

УДК 004

О.Лопотуха, магістр гр. КІ-22М-2

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ GPS ПРИСТРОЮ НА ОСНОВІ ПРОЦЕСОРА ARM CORTEX-A15 MPCORE

У статті розроблено програмне забезпечення, яке призначено для системи GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore. Метою розробки є дослідження та програмна реалізація системи GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore. Об'єктом дослідження є процес GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore. Предметом дослідження є методи GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore. Методи дослідження базуються на методах теорії геопозиціонування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення. Результат роботи – програмна реалізація системи GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore. В процесі роботи над програмною моделлю виконано аналіз існуючих апаратних та програмних засобів. В повній мірі описані всі компоненти розробленого програмного забезпечення.

**Постановка проблеми.** Тримати завжди під рукою, а саме у своєму пристрої, установлені програми GPS-навігації просто необхідно, особливо для тих, хто часто подорожує по незнайомих містах і країнам або не представляє життя без походів на природу.

Ще однією причиною використання навігаторів є "вічні" пробки на дорогах. Відповідно до статистики, людина з особистим автомобілем за все життя простоює в пробках у середньому біля двох років.

Програми для навігації на вашому пристрої зможуть виручити вас у саму важку хвилину.

Навігатор дозволяє будувати маршрути для поїздок на суспільному транспорті або на особистому автомобілі з можливістю об'їзду пробок, знаходити адреси й організації з урахуванням вашого місцеположення.

Навігатор вчасно перебудовує маршрут, залежно від пробок і інших подій на дорогах, при цьому супроводжує кожний маневр маршруту голосовими підказками.

Цей додаток може попереджати на дорогах про камери ДПС, аварії, ремонтні роботи і інші події. Також навігаційний додаток здатний показувати додаткову інформацію про будинки, організації й інші об'єкти на карті.

Можна вказати проміжні точки маршруту, які вам необхідно відвідати по шляху в пункт призначення. Є присутньою можливість збереження потрібних адрес у Вибраному з метою наступного швидкого доступу до них.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При аналізі останніх досліджень і публікацій [1-20] було виявлено певні прогалини у забезпеченні системи gps пристрою на основі процесора arm cortex-a15 mpcore.

**Мета й завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження та програмна реалізація системи GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore.

Для досягнення поставленої мети визначена програма дослідження, що складається з наступних завдань:

- Огляд існуючих систем GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore.
- Дослідження системи GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore.

– Програмна реалізація системи GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore.

*Об'єктом дослідження є процес GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore.*

*Предметом дослідження є методи GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore.*

*Методи дослідження базуються на методах теорії геопозиціонування, методах математичної статистики, методах розробки програмного забезпечення.*

**Виклад основного матеріалу.** Навігаційна система, заснована на супутниках, як Глобальна система позиціонування (GPS), складається з 24 супутникової мережі, розташованих на орбіті через Міністерство оборони США. Ця система в основному призначена для військових застосувань; однак у 1980 році уряд зробив систему доступною для цивільного використання. Ця система працює в будь-якому середовищі по всьому світу протягом 365 днів у будь-який час. GPS містить 24 супутники, які обертаються навколо сфери кожні 12 годин, щоб надати інформацію про час, положення та швидкість у всьому світі. Основною функцією GPS є точне визначення місць на земній кулі шляхом визначення відстані від супутників. Ця система дозволяє іншим чином записувати точні місця на земній кулі та допомагати вам орієнтуватися з цих місць. В основному ця система була розроблена в основному для військових застосувань, але в 1980 році вона стала доступною для цивільного використання. У цьому розділі розглядається огляд системи GPS, її роботи та використання.

### **Що таке система GPS?**

**Визначення.** Повний термін GPS – це «система глобального позиціонування», яка є супутниковою навігаційною системою, яка надає користувачеві інформацію про місцезнаходження та час за будь-яких кліматичних умов. GPS також використовується для навігації в літаках, кораблях, автомобілях і вантажівках. Система надає важливі можливості військовим і цивільним користувачам по всьому світу. GPS забезпечує безперервне тривимірне позиціонування, навігацію та час у всьому світі в реальному часі.

### **Як працює система GPS?**

GPS складається з трьох сегментів:

- Космічний сегмент: супутники GPS.
- Система контролю, якою керують військові США,.
- Сегмент користувачів, який включає як військових, так і цивільних користувачів та їх GPS-обладнання.

### **Космічний сегмент**

Космічний сегмент – це кількість супутників у сузір'ї. Він складається з 29 супутників, які обертаються навколо Землі кожні 12 годин на висоті 12 000 миль. Функція космічного сегмента використовується для сигналів маршруту/навігації, а також для зберігання та повторної передачі повідомлення маршруту/навігації, надісланого сегментом керування. Ці передачі контролюються дуже стабільними атомними годинниками на супутниках. Космічний сегмент GPS утворений сузір'ям супутників із достатньою кількістю супутників, щоб гарантувати, що користувачі матимуть у полі зору принаймні 4 супутники одночасно з будь-якої точки на поверхні Землі в будь-який час.

