

Міністерство освіти і науки України  
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка  
Фізико-математичний факультет  
Кафедра комп'ютерних наук

Дипломна робота  
з теми: **«РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЗБОРУ ТА ОБРОБКИ ГРАФІЧНОЇ  
ІНФОРМАЦІЇ З GPS-ДАНИМИ»**

Виконав:

студент 2 курсу ступеня вищої освіти

магістр групи KN1-M20

спеціальності 122 Комп'ютерні науки

Литвинюк Дмитро Олегович

Керівник:

Смалько О.А., кандидат педагогічних

наук, доцент, доцент кафедри

інформатики

Рецензент:

Кам'янець-Подільський – 2021 р.

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ .....</b>	<b>3</b>
<b>ВСТУП .....</b>	<b>4</b>
<b>РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ .....</b>	<b>6</b>
1.1 Система супутникової навігації GPS: історія створення, переваги та недоліки, використовувані пристрої .....	7
1.2 Принцип роботи супутникової навігаційної системи .....	10
1.3 Сфери застосування супутникових систем навігації .....	23
<b>РОЗДІЛ 2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ФІЛЬТРАЦІЇ НАВІГАЦІЙНИХ ДАНИХ .....</b>	<b>25</b>
2.1 Механізми отримання даних .....	28
2.2 Огляд існуючих методів .....	29
2.2.1 Метод швидкої фільтрації потоку даних .....	29
2.2.2 Адаптивний алгоритм обробки потоку навігаційних даних .....	32
2.2.3 Блоково-часовий алгоритм фільтрації геолокаційних даних .....	32
2.2.4 Фільтр Калмана .....	34
2.3 Передумови до застосування .....	37
Висновки до розділу 2 .....	40
<b>РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЗБОРУ ТА ОБРОБКИ ГРАФІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ З GPS-ДАНИМИ .....</b>	<b>41</b>
3.1 Збір даних .....	41
3.2 Оцінка результатів .....	43
3.3 Розробка мобільного додатку .....	44
Висновки до розділу 3 .....	48
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>49</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>50</b>
<b>ДОДАТОК .....</b>	<b>55</b>

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

C/A-код (від англ. Coarse/Acquisition) – код вільного доступу – бітова модуляція несучої частоти, яка використовується для визначення псевдодальності до передавального супутника GPS.

GMT (від англ. Greenwich Mean Time) – час за Грінвічем – середній сонячний час меридіану, що проходить через колишнє місце розташування Гринвіцької королівської обсерваторії (поблизу Лондона).

GPS (від. англ. Global Positioning System) – глобальна супутникова система навігації.

EPE (від англ. Estimated position error) – похибка вимірювання горизонтального положення GPS, виражена у футах або метрах.

NMEA (від англ. National Marine Electronics Association) – Національна асоціація морської електроніки, яка розробляє специфікацію, за якою здійснюється зв'язок GPS-приймача.

ETA (від англ. Estimated time of arrival) – очікуваний час прибуття.

OS (від англ. Operating System) – операційна система.

RF (від англ. Radio Frequency) – радіочастота – будь-яка частота електромагнітної хвилі, що знаходиться в межах приблизно від 3 кГц до 300 ГГц.

TTF (від англ. Time to First Fix) – час до першого виправлення – це міра часу, необхідного навігаційному пристрою GPS для отримання супутникових сигналів і навігаційних даних, а також обчислення рішення про місцезнаходження.

WGS-84 (від англ. World Geodetic System 1984) – всесвітня система геодезичних параметрів Землі 1984 року, до складу якої входить тривимірна система координат для встановлення розташування на поверхні Землі.

## ВСТУП

Використання глобальних супутникових навігаційних систем знаходить все більше можливостей у застосуванні для визначення місцезнаходження в системах відслідковування рухомих об'єктів. Стрімкий розвиток та розповсюдження сучасних систем супутникового моніторингу тісно пов'язані з підвищенням достовірності та точності отримуваних навігаційних даних.

Світовий Інтернет-трафік з кожним роком росте за рахунок збільшення кількості використовуваних мобільних девайсів. Люди все рідше виходять в Мережу через комп'ютери, надаючи перевагу смартфонам і планшетах на базі операційних систем Android та iOS. Таким чином, для користувачів і розробників відкриваються нові можливості та інструменти. До таких інструментів можна віднести алгоритми відслідковування місцезнаходження девайса для збереження, обробки та аналізу цієї інформації. Актуальність теми дипломної роботи полягає в дослідженні сучасних можливостей мобільних девайсів відстежувати місцезнаходження користувачів за допомогою технології GPS.

