

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЛОКАЛЬНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ В МЕРЕЖІ WI-FI/INDOOR

Соловська І. М.

*кандидат технічних наук,
доцент кафедри комп'ютерних наук
Міжнародний гуманітарний університет
м. Одеса, Україна*

Заволока М. В.

*здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня
за спеціальністю 123 – Комп'ютерна інженерія
Міжнародний гуманітарний університет
м. Одеса, Україна*

Використання користувачами сервісів та додатків, заснованих на місцезнаходженні користувача (геолокація, таргетована реклама, сервіси контролю за співробітниками або транспортом в підземних спорудах, паркінгах та інше) досить критичне до точності позиціонування, особливо у приміщеннях. Такі сервіси можуть бути надані користувачу тільки при точному визначенні його місцезнаходження, при цьому навіть незначні похибки можуть привести до відмови. Тому питання вибору методу визначення локального місцезнаходження користувача є актуальним.

Метою роботи є порівняльний аналіз методів локального позиціонування в мережі Wi-Fi/Indoor та вибір методу, який допоможе підвищити точність локального позиціонування.

Для порівняння обрано метод Fingerprinting, який використовує виміри значень рівня потужності сигналу RSSI (Received Signal Strength Indicator) пристрою користувача та зіставлення цих значень з уже відомим набором вимірювань, які збираються та зберігаються в попередньо створеній базі даних [1–2]. Особливістю цього методу є можливість використання різних алгоритмів на етапі визначення координат місцезнаходження користувача, таких як: алгоритм k-найближчих сусідів, Байєсівський підхід та комплексна сплайн-апроксимація. Однак, кожний з перерахованих алгоритмів має різні значення похибок при позиціонуванні користувача користувача $M(x, y)$.

Алгоритм k-найближчих сусідів знаходить «радіовідбитки», які будуть найближчими до значень RSSI і ухвалює рішення про те, що

поточні координати користувача збігаються з координатами референтних точок з відомими значеннями потужності сигналу RSSI. В методі використовується метрика Евкліда:

$$d_{\text{Евкліда}} = \sqrt{\sum_{i=1}^{N_{\text{AP}}} (RSSI_{\text{номі},j} - RSSI_{\text{рефточі},j})^2}, \quad (1)$$

де $RSSI_{\text{номі},j}$ – поточне значення RSSI $N_{\text{AP}i}$ точок доступу мережі Wi-Fi/Indoor для референтної точки з відомими координатами та значеннями RSSI, $RSSI_{\text{рефточі},j}$ – значення RSSI для кожної референтної точки в базі даних для точок доступу AP мережі, N_{AP} – кількість точок доступу в мережі Wi-Fi/Indoor, $i = 1, \dots, N_{\text{AP}}$, N_{RP} – кількість референтних точок, $j = 1, \dots, N_{\text{RP}}$.

Байєсівський підхід дозволяє використати розподіл RSSI ймовірностей для визначення місцезнаходження користувача, принцип знаходження таких координат надано в роботі [3–5]. Використання комплексної сплайн-апроксимації для визначення місцезнаходження користувача показано в роботі [3] для лінійних плоских сплайнів та в роботах [4–5] для квадратичних плоских сплайнів.

Для визначення похибки позиціонування використаємо середню абсолютну похибку MSE (Mean Squared Error) [3]:

$$MSE = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^L \sqrt{(x_{\text{est}} - x_{\text{real}})^2 + (y_{\text{est}} - y_{\text{real}})^2}$$

де x_{est} , y_{est} – координати місцезнаходження користувача, визначенні в ході дослідження, x_{real} , y_{real} – реальні координати користувача, L – кількість вимірювань.

Таблиця 1

Порівняльний аналіз методів локального позиціонування

Користувачі	Користувач-1	Користувач-2	Користувач-3
Реальні координати	(5;5)	(8;4)	(2,7;2)
Метод k -найближчих сусідів	(5,5;5,6)	(8,3;4,6)	(3;2,5)
MSE, м	0,78	0,67	0,58
Байєсівський метод	(5,3;5,21)	(8,2;4,35)	(3;2,41)
MSE, м	0,31	0,40	0,47
Комплексна сплайн-апроксимація	(5,11;5,14)	(8,1;4,05)	(2,75;2,2)
MSE, м	0,17	0,11	0,20

Отримані результати порівняльного аналізу методів локального позиціонування дозволяють зробити висновки про те, що найбільшу

точність визначення координат користувача отримано за допомогою комплексної сплайн-апроксимації.

Література:

1. S.H. Hameedah, M. Hussein and all. An Overview of Local Positioning System: Technologies, Techniques and Applications. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018. Vol. 7(3). P. 1–5.

2. N. Pirzada, M. Y. Nayan, F. Subhan, M. F. Hassan, M. A. Khan Comparative Analysis of Active and Passive Indoor Localization Systems. *AASRI Procedia*. 2021. Vol. 5. P. 92–97.

3. Strelkovskaya I., Solovskaya I., Strelkovska J. Fingerprinting/Indoor positioning using complex planar splines. *Journal of Electrical Engineering*. Vol. 72 (2021), N06, pp. 401–406.

4. Strelkovskaya I., Solovskaya I., Strelkovskaya J., Paskalenko V. Complex spline approximation in positioning problems. *Radioelectronics and Communications Systems*. 2022. Vol. 65 (7). P. 376–385.

5. Стрелковська І.В. Використання комплексних квадратичних сплайнів в задачах LBS-позиціонування / І.В. Стрелковська, І.М. Соловська // VII Всеукраїнська науково-практична конференція «Інформаційне суспільство: проблеми та перспективи»: матеріали конф., Одеса, 20 травня 2022 р.: тези доп. – Одеса: НУ ОЮА, 2022. С. 51–56.