

Разработка двухсистемного gps/глонасс приемника для повышения точности местоопределения подвижных объектов

А.В. Гарифуллина, Д.А. Чернов, И.В. Рябов

ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет» г. Йошкар-Олы

Рассмотрены способы повышения точности местоопределения с использованием сигналов глобальных навигационных спутниковых систем. Предложен алгоритм повышения точности с использованием сигналов глобальных навигационных спутниковых систем с учетом 3D карты местности. Изложен учет сигналов спутниковых сигналов, обусловленных многолучевостью, и сигналов, прошедших сквозь здания. Авторы представляют способ работы навигационного оборудования при сильном ослаблении навигационного сигнала.

The methods of positioning accuracy improvement using the signals of global navigation satellite systems are considered. The algorithm of the accuracy improvement using the signals of global navigation satellite systems considering 3D maps is suggested. The record of satellite signals, caused by multipath propagation and the signals passed through buildings is presented. The authors present the method of the work of navigation equipment when there is a considerable navigation signal loss.

Навигационные спутниковые системы предназначены для определения местоположения, точного времени, скорости движения.

Позиционирование с помощью глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) затрудняется в условиях современного городского ландшафта. Разнообразие природно-техногенных сооружений, а также недостаточное количество спутников могут стать причинами ухудшения распространения сигналов с прямой линией видимости к пользователю. Характерным примером является работа навигационного оборудования вблизи стены кода, когда физически половина небосвода закрыта. При таких условиях необходим алгоритм, который позволит повысить точность местоположения.

В 2013 году выполнив модификацию алгоритма сопоставления с картой для работы с 3D картой местоположения и данными от спутников ГНСС, установили: данный алгоритм работы в затененных условиях имеет две фазы - автономный этап (подготовительный этап) и онлайн фазу. В автономном этапе, формируются границы зданий на сетки местоположений. Граница зданий строится с перспективы положения ГНСС пользователя, край здания определяется для каждого азимута (от 0 до 360 °) в виде серии углов. Для каждого здания хранится так же атрибут высоты над уровнем моря. Результат этого этапа показывает, где расположены края зданий в пределах небесной координатной сетки. Как только определена граница относительно небесной координатной сетки, она может быть сохранена и легко повторно использована в онлайн фазе для предсказания видимости спутника простым сравнением высоты спутника с высотой здания в том же азимуте. На втором шаге активной фазы поиска решения определяется область, в которой находятся вероятные решения местоположения в затененной области. Область поиска определяется на основе первоначального положения, генерируемого на первом шаге определения координат на ЛПВ спутниках. Простейшей реализацией является фиксированная окружность с центром в известной координате, однако здесь могут применяться и более совершенные алгоритмы позиционирования

Например, если исходное положение генерируется с использованием обычного решения ГНСС, геометрия сигнала, и, следовательно, точность позиционирования,

будет намного лучше вдоль направления улицы, чем через улицу. Связано это с влиянием городского ландшафта на геометрию распространения сигнала. Сигналы идущие перпендикулярно улице имеют больше шансов быть заблокированными, чем сигналы, идущие вдоль улицы. Традиционное решение ГНСС имеет меньшую точность перпендикулярно улице и более высокую точность вдоль улицы, таким образом можно дополнить алгоритм поиска в затененной области. [5]

Таким образом, решение, принятое о местоположении вдоль улицы генерирует более точную область поиска затененного решения местоположения, чем может предоставить решение, найденное при движении перпендикулярно улице. Расширенный алгоритм поиска решения в затененной области сильно зависит от начальных условий определения местоположения.

Результатом данного этапа является сетка, в узлах которой находится вероятное местоположение пользователя, с определённым шагом, который в конечном счете определяет точность решения навигационной задачи (т.е. область, в которой находится пользователь, определяемую серией максимальных отклонений вокруг истинного местоположения). Величина шага ограничивается аппаратной чувствительностью приемника навигационных сигналов и вычислительными затратами, на обработку каждого узла сетки требуется определенное машинное время.

