

МЕТОДИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПРИМІЩЕННЯ НА ОСНОВІ КООРДИНАТ ЛЮДИНИ

Вінницький Національний Технічний Університет

Анотація.

У даному дослідженні проаналізовано методи ідентифікації приміщення на основі координат людини. Проведено порівняльний аналіз різних методів з метою визначення критеріїв для вибору оптимального методу для задачі автоматизованої фіксації присутності студентів на занятті.

Ключові слова: ідентифікація, автоматизовані системи контролю відвідуваності, електронні навчальні системи, локалізація людей в приміщенні.

Abstract.

This study analyzes methods of room identification based on human coordinates. A comparative analysis of different methods is carried out in order to determine the criteria for choosing the optimal method for the task of automated recording of students' presence in the classroom.

Keywords: identification, automated attendance systems, e-learning systems, indoor people localization.

Вступ

Використання сучасних технологій дозволяє автоматизувати різноманітні задачі для їх оптимізації. У сфері освіти до таких задач відноситься фіксація присутності студентів на занятті. Рішення цієї задачі проводиться у два основних етапах – збір даних та їх обробка. Вибір технологій для збору даних залежить від умов, в яких збираються дані (площа приміщення, кількість людей та ін.) [1]. В залежності від обраної технології система може збирати різні дані. Наприклад – координати користувача, сила сигналу, фото користувача, відбиток пальцю та ін. Тип зібраних даних визначає методи, якими ці дані будуть оброблятися.

Використання методів класифікації та регресії за допомогою машинного навчання дозволяє визначати місцезнаходження людини в приміщенні з точністю 94.3% та 95.5% відповідно [2]. Для задачі автоматизованої фіксації присутності студента на занятті дана точність не може розглядатись як достовірна для навчального процесу.

Метою даного дослідження є аналіз альтернативних методів ідентифікації приміщення, де знаходиться людина. Акцент робиться на методах, які використовують координати людини, а не силу сигналу від агента до датчика. Такий підхід дозволить позбутися від зовнішніх збурень, таких як слабкий сигнал через несучу стіну. Це дозволить отримувати місцезнаходження студента в приміщенні з достовірною точністю.

Результати дослідження

Одним з типів даних для ідентифікації приміщення є її координати у просторі. Координати, де людина знаходиться в певний момент часу, можна співвіднести з певними фіксованими координатами, щоб зробити висновок, де знаходиться людина. Одним з варіантів є визначення площі приміщення через певні діапазони координат, щоб потім співвідносити ці діапазони з координатами користувача. Такий метод ефективний, але вимагає виконати додаткові вимірювання координат кожного приміщення.

Щоб уникнути цієї проблеми, площу приміщення можна описати за допомогою вибірки статистичних даних. Для цього необхідно зібрати певну кількість записів даних, де буде точно встановлено координати людини та приміщення, в якому вона знаходиться. Серед цих даних можна виділити чотири екстремуми координат, які будуть вказувати на крайні точки, де знаходяться люди:

- Мінімальна довгота, мінімальна широта;
- Мінімально довгота, максимальна широта;
- Максимальна довгота, мінімальна широта;
- Максимальна довгота, максимальна широта.

Аналогічно з попереднім методом, отримавши ці чотири екстремуми можливо описати площу перебування людей у цьому приміщенні. Якщо довгота у координатах людини знаходиться у визначеному діапазоні мінімальної та максимальної довготи, а широта у визначеному діапазоні широт, можна вважати, що людина знаходиться у цьому приміщенні.

Такий метод дозволить уникнути цілеспрямованого вимірювання координат приміщення, але є вразливим до нерепрезентативних даних та зовнішніх збурень. Статистично отримані дані можуть не ідеально описати площу приміщення, тобто в майбутньому людина у цьому приміщенні може знаходитися поза встановленою площею. Окрім цього, поточні координати людини можуть бути отримані з певною похибкою [3], що також може призвести до помилки у визначенні місцезнаходження.

Для уникнення цієї проблеми замість площі приміщення можна використовувати відстань. Наприклад, відстань між поточними координатами та центром приміщення. Такий метод дозволить ідентифікувати приміщення навіть у випадку, коли координати людини не знаходяться в статистично отриманому діапазоні. Для отримання координат центру приміщення, знову ж таки, необхідно або провести вимірювання, або отримати їх зі статистичних даних.

Перетворити координати у дистанцію можливо за допомогою методу гаверсинуса, який розраховує дистанцію між двома координатами на поверхні земної кулі по прямій лінії [4]:

$$\alpha = \sin^2\left(\frac{\Delta\varphi}{2}\right) + \cos\varphi_1 \cdot \cos\varphi_2 \cdot \sin^2\left(\frac{\Delta\lambda}{2}\right) \quad (1)$$

$$c = 2 \cdot \operatorname{atan2}\left(\sqrt{\alpha}, \sqrt{1-\alpha}\right) \quad (2)$$

$$d = R \cdot c \quad (3)$$

де: φ – широта; λ – довгота; R – радіус Землі (6371 км).

