [8] en el que se planteaba que el GPS (sistema de posicionamiento global) sería a futuro ampliamente utilizado permitiendo una amplia variedad de servicios que dependen de la ubicación, como la indicación de direcciones y la navegación. Con el pasar de los años surgieron otros artículos que dieron paso a otras posibilidades de trabajar con notificaciones cuando se acercan a un lugar determinado, por ejemplo, una persona cuando llega al supermercado podría recibir su lista de compras [9]. Esto derivó a la posibilidad de definir vallas o cercas virtuales, en las que no se trata de punto en particular sino de una zona de interés, esta zona puede ser un círculo, un cuadrado o una forma irregular montada en forma virtual sobre un mapa real.

Geofencing consiste en definir una reducida área geográfica la cual será considerada como referencia para disparar un evento en el momento que el usuario ingresa o sale de dicha área denominada geovalla, [11]. Esa área, se trata de un perímetro virtual, dentro del cual se monitorea al usuario con algún objetivo concreto por ejemplo ofrecer servicios o enviar notificaciones. Ese perímetro puede estar definido con una línea, un círculo, o formas más complejas. El perímetro virtual puede tener diversas formas definidas mediante polígonos. [12].

El término de Geofencing o Geovalla, es muy popular en base a las búsquedas realizadas en Google asociadas con ambos términos (inglés y castellano) puede observarse la Fig. 1 que diversos países han buscado frecuentemente este concepto. Esta figura fue obtenida usando Google Trends [10], muestra los países donde fue mayor el interés de búsqueda de dichos términos (el color más oscuro representa mayor intensidad de búsquedas), los tres lugares donde hay mayor interés en la búsqueda del término en estos últimos 5 años fueron: Pakistán, Santa Elena y Estados Unidos.



Fig. 1. Regiones con la mayor cantidad de búsquedas del término Geofencing en los últimos 5 años

El desarrollo de aplicaciones, que permitan establecer y hacer usos de las vallas virtuales, puede realizarse tanto de forma nativa como en una aplicación web. En los entornos de desarrollo para aplicaciones nativas se provee de APIs, existiendo documentación que permite ver como se crean y administran las vallas virtuales (por ejemplo, la guía completa de Android se encuentra en [13] y la de IOs en [14]). Si en vez de optar por un desarrollo nativo se considera realizar un desarrollo web existen distintos servicios disponibles en la web que permiten administrar las Geovallas, algunos ejemplos de ellos son: Proximi.io [15], Radar.io [16], TomTom Geofencing API [17], estas plataformas disminuyen los costos de desarrollo.

III. CAMPOS DE APLICACIÓN

Existen distintos campos de aplicación en los que se requiere únicamente que el usuario cuente con un dispositivo móvil. Geofencing es una de las tecnologías centrales para los servicios basados en la localización (LBS), incluida la publicidad, el seguimiento y la gestión de riesgos [18]. A continuación, se presentan campos de aplicación donde la aplicación de Geovallas ha resultado imprescindible.

A. Publicidad

La publicidad más tradicional (cartelera de tiendas, avisos en la vía pública, en medios masivos como diarios, televisión y radio) no parecen ser suficiente para atraer nuevos clientes o fidelizar los existentes. La publicidad digital permite segmentar al público en base a sus intereses o incluso que la publicidad llegue a sus dispositivos móviles en el momento que está cerca de la tienda [19]. Se trata de publicidad de proximidad y ha sido un tema de gran interés producto del cual existen diversos trabajos interesantes [20], incluso uno de ellos plantea el uso de publicidad de proximidad, para una campaña electoral [21]. Este tipo de publicidad permite detectar por ejemplo cuando un potencial cliente se encuentra cerca de determinado negocio y enviarle ofertas y promociones para captar su atención de forma inmediata. La proximidad hace la facilidad del consumo del producto/servicio que se quiera ofrecer por lo que es un fuerte argumento de venta. Existe una gran diversidad de aplicaciones en lo que respecta a publicidad de proximidad.

B. Servicios Turísticos

Del mismo modo que la publicidad de proximidad, también se puede contar con una aplicación que por cercanía ofrezca distintos puntos turísticos, podría personalizarse según los sitios de interés de cada usuario (Museos, Teatros, Lugares históricos, etc.), también se podrían a través de Geovallas tener cargados los recorridos turísticos y alertar al usuario si se va de las zonas turísticas. Estas alertas permiten evitar que se acerque a zonas peligrosas, se pierda o desperdicie su tiempo en zonas que no tienen interés turístico.

