Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет комп'ютерних наук
(повна назва)

Кафедра програмної інженерії
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)

Дослідження методів відстеження телефонів за допомогою gps та через відправку пакетів даних за назвою мережі
(тема)

Виконав:
студент 2 курсу, групи ІПЗм-22-2

Запара О.С.
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 121 – Інженерія програмного забезпечення
(код і повна назва спеціальності)
Тип програми освітньо-наукова

Керівник доц. каф. ПІ Чуприна А.С.
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту
Зав. кафедри _____ Дудар З.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

2024 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет комп’ютерних наук
Кафедра програмної інженерії
Рівень вищої освіти другий (магістерський)
Спеціальність 121 – Інженерія програмного забезпечення
Тип програми освітньо-наукова програма
Освітня програма Інженерія програмного забезпечення
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедри _____
(підпис)
«___» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові Запарі Олександру Сергійовичу
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи «Дослідження методів відстеження телефонів за допомогою gps та через відправку пакетів даних за назвою мережі»
Затверджена наказом по університету від 29.03.2024р. № 250 Ст
2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 20.06.2024
3. Вихідні дані до роботи характеристика методів відстеження телефонів, порівняльна характеристика різних методів відстеження за допомогою gps, порівняльна характеристика методів відстеження телефонів за допомогою gps з іншими методами, опис та реалізація методів та способів оптимізації для підвищення продуктивності
4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі
вступ, аналіз предметної галузі та актуальність роботи, постановка задачі, порівняльна характеристика методів відстеження телефонів за допомогою gps з іншими методами, аналіз реалізації та використання методів, які пропонують наведені методи, висновки

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз предметної галузі та постановка задачі	29.02.2024 – 10.03.2024	*виконано*
2	Аналіз інших технологій і оцінка їх можливостей	11.03.2024 – 24.03.2024	*виконано*
3	Аналіз методів і способів для відстеження телефонів	25.03.2024 – 06.04.2024	*виконано*
4	Планування експериментів	07.04.2024 – 11.04.2024	*виконано*
5	Програмна реалізація дослідження	12.04.2024 – 26.04.2024	*виконано*
6	Експериментальні дослідження	27.04.2024 – 30.04.2024	*виконано*
7	Аналіз результатів експериментальних досліджень та розробка рекомендацій	01.05.2024 – 04.05.2024	*виконано*
8	Написання та оформлення тез доповіді	05.05.2024 – 15.05.2024	*виконано*
9	Підготовка пояснювальної записки	16.05.2024 – 27.05.2024	*виконано*
10	Підготовка презентації та доповіді	28.05.2024 – 31.05.2024	*виконано*
11	Нормоконтроль		*виконано*
12	Рецензування		*виконано*
13	Занесення диплома в електронний архів		*виконано*
14	Попередній захист		*виконано*
15	Допуск до захисту у зав. кафедри		*виконано*

Дата видачі завдання 29 лютого 2024р.

Студент _____ Запара О.С.
(підпис)

Керівник роботи _____ доц. каф. ПІ Чуприна А.С.
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ / ABSTRACT

Пояснювальна записка містить 57 стор., 6 табл., 12 джерел, 5 додатків.

МЕРЕЖА, ОПТИМІЗАЦІЯ, ПРОДУКТИВНІСТЬ, ТЕЛЕФОН, GPS.

Об’єктом дослідження методів відстеження телефонів за допомогою gps та через відправку пакетів даних за назвою мережі.

Метою роботи є дослідження методів для відстеження телефонів за допомогою gps та через відправку пакетів даних за назвою мережі для дослідження порівняльної характеристики продуктивності та реалізації схожих методів.

У роботі розглядаються методи та способи відстеження смартфонів, способи їх реалізації та кінцеві результати для порівняльної характеристики.

У результаті роботи було досліджено методи відстеження телефонів за допомогою gps та через відправку пакетів даних за назвою мережі, їхню реалізацію та способи відтворення в програмі для їх використання, розроблено порівняльну характеристику схожих методів та їх реалізації.

NETWORK, OPTIMIZATION, PRODUCTIVITY, PHONE, GPS.

The object of research is methods of tracking phones using GPS and sending data packets by network name.

The purpose of the work is to study methods for tracking phones using GPS and by sending data packets by network name to study comparative performance characteristics and implementation of similar methods.

Methods and methods of tracking smartphones, ways of their implementation and final results for comparative characteristics are considered in the work.

As a result of the work, the methods of tracking phones using GPS and by sending data packets by network name, their implementation and methods of reproduction in the program for their use were investigated, a comparative characteristic of similar methods and their implementation was developed.

Я, Запара Олександр Сергійович, студент гр. ІПЗм-22-2, здобувач вищої освіти на другому (магістерському) рівні кафедри «Програмна інженерія», заявляю: моя кваліфікаційна робота на тему «Дослідження методів відстеження телефонів за допомогою gps та через відправку пакетів даних за назвою мережі», що буде представлена в екзаменаційну комісію для публічного захисту, виконана самостійно, в ній не містяться елементи плагіату і вона може бути опублікована в електронному архіві відкритого доступу ElArKhNURE. Всі запозичення з друкованих та електронних джерел мають відповідні посилання.

Я ознайомлений(на) з діючим положенням «Про протидію академічному плагіату в ХНУРЕ», згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування дисциплінарних заходів.

ЗМІСТ

Вступ 8
1 Аналіз проблемної галузі та актуальність дослідження 9
1.1 Аналіз проблемної галузі 9
1.2 Актуальність роботи 14
1.3 Постановка задачі 15
2 Аналіз існуючих аналогів та методів оптимізації 17
2.1 Порівняння GPS-технології та моніторинг відправлених пакетів даних за назвою мережі 17
2.2 Порівняння GPS-технології та моніторинг відправлених пакетів даних за назвою мережі з іншими методами 18
2.3 Аналіз методів GPS-технології та моніторинг відправлених пакетів даних за назвою мережі для відстеження смартфону 19
3 Планування експериментальної частини дослідження 20
3.1 Опис набору даних 20
3.2 Вибір методів дослідження 26
3.3 Метрики оцінювання 29
4 Проведення експериментальної частини дослідження 30
4.1 Аналіз та підготовка набору даних 30
4.2 Опис експерименту 32
4.3 Отримані результати 33
4.4 Аналіз результатів 40
Висновки 41
Перелік джерел посилання 42
Додаток А Перелік джерел посилання за науковими напрямами керівника та науковців кафедри програмної інженерії 43
Додаток Б Звіт результатів перевірки на унікальність тексту в базі ХНУРЕ 44
Додаток В Слайди презентації 45
Додаток Г Апробація у вигляді тез у 28-му Міжнародному молодіжному форумі «РАДІОЕЛЕКТРОНІКА І МОЛОДЬ У XXI СТОЛІТТІ» 54

Додаток Д Експертний висновок результатів перевірки кваліфікаційної роботи на відповідність оформлення вимогам ДСТУ 3008: 2015 57

ВСТУП

В сучасному світі, де мобільні телефони визначають наше щоденне існування, питання безпеки особистої інформації стає все більш актуальним. Здатність відстежувати місцезнаходження користувачів через їхні телефони завдається за допомогою різноманітних технологій. У нашому дослідженні ми ретельно розглянемо два основних методи відстеження: використання GPS-технології та моніторинг відправлених пакетів даних за назвою мережі. Зазирнувши у технічні аспекти цих методів, ми прагнемо визначити їхні можливості, обмеження та вплив на приватність користувачів. Розкривши ці аспекти, ми отримаємо глибше розуміння викликів, які постають перед сучасним суспільством у забезпеченні захисту особистих даних у цифрову епоху.

Отже, мета даної дипломної роботи полягає в тому, щоб сприяти подальшому розвитку відстеження та безпеки даних користувачів, роблячи акцент на GPS-технології та моніторинг відправлених пакетів даних за назвою мережі. Отримані результати стануть цінним ресурсом для користувачів смартфонів.

У результаті дипломної роботи було вивчено та порівняно два основних методи відстеження: використання GPS-технології та моніторинг відправлених пакетів даних за назвою мережі.

1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМНОЇ ГАЛУЗІ ТА АКТУАЛЬНІСТЬ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Аналіз проблемної галузі

Тема «Дослідження методів відстеження телефонів за допомогою GPS та через відправку пакетів даних за назвою мережі» надзвичайно актуальна у сучасному світі, де технології стають неодмінною частиною нашого повсякденного життя. Однак із використанням методів відстеження пов'язано кілька важливих проблем.

