

УДК 629.05

Малий С.Ю.¹, Бровун Р.Ю.²

1 асп. гр. А-172.13 НУ «Запорізька політехніка»

2 студ. гр. БК-513м НУ «Запорізька політехніка»

РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНОЇ МОДЕЛІ GPS-ПРИЙМАЧА В СЕРЕДОВИЩІ MATLAB

Програмний GPS-приймач — це функціональний GPS-приймач у програмному забезпеченні. Він має ряд переваг порівняно з апаратними аналогами. Наприклад, вдосконалення архітектури приймача, а також структури системи GPS можна легко проводити без значних витрат. Крім того, можна легко скоординувати взаємодію між сусідніми датчиками.

Реалізація SGR розглядається у двох розрізах, а саме розрізі обробки сигналу та розрізі навігації. Секція обробки сигналів керується необробленими зразками сигналу GPS, отриманими з інтерфейсу GPS приладу NordNav™ R-25. Реалізовано звичайний і блочний методи обробки сигналу синхронізації (BAAS) і порівняно їх характеристики з точки зору швидкості та вихідних даних. Секція обробки сигналів виводить необроблені вимірювання GPS і біти навігаційних даних. Оскільки в нашому випадку довжина вихідних даних є недостатньою, вхід секції навігації подається від GPS-приймача Ashtech™ для рухомої платформи та GPS-приймача Trimble™ для нерухомої платформи. Розрахунок положення супутника, корекція псевдодальності, фільтр Калмана та LSE (оцінка найменших квадратів) реалізовані в розділі навігації. Фільтр Калмана та методи LSE порівнюються

з точки зору точності позиціонування як для рухомої, так і для нерухомої платформи. Результати порівнюються з комерційними даними GPS. Це порівняння показує, що розділ програмної навігації еквівалентний комерційному GPS з точки зору точності позиціонування.

Як зазначено в [1], апаратні (на основі ASIC) GPS-приймачі забезпечують мінімальну гнучкість, оскільки апаратна платформа не забезпечує гнучкого середовища для будь-яких глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS) нового покоління, таких як Galileo. Таким чином, концепція дизайну приймача на основі гнучкого програмного забезпечення набирає популярності у області технології GNSS. Концепція SGR забезпечує розвиток комфорту в навігаційних технологіях. Основні переваги програмних приймачів:

- SGR можна легко вбудувати в будь-яку платформу;
- покращення технології приймача можна легко оновити при реалізації SGR;
- оновлення системи GPS можна легко заблокувати (наприклад, нові смуги частот або нові типи псевдовипадкових кодів можуть бути визначені в структурі GPS);
- SGR можна легко інтегрувати з іншими пристроями (наприклад, інтеграція GPS/INS може бути розроблена та вдосконалена за допомогою гнучкого SGR).

Щоб реалізувати SGR, технологія GPS повинна бути зрозуміла шляхом вивчення літератури супутникової навігації.

Більшість джерел GPS посилаються на [2], оскільки характеристики сигналу GPS, вміст сигналу та алгоритми навігації визначені в цьому документі. На жаль, частина обробки сигналу не пояснюється в [2].

Джерело [3] є основним джерелом для розробника SGR. Однак фільтр Калмана, який використовується в навігаційних алгоритмах, не включено до цієї книги.

Загальні розділи приймача GPS (незалежно від апаратного чи програмного забезпечення) та функціональні можливості розділів коротко показані на рис. 1.

Як показано на рис.1, GPS-приймач складається з GPS-антени, інтерфейсу, модуля обробки цифрового сигналу та навігаційних алгоритмів. Інформація PVT (положення-швидкість-час) отримується на виході приймача GPS.

В роботі пропонується реалізувати повне програмне забезпечення GPS-приймача, за винятком бітової та кадрової синхронізації (рис.1). Як програмне середовище вибрано Matlab. Таким чином, структурну схему програмного GPS-приймача можна проілюструвати на рис.2.