En algunos casos, se cuenta con aplicaciones móviles basadas en geofencing para los recorridos autoguiados que se realizan por ejemplo en museos [22], [23]. En algunas ciudades como Malang (Indonesia) la escasez de profesionales que se desempeñen como guías turísticos para explicar sobre el patrimonio histórico de la ciudad, llevó a la necesidad de desarrollar una aplicación móvil que dio muy buenos resultados [24]. En otra ciudad de Indonesia (Bandung), un grupo hotelero en conjunto con una universidad de dicha ciudad implementaron por medio de una aplicación en Android, geovallas que permiten a sus huéspedes tener marcaciones de zonas turísticas con puntos de interés cercanos al hotel [25].

C. Transporte y Logística

Considerando que las geovallas permiten el monitoreo de áreas geográficas, automáticamente detectando objetos móviles que ingresan o salen de los perímetros virtuales establecidos [26]. Resulta importante aprovechar las posibilidades de Geofencing en el área de transporte y logística. Las geovallas se aplican desde el monitoreo de flotas [26], [27], [28], [29] hasta el control de vehículos autónomos [30]. Por otra parte, relacionado con esta temática en [31] se presenta la posibilidad de enviar alertas a los conductores cuando están próximos a una zona de accidente. En [32] se propone el análisis en tiempo real de las geovallas para evitar colisiones de vehículos aéreos tripulados y no tripulados.

D. Asistencia mediante Monitoreo

Mediante el esquema de proximidad a un área específica y el tiempo de permanencia en la misma se abre paso a otros campos de aplicación por ejemplo en el ámbito hospitalario. Una de las posibilidades es la evaluación de la calidad en la atención hospitalaria y documentar la efectividad y efectos adversos de las terapias. Con este objetivo se destaca un artículo en el que se desarrolla una aplicación para personas mayores de 18 años que entre otras cosas incluye una encuesta para completar cada vez que se detecta que están en cercanía de un hospital, para poder tener conocimiento durante las primeras horas de la atención recibida en el hospital, se incluirían a futuro geovallas que puedan ser configuradas para incorporar servicios de tratamientos por fuera de los hospitales, centros de kinesiología por ejemplo [33].

En esta área, también se encuentran trabajos relacionados con servicios de geolocalización planificados para adultos y niños como es el caso del proyecto “Azulado” [34], en el que se planifica un servicio pago mediante el cual se recibe un pequeño equipo de geolocalización y desde el cual se obtiene la posición actual y se puede configurar una única geovalla como zona segura.

IV. APLICACIONES DESARROLLADAS

El área de monitoreo es en la cual se han desarrollado aplicaciones basadas en geofencing, como parte del trabajo del equipo de investigación. Bajo el nombre de “Vigía” surgen dos aplicaciones con objetivos distintos una para niños y otra para adultos mayores.

Para el desarrollo de estas aplicaciones se utilizó, para el backend C# con bases de datos SQL Server. Para el frontend (parte móvil) se utilizó Android Studio con la API nativa de Google de Geofencing y la API de estado de batería. Uno de los problemas del análisis constante de las respuestas entregadas por los componentes y sensores es el agotamiento de la batería del equipo. Por ello, tener conocimiento del estado de la batería permitirá por ejemplo espaciar el tiempo de detección de la localización en el caso de batería menor a un determinado límite.

Estas aplicaciones fueron desarrolladas en capas separando completamente la interfaz de usuario para poder implementarla en distintos dispositivos, tanto teléfonos celulares como relojes inteligentes (con sistema operativo Android). Se planteó que el desarrollo sea ofrecido en las tiendas de aplicaciones de forma gratuita.

A. Vigía Escolar

Debido a la preocupación ante la inseguridad, se pensó en una aplicación que permita a los padres o tutores de un niño poder tener la tranquilidad de que si el niño se aleja de la zona en donde debería encontrarse se disparará una alerta avisándole. Esta alerta puede dispararse si el niño no se encuentra en una zona segura o no se encuentra en una zona que debería estar en un horario específico. Si bien no hay mayor seguridad que un adulto pueda acompañar al niño, cuando esto no es posible la aplicación permite dar soporte a esta necesidad. Es importante que la tecnología pueda dar soporte a las necesidades diarias, por medio de una aplicación que puede ser utilizada en el propio teléfono celular, sin tener que pagar un costo por la adquisición de esta o por su utilización.

