

Implementation of Geolocation in Travel Backpacks through Arduino and Mobile Application: Effectiveness and Limitations in Urban Settings

Implementación de Geolocalización en Mochilas de Viaje mediante Arduino y Aplicación Móvil: Efectividad y Limitaciones en Entornos Urbanos

Byron Lozada Calle¹

¹Instituto Superior Tecnológico Compu Sur, Quito, Ecuador
E-mail: lozadabyronandres52@gmail.com

RESUMEN

En este estudio se presenta el desarrollo y evaluación de un sistema de geolocalización implementado en mochilas de viaje, utilizando Arduino y una aplicación móvil. Se examinó la eficacia del sistema en la localización de la mochila en entornos urbanos diversos. Los resultados indicaron una alta precisión en áreas abiertas, aunque se identificaron limitaciones en entornos urbanos densos o con obstrucciones, lo que sugiere la necesidad de investigaciones adicionales para mejorar la precisión en tales condiciones. El presente trabajo no solo destaca la viabilidad de integrar sistemas de geolocalización en mochilas de viaje como medida de seguridad, sino que también identifica áreas clave para futuras investigaciones. La aplicación exitosa de la tecnología GPS combinada con Arduino en entornos urbanos abiertos subraya su potencial para proteger y localizar pertenencias personales. No obstante, la revelación de limitaciones en áreas urbanas densas o con obstáculos resalta la necesidad de abordar desafíos específicos para mejorar la precisión del sistema en condiciones adversas. Estos hallazgos presentan un punto de partida para investigaciones posteriores que busquen

optimizar la efectividad del sistema en diversas configuraciones urbanas, allanando el camino para soluciones más robustas y confiables en la seguridad de objetos personales.

Palabras clave-- Geolocalización, Arduino, Aplicación Móvil, Entornos Urbanos, Tecnología GPS.

ABSTRACT

This study presents the development and evaluation of a geolocation system implemented in travel backpacks using Arduino and a mobile application. The system's effectiveness in locating the backpack in various urban environments was examined. Results indicated high accuracy in open areas, yet limitations were identified in dense urban settings or areas with obstacles, suggesting the need for further research to enhance precision under such conditions. This work not only emphasizes the feasibility of integrating geolocation systems into travel backpacks as a security measure but also identifies key areas for future investigations. The successful application of GPS technology combined with Arduino in open urban environments underscores its potential to safeguard and track personal belongings. However, the revelation of limitations in dense

urban areas or obstructed settings highlights the necessity to address specific challenges to improve system accuracy under adverse conditions. These findings provide a starting point for subsequent research aimed at optimizing system effectiveness in diverse urban configurations, paving the way for more robust and reliable solutions in personal object security.

Index terms-- Contamination, Gasoline, Hybrid, Mild Hybrid, Start-Stop.1. INTRODUCCIÓN.

INTRODUCCIÓN.

La era contemporánea se caracteriza por una creciente preocupación por la seguridad y protección de las pertenencias personales en entornos urbanos. El incremento de la movilidad y la interconexión global han dado lugar a una necesidad imperiosa de salvaguardar objetos de valor y dispositivos electrónicos. Este estudio se sitúa en el contexto de esta preocupación y propone una solución innovadora y práctica: la implementación de un sistema de geolocalización en mochilas de viaje. Esta propuesta no solo aborda la problemática actual de pérdida o robo de pertenencias, sino que también explora nuevas vías para garantizar la seguridad personal en entornos dinámicos y cambiantes.

2. DESARROLLO.

2.1. Materiales Y Métodos.

En la implementación de este proyecto de geolocalización en mochilas de viaje, se utilizaron varios componentes y materiales clave. El núcleo del sistema se basó en un microcontrolador Arduino Uno, reconocido por su versatilidad y amplia compatibilidad con diferentes módulos y sensores. Además, se empleó un módulo GPS NEO-6M para la recepción de señales de geolocalización. Este módulo ofrece una alta precisión en la determinación de la ubicación y se comunica con el Arduino a través del protocolo de comunicación

serial UART.

Tabla 1
Materiales Utilizados.

Material	Especificaciones
	Técnicas
Arduino Uno	Microcontrolador
	ATmega328P a 16MHz, 14 pines de E/S digitales
Módulo GPS NEO-6M	Precisión de hasta 2.5m, frecuencia de actualización 1Hz
	Ganancia de 28dB, impedancia de 50 ohmios
Batería	9V, capacidad de 1000mAh
Cables y conectores	Juego de cables Dupont macho- hembra, 40 pines

Fuente: Propia.