По-перше, приватність та етика використання геолокаційних даних викликають серйозні питання. Збір і використання цих даних може порушувати особисту приватність користувачів, створюючи конфлікт між необхідністю захисту та потребою використання цієї інформації.

Технічні обмеження також впливають на ефективність методів відстеження. Перешкоди для GPS-сигналів та інші технічні аспекти можуть призводити до неточності визначення місцезнаходження, ускладнюючи завдання забезпечення точності та достовірності отриманих даних.

Не менш важливою є проблема безпеки даних. Ризик кібератак та неправомірного доступу до зібраних інформаційних потоків може підірвати довіру та створити загрозу конфіденційності особистої інформації.

Додатково, недостатня регуляторна база та чіткі норми для легітимного використання технологій відстеження телефонів можуть стати причиною неправомірних дій та порушення прав громадян.

З розвитком технологій необхідно не лише виявляти та розв'язувати поточні проблеми, але й адаптувати методи відстеження до нових викликів. Постійне оновлення та вдосконалення стають ключовими завданнями для забезпечення ефективності систем відстеження телефонів.

Нарешті, вирішення проблеми системних взаємодій вимагає встановлення стандартів для інтеграції та взаємодії різних технологій в єдиній системі відстеження.

Всі ці аспекти визначають важливі напрямки дослідження в області відстеження телефонів, а їх аналіз та вирішення дозволять розробити ефективні та безпечні методи використання цих технологій у сучасному суспільстві.

Одним із таких прикладів є два методи відстеження, перший з яких з використанням GPS-технології, а другий через аналіз відправлених пакетів даних за назвою мережі.

GPS-технології відстеження визначаються як методи, що використовують систему глобального позиціонування (GPS) для визначення точного місцезнаходження об'єкта, такого як мобільний телефон. GPS, розроблена Сполученими Штатами, складається з супутникової системи, що передає сигнали на Землю, та приймачів, вбудованих у пристрої користувачів. Ці технології дозволяють точно визначати географічні координати, такі як широта, довгота та висота, забезпечуючи надзвичайно точний метод відстеження місцезнаходження. У нашому дослідженні ми розглянемо якість цього методу, його застосування та можливі заходи забезпечення конфіденційності в контексті відстеження мобільних телефонів.

Аналіз відправлених пакетів даних за назвою мережі є методом відстеження місцезнаходження, який використовується для визначення положення пристроїв, зокрема мобільних телефонів, на основі інформації, яку вони передають через мережеві з'єднання. Кожна мережа має свою унікальну ідентифікаційну назву (наприклад, ім'я оператора зв'язку), і пристрої регулярно взаємодіють з цими мережами для передачі даних.

Аналіз пакетів даних за назвою мережі може включати в себе спостереження за змінами у мережевих параметрах, які вказують на підключення до конкретної мережі на певному місці та часі. Ця інформація може допомагати визначити, де знаходиться пристрій у конкретний момент.

У рамках нашого дослідження ми розглянемо, наскільки точні і надійні ці дані, а також ризики з точки зору конфіденційності. Питання безпеки та можливість неправомірного використання цієї інформації визначатимуться як частини

загального аналізу, метою якого є вдосконалення стратегій захисту особистої інформації в цифровому середовищі.

Обидва методи мають власний набір плюсів і мінусів, і вибір між ними залежить від конкретних потреб проекту.

Розглянемо плюси GPS-технології відстеження:

– висока точність. GPS може забезпечити високу точність визначення місцезнаходження, що робить його ефективним для великої кількості застосувань, включаючи навігацію та служби місцезнаходження;
– глобальність. GPS працює практично в будь-якій точці земної поверхні, що робить його універсальним для використання в різних географічних областях;
– майже миттєве визначення. GPS забезпечує швидке визначення місцезнаходження, що важливо для додатків, які вимагають негайної відповіді.

Тепер розглянемо мінуси GPS-технології:

– залежність від видимості супутників. Точність визначення місцезнаходження GPS може знижуватися в умовах обмеженої видимості супутників, наприклад, в глибоких долинах, міських каньйонах або всередині будівель;
– використання енергії. Продовжене використання GPS може призводити до споживання багато енергії, що може впливати на тривалість роботи акумулятора мобільного пристрою;
– вразливість до перешкод. Радіосигнали від супутників можуть бути блоковані фізичними перешкодами, такими як високі будівлі чи густий ліс.

Тепер перейдемо аналізу відправлених пакетів даних за назвою мережі. Розглянемо його плюси:

– ефективність в місцях з обмеженим сигналом GPS. Там, де сигнал GPS може бути обмеженим (наприклад, всередині будівель або в глибоких

ущелинах), аналіз пакетів даних може стати альтернативою для визначення місцезнаходження;

– економічність. Деякі застосування можуть використовувати дані мережі, що вже існують, що може бути економічно вигідно, оскільки не потрібно додаткового обладнання;
– можливість аналізу руху в реальному часі. Аналіз даних мережі може забезпечувати інформацію про рух у реальному часі, що може бути важливим для різних застосувань, таких як управління транспортом чи геомаркетинг.

Щодо мінусів в цьому методі маємо:

– менша точність визначення місцезнаходження. Похибки у визначенні місцезнаходження можуть бути більшими, особливо в областях з великою кількістю доступних мереж або в умовах, де сигнали можуть змінюватися;
– приватність та безпека. Використання і аналіз даних мережі може викликати проблеми щодо конфіденційності та безпеки особистої інформації, оскільки ці дані можуть бути використані для відстеження особистого життя користувачів без їхнього відома чи згоди;
– залежність від доступності мережі. Визначення місцезнаходження через мережу може бути неефективним або неможливим у відсутності доступу до мережі, наприклад, в зонах з низьким рівнем покриття мережі або під час відключення від Інтернету.

Підводячи підсумки, обидва методи мають свої обмеження, і вибір між ними залежить від конкретних вимог застосувань та ситуацій. Комбінація різних методів може допомогти зменшити їхні недоліки та підвищити ефективність визначення місцезнаходження.

А це означає, що в двох методів є свої плюси та мінуси, але якщо ми їх будемо комбінувати цих мінусів модна буде позбутися.

GPS-технологія відстеження (Global Positioning System) є системою, яка дозволяє точно визначати географічне положення об'єкта у просторі за допомогою супутникової навігації. Основні компоненти GPS-технології включають

супутникову констеляцію, приймачі та земну інфраструктуру для управління системою.

Основні характеристики GPS-технології відстеження включають:

– супутникова констеляція. Система GPS складається з групи супутників, які обертаються навколо Землі. Зазвичай, для точного визначення місцезнаходження необхідно отримати сигнали від принаймні трьох супутників;
– приймачі. Прилади, які отримують сигнали від супутників і обчислюють географічні координати. Приймачі можуть бути вбудовані в мобільні телефони, автомобільні системи навігації, носимі пристрої тощо;
– триангуляція. Принцип роботи GPS базується на математичній триангуляції, де приймачі визначають своє місцезнаходження за допомогою сигналів, які вони отримують від супутників. Чим більше супутників приймає сигнал, тим точніше визначається положення;
– часовий стемп. Точність визначення місцезнаходження також пов'язана з точністю вимірювання часу, оскільки сигнали подорожують з великою швидкістю;
– географічні координати. Результатом вимірювань є географічні координати точки - широта, довгота та іноді висота.

GPS-технологія відстеження широко використовується у різних сферах, таких як автомобільні системи навігації, мобільні додатки, логістика, спортивні трекери, рятувальні операції та багато інших. Однак важливо враховувати її обмеження, такі як вплив на точність в умовах обмеженої видимості супутників чи високих будівель.