Тема застосування глобальних систем супутникової навігації є актуальною та перспективною в області моніторингу місцезнаходження рухомих об'єктів. Навігаційні системи мають досить широкий спектр застосування у будь-якій області корисній для користувача.

Використання засобів обробки навігаційних даних в складних моніторингових системах дозволяє зменшити обсяг інформації, що передається, та підвищити точність позиціонування. Фільтрація даних полягає у позбавленні від надлишкових даних, що не надають корисної інформації про становище рухомого об'єкта, а також у відсіві викидів, що призводять до спотворень даних.

*Метою дипломної роботи* є дослідження функціональних можливостей програмних інструментів, які дають змогу використовувати отримані з мобільних пристроїв геодані, та розробка мобільного застосунку з реалізованою

функцією GPS-відстеження місцеположення з використанням методу обробки навігаційних даних з метою підвищення точності визначення місцезнаходження об'єкта та достовірності отримуваної інформації.

***Завдання дипломної роботи:***

1. Поглибити знання про структуру та принцип дії супутникових систем навігації, ознайомитись з особливостями функціонування системи глобального позиціонування.
2. Вивчити всі можливі способи відстеження місцеположення, технічні аспекти роботи GPS-трекерів; проаналізувати етичні та юридичні нюанси використання геопросторової інформації, геоінформаційних технології та систем.
3. Провести аналіз доступних функціональних програмних засобів, що дають змогу використовувати отримані з мобільних пристроїв геодані, а також відібрати належне інструментальне середовище розробки мобільного застосунку.
4. Встановити та налаштувати необхідне програмне забезпечення
5. Написати програму мобільного застосунку з реалізованою функцією відстеження місцеположення
6. За допомогою середовища розробки Visual Studio Code інструменту Android Studio створити програмний продукт, відлагодити та протестувати роботу створеного застосунку.

***Об'єкт дослідження*** – принципи роботи сучасних навігаційних систем реального часу, їх призначення та використання в різних сферах діяльності.

***Предмет дослідження*** – засоби обробки навігаційних даних та основні інструменти для розробки мобільного застосунку з реалізованою функцією відстеження місцеположення а допомогою технології GPS.

Результати даного дослідження можуть бути впроваджені на комерційному базисі.

## ВИСНОВКИ

Впродовж роботи над дипломною роботою було виконано всі поставлені завдання. Зокрема, поглиблено знання про структуру та принцип дії супутникових систем навігації, про особливості функціонування системи глобального позиціонування, вивчено різні способи відстеження місцеположення, технічні та інші аспекти роботи і використання GPS-трекерів. В рамках даного дослідження було розглянуто поширені засоби обробки навігаційних даних. Детально вивчено підхід до корекції GPS-координат за допомогою фільтра Калмана та з'ясовано, що даний фільтр працює у реальному часі, що звільняє мобільний термінал від накопичення даних, згладжує «викиди» та цим покращує візуальне сприйняття кінцевого відображення на карті. Також у роботі проаналізовано існуючі методи боротьби з факторами, що вносять похибку до отримуваних геонавігаційних даних, зменшуючи при цьому точність визначення місцерозташування. Запропоновано метод фільтрації навігаційних даних на основі фільтра Калмана з метою підвищення точності та достовірності отримуваних даних, що перевірено експериментально.

За допомогою наведеного методу вдалося усунути найбільш помітні спотворення маршруту, що демонструє можливість застосування даного методу до задачі обробки навігаційних координат.

В результаті досліджень було розроблено мобільну програму збору та обробки графічної інформації з використанням GPS-даних із зручним та зрозумілим інтерфейсом. Дана програма допомагає користувачу контролювати ситуацію стану доріг поблизу нього, шляхом розміщення на карті маркерів із зображеннями доріг, які самі ж користувачі цього додатку можуть в будь-який момент завантажити.