### **Контрольний сегмент**

Сегмент керування складається з головної станції керування та п'яти станцій моніторингу, обладнаних атомними годинниками, які розміщені по всьому світу. П'ять станцій моніторингу відстежують сигнали супутників GPS, а потім надсилають кваліфіковану інформацію на головну станцію керування, де відхилення переглядаються та надсилаються назад на супутники GPS через наземні антени. Сегмент керування також називається станцією моніторингу.

### **Сегмент користувача**

Сегмент користувача складається з приймача GPS, який приймає сигнали від супутників GPS і визначає, на якій відстані він знаходиться від кожного супутника. В основному цей сегмент використовується для армії США, систем наведення ракет, цивільних програм для GPS майже в усіх сферах. Більшість цивільних використовують це від обстеження до транспортування до природних ресурсів, а звідти – для сільськогосподарських цілей і картографування.

### **Наскільки точний GPS?**

Зараз приймачі GPS є дуже точними, і їхня точність в основному залежить від численних змінних, зокрема іоносфери, доступних супутників, міського середовища тощо. Існують деякі фактори, які перешкоджають точності GPS, як-от наведені нижче.

### **Фізичні перешкоди**

Вимірювання часу прибуття може спотворюватись через великі масиви, такі як будівлі, гори, дерева тощо.

### **Атмосферні ефекти**

На пристрої GPS переважно впливають сонячні бурі, сильний штормовий покрив, іоносферні затримки тощо.

### **Ефемериди**

У супутника орбітальна модель може бути неточною, інакше застарілою, хоча це стає дедалі рідкісним явищем.

### **Чисельні прорахунки**

Це може бути функція, якщо апаратне забезпечення пристрою не планується до умов.

### **Штучне втручання**

Штучні перешкоди в основному включають підробку або пристрої GPS-перешкод. На відкритих місцях точність пристрою висока, без сусідніх великих будівель, які можуть перешкоджати сигналу. Отже, цей ефект називається міським каньйоном. Після того, як пристрій потрапить у великі будівлі, супутниковий сигнал спочатку може бути заблокований, потім відбитий від високої будівлі, де б він не зчитувався через пристрій, що призвело до помилок супутникової відстані.

На щастя, проблеми, з якими стикається технологія GPS, були визнані та наближаються до вирішення. Тут точність, що забезпечується високоякісними приймачами, є кращою, ніж точність рівня 2,2 метра, у 95% випадків і вища, ніж точність рівня 3 метри, у 99% випадків.

### **Як GPS визначає положення**

Робота системи глобального позиціонування базується на математичному принципі «трилатерації». Позиція визначається на основі вимірювань відстані до супутників. На малюнку видно, що чотири супутники використовуються для визначення положення приймача на землі. Місцезнаходження цілі підтверджено 4<sup>м</sup> супутником. І три супутники використовуються для відстеження місця розташування.

Четвертий супутник використовується для підтвердження цільового розташування кожного з цих космічних апаратів. Глобальна система позиціонування складається із супутника, станції керування, станції спостереження та приймача. GPS-приймач отримує інформацію із супутника та використовує метод триангуляції для визначення точного місцезнаходження користувача.

GPS використовується для деяких інцидентів кількома способами, наприклад:

- Визначити розташування позицій; наприклад, вам потрібно передати пілоту гелікоптера по радіо координати вашого місця розташування, щоб пілот міг вас підібрати.
- Для навігації з одного місця в інше; наприклад, вам потрібно проїхати від оглядового пункту до периметру пожежі.
- Створення оцифрованих карт; наприклад, вам призначено накреслити периметр пожежі та гарячі точки.
- Щоб визначити відстань між двома різними точками.

### **Інші системи GPS**

У всьому світі доступні різні системи GPS, як-от GNSS (Глобальна навігаційна супутникова система). Система GNSS класифікується за чотирма типами, як-от GPS у США, ГЛОНАСС у Росії, Galileo у ЄС, BeiDou у Китаї. Крім того, є два регіональні такі системи, як QZSS Японії та IRNSS/NavIC Індії.

### **Системні трекеři GPS**

Загалом існує чотири типи GPS-трекерів, де одні трекеři використовуються для відстеження транспортних засобів, а інші – для спостереження за людьми.

### **Персональні трекеři**

Ці трекеři в основному використовуються для спостереження за людьми/домашніми тваринами. Як правило, ці трекеři використовують для роботи персональний пристрій, а саме кишеньковий чіп або браслет. Після цього пристрої будуть увімкнені. Після ввімкнення оператори можуть дистанційно розміщувати та відстежувати пристрій.

GPS-пристрої відстеження, які використовуються для собак, називаються нашійниками з GPS. Ці пристрої відіграють ключову роль у відстеженні домашніх тварин, наприклад собак. Таким чином, ці нашійники забезпечують спокій, оскільки власники можуть постійно відстежувати та розміщувати своїх собак.

### **Відстеження активів**

Трекеři активів, такі як крихітні радіочіпи чи великі супутникові мітки, використовуються для неавтомобільних предметів, наприклад особистих трекерів. Цей вид стеження використовується в супермаркетах, щоб зупинити крадіжку зі зломом. Тож новим рішенням для цього є відстеження активів.