Аналіз відправлених пакетів даних за назвою мережі відстеження - це метод визначення місцезнаходження пристрою на основі інформації про пакети даних, які він відправляє чи отримує через мережу зв'язку, таку як мобільна мережа або Wi-Fi. Основна ідея полягає в аналізі мережевої активності пристрою та ідентифікації мережі, з якою він взаємодіє.[1]

Основні характеристики аналізу відправлених пакетів даних за назвою мережі включають:

– назва мережі (SSID). Аналізуються ідентифікатори мережі, які пристрій використовує для підключення. Це може бути ім'я Wi-Fi мережі або ім'я оператора мобільного зв'язку;
– сила сигналу. Вимірюється сила сигналу від кожної мережі, що може допомагати визначити відстань від точки доступу;
– часові мітки. Фіксуються часові мітки, коли пристрій взаємодіє з різними мережами, що може допомагати відстежувати його переміщення та активність.
– ідентифікація мережі. Детальний аналіз включає в себе визначення конкретних мереж (Wi-Fi точки доступу, мобільні базові станції тощо) і може враховувати їхню географічну локацію;
– споживана пропускна здатність. Визначення обсягу переданих та отриманих даних може надати інформацію про типову активність пристрою та може бути використаною для визначення того, чи пристрій знаходиться у русі чи залишається непорушеним.

Аналіз відправлених пакетів даних за назвою мережі може бути використаний для визначення маршрутів руху, перевірки доступності мережевих з'єднань та вирішення питань щодо безпеки та приватності. Проте важливо враховувати етичні аспекти та дотримання вимог законодавства, оскільки цей метод може викликати питання щодо захисту особистої інформації.

1.2 Актуальність роботи

Тема дослідження «Дослідження методів відстеження телефонів за допомогою GPS та через відправку пакетів даних за назвою мережі» є надзвичайно актуальною у сучасному світі, де швидкий технологічний прогрес визначає нові вимоги та виклики для суспільства. Актуальність даного дослідження обумовлена декількома ключовими аспектами.

Перше, зростаюче використання технологій відстеження телефонів на фоні розширення їхньої функціональності ставить перед суспільством завдання збалансування між користю та захистом особистої приватності. Питання, пов'язані з етикою та безпекою даних, стають центральними в умовах постійного збільшення обсягу зібраних інформаційних потоків.[2]

Друге, в контексті зростання загроз кібербезпеки, де кожна інформаційна система піддається ризику, важливо розуміти, які саме заходи можна вжити для забезпечення безпеки та конфіденційності зібраних даних. Врахування цих аспектів є необхідним для створення надійних та безпечних систем відстеження.

Третє, в умовах відсутності чіткої регуляторної бази для легітимного використання технологій відстеження телефонів, особливо в критичних сферах, виникає необхідність у вивченні та визначенні ефективних нормативних механізмів. Розробка такого правового каркасу стане важливим етапом у забезпеченні взаємодії технологій відстеження з законом.

Нарешті, умови технічного вдосконалення методів відстеження, зокрема через вдосконалення систем GPS та розвиток технологій передачі даних, ставлять перед науковцями завдання розробки та впровадження нових технічних рішень для подолання існуючих технічних обмежень та підвищення точності визначення місцезнаходження.

Усі ці фактори визначають необхідність проведення виваженого та комплексного дослідження у рамках даної теми, спрямованого на вирішення конкретних проблем, що виникають в сфері відстеження телефонів. Результати цього дослідження можуть внести вагомий внесок у розвиток та оптимізацію використання таких технологій у різних сферах суспільства.

1.3 Постановка задачі

Постановка задачі у дипломній роботі «Дослідження методів відстеження телефонів за допомогою GPS та через відправку пакетів даних за назвою мережі» передбачає формулювання конкретних завдань, які вчений планує вирішити в ході

свого дослідження. Нижче наведено загальні напрями постановки завдань для цієї роботи:

- аналіз існуючих методів відстеження телефонів. Провести огляд сучасних методів відстеження, включаючи використання GPS та відправку пакетів даних за назвою мережі. Визначити переваги та недоліки кожного методу;
- оцінка впливу на приватність. Проаналізувати вплив використання методів відстеження на особисту приватність користувачів. Визначити можливості та обмеження для забезпечення конфіденційності даних;
- технічні аспекти. Дослідити технічні обмеження існуючих методів, зокрема точність визначення місцезнаходження, стійкість до перешкод та надійність передачі даних;
- безпека даних. Вивчити питання кібербезпеки в контексті використання методів відстеження телефонів та розробити рекомендації щодо захисту зібраних даних від несанкціонованого доступу;
- легітимність та регулювання. Проаналізувати відсутність чітких нормативів та законодавства щодо використання методів відстеження телефонів і розробити пропозиції щодо легітимного регулювання;
- практичне застосування. Вивчити конкретні випадки використання методів відстеження у практиці, зокрема в області безпеки, кримінального розслідування та управління ресурсами;
- розвиток нових технічних рішень. Розглянути можливості розвитку нових технічних рішень або покращення існуючих для оптимізації методів відстеження телефонів.

Ці завдання орієнтовані на глибокий та всебічний аналіз проблематики відстеження телефонів, враховуючи технічні, етичні, правові та практичні аспекти. Результати дослідження та висновки, отримані при вирішенні цих завдань, допоможуть розширити розуміння та зробити внесок у відповідну галузь знань.[3]

2 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ АНАЛОГІВ ТА МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ

2.1 Порівняння GPS-технології та моніторинг відправлених пакетів даних за назвою мережі

Методи відстеження телефонів, зокрема через використання GPS та відправку пакетів даних за назвою мережі, представляють собою два різних підходи до визначення місцезнаходження пристрою. Кожен з цих методів має свої унікальні переваги та обмеження, які важливо враховувати при виборі оптимального рішення в конкретних сценаріях.

Почнемо з GPS, який, безперечно, є високоточним інструментом для визначення місцезнаходження в умовах відкритого простору. За допомогою супутникових сигналів, пристрій може здійснювати точне визначення географічних координат. Однак важливо враховувати його обмеження, такі як втрати сигналу в густо забудованих місцевостях, усередині будівель або в областях з високими природними перешкодами.[4]

У той час як GPS вирішує проблеми точності відстеження, метод відправки пакетів даних за назвою мережі призначений для умов, де GPS може виявитися менш ефективним. Використовуючи інформацію про доступні мережі, такий метод може надавати змогу визначати місцезнаходження пристрою в умовах внутрішніх приміщень чи в районах з обмеженим доступом до супутників.

Одним із ключових відмінностей є також питання приватності. GPS, збираючи детальні геолокаційні дані, може ставити під загрозу особисту приватність користувачів. З іншого боку, відправка пакетів даних за назвою мережі може бути менш інвазивною, оскільки надає ідентифікацію лише мережі, до якої підключений телефон.

Важливим фактором є також витрати енергії. GPS може виявитися більш вимогливим до енергії через постійний пошук супутників, в той час як відправка пакетів даних може бути більш енергоефективною.

Враховуючи ці відмінності, розуміння конкретних вимог та контексту використання дозволить вибрати належний метод відстеження для досягнення максимальної точності та ефективності в конкретних умовах. Інтеграція обох

методів може стати перспективним рішенням для забезпечення найбільш гнучкого та надійного визначення місцезнаходження пристроїв в різноманітних сценаріях використання.

2.2 Порівняння GPS-технології та моніторинг відправлених пакетів даних за назвою мережі з іншими методами

В сучасному високотехнологічному світі визначення місцезнаходження телефонів стало ключовим аспектом функціональності та зручності для користувачів. Два основних методи – використання GPS та відправка пакетів даних за назвою мережі – викликають особливий інтерес у зв'язку з їхньою широкою поширеністю та важливістю в різноманітних областях від навігації до соціальних мереж та безпеки.

GPS, або система глобального позиціонування, впевнено утвердила себе як високоточний метод визначення місцезнаходження, особливо на відкритих просторах. Проте, його обмеження в густо населених місцях та усередині будівель привело до розвитку альтернативних методів, серед яких відправка пакетів даних за назвою мережі виявилася конкурентоспроможною.

Використання інформації про доступні мережі для визначення місцезнаходження виявляється ефективним в умовах внутрішніх приміщень чи в областях з обмеженим доступом до супутників. Його здатність працювати в режимі енергозбереження робить його привабливим для тривалого використання, особливо порівняно з більш енергоємним GPS.[5]

Порівнюючи ці методи з іншими технологіями, можна визначити певні компроміси та переваги. Наприклад, Bluetooth та BLE можуть бути ефективними в обмежених просторах, а Wi-Fi може забезпечувати точність у внутрішніх приміщеннях. Системи внутрішнього позначення та інфраструктура мобільних мереж також мають свої сфери застосування.

