

Sistema de Información Geográfica (GIS) y mensajería para smartphones en ausencia de infraestructura de telefonía móvil

Berná Galiano, José Ángel ^{1,2} y Ayllón Palazón, Izan ¹

¹Dpto. Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Alicante. Campus de San Vicente del Raspeig s/n. 03690 San Vicente del Raspeig (Alicante). jberna@ua.es (JABG) iap34@gcloud.ua.es (IAP)

²Autor Principal y responsable del trabajo; jberna@ua.es (JABG)

Resumen

La adopción del uso de smartphones en la sociedad en la última década está propiciando su introducción como herramienta de trabajo en ámbitos hasta ahora no contemplados, como son Defensa y Cuerpos y Fuerzas de Seguridad del Estado. Este trabajo presenta un nuevo sistema de información geográfica que permite visualizar en un mapa las ubicaciones de un conjunto de smartphones y un mecanismo de mensajería privada con los mismos. Este sistema funciona con un sistema de comunicaciones Wi-Fi propietario y patentado por la Universidad de Alicante lo que permite la independencia de operadores de telefonía móvil. Para ello la arquitectura de red emplea repetidores propietarios basados en chipsets Wi-Fi, lo que presenta un coste económico muy inferior a otras soluciones del mercado, como son las redes privadas 4G o 5G. Se ha desarrollado un prototipo demostrativo para su aplicación en la gestión de efectivos en extinción de incendios forestales, permitiendo un área de operación de hasta 600 km².

1. Introducción

En la década de 2010 se produce la adopción masiva en la sociedad de los smartphones, no sólo con un uso personal sino también como una herramienta en el ámbito laboral. En este periodo, en el sector de Defensa y Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado no hay un cambio de tecnología en los terminales de comunicación profesionales, manteniendo los sistemas radio como TETRA, TETRAPOL, dotados algunos modelos del servicio de geolocalización GNSS (GPS, GLONASS, Galileo).

De igual forma que en el ámbito civil se han integrado los smartphones como una herramienta en la actividad profesional, es previsible que esta adopción se produzca también en el ámbito de la Defensa y FFCCSE, teniendo como desafío garantizar la seguridad de estos terminales. Un ejemplo especialmente relevante es la App AlertCops [1] de la Secretaría de Estado de Seguridad del Ministerio del Interior. Esta App para smartphones permite integrar al ciudadano en los sistemas de información de Guardia Civil y Policía Nacional, permitiendo alertas y avisos sobre seguridad ciudadana.

Otra aproximación del uso de smartphones en el ámbito de la Seguridad y Defensa son las redes 4G/5G privadas

[2], que permiten desplegar una infraestructura propia y segura para comunicaciones empleando smartphones. Estas redes privadas se caracterizan por una infraestructura similar a la ofrecida por operadores de telefonía móvil, que precisan de un número elevado de estaciones base privadas para cubrir una gran zona (cientos de km²) y reserva de frecuencias para su uso.

Frente a las redes privadas 4G/5G este trabajo presenta una tecnología de comunicaciones propietaria y patentada por la Universidad de Alicante denominada WiCaster [3] [4], que puede emplearse como alternativa a las redes privadas 4G/5G en determinados ámbitos. La tecnología está basada en señales Wi-Fi y nodos repetidores de señal de gran alcance, permitiendo conectividad con smartphones en áreas de hasta 600 km².

Un caso de uso son los operativos de extinción de incendios forestales de la Unidad Militar de Emergencias (UME). El despliegue de efectivos se realiza en zonas que frecuentemente no disponen de cobertura de telefonía móvil ni de radio TETRA, por lo que es necesario realizar un despliegue de infraestructura propia. El reducido coste económico de los smartphones frente a terminales TETRA, y el bajo coste hardware del sistema de comunicaciones WiCaster permite ofrecer una nueva solución de comunicaciones en este ámbito.

Se presenta a continuación un nuevo sistema de comunicaciones que permite disponer de un sistema de mensajería en tiempo real con los smartphones de un conjunto de efectivos de extinción de incendios, así como los datos de ubicación de cada terminal.

2. Arquitectura del Sistema

El sistema desarrollado es un prototipo a nivel demostrativo de las funcionalidades que puede ofrecer el mismo.