En la aplicación pueden definirse geovallas en donde se identifique los senderos escolares que son seguros (para acompañar a los estudiantes que vuelven caminando solos desde la escuela a sus casas). En la Ciudad Autónoma de Buenos Aires hay 309 senderos Escolares cubiertos por 724 Agentes de prevención con respaldo de la policía y cámaras de seguridad del centro de monitoreo urbano, los cuales pueden observarse en la Fig. 2, extraída de [35]. Estos senderos o corredores escolares seguros se definen a lo largo de todo el país, siendo tan sólo un ejemplo el de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, dado que son las zonas en donde habrá más estudiantes que las utilizan y mayor control. Es importante que los niños sobre todo cuando hacen el recorrido solos puedan utilizar mayormente estos senderos. Al ser configurables las zonas seguras, desde la aplicación Vigía Escolar, es posible utilizarla en cualquier zona geográfica, es por ello que los senderos seguros de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires son tan sólo un ejemplo.



Fig. 2. Ciudad Autónoma de Buenos Aires – Senderos Escolares

El Vigía escolar permite configurar las geovallas en las que se espera que se mantenga el niño disparando una alerta si se va de la zona esperada, incluso permite definir estas zonas por día u horario. En la Fig. 3, se muestra la pantalla de configuración de las localaciones donde el niño puede encontrarse en determinado horario a fin de poder detectar si sale de dicha área cuando debería permanecer allí.

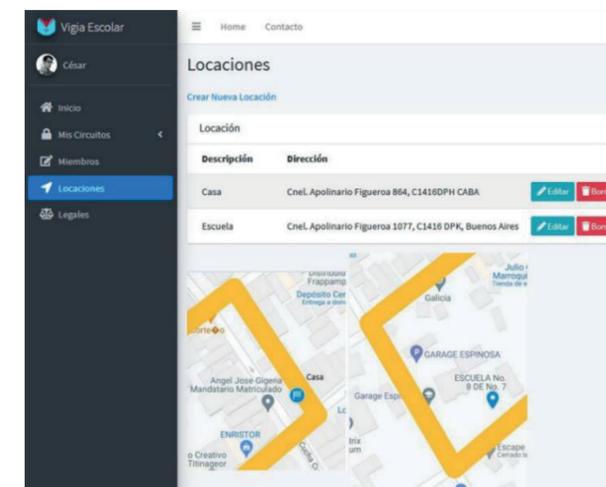


Fig. 3. Pantalla de Configuración de Locaciones

En la Fig. 4, se muestra la pantalla de configuración de circuitos para ver si al trasladarse de un lugar a otro se va del corredor seguro predefinido. Puede observarse que es posible configurar diferentes circuitos y habilitar los mismos en distintas franjas horarias o para algún día y horario puntual (para un evento determinado).

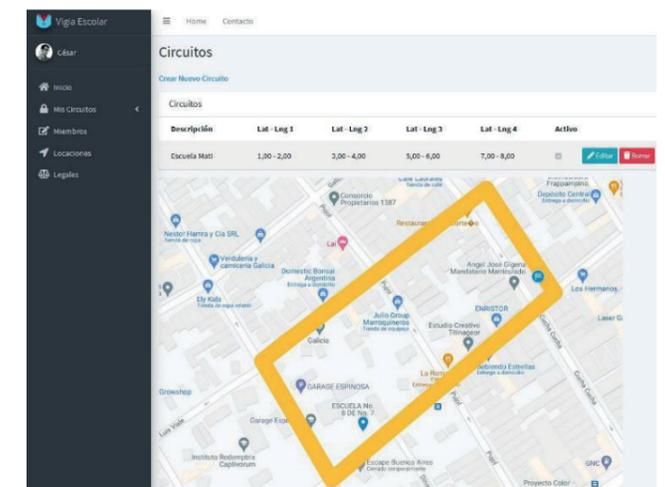


Fig. 4. Pantalla de Configuración de Circuitos

Quedan nuevas características por incorporar en una siguiente versión de la aplicación como por ejemplo velocidad de movimiento para detectar si el niño está en un vehículo, así como si el niño vuelve en un colectivo, de tal forma que se dispare una alerta en el momento que se sube a él para que los padres o tutores puedan ir a buscarlo a la parada del colectivo antes que descienda.