На третьем шаге осуществляется сравнение высоты спутника с высотой зданий в том же азимуте. Спутник будет виден, если он находится над границей определенного известного здания. На этом этапе предсказывается конфигурация видимых и невидимых спутников для каждого узла сетки, определенной на предыдущем этапе.

Уже на четвертом шаге, оценивается сходство между прогнозируемой видимостью и фактически наблюдаемой. Кандидат позиция (узел сетки) с лучшим совпадением видимости спутников будет взвешиваться выше в решении при затененной задаче. Существуют два этапа вычисления оценки для кандидата позиции. Первый, определение по оценочным схемам о наблюдаемом угле. Второй, функция оценки выдает положение между наблюдаемым сигналом и его оценкой. Она описывается формулой 1.

$$f_{pos}(j) = \sum_{i=1}^n * f_{sat}(i, j, SS) \quad (1)$$

где $f_{pos}(j)$ - оценка позиции для точки сетки j ,

$f_{sat}(i, j, SS)$ - оценка положения спутника i в сетке j с помощью оценочной матрицы SS .

К концу этого этапа, каждый кандидат положения должен иметь оценку, которая представляет серию углов, указывающих на видимость спутников. Таким образом мы определяем вероятные конфигурации видимых и невидимых спутников для каждого узла сетки. Последний шаг в решении затененной навигационной задачи определение положения с помощью полученных бальных оценок, путем сопоставления кандидатов с образцом, здесь производится поиск максимально совпадающих оценок реально наблюдаемых конфигураций видимых и невидимых спутников с предсказанными конфигурациями спутников

В работе используется метод соседних k -решений для определения местоположения, путем усреднения максимальных значений в сетках позиционирования. При такой системе оценки, баллы принимают целые или полуцелые значения. Таким образом, несколько точек сетки обычно разделяются высоким баллом. Точки сетки с наивысшими баллами считаются ближайшими соседями. Для вычисления координат для L ближайших соседей используются формулы (2) и (3)

$$N = \frac{1}{L} * \sum_{i=1}^n n_i \quad (2)$$

$$E = \frac{1}{L} * \sum_{i=1}^e e_i \quad (3)$$

где N, E - координаты приемника,

n_i и e_i координаты точек сетки с наивысшей i оценкой позиции

Кроме того, данный алгоритм предусматривает использование дополнительных источников о местоположении в своем применении, например, WI-FI позиционирование может учитываться при решении НЗ в затененном решении.

Таким образом, в работе предложено решение задачи повышения точности местоопределения в условиях плотной городской застройки с помощью 3D карты. Предложен алгоритм, который использует 3D карту местности для определения видимости спутников в каждой точке решения навигационной задачи. При поиске решения учитываются сигналы, обусловленные многолучевостью и сигналы, которые проходят сквозь здания.

Литература

1. Рябов И.В., Чернов Д.А. Применение процессора 1892ВМ10Я для повышения точности определения координат глобальной навигационной системы. // Вестник ПГТУ.2012,№1 с.58-72
2. Вейзман А., Бен-Моше Б., Элкин Е., Леви Г. Повышение точности ГНСС устройств в городских каньонах // 23 Канадская конференция вычислительной геометрии.- Toronto,2011 с.1175-1193/
3. Грувс, П.Д. Повышение точности позиционирования с использованием предсказания видимости спутников// InProceedingsof ION GNSS 2012- Нешвилль , 2012 с 66-89.
4. Бен-Моше,Б. Повышение точности ГНСС с помощью скоростных переключений “теневого” сеток.// IEEE Устройства для интеллектуальных транспортных систем. 2014,№1 с.1113-1122
5. Рябов И.В., Толмачев С.В., Чернов Д.А. Разработка алгоритма повышения точности местоопределения в условиях городского ландшафта с использованием сигналов GPS и ГЛОНАСС// Труды конференции DSPA-2014. -Москва,2014 с. 355-359