Se fundamenta en el uso de smartphones por parte de los efectivos de la UME, proporcionado un sistema de mensajería y de geolocalización entre los efectivos y un vehículo Mérida. El prototipo emplea un repetidor de largo alcance (cubriendo un área de 600 km²) que establece comunicación entre dos terminales de comunicación (terminal BASE y terminal AVANZA).

El terminal AVANZA es transportado por los efectivos que se desplazan a zonas de extinción en las que no existe comunicación con un vehículo Mérida (zonas sin cobertura de radio ni telefonía móvil). Los efectivos enlazan sus smartphones con el terminal AVANZA y dispondrán de servicio de mensajería y envío datos de ubicación a un vehículo Mérida.

El terminal BASE es transportado en el vehículo Mérida y está conectado a un PC dotado de una aplicación que permite visualizar en un mapa las ubicaciones de los efectivos y establecer mensajería de manera individual con cada uno de los mismos.

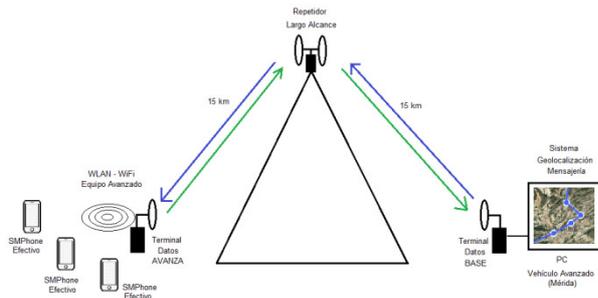


Figura 1. Esquema de funcionamiento del sistema.

3. Funcionalidades del sistema

Las comunicaciones emplean un sistema patentado basado en chipsets Wi-Fi pero sin el uso de estándares abiertos como WPA2/WPA3. Este sistema presenta las características de:

- 1) Inmunidad a ataques de redes Wi-Fi WPA2/WPA3 [5][6] (DoS, fuerza bruta) al emplear un sistema propietario.
- 2) Bajo consumo energético, al no emplear enlaces activos Wi-Fi (transmisión bajo demanda).
- 3) Cifrado de las comunicaciones a medida, pudiendo emplear aquellos sistemas más adecuados (AES 256, RSA, etc.).
- 4) Largo alcance en las comunicaciones, al permitir la transmisión en el umbral de la sensibilidad de los chipsets Wi-Fi.
- 5) Capacidad de camuflaje [7] de las comunicaciones en otras transmisiones Wi-Fi existentes en el área de cobertura.

El sistema de mensajería y geolocalización emplea cuatro elementos: App de mensajería para smartphones Android, terminales AVANZA y BASE, repetidor de señales de largo alcance y Aplicación de Información Geográfica para PC.

3.1. App de mensajería y geolocalización

La App de mensajería y geolocalización (App Terminal-UME-COM) dispone de dos funcionalidades básicas:

- 1) Envío de las coordenadas de la ubicación del smartphone cada 60 segundos al terminal BASE en el vehículo Mérida.
- 2) Sistema de mensajería tipo chat, para el intercambio de mensajes entre el smartphone y el terminal BASE en el vehículo Mérida.

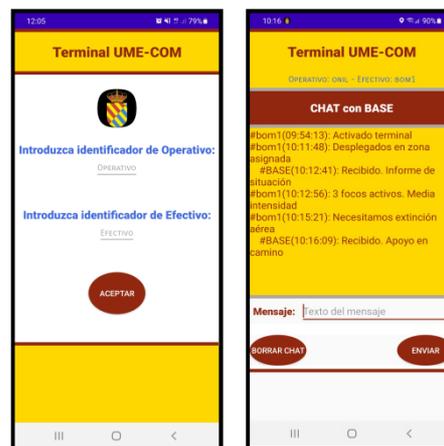


Figura 2. App Terminal-UME-COM.

3.2. Terminales AVANZA y BASE

El terminal AVANZA y BASE establecen comunicación empleando el repetidor de largo alcance.

Ambos terminales tienen unas dimensiones y peso reducidas (35x20x15 cm y 600 gramos) siendo de fácil transporte y despliegue.