B. Vigía Adulto

Vigía adulto se implementa con otros objetivos (sin incluir el de seguridad en espacios públicos). Fue pensado para realizar el monitoreo de personas con alguna patología o adultos mayores, a fin de evitar accidentes que puedan ocurrirles o bien ayudar en un posible caso de desorientación de tiempo y espacio. Es importante al momento de desarrollar una aplicación considerar el perfil de usuario al que va dirigida, a diferencia del perfil de un escolar que usa habitualmente la tecnología y tiene una relación estrecha con su teléfono móvil, esto no sucede con los adultos mayores [36]. Por lo que, es importante pensar en la opción de implementación con tecnología vestible en inglés “wearable”. Este término inglés puede traducirse como llevable o vestible [37], quedan excluidos de este concepto una computadora o dispositivo concreto sino electrónica planificada para ser vestida, puede ser un complemento o incluso estar embebida dentro de la propia ropa [38].

Con las mismas características que el desarrollo del Vigía escolar esta aplicación fue pensada para funcionar en Android pudiendo monitorear a la persona por medio de un reloj inteligente en vez de un teléfono celular. En ambas aplicaciones hay distintos roles de usuario, por una parte, habrá un usuario que será el tutor de la persona que se encarga desde un celular de poder cargar las zonas seguras, los horarios de dichas zonas, e incluso puede cargar a que contactos disparar las distintas alertas. Si bien se busca que la aplicación sea transparente para el usuario monitoreado, existe también la posibilidad que reciba las alertas si así lo desea para prevenirlo si está saliendo de una zona segura. Las opciones de configuración permiten abarcar todos los escenarios de necesidad posible. En la pantalla principal pueden observarse 6 opciones (ver Fig. 5).



Fig. 5. Pantalla de Opciones de Configuración

A continuación, se detallan las 6 opciones de configuración:

1. **Ubicación:** Se definen las ubicaciones conocidas que serán “zonas seguras” donde se espera que la persona esté. Una zona segura de permanencia será por ejemplo el hogar o residencia donde se encontrará la persona. Pero también hay zonas seguras que pueden estar definidas en días o franjas horarias, por ejemplo, para realizar una actividad en un tiempo acotado, pudiendo ser un recorrido que realiza una persona en un determinado horario para ir a un tratamiento médico, una tienda de cercanía, etc. Si se detecta un exceso en el tiempo previsto o que el evento si tiene día y franja horaria particular no se está llevando a cabo (olvido ir al tratamiento médico) el sistema lanzará una alerta de aviso a él o los contactos configurados en la aplicación.
2. **Movimiento:** Con el geoposicionamiento y el acelerómetro (para casos en que no esté disponible el posicionamiento satelital), es posible detectar que la persona no se está moviendo durante una cantidad excesiva de tiempo. Dependiendo de cada persona se puede configurar en la aplicación horarios de no monitoreo en los que se espera justamente que la persona esté en reposo. Se espera en próximas versiones del Vigía Adulto poder añadir detección de caídas.
3. **Alarmas:** Esto es una funcionalidad complementaria pensado en la posibilidad de brindar alarmas configurables para horarios de medicación con el añadido de tags NFC (Near Field Communication), para que la persona, una vez tomado el medicamento, valide que lo ha tomado y quede registrado en el sistema. Es frecuente que la alarma suene y por distracciones la persona la apague y olvide de todas formas tomar la medicación. Pueden configurarse los tags NFC desde este módulo e incorporar a las cajas de medicación las etiquetas NFC.
4. **Contactos:** Se requiere la configuración de al menos un contacto, pero se pueden ingresar diversos contactos y de hecho indicar que alertas llegarían a cada contacto. También puede indicarse porqué

medio llega la alerta por ejemplo correo electrónico y/o SMS. En la configuración de contactos aparece el listado de posibles contactos que se recuperan de la agenda del dispositivo móvil, evitando tener que cargarlos manualmente en la aplicación.

