

Використання навігації за інерційними даними у визначенні положення поїзда

Безперервне позиціювання для сучасних залізничних перевезень

Роман Прокопеч, Microdis Electronics
E-mail: Roman.Prokopets@microdis.net

Сучасні залізничні мережі залежать від точного та безперервного позиціювання для безпечної та ефективної роботи. Однак тунелі, криті станції та щільно забудовані міські райони ускладнюють надійне позиціювання поїздів. У цій статті показано, як технологія навігації за інерційними даними від u-blox може допомогти вирішити цю проблему.

ЩО ТАКЕ НАВИГАЦІЯ ЗА ІНЕРЦІЙНИМИ ДАНИМИ?

Навігація за інерційними даними (*Dead Reckoning, DR*) — це використання інерційного вимірювального блоку (*Inertial Measurement Unit, IMU*), який містить ряд акселерометрів і гіро-

скопів, що працюють за алгоритмом, який називається фільтром Калмана, для визначення положення, курсу, орієнтації та швидкості транспортного засобу. На системному рівні навігація за інерційними даними не залежить від сигналу GNSS (*Global Navigation Satellite System*) і, тому, доповнює слабкий сигнал GNSS

або компенсує його відсутність на коротких відстанях. Більшість систем навігації за інерційними даними інтегровані з GNSS. GNSS допомагає ініціалізувати та калібрувати систему навігації за інерційними даними, і ці дві технології під час роботи доповнюють одна одну.

За останні роки компанія u-blox розробила кілька рішень для систем DR, у тому числі бездротову систему навігації за інерційними даними (де DR використовується для заповнення прогалів у сигналі GNSS) та автомобільну систему навігації за інерційними даними (*Automotive Dead Reckoning, ADR*), тобто DR у поєднанні з сигналом GNSS та даними від датчиків обертання коліс). ADR для залізничного транспорту — це найновіша пропозиція для DR від u-blox, що поєднує ADR з унікальною динамічною моделлю, оптимізованою для залізничного транспорту (рис. 1).

ЧОМУ ДЛЯ ПОЗИЦІЮВАННЯ ПОЇЗДІВ ПОТРІБНА НАВИГАЦІЯ ЗА ІНЕРЦІЙНИМИ ДАНИМИ?

Залізнична інфраструктура, яка використовується вже багато десятиліть або навіть декілька століть, має довгі тунелі, сталеві навіси та глибокі міські коридори, які блокують або відбивають сигнали GNSS. Для залізничних операторів це створює значні «сліпі зони» для відстеження руху поїздів у реальному часі, особливо якщо вони покладаються виключно на рішення на основі GNSS.

Без надійного визначення місцезнаходження поїзду графік руху стає менш оптимальним, робота залізничних стан-



Рис. 1. GPS-приймач, що використовує сигнали про обертання коліс та напрямок руху

цій вимагає ручного контролю, а системи інформування пасажирів можуть працювати з затримками та неточностями. Традиційні системи, що базуються на періодичних оновленнях або фіксованих схемах колій, не можуть забезпечити безперервне визначення місцезнаходження, необхідне для сучасного керування залізничним транспортом на основі аналізу даних.

ВАЖЛИВІСТЬ ДИНАМІЧНОЇ МОДЕЛІ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Динамічна модель у рішенні DR містить правила щодо руху транспортного засобу, які допомагають фільтру Калмана відкидати помилкові дані. Наприклад, модель для автомобіля передбачає, що дані, які вказують на те, що транспортний засіб рухався вбік без руху вперед або назад, не можуть бути достовірними, оскільки автомобілі не можуть рухатися вбік. Подібна модель необхідна для DR у позиціюванні залізничного транспорту.

Проблема полягає в тому, що поїзди відрізняються від інших транспортних засобів своїми характеристиками руху. Вони повільно розганяються, але досягають дуже високих швидкостей. Їхній радіус повороту дуже обмежений і залежить від колій, тому неможливо проїхати на поїзді по фігурі у вигляді вісімки (що є звичайною вимогою для ініціалізації систем DR). А оскільки вони мають дві ходові частини, що рухаються, замість

однієї нерухомої і однієї рухомої осі, немає різниці між рухом вперед і назад.

Втілення цих елементів у динамічній моделі довгий час було складним завданням. ADR від u-blox для позиціювання залізничного транспорту — це успішно розроблена та випробувана модель, яка забезпечує належне функціонування рішення DR на залізничниці.

РІШЕННЯ U-BLOX ДЛЯ НАВІГАЦІЇ ЗА ІНЕРЦІЙНИМИ ДАНИМИ НА ЗАЛІЗНИЦІ

Пристрій від u-blox ZED-F9R — це апаратний модуль u-blox, що підтримує навігацію за інерційними даними на залізниці. Підтримка навігації за інерційними даними для залізничного транспорту була впроваджена у прошивці HPS1.40, яка попередньо встановлена на версії продукту ZED-F9R-04B. Компанія вирішила інтегрувати залізничну ADR у ZED-F9R, оскільки це перевірений продукт з очікувано тривалим терміном експлуатації, що означає, що залізничні оператори можуть використовувати його протягом багатьох років, а то й десятиліть, не турбуючись про реконструкцію своїх систем.

ZED-F9R також підтримує стандартну точність GNSS, що робить його напорчуд гнучким рішенням для позиціювання на залізничному транспорті. Разом ці технології створюють цілісну екосистему, яка забезпечує безперервне позиціювання з високою точністю, як основу ефективної та узгоджено роботи залізничниці.

РЕАЛЬНІ РЕЗУЛЬТАТИ: РЕГІОНАЛЬНА ЗАЛІЗНИЦЯ БЕРН — ЗОЛОТУРН

Після автоматичного калібрування модуль ZED-F9R було встановлено на поїзді RBS, який проїхав 2.5 км через тунель Шанцен у Швейцарії до станції метро Берна і назад, використовуючи лише навігацію інерційними даними. А якою ж була загальна розбіжність координат наприкінці тесту? Менше 30 м. Це демонструє, що компанія u-blox завжди знаходить інноваційні рішення.

ФОРМУВАННЯ МАЙБУТЬОГО В СФЕРІ ПОЗИЦІЮВАННЯ НА ЗАЛІЗНИЦІ

З прискоренням автоматизації та цифровізації на залізничному транспорті потреба в надійному позиціюванні буде тільки зростати. Залізнична ADR підтримує навігацію на основі GNSS на залізниці, щоб створити основу для більш інтелектуального, безпечного та взаємопов'язаного залізничного транспорту майбутнього.

Додаткову інформацію щодо продукції компанії u-blox, що була представлена в цій статті, можна отримати в офіційного дистриб'ютора в Україні — Мікродіс Електронікс ГмБХ:

**тел.: (067) 475-81-86,
Roman.Prokopets@microdis.net,
www.microdis.net** **CN**

MICRODIS
www.microdis.net

Мікродіс Електронікс ГмБХ — офіційний дистриб'ютор u-blox та Fischer Connectors в Україні

Роман Прокопець
Менеджер з продажу

Microdis Electronics GmbH
Rheinauer Straße 1
68766 Hockenheim
Germany

M +380 67 475 81 86
Roman.Prokopets@microdis.net

u-blox
fischer
CONNECTORS