Результати дослідження мають діюче комерційне застосування та є актуальними й перспективними в області геонавігаційних систем.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бейлина Н. В. Блочно-временной алгоритм фильтрации геолокационных данных // Вестн. СамГУ. Естественнонаучн. сер., 2013. № 9/1(110). С. 212-215.
2. Глобальная навигационная спутниковая система GPS. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.glonass-iac.ru/guide/gnss/gps.php> (дата звернення: 20.10.2021).
3. Гришин М.Л., Данилкин Ф.А. Метод быстрой фильтрации потока данных о глобальной позиции наблюдаемого объекта на примере GPS-телеметрии // Геоинформатика, 2008. № 3. С. 21-28.
4. Додатки на Google Play – GPS Test [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.chartcross.gpstest> (дата звернення: 20.10.2021).
5. История создания системы GPS [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.itrack.com.ua/support/docs/historyofgps> (дата звернення: 20.10.2021).
6. Навігація. Основи визначення місцеположення та скеровування / Б. Гофманн-Велленгоф, К. Легат, М. Візер; пер. з англ. за ред.: Я. С. Яцківа; літ. ред.: О. Є. Смолінська. Луганськ: ЛНУ ім. І. Франка, 2006. 449 с.
7. Причины погрешностей в GPS мониторинге [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://gps-tracker.com.ua/prichiny-pogreshnostej-v-gpsmonitoringe.html> (дата звернення: 20.10.2021).
8. Савчук С., Каблак Н., Калинич І., Проданець І. До питання точності GPS-спостережень. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/16606/1/45-019-105-108.pdf>.
9. Спутниковая навигация GPS – принципы работы, схема, сферы применения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://fixon.com.ua/sputnikovaya-navigacziya-gps-princzipy-raboty-shema-sfery-primenenie> (дата звернення: 20.10.2021).

9. Что такое «холодный», «теплый» и «горячий» старт GPS-приемника [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www.nix.ru/computer\\_hardware\\_news/hardware\\_news\\_viewer.html](http://www.nix.ru/computer_hardware_news/hardware_news_viewer.html) (дата звернення: 20.10.2021).

10. A-GPS або GPS: Що це і в чому полягають відмінності? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://skt-globus.com.ua/a-gps-or-gps> (дата звернення: 20.10.2021).

11. Abulude F. O., Akinnusotu A. Global positioning system and it's wide applications. Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/305619832\\_GLOBAL\\_POSITIONING\\_SYSTEM\\_AND\\_IT'S\\_WIDE\\_APPLICATIONS](https://www.researchgate.net/publication/305619832_GLOBAL_POSITIONING_SYSTEM_AND_IT'S_WIDE_APPLICATIONS) (дата звернення: 20.10.2021).

12. Agarwal N., Basch J., Beckmann P., Bharti P., Bloebaum S., Casadei S., Chou A., Enge P., Fong W., Hathi N., Mann W., Sahai A., Stone J., Tsitsiklis J., Van Roy B. Algorithms for GPS operation indoors and downtown // GPS Solutions. 2002. Vol. 6, no. 3. P. 149-160. DOI: 10.1007/s10291-002-0028-0.

13. Android for Developers [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://developer.android.com> (дата звернення: 08.09.2021).

14. Android.location [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://developer.android.com/reference/android/location/package-summary> (дата звернення: 20.10.2021).

15. BPSK [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.dsplib.ru/content/bpsk/bpsk.html> (дата звернення: 20.10.2021).

16. Cycle Slip [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.eeducation.psu.edu/geog862/node/1728> (дата звернення: 20.10.2021).

17. El-Rabbany A. Introduction to GPS: The Global Positioning System. Artech Publishers, 2006. 176 p.

18. Global receiver parameters [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gnss-sdr.org/docs/sp-blocks/global-parameters> (дата звернення: 20.10.2021).

19. GNSS Time Series [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sideshow.jpl.nasa.gov/post/series.html> (дата звернення: 20.10.2021).

20. Gong L., Morikawa T., Yamamoto T., Sato H. Deriving Personal Trip Data from GPS Data: A Literature Review on the Existing Methodologies // Procedia-Social and Behavioral Sciences. 2014. Vol. 138. P. 557-565. DOI: 10.1016/j.sbspro.2014.07.239.

21. GPS Accuracy [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.gps.gov/systems/gps/performance/accuracy> (дата звернения: 20.10.2021).

22. GPS Interface Specification (GPS-IS-200H) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.gps.gov/technical/icwg/IS-GPS-200H.pdf> (дата звернения: 20.10.2021).

23. GPS Measurement Tools, Google [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://github.com/google/gps-measurement-tools> (дата звернения: 20.10.2021).

24. GPS Space Segment [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/GPS\\_Space\\_Segment](https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/GPS_Space_Segment) (дата звернения: 20.10.2021).

