

УДК 681.518

П.С. Градовий; Н.І. Поліник; І.Р. Козбур; Ю.Б. Капаціла, к.т.н., доц.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ ГЕОПОЗИЦІОНУВАННЯ

P.S. Hradovyi; N.I. Polinyk; I.R. Kozbur; Yu.B. Kapatsila, Ph.D., Assoc. Prof.
ANALYSIS OF METHODS FOR INCREASING ACCURACY IN AUTOMATED GEOPOSITIONING SYSTEMS

Позиціонування GPS (Global Positioning System) використовується в багатьох галузях, тому тема GPS охоплює різноманітні розділи, такі як обробка сигналів і обчислення. Наявність можливості легкого визначення свого місцезнаходження породила контекстно-залежні служби, де місцезнаходження є частиною контексту. Іноді контекстно-залежні послуги називають послугами на основі розташування. Основи того як система позиціонування визначає позицію користувача по суті, є загальними, незалежно від того чи це система GPS чи інша система. Ця спільність сприяє інтеграції систем. Позиціонування GPS базується на обчисленнях, які виконуються на основі сигналів між приймачем користувача та супутником, який знаходиться в полі зору. Точність можна підвищити додавши вимірювання отримані з інших джерел. У цих випадках ми говоримо, що GPS було «доповнено». Приклади доповнених систем включають мережі GNSS (Global Navigation Satellite System), диференціального GPS, EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) і GNSS RTK (Real Time Kinematic).

Розглянемо техніку позиціонування. Традиційний підхід до оцінки розташування невідомого вузла включає два етапи. На першому етапі виконуються вимірювання, отримані на основі характеристик прийнятих радіохвиль. Одним із типів вимірювань є різниця в потужності отриманого сигналу (RSSI – індикатор рівня сигналу, англ. Received Signal Strength Indicator) порівняно з початковою силою сигналу. Іншим типом вимірювання є TOA сигналу (час прибуття, англ. Time of Arrival). Ще одним типом вимірювання є кут прибуття (AOA, Angle of Arrival) сигналу в невідомий вузол. Другий крок передбачає виконання обчислень вимірювань для оцінки положення невідомого вузла. У деяких підходах до оцінки положення використовується набір вимірювань одного типу – AOA, RSSI або TOA. Крім того, інформація AOA може бути об'єднана з оцінками відстані, знайденими за допомогою RSSI або TOA, щоб встановити місцезнаходження невідомого вузла.

Техніка вимірювання, яка використовується в системі глобального позиціонування (GPS), – це різниця в часі надходження сигналів. Іншими словами, розрахунки базуються на часі необхідному для того щоб сигнал надісланий супутником прибув до приймача. Для того щоб приймач приймав сигнал із супутника він повинен мати лінію прямої видимості (LOS). Це означає що шлях не повинен перекриватись перешкодами. Позиціонування передбачає обчислення приймачем діапазону (відстані) до кожного супутника вздовж LOS. Це робиться шляхом декодування сигналів, що передаються з кількох супутників, і визначення часу надходження кожного сигналу від відповідного супутника. Якби положення супутників і дальність до супутників були точно відомі, то місце розташування приймача можна було точно визначити за допомогою трьох супутників. Приймач лежав би в точці перетину трьох сфер із центром у супутниках і радіусами яких були дальності супутників.

На жаль, розраховані діапазони мають певну похибку. Джерелами помилок у системі GPS є, серед іншого, іоносфера, багатопроменевість, шум, тропосфера, положення

супутників відносно приймача. Багатопроменевість – це явище, коли сигнал супутника може досягати приймача більше одного разу. Один шлях сигналу може йти за LOS, тоді як інші шляхи можуть надходити через відбиття від будівель або землі.

Принципи визначення положення одностотного GPS-приймача відносно прості. Приймач відстежує супутники використовуючи інформацію про їхні орбіти, тож визначає скільки супутників у полі зору, – N_{sat} . Позиції та псевдовідстані щонайменше чотирьох супутників необхідні для оцінки положення приймача, тобто $N_{sat} \geq 4$. Позиція приймача обчислюється методом тріангуляції.

Будь-які вимірювання, виконані технологічним пристроєм, можуть бути з похибками. Спочатку можна вважати помилки майже випадковими. Однак, якби у нас була велика кількість даних відомих вимірювань і відповідних приблизних вимірювань, зроблених за допомогою пристрою, ми могли б проаналізувати дані для виявлення закономірностей.

У позиціонуванні GPS точність вимірюється як відстань між визначеною позицією приймача і справжнім положенням приймача. Розглянемо різні процеси для оцінки позиції одержувача. Процес А передбачає одноразову оцінку позиції одержувача. Процес А піддається випадковим шумам великої амплітуди. Процес А має низьку точність. Процес С передбачає здійснення процесу А кілька разів і взяття середнього значення. Процес С має високу точність. Це відбувається тому, що ефект шуму усувається. У двох вимірах точність процесу є мірою близькості оцінок положення одержувача до справжнього положення, як показано на рис. 1. Точність процесу враховує відстані оцінок від справжньої позиції. Точність процесу є мірою узгодженості цих відстаней, як показано на рис. 2

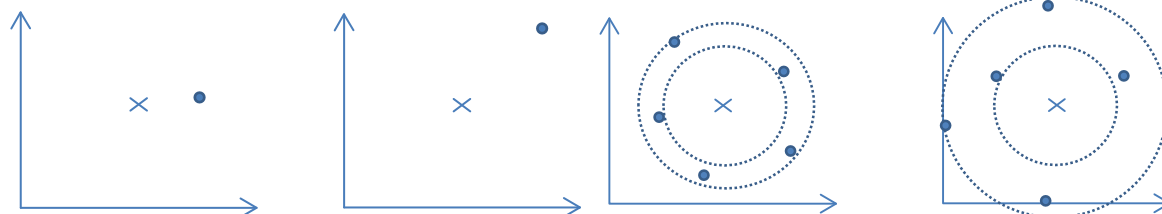


Рисунок 1 – Точність оцінок позиції.

Рисунок 2 – Міра точності оцінок.

На рис.1 справжнє положення показано хрестом, оцінка показана у вигляді точки. Оцінка ліворуч точніша, ніж праворуч, оскільки вона ближча до справжнього положення. На рис. 2 справжнє положення показано хрестом, оцінка показана у вигляді точок. Процес знаходження оцінок ліворуч точніший, ніж праворуч, оскільки смуга, в межах якої лежать оцінки, вужча.

Джерела помилок. Помилки виникають у кожному із сегментів — наземному, космічному та призначеному для користувача. Також виникають помилки під час передачі сигналів. Використовуючи цю класифікацію, основними джерелами помилок є: наземний сегмент – ефемеридні помилки; космічний сегмент – зміщення годинника супутника та коду супутника; сегмент користувача – шум приймача та зміщення приймача; поширення сигналу – іоносферна затримка та тропосферна затримка спричинена атмосферними впливами.

Виявлення та виправлення помилок здійснюють за допомогою каналного кодування цифрових даних перед тим як вони будуть передані як аналоговий сигнал. Це означає, що ми не просто передаємо дані, але також передаємо додаткові, надлишкові біти, метою яких є полегшення виявлення помилок. За допомогою відповідного вибору надлишкових бітів помилкові біти даних можна не тільки виявити, але й виправити.