Після використання цих трекерів можна зменшити крадіжки візків у супермаркетах. Крім того, деякі трекеři збільшаться, розпізнаючи товари в кошику, зіставляючи їх із картою лояльності покупця та надсилаючи це через рекламну команду!

### **Стільникове відстеження транспортних засобів**

Цей вид відстеження можна здійснювати через супутникову/стільникову мережу, яка майже напевно є одним із найпоширеніших видів відстеження GPS. Цей вид відстеження часто використовується порівняно з супутниковим відстеженням.

Ця система використовує пристрій для збору даних з транспортного засобу, а потім повідомляє дані за допомогою веж стільникового зв'язку. Порівняно з супутниковим відстеженням цей вид відстеження транспортних засобів є менш дорогим і повідомляє швидше. Як правило, компанії-доставники використовують GPS-відстеження, щоб спростити робочий процес обслуговування клієнтів, наприклад, зателефонувати в транспортний засіб і запитати місце, щоб повідомити своїх клієнтів.

### **Супутникове відстеження транспортних засобів**

Порівняно з супутниковим відстеженням транспортних засобів, системи відстеження на основі осередків не працюватимуть належним чином, оскільки вежі осередків зайняті. Супутникове відстеження є найкращим рішенням цієї проблеми, оскільки ці мережі можуть отримувати оновлення з найвіддаленіших районів.

Автотранспортна корпорація Аляски в основному охоплює віддалені райони. Головне завдання GPS-відстеження полягає в тому, щоб отримувати оновлення, навіть коли вежі стільникового зв'язку недоступні. Ці трекеři забезпечують стабільні оновлення, які використовувалися водіями транспортних засобів, щоб викликати допомогу, коли їхні мобільні телефони не працювали.

### **Джерела помилок сигналу GPS**

Сигнал GPS і його точність можуть залежати від таких факторів

### **Затримки в іоносфері та тропосфері**

Супутникові сигнали повільні, тому що вони проходять через атмосферу. Таким чином, ця система використовує фіксовану модель для часткового виправлення помилки.

### **Багатопроменевість сигналу**

Сигнал GPS може відбиватися від таких об'єктів, як великі скелі, високі будівлі, перш

ніж досягти приймача, щоб збільшити час проходження сигналу та спричинити помилки.

#### **Помилки CLK приймача**

Вбудований GPS-годинник у приймач може містити невеликі помилки синхронізації, оскільки він є низькоточним порівняно з атомними годинниками на супутниках GPS.

#### **Орбітальні помилки**

Повідомлене місце супутника може бути неправильним.

#### **Помітна кількість супутників**

Точність в основному залежить від того, коли приймач GPS помічає кількість супутників. Якщо сигнал заблоковано, ви можете отримати помилки визначення місцезнаходження. Зазвичай пристрої GPS не працюють під землею, однак нові приймачі з високою чутливістю здатні відстежувати деякі сигнали в будівлях, які знаходяться під деревами.

#### **Супутникова геометрія або затінення**

Супутникові сигнали дуже ефективні, якщо супутники розташовані під широкими кутами, а не в тісній групі чи лінії.

#### **Вибіркова доступність**

Щойно Міністерство оборони США застосує SA (вибіркову доступність) до супутників, сигнали стануть менш точними, щоб підтримувати «ворогів» за допомогою сигналів GPS, які є надзвичайно точними. Щоб підвищити точність цивільних GPS-приймачів, у 2000 році уряд вимкнув Selective Availability, що підвищило точність цивільних GPS-приймачів.

#### **Коди та послуги GPS**

Кожен супутник GPS використовується для передачі двох сигналів з різними частотами, наприклад L1 і L2. Простий метод, як-от трилатерація, використовується для пошуку місцезнаходження, як-от довгота, широта та висота приймача GPS. Цей метод також використовується для вимірювання розташування неідентифікованої точки за допомогою трьох ідентифікованих точок

#### **GPS коди**

GPS-коди доступні двох типів, як-от нижче.

- C/A код або Coarse Acquisition Code.
- P-код або точний код.

Код C/A можна визначити як сигнал із частотою «L1» змінюється за допомогою псевдовипадкової серії бітів 1,023 Мбіт/с і використовується громадськістю. Подібним чином сигнал із частотою «L2» можна змінити за допомогою псевдовипадкової серії бітів 10,23 Мбіт/с, тому це відомо як точний код. Цей код в основному використовується у військових системах позиціонування. Зазвичай цей тип коду передається в зашифрованому форматі, який називається Y-кодом.

P-код забезпечує кращі вимірювання порівняно з грубим кодом збору даних, оскільки швидкість передачі даних цього коду вища, ніж швидкість передачі даних коду грубого збору даних.

#### **Послуги GPS**

Система GPS надає два типи послуг, як-от нижче.

- PPS або служба точного позиціонування.
- SPS або служба стандартного позиціонування.