5. **Usuario:** Permite incorporar información sobre los datos básicos del usuario, así como algunas cuestiones médicas de importancia, alergias, medicamentos que consume...
6. **Restricciones:** Inclusive dentro de las zonas indicadas como seguras, por ejemplo, la casa de la persona puede haber lugares que sean peligrosos para un adulto mayor o una persona con movilidad reducida. En algunos casos por ejemplo las escaleras resultan un factor de mayor riesgo, aunque la vivienda tenga un segundo piso, terraza o un entresijo o sótano. No obstante, es posible que las personas accedan a esas zonas a pesar de conocer el riesgo que conlleva. Esto puede ser detectado mediante el uso del barómetro y detectar cambios de planta dando una alerta a la propia persona o notificando a un contacto, según como esté configurado en la zona de asignación de contactos.

V. CONCLUSIONES

En las aplicaciones desarrolladas para asistencia mediante monitoreo, se utilizan distintos sensores del dispositivo: GPS, brújula, acelerómetro, barómetro, lo cual permite obtener datos claros y poder generar alertas confiables. Estas alertas son configurables según la necesidad de cada persona a la que se la está asistiendo y también según las posibilidades de él o los contactos que se encargarán de asistir a dicha persona. La idea es que estas aplicaciones sean transparentes para el usuario en caso de adultos mayores y que permitan realizar sus actividades cotidianas de forma más segura. Quién recibe las alertas o notificaciones que pueda comunicarse con la persona para ver si está bien, recordarle algo específico. La tecnología vista como un soporte al seguimiento que siempre alguien realiza para asegurar que se encuentre bien un adulto mayor.

La tecnología permite dar soporte a las tareas cotidianas y el monitoreo bien empleado, con alertas, permite evitar accidentes o situaciones de emergencia. La presentación de las dos aplicaciones que hacen uso de geofencing destinadas a usuarios muy diferentes son un claro ejemplo del potencial de esta tecnología. Actualmente, nos proponemos agregar algunas características a la aplicación de Vigía Escolar, así como también continuar con las pruebas de la aplicación Vigía Adulto. Una característica a incorporar en ambas aplicaciones es poder saber la velocidad con que se desplazan los usuarios de tal forma que se pueda saber si están caminando o viajando en algún tipo de transporte. En Vigía escolar, actualmente no está implementada esta característica, pero se plantea la posibilidad de que los senderos seguros fueran compartidos mediante datos abiertos por medio de los gobiernos locales entonces podrían ser introducidos automáticamente en la aplicación, de todas formas, su configuración es sencilla y debe realizarse por única vez cuando se establece la zona segura. Incluso podría habilitar la participación ciudadana donde los padres del colegio u otros colegios puedan, estando registrados en la aplicación, dejar comentarios sobre inconvenientes presentados en los senderos seguros.

La tecnología al servicio de la comunidad siempre será una respuesta posible para solucionar las necesidades cotidianas.