El terminal AVANZA permite la conexión de smartphones de los efectivos en un entorno de 100 metros. Los smartphones, dotados de la App Terminal-UME-COM, podrán enviar su ubicación y mensajes de texto al terminal BASE ubicado en el vehículo Mérida.



Figura 3. Terminal AVANZA y uso en pruebas.

El terminal BASE, ubicado en el vehículo Mérida, recibe los mensajes y ubicaciones de los efectivos conectados a un terminal AVANZA. Esta información es visualizada y gestionada con una Aplicación de Información

Geográfica instalada en un PC conectado al terminal BASE.



Figura 4. Terminal BASE y PC usado en pruebas.

3.3. Repetidor de largo alcance

El repetidor de largo alcance omnidireccional se despliega en un punto elevado de la orografía del terreno y permite la comunicación entre el terminal AVANZA y BASE en un área muy amplia.

Los terminales AVANZA y BASE tiene que orientarse en la dirección donde se encuentra el repetidor.



Figura 5. Repetidor de largo alcance usado en pruebas.

Si existe campo de visión directa (sin obstáculos) con el repetidor de largo alcance, los terminales AVANZA y BASE pueden desplegarse hasta distancias de 14 km del repetidor, lo que permite un área de cobertura de aproximadamente 600 km².



Figura 6. Escenario de funcionamiento a 14 km del repetidor.

3.4. Aplicación de Información Geográfica (AIG)

La Aplicación de Información Geográfica permite el análisis y visualización de las ubicaciones y mensajes emitidos por cada efectivo que dispone en su smartphone de la App Terminal-UME-COM. LA AIG funciona en un PC conectado al terminal BASE con sistema operativo Linux Ubuntu.

El desarrollo de la AIG se ha llevado a cabo empleando diferentes tecnologías software. La gestión y almacenamiento de datos del sistema de información emplea PostgreSQL. El backend para la lógica de la aplicación emplea una API diseñada con nodeJS. La interfaz de usuario emplea la tecnología web con React, que permite el diseño de toda la interfaz web y sus funciones básicas, así como las comunicaciones con la API de nodeJS. La visualización y gestión de vistas de mapas está integrada en la aplicación web empleado MapBox, una API de gestión de mapas y navegación.

La aplicación visualiza en un mapa del terreno las ubicaciones de los diferentes efectivos que disponen de la App Terminal-UME-COM en sus smartphones, permitiendo obtener tracks de los recorridos efectuados.

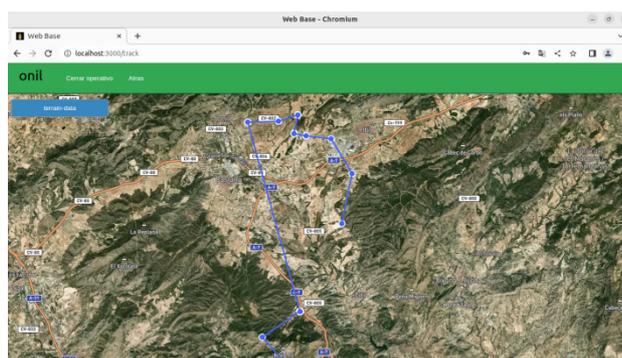


Figura 7. Geolocalización y track de efectivos con la AIG.

El sistema de mensajería es bidireccional, de manera que desde la Aplicación de Información Geográfica se pueden enviar mensajes y avisos a los efectivos.

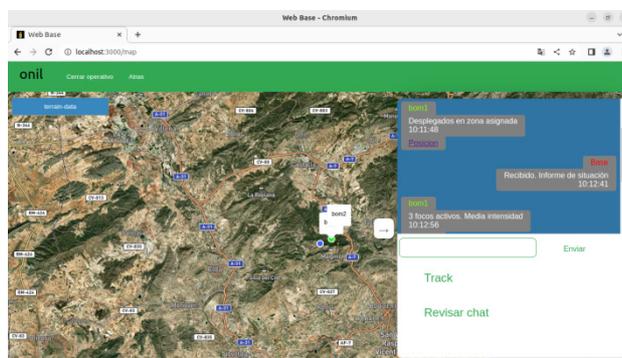


Figura 8. Mensajería con efectivos desde la AIG.