Приймачі служби точного позиціонування завжди відстежують два коди, такі як код C/A та P-код, на обох сигналах із двома частотами, наприклад L1 та L2. У приймачі Y-код розшифровується для отримання P-коду, тоді як приймачі SPS відстежують просто грубий код збору сигналу з L1.

#### **Використання GPS-приймача**

У системі GPS існує просто односторонній зв'язок від супутника до споживачів. Отже, кожному користувачеві не потрібен передавач, а просто приймач GPS. Здебільшого він

використовується для виявлення точного місцезнаходження об'єкта. Він виконує це завдання за допомогою сигналів, отриманих із супутників. Блок-схема приймача GPS показана нижче, де кожна функція блоку присутня в приймачі, яка зазначена нижче.

#### **Приймальна антена**

Ця антена приймає супутникові сигнали, і в основному це антена з круговою поляризацією.

#### **МШУ (підсилювач з низьким рівнем шуму)**

Цей вид підсилювача посилює слабкий отриманий сигнал

#### **Понижуючий конвертер**

Цей вид перетворювача змінює частоту сигналу, який приймається, на сигнал ПЧ (проміжної частоти).

#### **Підсилювач ПЧ**

Цей вид підсилювача використовується для зміни сигналу ПЧ (проміжної частоти).

#### **АЦП**

Аналого-цифровий перетворювач використовується для перетворення сигналу з аналогового в цифровий. Проаналізуйте два блоки, а саме дискретизацію, а також квантування, які присутні в аналого-цифровому перетворювачі.

#### **DSP**

Цифровий сигнальний процесор створює грубий код збору даних.

#### **Мікропроцесор**

Мікропроцесор виконує обчислення позиції та надає синхронізацію сигналу для керування процесом додавання цифрових блоків. Він передає корисні дані на дисплей, щоб відобразити їх на дисплеї.

Існує кілька різних моделей і типів приймачів GPS. Під час роботи з GPS-приймачем важливо мати:

- Компас і карта.
- Завантажений кабель GPS.
- Деякі додаткові батареї.
- Знання про обсяг пам'яті приймача GPS для запобігання втраті даних, зменшення неточності даних або інших проблем.
- По можливості використовуйте зовнішню антену, особливо під кронами дерев, у каньйонах або під час руху.
- Налаштувати GPS-приймач відповідно до інциденту або нормативних актів агентства; система координат.
- Примітки, які описують, що ви зберігаєте в приймачі.

#### **Помилка GPS**

Існує багато джерел можливих помилок, які погіршують точність позицій, обчислених приймачем GPS. Час подорожі супутникових сигналів GPS може змінюватися атмосферними впливами; Коли сигнал GPS проходить через іоносферу та тропосферу, він заломлюється, внаслідок чого швидкість сигналу відрізняється від швидкості сигналу GPS у космосі. Іншим джерелом помилок є шум або спотворення сигналу, що спричиняє електричні перешкоди або помилки, властиві самому приймачу GPS.

Інформація про супутникові орбіти також спричинить помилки у визначенні позицій, оскільки супутники насправді не там, де «думав» приймач GPS на основі інформації, яку він отримав під час визначення позицій. Невеликі відхилення в атомних годинниках на борту супутників можуть призвести до великих помилок позиціонування; помилка годинника в 1 наносекунду означає помилку користувача на землі в 1 фут або 3 метри.

Ефект багатопроменевого поширення виникає, коли сигнали, що передаються від супутників, відбиваються від поверхні, що відбиває, перш ніж потрапити на антену приймача. Під час цього процесу приймач отримує сигнал у прямолінійному тракті, а також у затриманому тракті (кілька шляхів). Ефект схожий на привид або подвійне зображення на

телевізори.

### **Геометричне зменшення точності (GDOP)**

Геометрія супутника також може впливати на точність позиціонування GPS. Цей ефект називається зменшенням геометричної точності (GDOP). Це стосується розташування супутників один відносно одного та є показником якості конфігурації супутника. Він може змінювати інші помилки GPS. Більшість GPS-приймачів вибирають групу супутників, яка дає найменшу невизначеність і найкращу геометрію супутника.

Приймачі GPS зазвичай повідомляють про якість геометрії супутника в термінах зменшення точності позиції або PDOP. PDOP буває двох типів: горизонтальні (HDOP) і вертикальні (VDOP) вимірювання (широта, довгота та висота). Ми можемо перевірити якість супутникового позиціонування приймача, доступного на даний момент за значенням PDOP.

Низький DOP вказує на вищу ймовірність точності, а високий DOP вказує на нижчу ймовірність точності. Іншим терміном PDOP є TDOP (Time Dilution of Precision). TDOP означає зсув супутникового годинника. Приймач GPS може встановити параметр, відомий як маска PDOP. Це призведе до того, що приймач ігноруватиме конфігурації супутників, у яких PDOP перевищує вказане обмеження.

### **Вибіркова доступність (SA)**

Вибіркова доступність виникає, коли DOD навмисно погіршується; точність сигналів GPS вносить штучні похибки годинника та ефемерид. Під час впровадження SA це був найбільший компонент помилки GPS, що спричиняло помилку до 100 метрів. SA є компонентом служби стандартного позиціонування (SPS).