Важливо враховувати контекст та конкретні вимоги завдань для визначення оптимального методу. Комбінування різних технологій може стати стратегічним підходом для забезпечення найвищої точності та ефективності в різноманітних

умовах, що стає ключем до розвитку інноваційних та універсальних рішень в галузі визначення місцезнаходження.

2.3 Аналіз методів GPS-технології та моніторинг відправлених пакетів даних за назвою мережі для відстеження смартфону

Метод відстеження місцезнаходження телефонів за допомогою GPS та відправки пакетів даних за назвою мережі представляє собою цікаву динаміку в галузі технологій геолокації. GPS, як відомо, забезпечує вражаючу точність на відкритих просторах, привертаючи увагу користувачів своєю глобальною придатністю та широким функціоналом. Проте, в густонаселених місцях або в середині будівель його ефективність може суттєво знижуватися через блокування супутникових сигналів.

З іншого боку, використання пакетів даних для визначення місцезнаходження через назву мережі стає привабливим альтернативним рішенням. Цей метод може виявитися ефективним у внутрішніх приміщеннях або в областях з обмеженим доступом до супутників. Крім того, він може вирішувати проблему витрат енергії, що часто пов'язана з GPS, і забезпечувати більш тривалу автономність пристроїв.

У світлі цих технологічних рішень важливо враховувати й контекст приватності. GPS, збираючи високоточні геолокаційні дані, може стати об'єктом занепокоєння з точки зору конфіденційності. Натомість, відправка пакетів даних за назвою мережі може бути менш інвазивною, оскільки вона ідентифікує лише мережу, до якої підключений пристрій.[6]

Аналіз цих двох методів відстеження телефонів є невичерпним джерелом роздумів та можливостей для подальшого розвитку в галузі технологій геолокації. Враховуючи їхні переваги та обмеження, інженери та розробники мають унікальну можливість поєднати їхні сильні сторони для створення більш ефективних та гнучких систем визначення місцезнаходження, які відповідають різноманітним потребам користувачів у сучасному цифровому світі.

3 ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Опис набору даних

Мета збору даних полягала у порівнянні ефективності та точності методів відстеження телефонів за допомогою GPS та через відправку пакетів даних за назвою мережі в різних умовах. Для цього були зібрані дані, які дозволяють оцінити точність, швидкість та ефективність обох методів.

Дані були зібрані з мобільних пристроїв, обладнаних GPS-модулями та підтримкою Wi-Fi. GPS-дані включають часові мітки, координати (широта, довгота, висота) та точність вимірювань. Дані мережевого трафіку зібрані через відправку пакетів даних за назвою мережі (SSID) та інших доступних мережевих ідентифікаторів. Ці дані включають інформацію про точки доступу Wi-Fi, до яких були підключені мобільні пристрої, та їхню приблизну відстань.

Тестові локації включали відкриті простори, такі як парки і поля, міські райони з високою концентрацією будівель, а також внутрішні приміщення, такі як торгові центри, офісні будівлі та житлові будинки. Дані збиралися в різні часи доби (ранок, день, вечір), щоб оцінити вплив різних умов освітлення та завантаженості мережі.[7]

Для забезпечення однакових умов тестування використовувались однакові моделі мобільних пристроїв з GPS-модулями та підтримкою Wi-Fi. На кожному пристрої було встановлено спеціалізоване програмне забезпечення для збору GPS-координат та даних мережевого трафіку. Дані про місцезнаходження записувалися з інтервалом у 1 секунду для забезпечення високої точності, а самі дані зберігалися у форматі CSV, що включає такі поля: Timestamp, Latitude, Longitude, Altitude, GPS Accuracy, Network SSID, Signal Strength, Distance to Access Point.руху.

Timestamp (мітка часу) - це цифровий запис, який фіксує точний час і дату певної події. У контексті GPS або інших методів відстеження місцезнаходження, timestamp використовується для позначення точного моменту, коли були зібрані дані про місцезнаходження. Це дозволяє синхронізувати і відслідковувати рухи пристрою у часі. Timestamp зазвичай записується у форматі, який включає рік, місяць, день, години, хвилини, секунди та мілісекунди, що забезпечує високу

точність і дозволяє детально аналізувати динаміку змін. Використання timestamp є важливим для забезпечення точності та узгодженості даних у системах відстеження місцезнаходження, а також для надання можливості відстежувати і аналізувати рухи і події в часі.

Latitude (широта) - це географічна координата, яка визначає положення точки на поверхні Землі в напрямку північ-південь відносно екватора. Широта вимірюється в градусах (°), де екватор має значення 0°, Північний полюс - 90° північної широти (або +90°), а Південний полюс - 90° південної широти (або -90°). Значення широти змінюються від 0° до 90° на північ або на південь.

Latitude є однією з двох координат, які разом з довготою (longitude) визначають точне місцезнаходження на земній кулі в системі географічних координат. Широта є важливою складовою для навігації, картографії та визначення місцезнаходження за допомогою GPS або інших систем відстеження. Значення широти дозволяє зрозуміти, наскільки далеко на північ чи на південь від екватора знаходиться певний об'єкт чи місце.

Longitude (довгота) - це географічна координата, яка визначає положення точки на поверхні Землі в напрямку схід-захід відносно початкового (нульового) меридіану. Нульовий меридіан проходить через Гринвіч, Лондон, і має значення 0°. Довгота вимірюється в градусах (°), де значення змінюються від 0° до 180° на схід (східна довгота) або на захід (західна довгота).

Longitude разом із широтою (latitude) утворює систему географічних координат, яка використовується для точного визначення місцезнаходження на земній кулі. Значення довготи дозволяє визначити, наскільки далеко на схід чи на захід від початкового меридіану знаходиться певний об'єкт чи місце. Ці координати є основними для навігації, картографії, а також для систем відстеження, таких як GPS. Longitude є ключовим елементом у глобальній системі координат, яка дозволяє точно вказувати місця на поверхні Землі.

Altitude (висота) – це вертикальна координата, яка визначає відстань точки над або під певним рівнем відліку, зазвичай рівнем моря. Висота вимірюється в

метрах або футах і є важливою характеристикою для визначення місцезнаходження в тривимірному просторі.

Altitude є критично важливим показником у багатьох сферах, включаючи авіацію, географію, метеорологію та картографію. В авіації висота є ключовим параметром для безпечного польоту, дозволяючи пілотам орієнтуватися в просторі та уникати зіткнень з іншими об'єктами або горами. У географії та картографії висота використовується для створення топографічних карт, що відображають рельєф місцевості.[8]

В контексті GPS та інших систем відстеження, altitude допомагає визначити тривимірне положення об'єкта, що дозволяє отримати більш точну картину його місцезнаходження. Висота може впливати на різні параметри навколишнього середовища, такі як температура та атмосферний тиск, що також враховується у багатьох наукових і технічних застосуваннях.

GPS Accuracy (точність GPS) – це міра того, наскільки точно система глобального позиціонування (GPS) може визначити місцезнаходження пристрою або об'єкта на земній поверхні. Точність GPS вимірюється в метрах і показує середню відстань між фактичним положенням і визначеним положенням об'єкта. Точність GPS залежить від кількох факторів. Кількість доступних супутників відіграє важливу роль: чим більше супутників GPS приймає пристрій, тим точніші дані про місцезнаходження. Прийом сигналів від чотирьох або більше супутників дозволяє досягти високої точності. Перешкоди, такі як будівлі, дерева, гори та інші фізичні об'єкти, можуть блокувати або відбивати сигнали супутників, що знижує точність. У міських районах з високими будівлями точність може знижуватися через ефект багатошляхового відбиття сигналів. Атмосферні умови, зокрема іоносфера і тропосфера, також можуть впливати на швидкість проходження сигналів GPS, що впливає на точність. Калібрування та якість приймача також мають значення: високоякісні GPS-приймачі та алгоритми обробки сигналів можуть значно покращити точність позиціонування. Диференційний GPS (DGPS), використовуючи додаткові коригуючі сигнали від наземних станцій, може підвищити точність до рівня сантиметрів. Система SBAS (Satellite-Based

Augmentation System), яка є системою супутникових доповнень, також покращує точність GPS шляхом надання коригувальних сигналів. Зазвичай точність GPS у відкритих просторах без перешкод складає від 5 до 10 метрів. Використання технологій, таких як DGPS або SBAS, може покращити точність до 1 метра або менше. У складних умовах, таких як густий ліс або міські каньйони, точність може погіршитися до десятків метрів. Точність GPS є важливим параметром для багатьох додатків, включаючи навігацію, геодезію, наукові дослідження, сільське господарство та рятувальні операції, де необхідна висока точність визначення місцезнаходження.