Одним з методів отримання координат центру площі є розрахунок її центроїду. Центроїд – це точка в просторі або на площині, яка є середнім положенням всіх точок об'єкта або системи [5]. Для отримання центроїду необхідно отримати середнє арифметичне кожної координати:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad (4)$$

де: x, y – координати, n – кількість записів з координатами у цьому приміщенні.

В табл. 1 наведено порівняльний аналіз методів ідентифікації приміщення на основі координат людини:

Таблиця 1. Методи ідентифікації приміщення на основі координат людини

Метод	Переваги	Недоліки
Мануальне вимірювання площі приміщення	– Висока точність площі приміщення; – Не потребує статистичних даних	– Затрати часу та ресурсів на виміри.
Розрахунок площі приміщення зі статистичних даних	– Автоматизація процесу; – Збереження точності в умовах специфічного планування будівлі	– Залежність від кількості та якості статистичних даних; – Вразливість до похибок у координатах людини.
Розрахунок дистанції до центру приміщення зі статистичних даних	– Автоматизація процесу; – Стійкість до похибок у вимірюванні координат людини.	– Залежність від кількості та якості статистичних даних; – Можлива низька точність, якщо сусідні приміщення мають суттєво різні форми.

Мануальне вимірювання площі приміщення дозволить отримати високу точність через те, що площа приміщення буде чітко визначеною. Однак для цих вимірів необхідно витратити значний час, що ускладнює застосування методу для будівлі з багатьма приміщеннями.

Розрахунок площі приміщення зі статистичних даних дозволяє автоматизувати процес, а також дозволить визначити площу, де перебувають люди, що може бути важливим у контексті навчального

закладу. Різниця площі перебування людей з площею приміщення в тому, що люди не будуть рівномірно розподілені по площі приміщення (місце викладача, місце біля доски, обладнання, тощо). Однак цей метод потребує достатньої кількості даних, щоб отримати координати, які опишуть межі площі. Також цей метод вразливий до похибок у вимірюванні координат людини.

Розрахунок дистанції до центру приміщення зі статистичних даних також дозволяє автоматизувати процес та зробити систему стійкою до похибок у вимірюванні координат людини. Однак даний метод також потребує достатньо репрезентативних статистичних даних. Крім цього, в певному плануванні будівлі цей метод може мати низьку точність. Наприклад, якщо сусідні приміщення будуть мати різну форму (більш квадратну або більш витягнуту), може трапитися, що студент у стіні одного приміщення буде ближче до центру сусіднього приміщення, ніж до центру приміщення, де він знаходиться.

Висновки

У роботі проаналізовано методи ідентифікації приміщення на основі координат людини – мануальне вимірювання площі приміщення, розрахунок площі приміщення зі статистичних даних та розрахунок дистанції до центру приміщення зі статистичних даних. Розглянуто переваги та недоліки кожного методу.

Зроблено висновок, що вибір методу ідентифікації приміщення на основі координат людини має здійснюватися з урахуванням специфічних критеріїв. Краще за все провести мануальні виміри, якщо це можливо. Якщо це неможливо, слід врахувати планування будівлі. Якщо сусідні приміщення мають однакову форму, краще ідентифікувати приміщення за допомогою розрахунку дистанції людини до центру приміщення. В іншому випадку краще ідентифікувати приміщення за допомогою розрахунку його площі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Топольський А. І. Аналіз практичних реалізацій автоматизованих систем ідентифікації студентів в електронних навчальних системах / А.І. Топольський, Є. А. Паламарчук // Вісник Вінницького політехнічного інституту, – 2024. – Т. 173, № 2. – С. 61–70. <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2024-173-2-61-70>
2. Топольський А. Usage of machine learning for prediction of student location / А. Топольський, Є. Паламарчук // Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації: Матеріали IV Всеукр. науково-техн. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, Одеса, 26–27 верес. 2024 р. – Одеса, 2024. – С. 194–196.
3. Why GPS makes distances bigger than they are / Peter Ranacher [et al.] // International Journal of Geographical Information Science. – 2015. – Vol. 30, no. 2. – P. 316–333. <https://doi.org/10.1080/13658816.2015.1086924>
4. Resolving the shortest path problem using the haversine algorithm / D. Prasetya [et al.] // Journal of Critical Reviews. – 2020. – Vol. 7, no. 1. – P. 62–64.
5. Dare O. P. Impact of different centroid means on the accuracy of orthometric height modelling by geometric geoid method / Oluyori P. Dare, Eteje S. Okiemute // International Journal of Scientific Reports. – 2020. – Vol. 6, no. 4. – P. 124. <https://doi.org/10.18203/issn.2454-2156.intjsci20201267>

Топольський Андрій Іванович — аспірант групи 151-22а, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, e-mail: topolskiy.vntu@gmail.com ;

Науковий керівник: **Паламарчук Євген Анатолійович** — канд. техн. наук, доцент, професор кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: p@vntu.edu.ua.

Topolskiy Andriy Ivanovich. — PhD student, Faculty of Intellectual Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia e-mail: topolskiy.vntu@gmail.com

Supervisor: **Palamarchuk Yevhen Anatoliyovich.** — Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Professor of the Chair of Automation and Intelligent Information Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: p@vntu.edu.ua;