2.1.1. Metodología:

La metodología comprendió varias etapas fundamentales. En primer lugar, se llevó a cabo la identificación y adquisición de los materiales necesarios. Posteriormente, se procedió al ensamblaje y conexión de los componentes, siguiendo las especificaciones técnicas proporcionadas por los fabricantes y referencias de proyectos similares. La programación del Arduino se realizó mediante el software Arduino IDE, donde se creó un código específico para la comunicación con el módulo GPS y la adquisición de datos de

geolocalización. Se realizó un proceso de pruebas exhaustivas en diferentes entornos urbanos para evaluar la precisión y funcionalidad del sistema. Durante estas pruebas, se registraron datos como la latitud, longitud y precisión de la ubicación obtenida por el dispositivo. Además, se llevaron a cabo comparaciones con sistemas de geolocalización existentes para validar la efectividad y precisión del sistema desarrollado. Los datos recopilados se analizaron utilizando herramientas estadísticas y se presentaron en gráficos para visualizar la precisión en diferentes condiciones urbanas. La robustez y estabilidad del sistema se evaluaron mediante pruebas de resistencia a interferencias y obstáculos comunes en entornos urbanos, como edificios altos o áreas con obstrucciones. Estos métodos permitieron una evaluación completa del sistema en diversas condiciones, identificando sus limitaciones y áreas potenciales de mejora.

2.1.2. Contexto Urbano de Quito y Limitaciones Ambientales:

La ciudad de Quito, capital de Ecuador, representa un entorno urbano diverso con desafíos particulares para la implementación efectiva de sistemas de geolocalización en mochilas de viaje. Su topografía variada, que abarca desde zonas urbanas densamente pobladas hasta áreas con relieve montañoso, influye en la recepción de señales GPS. La densidad poblacional y la presencia de edificaciones altas pueden provocar interferencias significativas en la señal, afectando la precisión de la geolocalización. Además, las variaciones climáticas marcadas, con temporadas de lluvia y sequía, junto con la frecuente presencia de nubosidad, pueden ser factores adicionales que interfieren con la recepción de señales, creando limitaciones para la efectividad de los sistemas de seguimiento en este entorno urbano en constante cambio.

Tabla 2: Características Ambientales de la Ciudad de Quito

Característica	Valor
Densidad Poblacional	5,695 personas por km ²
Altitud Promedio	2,850 metros sobre el nivel del mar
Precipitación Promedio	Anual 1,000 mm
Variación de Temperatura	de 7°C - 24°C
Nubosidad Promedio	50%
Tipo de Terreno	Variado (valles, montañas, colinas)

Fuente: Propia.

2.1.3. Contexto Inseguridad en Quito y Políticas de Seguridad en Capitales de América Latina

La ciudad de Quito, al igual que otras capitales latinoamericanas, enfrenta desafíos en materia de seguridad ciudadana. Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), Quito ha reportado un índice de delincuencia del 17,5% en el año 2021, lo que subraya una preocupación constante en cuanto a la seguridad pública (INEC, 2021).

En contraste, políticas implementadas en otras capitales latinoamericanas han abordado la inseguridad de manera diversa. Por ejemplo, programas como "Bogotá Cuida a Bogotá" en Colombia han buscado fortalecer la seguridad mediante la participación activa de la comunidad (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2019). En Buenos Aires, la presencia policial ha sido incrementada en áreas críticas como parte de estrategias para disminuir la delincuencia (Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, 2018).

Asimismo, en Lima se han desarrollado programas de alcance comunitario como "Barrio Seguro", involucrando a los residentes en acciones de vigilancia para prevenir la delincuencia (Municipalidad de Lima, 2020). En Santiago, la adopción de tecnologías de vigilancia ha sido considerada como una estrategia para combatir el aumento de robos (Gobierno Regional de Santiago, 2017).

2.2. Programación en Arduino

Para la implementación del sistema de geolocalización en mochilas de viaje, se empleó el microcontrolador Arduino Uno, utilizando el entorno de desarrollo Arduino IDE (Arduino, 2020). Se desarrolló un código específico en lenguaje C para interactuar con el módulo GPS y adquirir datos de geolocalización. La programación se centró en la configuración de los pines de comunicación serial (UART) para establecer la conexión con el módulo GPS y procesar los datos recibidos.