25. GPS: принципы работы системы и точность определения [Электронный ресурс]. Режим доступа: [sts-51.ru/index.php/navigatsiya/materialsabout/73-fort-news3](https://sts-51.ru/index.php/navigatsiya/materialsabout/73-fort-news3) (дата звернения: 20.10.2021).

26. GPS слежение [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://navirec.com/rus/resheniye/gps-slezhenije> (дата звернения: 20.10.2021).

27. GPS: Хронология [Электронный ресурс]. Режим доступа: [transport.kaketoustroeno.ru/a\\_transport&gps&6.htm](https://transport.kaketoustroeno.ru/a_transport&gps&6.htm) (дата звернения: 20.10.2021).

28. Humphreys, T. E.; Murrian, M.; van Diggelen, F.; Podshivalov, S. & Kenneth M. Pesyna, J. On the Feasibility of cm-Accurate Positioning via a Smartphone's Antenna and GNSS Chip Proceedings of the 2016 IEEE/ION PLANS Conference, 2016.

29. Kalman R. E. A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems / Transactions of the ASME – Journal of Basic Engineering. 1960. Vol. 82. No. Series D. Pg. 35-45.

30. Langley R. B. Dilution of Precision // GPS World. 1999. Pg. 52-59.
31. NMEA data // Gpsinformation.org: website. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.gpsinformation.org/dale/nmea.htm> (дата звернения: 20.10.2021).
32. Parkinson, B., “A History of Satellite Navigation,” NAVIGATION: Journal of The Institute of Navigation, Vol. 42, No. 1, Spring 1995.
33. Predicted GNSS Ephemeris [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://rxnetworks.com/location-io/predicted--gnss-ephemeris/> (дата звернения: 20.10.2021).
34. Principles of GPS, A Brief Primer on the Operation of the Global Positioning System, Carl Carter, Revision 1, February 1997.
35. Real Time Positioning; Construction and implementation of a GPS Communicator. Master’s thesis in Control and Communication by Christian Darnell Christian Wilczoch. [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.divaportal.org/smash/get/diva2:18805/FULLTEXT01.pdf> Christian (дата звернения: 20.10.2021).
36. Richharia M., Westbrook L. D. Satellite Systems for Personal Applications. John Wiley & Sons, 2011. 476 p.
37. SatlineS. Что такое GPS? [Электронный ресурс]. Режим доступа: [доступу: http://www.satlines.info/shop/firms/GPS.html](http://www.satlines.info/shop/firms/GPS.html) (дата звернения: 20.10.2021).
38. Singal P., Chiller R. S. A review on GPS & its Applications in Computer Science // International Journal of Computer Science and Mobile Computing. Vol 3, Issue 5. 2014. Pg. 1295-1302.
39. Stuffin space [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stuffin.space> (дата звернения: 20.10.2021).
40. Taylor, J., and E. Barnes, “GPS Current Signal-in-Space Navigation Performance,” Proc. Of The Institute of Navigation National Technical Meeting, San Diego, CA, January 2005.
41. U.S. Department of Defense, Global Positioning System Standard Positioning Service Performance Standard, Washington, D.C., October 2001.

42. Vincenty T. Direct and Inverse Solutions of Geodesics on the Ellipsoid with application of nested equations // Survey Review. 1975. apr. Vol. 23. No. 176. Pg. 88-93.

43. Warren, D. L. M., and J. F. Raquet, "Broadcast vs. Precise GPS Ephemerides: A Historical Perspective," Proc. of ION National Technical Meeting, San Diego, CA, January 28–30, 2002.

44. Welch G., Bishop G. An Introduction to the Kalman Filter: Tech. Rep. TR-95-041 [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.cs.unc.edu/~welch/media/pdf/kalman\\_intro.pdf](https://www.cs.unc.edu/~welch/media/pdf/kalman_intro.pdf).

45. Yadav J., Giri R., Meena L. Error handling in GPS data processing // Mausam. 2011. Vol. 62. No. 1. Pg. 97-102.

46. Zhou C., Bhatnagar N., Shekhar S., Terveen L. Mining Personally Important Places from GPS Tracks // 2007 IEEE 23rd International Conference on Data Engineering Workshop [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4401037>.

47. 50 Uses or Applications of GPS Режим доступа: <https://grindgis.com/gps/50-uses-or-applications-of-gps> (дата звернення: 20.10.2021).