### **Переваги**

До переваг системи GPS можна віднести наступне.

- Супутникова навігаційна система GPS є важливим інструментом для військових, цивільних і комерційних користувачів.
- Системи відстеження транспортних засобів. Системи навігації на основі GPS можуть надавати нам вказівки від повороту до повороту.
- Дуже висока швидкість.

### **Недоліки**

До недоліків системи GPS можна віднести наступне.

- Супутникові сигнали GPS надто слабкі порівняно з телефонними сигналами, тому вони не працюють у приміщенні, під водою, під деревами тощо.
- Найвища точність вимагає прямої видимості від приймача до супутника, тому GPS не дуже добре працює в міських умовах.

### **Використання системи GPS**

Системи GPS дуже гнучкі, і ми можемо знайти цю систему в будь-якому секторі промисловості. Зараз GPS відіграє ключову роль у картографуванні лісів; допомагати фермерам збирати врожай на їхніх полях, а пілоти використовують літаки для навігації на землі, інакше в атмосфері. Ці системи є важливими частинами військового застосування та для екстрених екіпажів, щоб знайти людей, які потребують допомоги. Ці технології часто працюють у кількох регіонах, які ми зазвичай не розглядаємо.

Загалом системи GPS діляться на п'ять основних категорій, які включають наступне.

- Розташування використовується для визначення місця розташування.
- Навігація використовується, щоб дістатися з одного місця в інше.
- Відстеження використовується для спостереження за рухом об'єкта в іншому випадку.
- Картографування використовується для створення карт земної кулі.
- Хронометраж – це принести точний час на земну кулю.

У кожному разі використання GPS в основному залежить від вимірювання відстані до людей від багатьох супутників. GPS – це просто одна з різних груп супутників, які використовуються для визначення місця розташування. Чотири основні групи супутників,

які використовуються у всьому світі, це GPS, ГЛОНАСС, Galileo та BeiDou. Ці технології в основному використовують сигнали за допомогою цих супутників для визначення відстані людей від усіх цих супутників. Отже, ці вимірювання можуть визначити, де б людина не перебувала у світі, і як знайти шлях до іншої позиції.

Таким чином, це все про огляд системи GPS, роботу, компоненти, переваги, недоліки та її застосування. Система GPS в основному використовується для визначення надзвичайно точного часу за допомогою рубідієвих годинників над кожним супутником. Ці годинники дозволяють супутникам розпізнавати своє точне місцезнаходження в дуже точний час. Інформацію про час можна використовувати в різноманітних додатках, таких як точне землеробство, морська автономна гідрографія та гідрографія транспортних засобів.

### Розробка структурної схеми

На рисунку 1 представлена структурна схема роботи системи. Основних сторінок (Main Page Basics) у навігаторі усього шість:

- Супутники.
- Карта.
- Навігація.
- Висотомір.
- Шляховий комп'ютер.
- Головне меню.

Звичайно є кнопка Page для перемикавання між основними сторінками. Вибравши одну з Основних сторінок, можна викликати сторінки нижніх рівнів, призначені для відображення інформації в іншому виді або для налаштування основної сторінки. Завдяки такій простій і логічній організації подання даних, розібратися в роботі будь-якої моделі навігатора можна легко й швидко.

### Сторінка «СУПУТНИКИ» («SATELLITE»)

Дуже важлива сторінка. Дозволяє в умовах затінення (якщо ви перебуваєте в місті, у горах або в густому лісі) правильно зорієнтуватися й вибрати потрібну позицію для поліпшення прийому. Показує розташування супутників на небі в цей момент, силу сигналу від кожного, що течуть координати й точність їхнього визначення.

Ще раз нагадаємо, що для визначення координат приймач повинен одержати стійкий сигнал мінімум від трьох супутників.