REFERENCIAS

- [1] P. Thomas, N. Galdamez, L. Delia, F. Cristina, S. Dapoto, & P. Pesado. “Dispositivos móviles: desarrollo de aplicaciones y conectividad”. In Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC) (Vol. 16). 2014
- [2] Digital 2021, “Global Overview Report”. Disponible en: <https://wearesocial.com/digital-2021> [Accedido: 6, septiembre, 2021].
- [3] R. Rodríguez, P. Vera, M. Martínez y L. Verbel de La Cruz. “Aprovechamiento del hardware de los dispositivos móviles para la construcción de nuevas aplicaciones”. In XVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. 2014
- [4] M. Gao, P., Wang, L. Jiang, B. Wang, Y. Yao, S. Liu and Y. Lu, “Power generation for wearable systems”. *Energy & Environmental Science*, 14(4), 2114-2157, 2021
- [5] E. Haselsteiner and K. Breitfuß, “Security in near field communication (NFC)”. In Workshop on RFID security (Vol. 517, No. 517, p. 517). sn. 2006
- [6] W3C, “Leading the web to its full potential”. Disponible en: <https://www.w3.org/> [Accedido: 6, septiembre, 2021].
- [7] K. Kolodziej, and J. Hjelm, “Local positioning systems: LBS applications and services”. CRC press. 2017
- [8] J. Navas, and T. Imielinski, “GeoCast - Geographic Addressing and Routing”. In Proc. of the 3rd Annual ACM/IEEE Int. Conf. on Mobile Computing and Networking, MobiCom '97, ACM (New York, NY, USA, 1997), 66–76, 1997
- [9] N. Marmasse and C. Schmandt. "Location-aware information delivery with commotion." International symposium on handheld and ubiquitous computing. Springer, Berlin, Heidelberg, 2000.
- [10] Google, Google Trends – Geofencing. Disponible en: <https://trends.google.es/trends/explore?date=today%205-y&q=geofencing> [Accedido: 6, septiembre, 2021].
- [11] K. Zuva, and T. Zuva, “Tracking of Customers using Geofencing Technology”. 2019
- [12] P. Vera, R. Rodríguez, H. Viavattene, y M. Martínez. “Diseño y desarrollo de aplicaciones móviles basadas en geofencing”. In XXII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC, El Calafate, Santa Cruz), 2020.
- [13] Android Developers, “Cómo crear y supervisar el geovallado”, Disponible en: <https://developer.android.com/training/location/geofencing> [Accedido: 6, septiembre, 2021].
- [14] Apple Developer, “Monitoring the User's Proximity to Geographic Regions”, Disponible en: https://developer.apple.com/documentation/corelocation/monitoring_the_user_s_proximity_to_geographic_regions [Accedido: 6, septiembre, 2021].
- [15] Proximi.io, “API-first Geofencing for Mobile Apps” Disponible en: <https://proximi.io/geofencing-geofences/> [Accedido: 6, septiembre, 2021].
- [16] Radar Labs, “Geofences”, Disponible en: <https://radar.io/documentation#contextgeofences> [Accedido: 6, septiembre, 2021].
- [17] TomTom for developers, “Geofencing API Documentation”. Disponible en: <https://developer.tomtom.com/geofencingapi/geofencing-api-documentation> [Accedido: 6, septiembre, 2021].
- [18] A. Suyama, U. and Inoue. “Using geofencing for a disaster information system”. In 2016 IEEE/ACIS 15th International Conference on Computer and Information Science (ICIS) (pp. 1-5). IEEE, 2016.
- [19] G. Pla, “Plan de negocios para “Tu Vidriera Móvil”: publicidad de proximidad en dispositivos móviles”. 2016.
- [20] W. Laguna, K. Bejeguén, and C. Vargas. "Marketing de proximidad: La geolocalización, como estrategia de publicidad en las marcas de centros comerciales en la ciudad de Ambato." 593 Digital Publisher CEIT 6.2, 229-241, 2021
- [21] J. Garrido Martínez, J. Publicidad electoral desde el marketing de proximidad, 2019.
- [22] Y. Park. Tourism Information System using Geofencing and NFC Technology. *Journal of Digital Convergence*, 12(8), 211-217, 2014
- [23] Park, Yang-Jae. "Tourism Information System using Geofencing and NFC Technology." *Journal of Digital Convergence* 12.8 (2014): 211-217.
- [24] N. Priandani, H. Tolle, A. Hapsani, & L. Fanani, “Malang historical tourism guide mobile application based on geolocation”. In Proceedings of the 6th International Conference on Software and Computer Applications (pp. 98-101). 2017.
- [25] Sinaga, Ester Erni, and Eko Budi Setiawan. "Implementation of geofencing technology to object tourists and customer service based android", 2018
- [26] Caceres Valdiviezo, Andres Sebastian, and Diego Romario Palomeque Gomez. *Diseño e implementación de sistema para monitoreo de cerco virtual en recorridos de taxis*. BS thesis. Espol, 2018.
- [27] S. Morales, "Análisis de requisitos para dispositivos de localización vehicular seguros para sistemas de transporte público terrestre en Colombia." *Ingeniería y Desarrollo* 36.2, 298-326, 2018.
- [28] F. Reclus and D. Kristen. "Geofencing for fleet & freight management." 9th International Conference on Intelligent Transport Systems Telecommunications, (ITST). IEEE, 2009.
- [29] E. Hermand, T. Nguyen, M. Hosseinzadeh, & E. Garone. “Constrained control of UAVs in geofencing applications”. In 26th Mediterranean Conference on Control and Automation (MED) (pp. 217-222). IEEE, 2018.
- [30] M. Maiouak and T. Taleb, "Dynamic Maps for Automated Driving and UAV Geofencing," in *IEEE Wireless Communications*, vol. 26, no. 4, pp. 54- 59, August 2019.
- [31] B. Nayak, P. Mugali, B. Rao, S. Sindhava, D. Disha, N. y K. Swarnalatha. GeoFencingBased Accident Avoidance Notification for Road Safety. In *Emerging Research in Computing, Information, Communication and Applications* (pp. 379-386). Springer, Singapore, 2019.
- [32] Gurriet, Thomas, and Laurent Ciarletta. "Towards a generic and modular geofencing strategy for civilian UAVs." *2016 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)*. IEEE, 2016.
- [33] K. Nguyen, J. Olgin, M. Pletcher, M. Ng, L. Kaye, S. Moturu and G. Marcus. "Smartphone-based geofencing to ascertain hospitalizations". *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*, 10(3), 2017.
- [34] Cándor Llana, James, "Azulado" Servicio de geolocalización para niños y adultos mayores." 2018.
- [35] Buenos Aires Ciudad, "Buscador de Senderos Escolares". Disponible en: <https://www.buenosaires.gov.ar/justiciayseguridad/senderos-escolares> [Accedido: 6, septiembre, 2021].
- [36] P. Vera, R. Rodríguez, y M. Kaimakamian Carrau. “Tecnologías vestibles aplicadas al cuidado de la salud: Construcción de un prototipo de monitoreo”. In XXII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC, El Calafate, Santa Cruz), 2020.
- [37] “¿Que es Wearable? – Los dispositivos vestibles”. 2014. Disponible en: <http://www.dispositivoswearables.net/> [Accedido: 6, septiembre, 2021].
- [38] J. Ordóñez. “Dispositivos y tecnologías wearables”. 2016. Disponible en: https://www.acta.es/medios/articulos/ciencias_y_tecnologia/041001.pdf [Accedido: 20, septiembre, 2021].