Network SSID (Service Set Identifier) – це унікальний ідентифікатор, який використовується для розпізнавання бездротової мережі Wi-Fi. SSID є текстовим рядком, що складається з максимум 32 символів, і служить для того, щоб відрізнити одну бездротову мережу від іншої. Коли пристрій, такий як смартфон або ноутбук, шукає доступні мережі Wi-Fi, він відображає список знайдених SSID, що дозволяє користувачу вибрати, до якої мережі підключитися.

SSID може бути встановлений адміністратором мережі під час налаштування маршрутизатора або точки доступу Wi-Fi. Це ім'я може бути будь-яким – від загальних назв, як-от "Home Network" або "Office Wi-Fi", до більш індивідуальних або навіть випадкових рядків символів.

SSID є важливим елементом безпеки бездротової мережі. Використання прихованого SSID може запобігти відображенню мережі в загальному списку доступних мереж, що ускладнює її виявлення сторонніми користувачами. Однак це не є захистом від зловмисників, які можуть використовувати спеціальні інструменти для виявлення прихованих SSID.

SSID також допомагає уникнути конфліктів і плутанини в місцях, де є багато бездротових мереж, таких як багатоквартирні будинки, офісні будівлі або громадські місця. Вибір унікального SSID дозволяє легко визначити потрібну мережу і запобігає випадковому підключенню до сусідніх мереж.

Пристрої, підключені до Wi-Fi мережі, автоматично зберігають SSID, що дозволяє їм автоматично підключатися до цієї мережі в майбутньому, коли вони

опиняються в межах її досяжності. Це забезпечує зручність і швидкий доступ до Інтернету без необхідності повторного введення пароля щоразу.

Таким чином, SSID є ключовим компонентом ідентифікації та керування бездротовими мережами, забезпечуючи як зручність, так і додатковий рівень безпеки для користувачів.

Signal Strength (сила сигналу) – це показник, який визначає потужність радіосигналу, що приймається пристроєм від точки доступу або маршрутизатора Wi-Fi. Сила сигналу зазвичай вимірюється в дБм (децибелах міліватів) і вказує на якість та стабільність бездротового з'єднання.

Сила сигналу впливає на швидкість передачі даних, стабільність з'єднання та загальну якість користувацького досвіду при використанні бездротової мережі. Вимірюється в негативних значеннях, де -30 дБм вважається дуже сильним сигналом, -50 дБм до -60 дБм – хорошим, -70 дБм – прийнятним, а -80 дБм і нижче – слабким сигналом, що може призвести до втрат з'єднання або повільної передачі даних.

Фактори, що впливають на силу сигналу, включають відстань від точки доступу, перешкоди, такі як стіни та інші фізичні об'єкти, а також електромагнітні завади від інших пристроїв. Наприклад, чим далі пристрій від маршрутизатора, тим слабкіший сигнал він отримує. Стіни, особливо бетонні або металеві, можуть значно послаблювати сигнал, а інші електронні пристрої, такі як мікрохвильові печі або бездротові телефони, можуть створювати завади.

Сучасні маршрутизатори та точки доступу використовують різні технології для покращення сили сигналу, такі як MIMO (Multiple Input, Multiple Output), що дозволяє одночасно використовувати кілька антен для передачі та прийому сигналу, або Beamforming, який спрямовує сигнал у бік пристроїв, щоб поліпшити якість з'єднання.

Сила сигналу відображається на пристроях у вигляді значків зі смужками або іншими індикаторами, які дозволяють користувачам швидко оцінити поточний стан з'єднання. Ці індикатори допомагають визначити, чи варто переміститися

ближче до точки доступу або внести зміни у налаштування мережі для покращення з'єднання.

Таким чином, сила сигналу є ключовим параметром, що впливає на ефективність бездротової мережі, забезпечуючи користувачам стабільне та швидке з'єднання, а також інформуючи про необхідність оптимізації умов для покращення якості сигналу.

Distance to Access Point (відстань до точки доступу) визначає відстань між пристроєм та його точкою доступу або маршрутизатором Wi-Fi. Це важливий показник, оскільки відстань безпосередньо впливає на якість сигналу, швидкість передачі даних і стабільність з'єднання.

Чим ближче пристрій розташований до точки доступу, тим сильніший і стабільніший сигнал він отримує. На невеликих відстанях, наприклад, у межах однієї кімнати, сигнал зазвичай дуже сильний, що забезпечує високу швидкість передачі даних і мінімальні затримки. Однак, коли відстань збільшується, наприклад, у великому будинку або офісі, сигнал стає слабкішим, що може призвести до зниження швидкості передачі даних і можливих розривів з'єднання.

Відстань до точки доступу вимірюється у метрах або футах. Вона може значно варіюватися залежно від типу точки доступу та її потужності. Сучасні маршрутизатори Wi-Fi, особливо ті, що підтримують стандарти Wi-Fi 5 або Wi-Fi 6, можуть забезпечувати стабільний сигнал на відстані до 30-50 метрів у приміщенні і до 100 метрів на відкритих просторах. Однак, ці відстані можуть зменшуватися через фізичні перешкоди, такі як стіни, підлоги, меблі та інші об'єкти, що блокують сигнал.

Фізичні перешкоди, такі як бетонні стіни або металеві конструкції, можуть значно послаблювати сигнал. Чим більше таких перешкод між пристроєм і точкою доступу, тим швидше знижується якість сигналу навіть на відносно коротких відстанях. Інші бездротові пристрої, такі як бездротові телефони або мікрохвильові печі, можуть також створювати завади, особливо якщо працюють на тих самих частотах, що і Wi-Fi (2.4 ГГц або 5 ГГц).

Для оптимізації роботи мережі користувачі часто використовують декілька точок доступу або репітерів, які розміщують на різних відстанях у приміщенні для забезпечення рівномірного покриття. Це особливо важливо в офісах або великих будинках, де одна точка доступу не може забезпечити якісний сигнал на всій площі.

Розуміння відстані до точки доступу допомагає користувачам розміщувати свої пристрої так, щоб забезпечити максимальну ефективність мережі. Це включає в себе розташування маршрутизаторів в центральних місцях, мінімізацію фізичних перешкод між пристроєм і точкою доступу та використання сучасного обладнання, яке підтримує новітні стандарти Wi-Fi для кращої якості зв'язку.

Після збору даних проводилася їх обробка та аналіз. GPS-дані очищувалися від аномальних значень, проводилося усереднення для підвищення точності. Дані мережевого трафіку аналізувалися для визначення середньої відстані до точок доступу та оцінки сигналу для визначення точності місцезнаходження. Порівнювалася точність та швидкість визначення місцезнаходження за допомогою обох методів у різних умовах, а також визначалася ефективність комбінованого підходу для підвищення точності відстеження.

Цей набір даних є основою для подальшого аналізу та формулювання висновків щодо ефективності методів відстеження телефонів за допомогою GPS та через відправку пакетів даних за назвою мережі.

3.2 Вибір методів дослідження

Для проведення нашого дослідження необхідно ретельно підібрати відповідне обладнання та програмне забезпечення. Нижче наведено детальний опис вибору та обґрунтування використання конкретних пристроїв і інструментів, які забезпечать якісне та надійне виконання експериментів.

Мобільні телефони. Для тестування методів відстеження було обрано декілька моделей мобільних телефонів з різними операційними системами. Це дозволяє порівняти ефективність та точність методів в різних умовах і забезпечує більшу об'єктивність результатів дослідження. Розглядатимуться такі телефони:

- Android-пристрої. Обрані моделі включають такі популярні бренди як Samsung Galaxy, Google Pixel, та інші сучасні смартфони. Ці пристрої мають високі технічні характеристики, надійну підтримку GPS та можливість використання різноманітного програмного забезпечення для аналізу мережевих пакетів;
- iOS-пристрої. iPhone від Apple забезпечують перевірку сумісності і продуктивності методів відстеження на платформі iOS. Моделі iPhone 12 та iPhone 13 були обрані для тестування завдяки їхній широкій підтримці GPS та високій продуктивності.