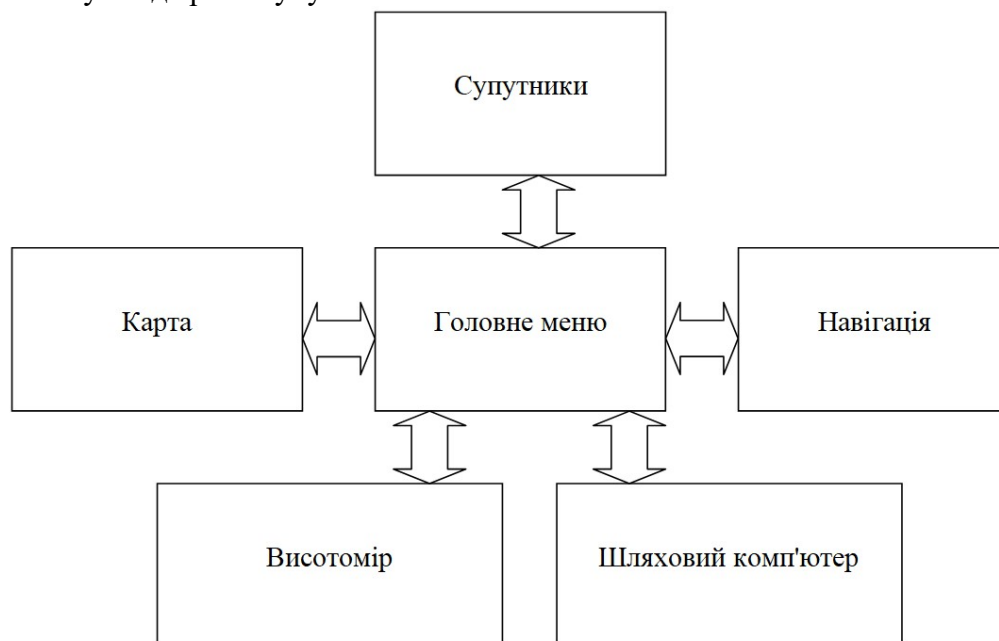


Рисунок 1 – Структурна схема системи



**Сторінка «КАРТА» («MAP»)**

У тому або іншому виді присутня у будь-якому навігаторі. На ній відображаються ваші Шляхові точки, Шляхи й Маршрути. Масштаб карти може мінятися від сотень км/см до одиниць м/см. Для зміни масштабу існують спеціальні кнопки. У навігаторах, що мають можливість завантаження електронних карт, на сторінці Карта відображаються електронні карти місцевості. На жаль, на електронних картах не всі ділянки місцевості однаково пророблені у всіх масштабах. Дуже часто зустрічаються «провали». Доцільно ретельно тестувати електронні карти у місцях, що вас цікавлять.

**Сторінка «НАВІГАЦІЯ» («NAVIGATION»)**

Основна сторінка при використанні приладу. Навігатори бувають дорогі і дешеві, прості і складні, але такий екран є в кожному. Як уже говорилося, головний і найбільше часто використовуваний режим навігації – це рух до наміченої точки. Даний режим наочніше всього реалізується на цій сторінці.

**Сторінка «ВИСОТОМІР» («ALTIMETER»)**

Висоту, щоправда, дуже приблизно, визначає будь-який навігатор, що «бачить» не менш 4-х супутників. Висота обчислюється відповідно до тієї моделі Землі, що обрана в початкових установках навігатора. Для точного виміру висоти служить Альтиметр (Барометричний висотомір).

Ця функція є не у всіх навігаторів, тільки в дорогих моделях. Принцип роботи – у визначенні атмосферного тиску й перерахування його у висоту над рівнем моря або над рівнем поверхні землі. Зрозуміло, що Висотомір має потребу в калібруванні перед кожним його використанням. Якщо атмосферний тиск міняється по яких-небудь погодних причинах, відповідно до зміни тиску будуть змінюватися й показання Висотоміра. Так як Висотомір по своїй суті є барометром, то з його допомогою корисно стежити за зміною атмосферного тиску для прогнозування зміни погоди.

**Сторінка «ШЛЯХОВИЙ КОМП'ЮТЕР» («TRIP COMPUTER»)**

Дуже цікава й корисна навігаційна функція. У найпростіших приладах як окрема сторінка відсутня, але основні елементи є на сторінці Навігації.

Шляховий комп'ютер визначає безліч параметрів вашого руху й видає їх на екран у зручному для вас виді. Цих параметрів може бути дуже багато, і кожний може для себе вибрати ті, які йому потрібні в цей момент. Перелічу деякі з них:

- Пройдена відстань.
- Час у русі.
- Час стоянок.
- Передбачуваний час прибуття в намічену точку.
- Поточна швидкість.
- Середня швидкість.
- Середня швидкість переміщення по всьому маршруті з урахуванням стоянок.
- Максимальна швидкість.
- Відстань до поточної точки.
- Відстань до кінця маршруту.
- Курс.
- Відхилення від курсу.
- Інші.

**Сторінка «ГОЛОВНЕ МЕНЮ» («MAIN MENU»)**

Як і сторінка Навігація, є в кожному GPS-приймачі. Із цієї сторінки можна викликати будь-яку функцію навігатора, там же зосереджені основні налаштування.

Підміну розділів Головного меню позначені піктограмами, які у всіх навігаторах виглядають приблизно однаково.

Відзначити (Mark) – дозволяє відзначити ваше місце розташування у вигляді шляхової точки. Кожній шляховій точці автоматично привласнюється тризначний номер. Ви можете

відредагувати назву, замінивши номер ім'ям і призначивши точці який-небудь значок у вигляді піктограм (будинку, табору, готелю й т.д.).

Пошук (Find). Як уже було сказано, у пам'яті навігатора можна зберігати кілька сотень шляхових точок і цей режим допомагає швидко орієнтуватися у всьому їхньому великому списку.

Маршрути (Routes). У цьому режимі ви можете створювати й редагувати потрібні вам маршрути з наявних у пам'яті вашого приймача шляхових точок.

Шляхи (Tracks). Тут ви зберігаєте шляхи ваших переміщень, активізуєте режим руху уздовж обраного шляху, здійснюєте необхідні налаштування.

Налаштування (Setup). Всі загальні установки приладу перебувають у цьому підменю. Ви задаєте одиниці виміру навігаційних параметрів (відстань, швидкість, кути й т.д.), формат подання географічних координат, установлюється формат часу, налаштовуєте екран дисплея, робите всі системні установки.

