

УДК 621.396.969.3:004:056

МЕТОДИ ГЕОЛОКАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ СМАРТФОНІВ

Мосієвич К.Д.

email: katelyna.mosiievych@nure.ua

Науковий керівник – к.т.н. Ликов Ю.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. КРіСТЗІ
м. Харків, Україна

This study examines a hybrid approach to geolocation that combines GPS, Wi-Fi, cell tower signals, and seismic vibrations to improve accuracy in a variety of environments. The proposed method dynamically adjusts the weighting factors for each technology, reducing the positioning error. Experimental results show an accuracy improvement of 40% in urban environments and 30% in indoor environments compared to traditional methods. Further research will focus on improving algorithms for indoor navigation and increasing the energy efficiency of geolocation systems.

Геолокаційні технології займають важливе місце в сучасному цифровому середовищі. Вони застосовуються у таких сферах, як навігація, логістика, безпека, маркетинг, автономні транспортні системи, а також рятувальні операції. Системи позиціонування дозволяють визначати місцезнаходження людей, транспортних засобів та об'єктів у реальному часі, що значно підвищує ефективність різних сервісів.

Незважаючи на широкий спектр застосувань, жоден з існуючих методів геолокації не є універсальним.

Кожен метод має свої обмеження.

GPS – висока точність на відкритих територіях, але не працює в приміщеннях або під землею.

Стільникові вежі – можливість позиціонування в містах, але з великою похибкою (до 500 м).

Wi-Fi геолокація – точна в приміщеннях, але залежить від бази даних точок доступу.

Акселерометр і гіроскоп можуть уточнювати положення пристрою без зовнішніх сигналів, але накопичують помилку з часом.

Тому в умовах зростаючих вимог до точності, швидкості та надійності геолокаційних сервісів постає необхідність розробки гібридного підходу, що поєднує переваги різних методів та адаптується до конкретних умов середовища.

Попри значний прогрес у розвитку геолокаційних технологій, залишається кілька невирішених проблем:

1) Обмеження точності у міських умовах через відбиття сигналів від будівель;

2) Відсутність ефективних методів для підземних просторів (тунелі, шахти, підземні сховища);

- 3) Високе енергоспоживання GPS у мобільних пристроях;
- 4) Залежність від зовнішніх мереж (Wi-Fi, мобільні вежі, супутники);
- 5) Нестабільність роботи в умовах низького покриття сигналу (гори, ліси, океани).

Завдання полягає у розробці функції L_{comb} , яка комбінує різні методи геолокації, забезпечуючи мінімальну похибку позиціонування:

$$L_{comb} = \sum_{i=1}^n w_i L_i$$

де:

L_{comb} – комбіноване місцезнаходження (результат, отриманий після комбінування даних з різних джерел).

L_i – місцезнаходження, отримане від i -го методу.

w_i – ваговий коефіцієнт для кожного методу, що визначає, як сильно кожен метод впливає на фінальний результат.

n – кількість використовуваних методів геолокації.

Для вирішення зазначених проблем пропонується гібридний підхід, що комбінує кілька методів геолокації та динамічно адаптується до середовища користувача:

- 1) Використання GPS для досягнення максимальної точності в відкритих просторах та коригує дані, коли доступність GPS обмежена;
- 2) Застосування Wi-Fi та стільникові вежі для визначення місцезнаходження в міських умовах, де сигнал GPS може бути слабким;
- 3) Інтеграція акселерометр і гіроскоп для уточнення траєкторії руху у приміщеннях та підземних просторах, де традиційні методи геолокації менш ефективні;
- 4) Динамічне адаптування вагових коефіцієнтів кожного методу в залежності від точності і доступності даних у конкретних умовах середовища, що дозволяє підвищити точність і надійність геолокації.

Таблиця 1 – Порівняння точності методів геолокації в різних середовищах

Метод	Відкритий простір	Місто	Приміщення	Підземне середовище
GPS	5 м	15-30 м	-	-
Стільникові вежі	100-500 м	50-200 м	50-200 м	-
Wi-Fi	-	10-50 м	10-20 м	-
Акселерометр та гіроскоп	30-100 м	20-50 м	10-30 м	50-300 м

Дослідження показало, що жоден метод геолокації не є універсальним.

Комбінований підхід підвищує точність визначення місцезнаходження. GPS працює найкраще на відкритому просторі, Wi-Fi та стільникові вежі ефективніші у міських умовах, а акселерометр і гіроскоп дозволяють оцінювати рух навіть у приміщеннях або підземних середовищах. IP-геолокація є малоприматною для точного позиціонування, оскільки похибка може сягати десятків кілометрів.

Акселерометр і гіроскоп можуть використовуватися для визначення траєкторії руху, навіть без GPS. Вони дають змогу відстежувати переміщення, орієнтацію та прискорення пристрою, що є корисним у ситуаціях, коли супутниковий сигнал недоступний.

Існує ризик несанкціонованого доступу до акселерометра та гіроскопа. Це може дозволити зловмисникам отримати конфіденційну інформацію про місцезнаходження користувача без його згоди, комбінуючи дані руху з іншими методами збору інформації.

Для підвищення безпеки необхідно контролювати доступ до датчиків руху. Операційні системи та додатки повинні забезпечувати захист від несанкціонованого використання цих сенсорів.

Отже, поєднання GPS, Wi-Fi, стільникових веж, акселерометра та гіроскопа дозволяє підвищити точність геолокації, але вимагає посиленних заходів кібербезпеки для захисту персональних даних.

Список використаних джерел:

1. Zhao, L., & Liu, H. (2021). Performance Evaluation of GPS and Wi-Fi in Urban Geolocation Systems. *Proceedings of the International Conference on Indoor Navigation*, 180-189.
2. Li, M., & Wang, Q. (2023). Hybrid Location-based Services in Indoor and Outdoor Environments. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, 22(4), 543-556.
3. Liu, Z., & Chien, S. (2021). A Survey of Mobile Positioning Techniques and Applications. *International Journal of Geographical Information Science*, 35(6), 1247-1265.
4. Li, M., Guan, X., & Ma, J. (2015), "Indoor Localization Using Accelerometer and Gyroscope," *Proceedings of the IEEE International Conference on Wireless Communications and Signal Processing*
5. Youssef, M., & Agrawala, A. (2005). The Horus WLAN Location Determination System. *Proceedings of the 1st IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom 2003)*, 407-415.