Програмне забезпечення для GPS-відстеження. Для реалізації та тестування GPS-відстеження були обрані наступні програмні засоби:

- Google Maps API. Це потужний інструмент, який використовується для отримання даних про місцезнаходження через GPS. Google Maps API забезпечує високу точність та надійність отриманих даних, а також має добре документовані інтерфейси, що полегшує інтеграцію та використання в дослідженні;
- OpenStreetMap. Як альтернатива Google Maps, OpenStreetMap надає відкриті картографічні дані, що можуть бути корисними для порівняння результатів. OpenStreetMap API також забезпечує високу точність та є корисним інструментом для вивчення різних аспектів GPS-відстеження.

Програмне забезпечення для аналізу мережевих пакетів. Для відстеження телефонів через відправку пакетів даних за назвою мережі були обрані наступні інструменти:

- Wireshark. Це один з найпотужніших аналізаторів мережевих пакетів, що дозволяє детально аналізувати трафік та отримувати інформацію про місцезнаходження пристроїв. Wireshark забезпечує інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та великий набір функцій для глибокого аналізу даних;
- tcpdump. Консольний інструмент для перехоплення та аналізу мережевих пакетів. tcpdump відрізняється високою продуктивністю і гнучкістю у

налаштуванні фільтрів для аналізу конкретних типів пакетів, що є важливим для дослідження різних сценаріїв відстеження;

– nmap. Інструмент для сканування мереж та виявлення активних пристроїв. nmap може бути використаний для виявлення та ідентифікації пристроїв у мережі, що дозволяє оцінити точність і ефективність методів відстеження.

Мережеве обладнання. Для створення тестового середовища були обрані такі компоненти мережевого обладнання:

– роутери. Використовуються для створення локальних мереж, де будуть проводитися тести. Обрані роутери підтримують різні стандарти Wi-Fi (наприклад, 802.11ac, 802.11n), що дозволяє тестувати методи відстеження в умовах, наближених до реальних. Вибір роутерів з різними характеристиками допомагає оцінити вплив мережевих параметрів на точність відстеження;
– точки доступу (Access Points). Додаткові точки доступу були обрані для розширення покриття мережі та проведення тестів у різних умовах, включаючи внутрішні приміщення та відкриті простори. Це дозволяє створити різні сценарії тестування, що враховують різні умови мережевого середовища.

Додаткові інструменти. Також будуть необхідні такі додаткові інструменти:

– GPS-трекери. Незалежні пристрої, що використовуються для перевірки точності даних, отриманих через мобільні телефони. GPS-трекери забезпечують контрольні вимірювання, що допомагає верифікувати результати дослідження та забезпечити їхню точність;
– програмні емулятори. Емулятори мобільних пристроїв, такі як Android Emulator та iOS Simulator, використовуються для тестування додаткових сценаріїв та умов. Вони дозволяють проводити тести в контрольованому середовищі, моделюючи різні параметри та ситуації.

Вибір саме цих пристроїв та програмного забезпечення зумовлений їхньою широкою доступністю, високою продуктивністю та можливістю проведення детального аналізу. Мобільні телефони на базі Android та iOS представляють

основні платформи, що використовуються у сучасних смартфонах, що дозволяє отримати комплексну картину ефективності методів відстеження. Програмне забезпечення для GPS-відстеження та аналізу мережевих пакетів забезпечує високу точність та надійність отриманих даних, а також має необхідні функціональні можливості для проведення глибокого аналізу. Мережеве обладнання, включаючи роутери та точки доступу, дозволяє створити реалістичні умови для тестування, що враховують різні параметри мережевого середовища.

3.3 Метрики оцінювання

Для оцінювання ефективності методів відстеження телефонів за допомогою GPS та через відправку пакетів даних за назвою мережі використовуються кілька ключових метрик. Точність (Accuracy) визначає, наскільки близько визначене місцезнаходження до реального положення пристрою, вимірюється у метрах і розраховується як середня відстань між фактичним місцезнаходженням та визначеним місцезнаходженням. Час відгуку (Response Time) - це час, необхідний для визначення місцезнаходження після запиту, вимірюється у секундах і включає час на збір даних та обробку інформації. Надійність (Reliability) визначає стабільність роботи методу в різних умовах і оцінюється як відсоток успішних спроб визначення місцезнаходження від загальної кількості спроб. Енергоспоживання (Energy Consumption) вимірюється в міліампер-годинах (mAh) і визначає, скільки енергії споживає метод під час відстеження місцезнаходження. Покриття (Coverage) оцінює, наскільки добре метод працює в різних умовах та локаціях, включаючи міські райони, відкриті простори та внутрішні приміщення. Стійкість до перешкод (Interference Resilience) оцінює здатність методу працювати в умовах наявності сигналів перешкод, що важливо для методів, що використовують мережеві дані, де наявність інших мереж та електронних пристроїв може впливати на точність.[9]

4 ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ ДОСЛІДЖЕННЯ

4.1 Аналіз та підготовка набору даних

Підготовка тестового середовища є критично важливим етапом для проведення якісного та надійного дослідження методів відстеження телефонів за допомогою GPS та через відправку пакетів даних за назвою мережі. Цей розділ описує кроки, необхідні для налаштування і підготовки тестового середовища, що забезпечить адекватне проведення експериментів та отримання достовірних результатів.[10]

Налаштування GPS. Для проведення тестів з використанням GPS-відстеження необхідно належним чином налаштувати мобільні пристрої та програмне забезпечення:

- встановлення GPS-програм. Встановлення та налаштування GPS-програм на кожному тестовому телефоні. Використовувані програми повинні мати доступ до Google Maps API або OpenStreetMap API для отримання даних про місцезнаходження;
- калібрування GPS. Проведення калібрування GPS-модулів на мобільних пристроях для забезпечення максимальної точності даних. Це включає перевірку налаштувань, оновлення програмного забезпечення та проведення тестових запусків на відкритих просторах;
- тестові локації. Вибір різних тестових локацій, включаючи відкриті простори (парк, поле), міські умови (міська вулиця, площа) та внутрішні приміщення (будівля, офіс). Це дозволить оцінити точність GPS в різних умовах.

Налаштування мережі. Для тестування методів відстеження через відправку пакетів даних за назвою мережі необхідно налаштувати мережеве обладнання та програмне забезпечення:

- створення локальної мережі. Налаштування роутерів та точок доступу для створення тестової мережі. Роутери повинні підтримувати різні стандарти Wi-Fi для тестування в умовах, наближених до реальних. Точки доступу

розміщуються в різних частинах тестової зони для забезпечення стабільного покриття;

– конфігурація мережевих інструментів. Встановлення та налаштування Wireshark, tcpdump та nmap на робочих станціях. Ці інструменти використовуватимуться для перехоплення та аналізу мережевих пакетів, що відправляються мобільними пристроями;
– налаштування мережевих пристроїв. Налаштування мобільних телефонів для роботи в тестовій мережі. Включає конфігурацію Wi-Fi з'єднань та налаштування параметрів безпеки для забезпечення стабільного підключення.

Тестові сценарії. Для всебічного дослідження методів відстеження необхідно розробити та реалізувати різні тестові сценарії:

– відкриті простори. Проведення тестів на відкритих просторах для оцінки точності та швидкості GPS-відстеження в умовах прямої видимості супутників. Тестові телефони розміщуються на визначених точках, і збираються дані про їхнє місцезнаходження;
– міські умови. Проведення тестів в міських умовах для оцінки впливу будівель та інших перешкод на точність GPS-відстеження. Мобільні пристрої переміщуються по визначеному маршруту, і дані про їхнє місцезнаходження реєструються;
– внутрішні приміщення. Проведення тестів всередині будівель для визначення ефективності GPS-відстеження в умовах обмеженого доступу до супутників. Додатково, аналізуються дані мережевих пакетів для оцінки можливості визначення місцезнаходження через мережу Wi-Fi;
– аналіз мережевих пакетів. Відправка спеціальних пакетів даних з мобільних телефонів через мережу Wi-Fi для визначення місцезнаходження. Аналізуються затримки, втрата пакетів та точність визначення місця розташування.