Додатка (Accessories). Тут можуть бути зібрані додаткові функції приладу, безпосередньо не пов'язані з навігацією. Наприклад, у навігатора Garmin Etrex Vista – це дані про розташування й рух Сонця й Місяця (при активізації нагадує мініатюрний планетарій – дуже цікаво). До додаткових функцій також відносяться щоденник-календар, калькулятор, інформатор про найбільш сприятливий час для полювання й риболовлі в місці вашого розташування (дуже сумнівна, по-моєму, функція). Іноді в Додатки включають які-небудь іграшки й ще щось, що не має істотного значення.

Принцип роботи та склад обладнання системи керування позиціонуванням GPS. Виробник gps-трекера порту obd-II

Система керування GPS-позиціонуванням автомобіля в основному визначається за допомогою GPS автомобіля, і транспортний засіб призначений для керування та відстеження транспортного засобу в поєднанні з системою бездротового зв'язку. Було розроблено систему сигналізації глобального позиціонування транспортних засобів, поліцейські GPS-командні системи тощо. Він використовується для керування розкладом руху міських автобусів, сигналізації та планування руху транспортних засобів і суден у ландшафтній туристичній зоні, а також для планування та моніторингу транспортних засобів і суден від митниці, громадської безпеки, берегової оборони та інших відділів. Основними функціями центру моніторингу є:

1. Функція відстеження даних. Показати положення мобільного автомобіля в реальному часі в списку цінності. Наприклад, номер автомобіля, довгота, швидкість, напрямок, час, дата тощо.

Функція стеження за картинкою. Відображення інформації про місцезнаходження мобільного транспортного засобу на фоні відповідної електронної наземної (морської) карти. Електронну наземну (морську) схему можна збільшувати, зменшувати, відновлювати, перемикає. Є два способи отримання: звичайне отримання та випадкові імена. Ви також можете надати функцію вибору траєкторії руху автомобіля.

3. Функція відображення моделювання. Увійдіть у комп'ютер і відобразіть відомості про місцезнаходження цілі. Функція команди рішення. Команди прийняття рішення зв'язуються з мобільними транспортними засобами за допомогою методу зв'язку. Метод зв'язку можна запланувати за допомогою тексту, коду, голосу тощо для досягнення команди планування.

4. Основні функції автомобільної частини включають:

(1) Функція надсилання інформації про позиціонування. GPS-приймач визначає місцезнаходження в режимі реального часу та надсилає інформацію про місцезнаходження в центр моніторингу через радіо.

(2) Функція відображення даних. Покажіть на дисплеї поточне положення вашого транспортного засобу. Такі як довгота, широта, швидкість і напрямок.

(3) Функція отримання команди планування. Отримайте центр моніторингу, щоб надіслати команду для відображення або видачі голосу на дисплеї.

(4) Функція сигналізації. У разі виникнення надзвичайної ситуації водій запускає сигналізацію, і центр моніторингу негайно показує інформацію про транспортний засіб, місце аварії, персонал автомобіля та іншу інформацію.

5. GPS-позиціонування автомобіля – це динамічне навігаційне позиціонування в одній точці. Його точність позиціонування становить близько 100 м зоряної величини. Щоб підвищити точність позиціонування, можна використовувати технологію диференціального GPS.

**Висновки.** У статті наведені теоретичне узагальнення й рішення наукового завдання дослідження методів GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore. Рішення даного завдання полягало у вирішенні наступних задач: Був проведений огляд існуючих систем GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore; Досліджена система GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore; На основі отриманих результатів досліджень створена програмна реалізація системи GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore. Розроблені під час виконання випускної кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти алгоритми дозволяють успішно вирішувати завдання GPS пристрою на основі процесора ARM Cortex-A15 MPCore. Проведено аналіз предметної галузі в ході якого були виявлені об'єкти, взаємодія яких носить істотний характер для функціональної діяльності предметної галузі, і їхні основні характеристики; побудована алгоритм і вибраний середовище розробки.