2.2.1 Geolocalización con Módulos GPS y GSM

El módulo GPS NEO-6M se utilizó para la adquisición de datos de geolocalización (NEO, 2018). Se configuraron los parámetros para obtener información precisa de latitud, longitud y precisión. Además, se integró un módulo GSM para permitir la comunicación remota con la mochila, posibilitando la recuperación de datos de ubicación mediante mensajes de texto (GSM Association, 2019).

2.2.1 Autonomía de Energía

Para garantizar la autonomía de energía del sistema, se implementó una batería de 9V con una capacidad de 1000mAh (Energizer, 2021). Esta fuente de energía permitió el funcionamiento continuo del sistema de geolocalización durante largos períodos sin depender de una fuente externa.

2.3 Pruebas realizadas.

A continuación se proporciona un marco detallado de los lugares seleccionados para llevar a cabo las pruebas de geolocalización en Quito. La importancia de esta diversidad de locaciones radica en su representación de distintas condiciones geográficas, climáticas y horarios, aspectos que pueden impactar significativamente en la precisión y funcionamiento del sistema de geolocalización implementado en las mochilas de viaje. Investigaciones previas han resaltado la influencia de variables geográficas y climáticas en la efectividad de los sistemas de posicionamiento global (Smith et al., 2017; Johnson, 2019). Evaluar el rendimiento del sistema en lugares con diferentes características geográficas y condiciones climáticas permite una comprensión más integral de su desempeño y viabilidad en entornos urbanos diversos, proporcionando una base sólida para la validación y posible optimización del sistema en futuras implementaciones.

Tabla 3: Lugares de prueba en la Ciudad de Quito

Lugar de Prueba	Características Geográficas	Condiciones Climáticas	Horario de Prueba
Parque La Carolina	Área abierta, parque urbano	Soleado	Mañana
Centro Histórico	Zona densamente poblada, calles estrechas	Nublado	Tarde
Panecillo	Altitud elevada, relieve montañoso	Lluvioso	Atardecer
Jardín Botánico	Zona arbolada, densidad media	Parcialmente nublado	Mañana
Mercado Artesanal	Área con obstáculos, estructuras comerciales	Despejado	Mediodía

Fuente: Propia

3. RESULTADOS.

3.1. Resultados Obtenidos.

Las pruebas realizadas en distintos lugares representativos de Quito ofrecen una visión detallada del desempeño del sistema de geolocalización implementado en las mochilas de viaje. En áreas abiertas, como el Parque La Carolina, se observó una alta precisión, con una media de 2.5 metros de margen de error, confirmando la eficacia del sistema en entornos sin obstáculos. Sin embargo, en áreas urbanas densas, como el Centro Histórico, la precisión se vio afectada, presentando un margen de error promedio de 9.2 metros, evidenciando la influencia de las estructuras arquitectónicas y la estrechez de las calles en la recepción de señales.

Tabla 4. Resultados Obtenidos

Lugar de Prueba	Entorno Urbano	Características Climáticas	Precisión en Metros
Parque Carolina	LaÁrea Abierta, Urbana	Soleado	2.5
Centro Histórico	Zona Densa, Calles Estrechas	Nublado	9.2
Panecillo	Elevación, Relieve Montañoso	Lluvioso	5.8
Jardín Botánico	Zona Arbolada, Mediana Densidad	Parcialmente Nublado	3.6
Mercado Artesanal	Área Obstaculizada, Estructuras Comerciales	Despejado	7.1

Fuente: Propia

El Panecillo, zona elevada, registró una precisión de 5.8 metros bajo condiciones lluviosas, demostrando un rendimiento moderado en terrenos con relieve montañoso y variaciones

climáticas. En contraste, el Jardín Botánico, área arbolada, presentó una precisión de 3.6 metros en condiciones parcialmente nubladas, sugiriendo una adecuada captación de señales en espacios con vegetación densa.

El Mercado Artesanal, con obstáculos y estructuras comerciales, reveló una precisión de 7.1 metros en condiciones despejadas, indicando una afectación moderada por la presencia de obstáculos en la señalización GPS. Estos resultados corroboran la influencia significativa del entorno urbano, la altitud y las condiciones climáticas en la precisión del sistema de geolocalización, ofreciendo una visión integral de su desempeño en diversas situaciones urbanas.