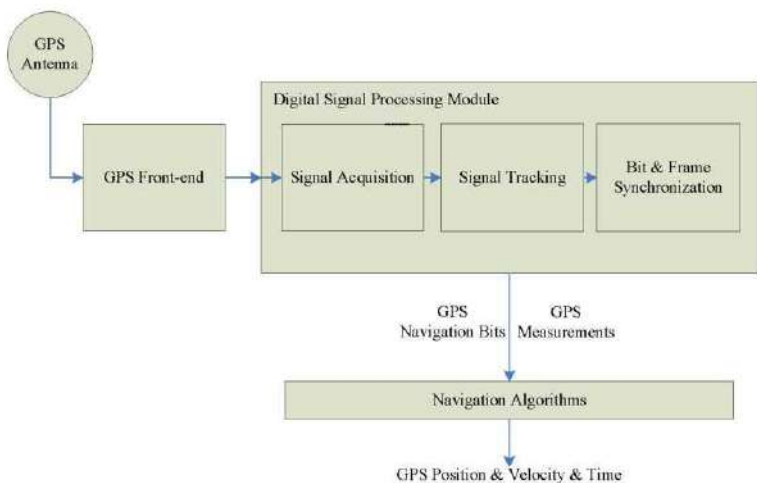


Рисунок 1 – Структура GPS-приймача

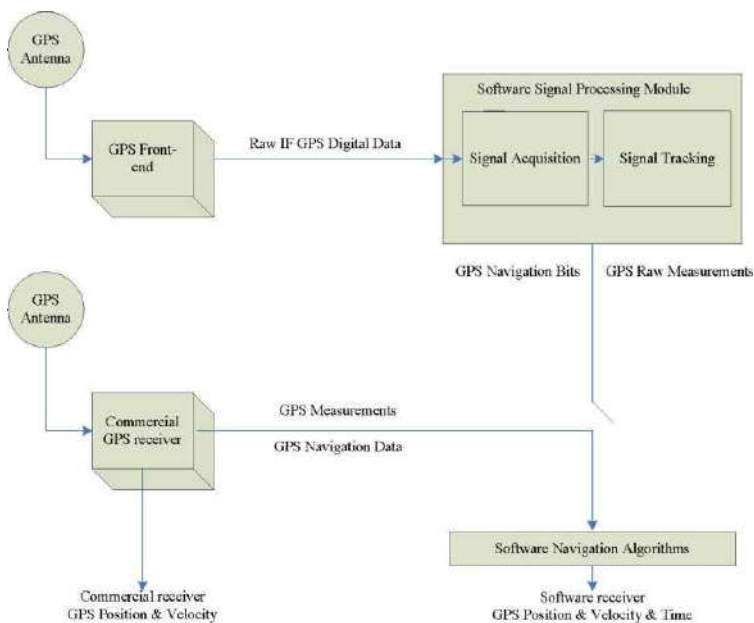


Рисунок 2 – Реалізований програмний приймач GPS

Пропонується реалізувати модуль обробки сигналів і навігаційні алгоритми окремо, як показано на рис. 2. Тривалість необроблених цифрових даних IF GPS отриманих з інтерфейсу GPS недостатня, щоб забезпечити необхідні навігаційні біти для навігаційних алгоритмів. Таким чином, GPS-вимірювання та навігаційні дані передаються від комерційного GPS-приймача до програмних навігаційних алгоритмів.

Необроблені цифрові дані IF GPS збираються з інтерфейсу GPS приладу NordNav™ R-25. Навігаційні біти спостерігаються на виході модуля обробки сигналів. Крім того, точні вимірювання в псевдодальності та частоті Доплера також отримуються на виході модуля обробки сигналу.

Щоб пояснити реалізовану операцію обробки сигналу, спочатку потрібно ввести сигнали GPS. Супутники GPS транслюють двочастотний сигнал на частотах L_1 (1575,42 МГц) і L_2 (1227,60 МГц). У цій роботі розглядається сигнал L_1 , оскільки це цивільний сигнал GPS. Сигнали GPS модулюються за допомогою методів розширеного спектру. Математичне представлення сигналу L_1 показано нижче, як визначено в [4]:

$$s(t) = \sqrt{2P_I}d(t)c(t) \cos(2\pi f_{L_1}t + \theta) + \sqrt{2P_Q}d(t)p(t)\sin(2\pi f_{L_1}t + \theta) \quad (1)$$

де P_I , P_Q – потужність сигналу;

$d(t)$ – навігаційні дані 50 біт/с;

$c(t)$, $p(t)$ – C/A(1,023 МГц) і P(10,23 МГц) псевдовипадкові коди;

f_{L_1} – частота каналу L_1 1575,42 МГц;

θ – різниця фаз.

Навігаційні дані в рівнянні (1) є низькочастотним сигналом, тоді як C/A (грубий/отримання) код і сигнал несучої є високочастотними сигналами. Для отримання та декодування сигналу GPS із космосу ці дві високочастотні складові сигналу GPS повинні бути отримані та відстежені. Тому сигнали GPS мають двовимірну невизначеність, якою є псевдокодівий зсув і ефект Доплера. Псевдокод сигналу GPS ($c(t)$ або $p(t)$) зсувається під час передачі сигналу від супутника до антени GPS. Крім того, ефект Доплера зміщує частоту несучого сигналу від центральної частоти 1575,42 МГц через високі швидкості супутника. Модуль обробки цифрового сигналу приймача визначає цю затримку коду та ефект Доплера, щоб виділити $d(t)$.

Це дослідження дало кілька переваг:

- швидко може бути розроблений апаратний приймач GPS на основі змодельованого SGR;

- будь-які вдосконалення в GPS приймачі можна легко адаптувати до впровадженого SGR, оскільки він досить гнучкий;

- приймачі нового покоління GNSS (наприклад Galileo) можуть бути реалізовані на основі досвіду;

- інтегровані системи, такі як інтеграція GPS/INS (інерціальна навігаційна система), можуть бути розроблені за допомогою реалізованого SGR як інструменту;

- різні сценарії для інтегрованих систем і досліджень GPS можна реалізувати за допомогою цього реалізованого SGR як інструменту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Dennis M. Akos, "Software Receiver Architectures & Design for GPS/GNSS", Navtech Seminars&GPS Supply,Inc., ION GNSS 2004 Tutorial Course 550
2. GPS Interface Control Document ICD-GPS-200C-004,12.April.2000
3. James B. Y. Tsui, "Fundamentals of Global Positioning System Receivers, a software approach", John Wiley & Sons, Inc., 2000
4. Mohinder S. Grewal, Lawrence R. Weill, Angus P. Andrews, "Global Positioning Systems, Inertial Navigation, and Integration", John Wiley & Sons,Inc., 2000