### Список літератури

- Smirnov O., Kuznetsov A., Kiiian A., Kuznetsova T. «Non-binary constant weight coding technique». CEUR Workshop Proceedings. Volume 2740, 2020, Pages 102-114.
- Smirnov O., Kuznetsov A., Kiiian A., Cherep A., Kanabekova M., Chepurko I. «Testing of code-based pseudorandom number generators for post-quantum application». 2020 IEEE 11th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Ukraine, Kyiv, May 14-18. 2020. P. 172-177.
- Smirnov, O., Shekhanin, K., Kuznetsov, A., Krasnobayev, V. «Detecting Hidden Information in FAT». International Journal of Computer Network and Information Security (IJCNIS). Vol. 12, No. 3, 2020. PP.33-43.
- Smirnov, O., Drievieva, H., Drievieva, O., Simakhin, V., Bondar, S., Odarchenko, R. «Managing multifractal properties of the binary sequence generated with the Markov chains», CEUR Workshop Proceedings Volume 2608, 2020, Pages 633-645.
- Smirnov O. Kuznetsov A., Zaichenko Yu., Pastukhov M., Oleshko O., Kuznetsova K., «Formation of Discrete Signals with Special Correlation Properties». International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics, UkrMiCo 2019; Odessa; Ukraine; 9-13 September 2019. P.22-28.
- Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kolovanova, I., Kuznetsova, T., «Noise immunity of the algebraic geometric codes». International Journal of Computing; 2019, Volume 18, Issue 4 – Research Institute for Intelligent Computer Systems – 2019. – P. 393-407.
- Smirnov, O., Kuznetsov, A., Reshetniak, O., Ivko, N., Katkova, T., Kuznetsova, T., «Generators of Pseudorandom Sequence with Multilevel Function of Correlation». 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T), Kyiv, Ukraine, 8 – 11 October 2019 . P.517-522.
- Smirnov, O., Krasnobayev, V., Yanko, A., Kuznetsova, T. «Methods of nulling numbers in the system of residual classes». CEUR Workshop Proceedings, Vol 2588, P. 90-106, 2019.
- Kuznetsova, T., «Code-Based Schemes for Post-Quantum Digital Signatures», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P. 707-712.
- Smirnov, O., Kuznetsov, A., Stefanovych, O., Gorbenko, Y., Krasnobayev, V., Kuznetsova K. «Information Hiding Using 3D-Printing Technology», 10th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications, IDAACS 2019; Metz; France; 18-21 September 2019. P.701-706.
- Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kovalchuk, D., Averchev, A., Pastukhov, M., Kuznetsova, K., «Formation of Pseudorandom Sequences with Special Correlation Properties», 2019 3rd International Conference on Advanced Information and Communications Technologies, AICT -2019/ Lviv, Ukraine, 2-6 July, 2019, P. 395-399.
- Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко А.С., Смірнов С.А., Буравченко К.О. «Дослідження вимог міжнародних стандартів ІЕС60880 та ІЕС62138 з розробки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 3(73), С. 155-166.
- Вінтенко, Б., Миронець, І., Смірнов, О., Кравчук, О., Козірова, Н., Савеленко, Г., Коваленко, А. «Дослідження вимог та аналіз кібербезпеки програмного забезпечення інформаційно-керуючих систем

- АЕС, важливих для безпеки». Кібербезпека: освіта, наука, техніка. 2024. №3(23), С. 111-131.
14. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А., Коваленко А.С. «Дослідження нормативних документів та галузевих стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». Системи управління, навігації та зв'язку, 2023, вип. 2(72), С. 170-178.
  15. Аль-Мудхафар Акіл Абдулхуссейн М., Смірнова Т.В., Буравченко К.О., Смірнов О.А. «Метод оцінки та підвищення користувальницького досвіду абонентів в програмно-конфігурованих мережах на основі використання машинного навчання». Сучасні інформаційні системи, 2023, том 7, № 2, С. 49-56.
  16. Вінтенко Б.Ю., Смірнов О.А., Коваленко О.В., Смірнов С.А. «Дослідження нормативної документації та стандартів розробки програмного забезпечення комп'ютерних систем управління АЕС, важливих для безпеки». VI міжнародна науково-практична конференція "Інформаційна безпека та комп'ютерні технології", м. Кропивницький. 20-21 квітня 2023 р. – Кропивницький: ЦНТУ. – 2023. – С. 35-36.
  17. Смірнов, О.А., Усік П.С., Полігенько О.О., Одарченко Р.С., Терещенко Л.Ю. «Інформаційна технологія та програмне забезпечення для підвищення ефективності планування підсистеми базових станцій стільникового зв'язку». Проблеми телекомунікацій. № 1(26). С. 83-96. 2020.
  18. Смірнов О.А., Усік П.С., Миронець І.В., Буравченко К.О., Якименко Н.М. «Метод підвищення ефективності розподіленої обробки даних у комп'ютерних системах операторів стільникового зв'язку» Вісник Черкаського державного технологічного університету. Технічні науки. №4. С. 103-110. 2020.
  19. О.А.Смірнов, Т.В.Смірнова, Л.І. Поліщук, К.О. Буравченко, А.О.Макевнін, «Дослідження хмарних технологій як сервісів», Кібербезпека: освіта, наука, техніка. № 3(7). С. 43-62. 2020.
  20. Смірнов О.А., Дреєва Г.М., Дреєв О.М., Смірнова Т.В. «Фрактальний аналіз генератора самоподібного трафіку на основі ланцюга Маркова». Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. № 2(33). с. 161-172, 2019.
  21. Smirnov, O., Kuznetsov, A., Kuznetsova., K. Synthesis of Discrete Signals with Improved Correlation Properties. Монографія: In.: ISCI'2019: Information Security in Critical Infrastructures. Collective monograph. Edited by Ivan D. Gorbenko and Alexandr A. Kuznetsov, ASC Academic Publishing, USA, 2019, pp. 281-299. – ISBN: 978-0-9989826-8-7 (Hardback), ISBN: 978-0-9989826-9-4 (Ebook).