3.2. Discusión

Los resultados obtenidos de las pruebas de geolocalización en diferentes lugares de Quito revelan la influencia significativa de las características geográficas, climáticas y urbanas en la precisión del sistema implementado. Estos hallazgos coinciden con investigaciones previas que han resaltado la complejidad de los entornos urbanos en la recepción y precisión de las señales de posicionamiento global (Pérez et al., 2018; García, 2019). La alta precisión observada en áreas abiertas como el Parque La Carolina es coherente con la disponibilidad de una línea de visión clara hacia los satélites GPS (Pérez et al., 2018). Sin embargo, en zonas urbanas densas como el Centro Histórico, la precisión disminuyó considerablemente debido a la obstrucción de señales por edificaciones, lo cual está alineado con estudios que han destacado la interferencia de estructuras urbanas en la calidad de las señales GPS (García, 2019).

El impacto del clima también se evidenció en los resultados. Lugares como el Panecillo, con condiciones climáticas lluviosas, exhibieron una reducción en la precisión, posiblemente debido a la dispersión de señales por la humedad atmosférica

(García, 2019). Por otro lado, el Jardín Botánico mostró una precisión relativamente alta incluso en condiciones parcialmente nubladas, lo que sugiere que la vegetación densa puede afectar la recepción de señales, pero en menor medida que las estructuras urbanas (Pérez et al., 2018).

Estos resultados tienen implicaciones significativas en el diseño y la implementación de sistemas de geolocalización en entornos urbanos. Si bien la alta precisión en áreas abiertas es prometedora para aplicaciones en entornos rurales o poco densos, la reducción en la precisión en áreas urbanas sugiere la necesidad de mejoras tecnológicas. Investigaciones futuras podrían centrarse en el desarrollo de algoritmos de corrección de señal, el uso de múltiples antenas para compensar la interferencia urbana, y la integración de datos de otras fuentes de posicionamiento (García, 2019; Johnson, 2020).

4. CONCLUSIONES.

El presente estudio abordó la implementación y evaluación de un sistema de geolocalización en mochilas de viaje mediante el uso de Arduino, módulos GPS/GSM y aplicaciones móviles en entornos urbanos de Quito. Los resultados obtenidos de las pruebas realizadas en diferentes lugares representativos de la ciudad evidenciaron la complejidad de la geolocalización en entornos urbanos diversos, mostrando la influencia significativa de variables geográficas, climáticas y urbanas en la precisión del sistema.

La alta precisión observada en áreas abiertas, como el Parque La Carolina, contrasta con la disminución de precisión en zonas densas y estructuradas, como el Centro Histórico, evidenciando la interferencia de estructuras urbanas en la recepción de señales GPS. Además, se observaron variaciones en la precisión bajo diferentes condiciones climáticas, destacando la influencia de la humedad atmosférica y la vegetación densa en la recepción de señales. Estos hallazgos enfatizan la

necesidad de considerar la complejidad del entorno urbano al diseñar sistemas de geolocalización. Si bien el sistema demostró ser eficaz en áreas abiertas, su desempeño se vio afectado en entornos urbanos densos y con variaciones climáticas. Por tanto, es crucial desarrollar mejoras tecnológicas para compensar estas limitaciones, como algoritmos de corrección de señal y el uso de múltiples antenas para mitigar la interferencia urbana.

Además, este estudio subraya la importancia de la investigación continua para mejorar la precisión y confiabilidad de los sistemas de geolocalización en entornos urbanos complejos. Futuras investigaciones podrían enfocarse en el desarrollo de tecnologías más avanzadas, la integración de múltiples fuentes de posicionamiento y la implementación de algoritmos mejorados para maximizar la precisión en condiciones desafiantes.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Arduino. (2020). *Arduino IDE: Integrated Development Environment*. Recuperado de www.arduino.cc/ide
- Energizer. (2021). *9V Batteries Technical Specifications*. Recuperado de www.energizer.com
- García, M. (2019). *Impact of Climate on GPS Systems*. *International Journal of Environmental Science*, 7(2), 75-88.
- GSM Association. (2019). *GSM Module Integration Guide*. Recuperado de www.gsmworld.com
- Johnson, R. (2020). *Enhancing Urban GPS Systems: Multi-Antenna Approach*. *Technology in Urban Environments Journal*, 8(4), 210-225.
- NEO. (2018). *NEO-6M GPS Module Datasheet*. Recuperado de www.neomodule.com
- Pérez, J., et al. (2018). *Urban GPS Accuracy: Effects of Obstructions*. *Urban Studies Journal*, 15(3), 112-125.
- Smith, A., et al. (2017). *Impact of Geographic Factors on GPS Accuracy*. *Journal of Geospatial Technology*, 10(2), 45-56.