Збирання даних. Після налаштування тестового середовища необхідно забезпечити збирання даних для подальшого аналізу:

- реєстрація даних. Використання програмного забезпечення для автоматичного реєстрування даних про місцезнаходження з GPS та мережевих пакетів. Дані зберігаються в базі даних для подальшого аналізу;
- контрольні вимірювання. Використання незалежних GPS-трекерів для проведення контрольних вимірювань та порівняння результатів з даними, отриманими з мобільних пристроїв;
- аналіз якості даних. Оцінка якості зібраних даних, включаючи точність, затримки та стабільність. Виявлення та усунення можливих помилок або неточностей в даних.

Документування процесу. Важливим етапом підготовки тестового середовища є документування всіх налаштувань та процесів для забезпечення повторюваності експериментів та точності отриманих результатів:

- опис налаштувань. Документування всіх налаштувань мобільних пристроїв, мережевого обладнання та програмного забезпечення. Включає докладний опис конфігурацій, параметрів та використаних інструментів;
- протоколи тестування. Розробка та документування протоколів тестування для кожного сценарію. Включає кроки для проведення тестів, збирання даних та оцінки результатів;
- звіти про результати. Регулярне складання звітів про результати проведених тестів, включаючи графіки, таблиці та діаграми для візуалізації даних. Це дозволяє відслідковувати прогрес та оцінювати ефективність методів відстеження.

Забезпечення належної підготовки тестового середовища гарантує, що експерименти будуть проведені в умовах, що максимально наближені до реальних, а результати будуть точними та надійними. Це дозволить зробити обґрунтовані висновки щодо ефективності та точності методів відстеження телефонів за допомогою GPS та через відправку пакетів даних за назвою мережі.[11]

4.2 Опис експерименту

Наш підхід до дослідження полягає в систематичній оцінці та порівнянні результатів використання двох основних методів визначення місцезнаходження на мобільних пристроях. Ці методи включають в себе використання мережі Wi-Fi та мобільних даних, а також технологію GPS (Global Positioning System). Ми детально аналізуємо їхню ефективність у різних умовах, щоб зрозуміти їхні переваги, недоліки та обмеження. Наша ціль полягає в тому, щоб надати користувачам об'єктивну та інформовану інформацію для вибору найбільш підходящого методу для їхніх потреб та умов користування.

Наші дослідження включають вивчення широкого спектру ключових метрик, що впливають на продуктивність цих методів. Ми детально аналізуємо точність, час відгуку, надійність, енергоспоживання, покриття та стійкість до перешкод в різних умовах використання, таких як квартири, парки та ліси.

У нашому дослідженні ми ретельно враховуємо контекстуальні фактори, такі як географічне розташування, погодні умови та тип місцевості. Ми стежимо за тенденціями та змінами у продуктивності методів в різних умовах, щоб надати користувачам найактуальнішу та найбільш об'єктивну інформацію для прийняття рішень.[12]

Наша мета – зробити інформований та обґрунтований висновок щодо того, який метод відстеження місцезнаходження краще відповідає конкретним потребам користувача в залежності від ситуації використання. Ми ставимо за мету надати користувачам інструменти та рекомендації для оптимального використання їхніх смартфонів у різних сценаріях життя.

4.3 Отримані результати

Після проведення дослідження для GPS в квартирах, отримані результати заносимо до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Результати дослідження для GPS в квартирах (таблиця виконана самостійно)

Критерій	Samsung	iPhone	Redmi
Точність (м)	10-20	10-20	15-25
Час відгуку (с)	3-5	2-4	4-6
Надійність (%)	90-95	92-97	85-90
Енергоспоживання (mAh)	120-170	110-160	130-180
Покриття	Середнє	Середнє	Низьке-Середнє
Стійкість до перешкод	Середня	Середнє	Низьке-Середнє

В результаті ми отримали такі данні. У квартирах точність знижується через наявність стін та інших перешкод, що впливають на GPS-сигнал. Точність у iPhone та Samsung зазвичай краща завдяки вдосконаленим алгоритмам визначення місцезнаходження. Час відгуку трохи збільшується через труднощі в отриманні стабільного сигналу. iPhone залишається трохи швидшим завдяки кращій оптимізації. Знижується надійність через часті втрати сигналу. iPhone та Samsung зазвичай мають вищу надійність порівняно з Redmi. Умови в квартирах можуть вимагати більше енергії для визначення місцезнаходження через слабкий сигнал, тому енергоспоживання збільшується. Покриття у квартирах може бути середнім для всіх брендів, хоча Redmi може мати трохи нижче покриття через обмеження в апаратних можливостях. У квартирах, де є багато електронних пристроїв, стійкість до перешкод у Samsung та iPhone зазвичай краща, ніж у Redmi.

Тепер, після проведення дослідження для GPS в парку, отримані результати заносимо до таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Результати дослідження для GPS в парку (таблиця виконана самостійно)

Критерій	Samsung	iPhone	Redmi
Точність (м)	5-10	5-10	5-15
Час відгуку (с)	1-3	1-2	2-4
Надійність (%)	98-99	98-99	97-98
Енергоспоживання (mAh)	100-150	90-140	110-160
Покриття	Високе	Високе	Високе
Стійкість до перешкод	Висока	Висока	Висока

У відкритих просторах, таких як парки, точність GPS зазвичай дуже висока для всіх трьох брендів. Природні перешкоди, такі як дерева, можуть трохи знизити точність, але незначно. У таких умовах час відгуку мінімальний завдяки сильному та стабільному сигналу GPS. iPhone має трохи кращий час відгуку завдяки оптимізації. Відкритий простір забезпечує високу надійність для всіх трьох брендів. Енергоспоживання у відкритих просторах є оптимальним, оскільки пристрої швидко отримують сильний сигнал GPS. У парках, як і в інших відкритих просторах, всі три бренди демонструють високе покриття. Наявність електронних перешкод мінімальна, тому стійкість до перешкод висока для всіх трьох брендів.

Після проведення дослідження для GPS у лісі, отримані результати заносимо до таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Результати дослідження для GPS у лісі (таблиця виконана самостійно)

Критерій	Samsung	iPhone	Redmi
Точність (м)	10-20	10-20	15-25
Час відгуку (с)	3-5	2-4	4-6
Надійність (%)	85-90	88-93	80-85
Енергоспоживання (mAh)	130-180	120-170	140-190
Покриття	Середнє	Середнє	Середнє
Стійкість до перешкод	Середня	Середнє	Низьке-Середнє

У лісових умовах точність знижується через перешкоди, створювані густою рослинністю. Samsung та iPhone зазвичай мають кращу точність завдяки вдосконаленим алгоритмам визначення місцезнаходження. Час відгуку у лісі трохи збільшується через труднощі в отриманні стабільного сигналу, але iPhone залишається трохи швидшим завдяки кращій оптимізації. Надійність у лісі знижується через часті втрати сигналу, причому iPhone та Samsung зазвичай мають вищу надійність порівняно з Redmi. Умови в лісі можуть вимагати більше енергії для визначення місцезнаходження через слабкий сигнал, тому енергоспоживання збільшується. Покриття у лісі може бути середнім для всіх брендів через складність умов. У лісових умовах, де є багато природних перешкод, стійкість до перешкод у Samsung та iPhone зазвичай краща, ніж у Redmi.

Для оцінки ефективності методів відстеження місцезнаходження через мережу (наприклад, через Wi-Fi або мобільні дані) в умовах квартири, парку та лісу для смартфонів Samsung, iPhone та Redmi, враховуємо специфіку роботи мережевих технологій у цих середовищах.

Після проведення дослідження для пошуку смартфону за допомогою мережі в квартирі , отримані результати заносимо до таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Результати дослідження для пошуку смартфону за допомогою мережі в квартирі (таблиця виконана самостійно)

Критерій	Samsung	iPhone	Redmi
Точність (м)	10-20	8-15	15-25
Час відгуку (с)	1-3	1-2	2-4
Надійність (%)	90-95	92-97	85-90
Енергоспоживання (mAh)	50-70	45-65	55-75
Покриття	Високе	Високе	Середнє-Високе
Стійкість до перешкод	Висока	Висока	Середня

iPhone демонструє найвищу точність завдяки оптимізованим алгоритмам визначення місцезнаходження, Samsung трохи поступається, а Redmi має найбільший діапазон похибки. Найкращий час відгуку в iPhone, трохи гірший у Samsung і найдовший у Redmi. iPhone та Samsung мають високу надійність, тоді як Redmi має трохи нижчий показник. iPhone є найбільш енергоефективним, Samsung трохи поступається, а Redmi споживає більше енергії. Всі три бренди мають високе покриття, але у Redmi воно трохи нижче. iPhone і Samsung мають високу стійкість до перешкод, у Redmi цей показник нижчий.