4. Resultados y Discusión

El prototipo desarrollado se ha probado en situaciones de campo asociadas a la extinción de incendios. La zona seleccionada es un área amplia del interior de la provincia

de Alicante, comprendida por las poblaciones de Ibi, Castalla, Onil y Tibi.

El repetidor de largo alcance se instaló en una zona elevada de montaña (1000 metros de altitud) con un campo de visión que abarca distancias de decenas de kilómetros. El terminal BASE y el PC con la Aplicación de Información Geográfica se instalaron en una zona con visión del repetidor, y el terminal AVANZA se desplazó a diferentes ubicaciones para calibrar las distancias operativas del sistema.

Así, se ha comprobado que si existe campo de visión directa entre un terminal (AVANZA o BASE) y el repetidor, se pueden establecer comunicaciones a distancias de hasta 14 km entre el terminal y el repetidor (lo que se corresponde con un área de aproximadamente 600 km²). Por otro lado, si existen oclusiones no densas, como arboledas, la distancia terminal – repetidor se reduce a un rango de entre 5 km y 7 km.

5. Conclusiones

Este trabajo presenta una nueva solución para la conectividad de smartphones en áreas donde no se dispone de infraestructura de telefonía móvil, lo que permite avanzar en la adopción del uso de smartphones en ámbitos con requerimientos especiales, como son Defensa y FFCCSE.

El sistema, basado en chipsets Wi-Fi y repetidores propietarios, tiene un coste económico menor que el despliegue de redes privadas 4G/5G. Además, presenta un nivel de seguridad superior a los sistemas Wi-Fi WPA2/WPA3, al emplear una arquitectura de red propietaria y ser inmune a ataques clásicos en redes Wi-Fi.

El prototipo demostrativo se ha desarrollado para una aplicación de mensajería y envío de datos de ubicación, asociado a una baja tasa de velocidad de transmisión, aunque el sistema de comunicaciones permite tasas de velocidad de hasta 2 Mbps.

Algunos casos de uso relevantes son:

- 1) Mensajería y geolocalización de efectivos de emergencia en zonas sin infraestructura de telefonía móvil.
- 2) Comunicaciones privadas y camufladas en entornos urbanos. Es posible establecer canales de comunicación laterales camuflando las transmisiones Wi-Fi entre los terminales y el repetidor con otras comunicaciones Wi-Fi existentes en el entorno.
- 3) Despliegue de comunicaciones para smartphones entre equipos avanzados y bases militares en zonas de sombra de infraestructura de telefonía móvil o con independencia de operadores.

Agradecimientos

Los autores quieren expresar su agradecimiento al BIEM III de la Unidad Militar de Emergencias en su Base Militar Jaime I de Bétera (Valencia) por su disposición y colaboración en el desarrollo del prototipo demostrativo.

Referencias

- [1] AlertCops. App de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad de España. Ministerio del Interior. <https://alertcops.ses.mir.es/>
- [2] Private Mobile Networks. GSACom Report. <https://gsacom.com/paper/private-mobile-networks-february-2022-member-report/>
- [3] Berná J.A. Procedimiento de difusión y obtención de información, dispositivo emisor, dispositivo receptor y sistema de difusión y obtención de información. Patente ES2608506. Oficina Española de Patentes y Marcas. 2016.
- [4] Berná J.A. Comunicaciones Wi-Fi de bajo consumo e inmunes a ataques de denegación de servicio (DoS) para redes de sensores inalámbricos. VII Congreso Nacional de I+D en Defensa y Seguridad. 2019.
- [5] Bicakci K, Tavli B. Denial-of-Service attacks and countermeasures in IEEE 802.11 wireless networks. *Computer Standards & Interfaces*. 2009; 31(5): 931-941.
- [6] Singh R, Sharma T.P. On the IEEE 802.11i security: a denial-of-service perspective. *Security and Communication Networks*. 2015; 8(7): 1378-1407.
- [7] Amenazas y camuflaje de comunicaciones Wi-Fi en entornos urbanos. Ponencia en Congreso Cybercamp de INCIBE. 2019.