AUTHORS



Pablo Martín Vera

Argentino, Doctor en Ciencias Informáticas egresado en la UNLP (Universidad Nacional de La Plata), Ingeniero en Informática egresado de la UNLaM (Universidad Nacional de La Matanza). Profesor de grado en UNLaM, UTN (Universidad Tecnológica Nacional) y UAI (Universidad Abierta Interamericana). Además es profesor de posgrado y director de proyectos de investigación en el CAETI (Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática) en UAI. Director de tesis de maestría y doctorado. Ha participado como jurado de tesis en UTN, revisor de artículos en congresos nacionales e internacionales y revistas académicas. Es autor de capítulos de libros y artículos académicos. Entre las líneas de investigación y trabajo se destacan lo referente a tecnologías móviles, MDD y gamificación.



Rocío Andrea Rodríguez

Argentina, Doctora en Ciencias Informáticas egresada en la UNLP (Universidad Nacional de La Plata), Ingeniera en Informática egresada de la UNLaM (Universidad Nacional de La Matanza). Profesora de grado en UNLaM, UTN (Universidad Tecnológica Nacional) y UAI (Universidad Abierta Interamericana). Además es profesora de posgrado y directora de proyectos de investigación en el CAETI (Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática) en UAI. También es directora de tesis de maestría y doctorado (UAI, UNLaM y UNLP), tutora de tesinas de grado (UAI y UNAM - Universidad Nacional de Misiones). Ha participado como jurado de tesis y en revisión y evaluación de: artículos en congresos y revistas, proyectos de extensión universitaria y programas cofinanciados. Es autora de libros, capítulos de libros y artículos académicos. Sus áreas de interés son: Ingeniería de Software, Gobierno Electrónico, Dispositivos Móviles y Educación.



Cesar Daniel Delgado

Argentino, Estudiante de la Licenciatura en Gestión de Tecnología Informática, en la UAI (Universidad Abierta Interamericana). Colaborador en el CAETI (Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática) en un proyecto vinculado con dispositivos móviles. En el ámbito privado se desempeña como Líder de Proyecto en el JP Morgan desde el año 2017. Sus áreas de interés son: Tecnologías móviles, en especial el área de desarrollo de aplicaciones con el uso de GPS y geoposicionamiento, seguridad informática aplicada al desarrollo de aplicaciones y todo lo referente a las blockchain y su uso en las cryptomonedas.