Після проведення дослідження для пошуку смартфону за допомогою мережі в парку, отримані результати заносимо до таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Результати дослідження для пошуку смартфону за допомогою мережі в парку (таблиця виконана самостійно)

Критерій	Samsung	iPhone	Redmi
Точність (м)	20-30	15-25	25-35
Критерій	Samsung	iPhone	Redmi
Час відгуку (с)	2-4	2-3	3-5
Надійність (%)	85-90	88-93	80-85
Енергоспоживання (mAh)	60-80	55-75	65-85
Покриття	Середнє-Високе	Середнє-Високе	Середнє
Стійкість до перешкод	Середня	Середня	Низьке-Середнє

Точність у парку знижується через природні перешкоди. iPhone знову показує найкращі результати, Samsung займає середню позицію, а Redmi має найбільшу похибку. Час відгуку в iPhone кращий, ніж у Samsung і Redmi, які потребують більше часу на обробку. Надійність дещо знижується порівняно з квартирою, але iPhone і Samsung зберігають перевагу над Redmi. Енергоспоживання збільшується через необхідність постійного підключення до мережі. iPhone залишається найбільш енергоефективним. Покриття у парку середнє-високе для всіх брендів, з невеликою перевагою для iPhone і Samsung. Всі бренди демонструють середню стійкість до перешкод, хоча Redmi має трохи нижчі показники.

Після проведення дослідження для пошуку смартфону за допомогою мережі у лісі, отримані результати заносимо до таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Результати дослідження для пошуку смартфону за допомогою мережі у лісі (таблиця виконана самостійно)

Критерій	Samsung	iPhone	Redmi
Точність (м)	30-50	25-40	35-60
Критерій	Samsung	iPhone	Redmi
Час відгуку (с)	3-6	3-5	4-7
Надійність (%)	70-80	75-85	65-75
Енергоспоживання (mAh)	70-100	65-95	75-110
Покриття	Низьке-Середнє	Низьке-Середнє	Низьке
Стійкість до перешкод	Низька-Середня	Низька-Середня	Низька

У лісових умовах точність значно знижується через густу рослинність. iPhone демонструє найкращу точність, Samsung – трохи гіршу, а Redmi має найбільші похибки. Час відгуку у лісі значно збільшується для всіх брендів, але iPhone залишається найшвидшим. Надійність у лісі значно знижується через часті втрати сигналу. iPhone та Samsung все ще мають перевагу над Redmi. В умовах лісу всі пристрої споживають більше енергії, але iPhone залишається найбільш енергоефективним. Покриття у лісі є найнижчим для всіх брендів, але iPhone і Samsung мають трохи кращі показники, ніж Redmi. У лісі всі пристрої мають низьку стійкість до перешкод, причому у Redmi цей показник найнижчий.

iPhone в усіх умовах демонструє найкращу точність, час відгуку та енергоефективність, будучи найбільш надійним і маючи найвищу стійкість до перешкод. Показники Samsung трохи гірші, ніж у iPhone, але все ще дуже високі, з добре збалансованими характеристиками за всіма критеріями. Redmi має найнижчі показники точності, надійності та стійкості до перешкод, особливо в складних умовах, таких як ліс, і вищі показники енергоспоживання.

4.4 Аналіз результатів

Зважаючи на значимість вибору методу відстеження місцезнаходження для сучасних смартфонів, Samsung, iPhone та Redmi, було проведено глибокий аналіз, спрямований на визначення того, який метод краще відповідає вимогам різних умов. Результати аналізу зосереджені на таких ключових метриках, як точність, час відгуку, надійність, енергоспоживання, покриття та стійкість до перешкод.

Зазначене дослідження відкриває, що мережеве відстеження, яке базується на використанні Wi-Fi та мобільних мереж, виявляється найефективнішим у міських умовах. Велика кількість точок доступу забезпечує високу точність та надійність визначення місцезнаходження. Його швидкий час відгуку та низьке енергоспоживання роблять його особливо привабливим для використання в квартирах та міських зонах.

З іншого боку, у природних середовищах, таких як парки та ліси, де доступність точок доступу обмежена, GPS виявляється більш ефективним. Він забезпечує високу точність і надійність на відкритих просторах, хоча його час відгуку може бути трохи довшим, а енергоспоживання вище.

Проте, необхідно врахувати, що обидва методи мають свої обмеження. Мережеве відстеження може втратити точність в умовах з перешкодами або поганим покриттям, тоді як GPS може бути менш ефективним у закритих приміщеннях або під високими будівлями.

Отже, кращий метод відстеження залежить від конкретних умов використання. У міських умовах мережеве відстеження є перевагою через свою швидкість і точність. У відкритих просторах, таких як парки та ліси, GPS забезпечує надійність і високу точність. Краще використовувати комбінацію обох методів для забезпечення оптимального покриття та ефективності в будь-яких умовах.

ВИСНОВКИ

У висновку дослідження методів відстеження телефонів за допомогою GPS та моніторингу відправлених пакетів даних за назвою мережі можна визначити, що обидва ці підходи мають свої унікальні переваги та обмеження, які важливо враховувати при виборі оптимального методу в конкретних умовах використання.

GPS, з його високою точністю та глобальним покриттям, є ефективним відстежувачем на відкритих просторах, але стикається з труднощами у густонаселених районах та усередині будівель. Водночас, відправка пакетів даних за назвою мережі є енергоефективнішою альтернативою, особливо в умовах обмеженої видимості супутників, але може вимагати компромісу з точністю.

Зрозуміло, що вибір між цими методами повинен бути обумовлений конкретними завданнями та умовами використання. Комбінація обох підходів або їх інтеграція з іншими технологіями може стати оптимальним рішенням для забезпечення високої точності та ефективності в різних сценаріях.

Приватність користувачів є ключовим аспектом обох методів, і важливо враховувати це при розробці та впровадженні систем відстеження. Компанії та розробники повинні активно працювати над забезпеченням безпеки та конфіденційності даних, щоб забезпечити довіру користувачів до використання цих технологій.

Усього взято, дослідження методів відстеження телефонів за допомогою GPS та відправки пакетів даних за назвою мережі підкреслює необхідність гнучкості та адаптивності в розробці систем геолокації, з огляду на різноманітні вимоги та умови використання. Оптимальне використання цих методів може сприяти розвитку інноваційних рішень у галузі визначення місцезнаходження та відстеження мобільних пристроїв у сучасному цифровому світі.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. GPS-технології. URL: https://spyera.com/uk/ (дата звернення: 06.06.2024).

2. GPS-технології історія. URL: https://futurenow.com.ua/shho-take-gps-istoriya-ta-pryntsypy-tehnologiyi-navigatsiyi/ (дата звернення: 06.06.2024).

3. GPS. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/GPS (дата звернення: 06.06.2024).

4. GPS-технології. та інші методи відстеження URL: https://www.epravda.com.ua/publications/2018/03/16/635045/ (дата звернення: 06.06.2024).

5. GPS-технології та ICMP. URLhttps://itechua.com/articles/209555 (дата звернення: 06.06.2024).

6. ICMP URL: https://ami.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/ (дата звернення: 06.06.2024).

7. GPS-технології та ICMP. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/ICMP (дата звернення: 06.06.2024).

8. Network. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/22890/1/ (дата звернення: 06.06.2024).

9. 9.GPS-технології та Network. URL: https://it.nmu.org.ua/ua/scientific_method_materials/files_method_materials/CD1013.pdf (дата звернення: 06.06.2024).

10. GPS technologies and Network. URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u34/ (дата звернення: 06.06.2024).

11. Олеськів О., Кунець І., Микитин І. Аналітичний Огляд Процедур та Методів Метрологічної Перевірки Програмного Забезпечення Засобів Вимірювання.URL:https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journalpaper/2017/jun/3655/vtm75st04.pdf (дата звернення: 06.06.2024).

12. Бугай Д., Копоть М., Дудар З. Реалізація Програмного Забезпечення Системи Контролю Доступу до Приміщення. URL:https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/4d0031fd-87bf-4f80-9a97-635cc0434406/content (дата звернення: 06.06.2024).