

Лекция № 7

Тема: Система глобального позиционирования GPS

Цель: сформировать представление о системе глобального позиционирования GPS

1. Навигационные системы
2. Использование GPS

Глобальные системы позиционирования GPS является одной из технологий сбора данных в геоинформатике. Более полное название этой системы — «Сетевая спутниковая радионавигационная система (ССРНС)» связано с американской разработкой GPS (Global Positioning System Navigation Satellite with Time and Ranging). В нашей стране чаще употребляют ее упрощенное название Global Positioning System (GPS) — глобальная система позиционирования. Она относится к спутниковым навигационным системам 2-го поколения.

Спутниковые радионавигационные системы 1-го поколения появились в начале 60-х гг. Первая космическая навигационная система «Транзит» разработана в США в 1964 г. по заказу военно-морского флота для навигационного обеспечения атомных подводных лодок, оснащенных баллистическими ракетами. Затем она стала использоваться на судах торгового флота для повышения точности судовождения, и дальнейшее совершенствование этой технологии уже осуществлялось в качестве технологии двойного назначения. Спутниковые навигационные системы стали применять для навигации наземных подвижных объектов (легковые и грузовые автомобили), самолетов, а также для определения параметров движения космических аппаратов и для систем управления движением.

Для совершенствования системы «Транзит» была разработана GPS, которая относится к новым информационным технологиям точного определения положения объектов на земной поверхности. Положение рассчитывается по сигналам, поступающим с серии искусственных спутников Земли (ИСЗ) NAVSTAR.

Программа GPS NAVSTAR разработана и осуществлена фирмой Rockwell, к 1993 г. она была выведена на проектную мощность и включает:

- космический сегмент (24 искусственных спутника Земли, или ИСЗ, на околоземных орбитах);
- наземный сегмент (станции слежения);
- аппаратуру потребителя (GPS -приемники).

Орбиты GPS NAVSTAR расположены таким образом, что, используя GPS-приемник, можно определить собственное местоположение, почти на всей территории Земли (примерно до 80-х градусов широт) и в течение всех суток.

GPS-приемники имеют небольшие габариты (одноплатные монокристалльные схемы, низкопрофильные пассивные ВЧ-антенны),

низкое энергопотребление (~ 1 Вт) и невысокую стоимость. Для передачи данных от ИСЗ используется шумоподобный сигнал малой мощности. В основу определения координат положен метод триангуляции. Используя специальный алгоритм, GPS-приемник выбирает несколько ИСЗ, пригодных для вычисления своего местоположения в двух- или трехмерной системе координат. Измеряя задержку сигналов, GPS-приемник вычисляет расстояния до каждого из ИСЗ и решает геометрическую задачу, определяя собственное положение как точку пересечения сфер с соответствующими радиусами.

Приемник с небольшой антенной способен определять свое положение в трехмерном пространстве в зависимости от используемого метода с интервалом от 1 ч до менее 1 с. Типичный GPS-приемник делает решение раз в секунду, имеет интерфейс для связи с кэшными устройствами и работает по стандартному протоколу INMEA — 0183).

Используя GPS-приемник, можно получить информацию о местоположении (координаты в какой-либо геометрической проекции), скорости, курсе и времени. Для режима 2D-навигации ошибка обычно не превышает 100 м. Для режима 3D-навигации погрешность определения можем составлять около 6 — 10 м, а в дифференциальном режиме — до 1 см.

В абсолютном методе измерений координат используется только один приемник, а в дифференциальном — два: один стационарный, а другой подвижной. Один приемник устанавливается неподвижно на точке с известными координатами, производит измерения дальности до всех видимых спутников, а также определяет постоянно меняющиеся характеристики тропосферы и ионосферы как сред распространения навигационных радиосигналов. По результатам обработки измерений стационарным приемником вычисляются дифференциальные поправки к дальностям и скоростям каждого спутника.

Подвижной приемник последовательно устанавливается на точки с неизвестными координатами. Координаты точек местности могут определять как в реальном времени, так и в режиме последующей обработки. Определение координат в реальном времени требует передачи поправок по радиоканалу от стационарного приемника на подвижной. Для этого выпускаются специальные приемники, которые называют базовыми станциями.

Навигационные системы

Навигационные системы представляют собой компьютерные программы с помощью которых осуществляется контроль за подвижными объектами (ПО) [22,25].

Основной функцией навигационной системы является работа с различными устройствами с целью установления двусторонней связи

между системой GPS и подвижным объектом. Такими устройствами могут быть GPS-модем, дифференциальная станция и т. п.

Структура навигационные системы

Оболочка обеспечивает пользовательский интерфейс системы и предоставляет возможность любому программному расширению дополнять его. Она содержит код управления окнами, содержащими картографическую информацию и отображает на них ПО.

Ядро обеспечивает связь между любыми компонентами системы, как существующими, так и теми, которые будут разработаны в будущем. Это реализуется при помощи двух механизмов — сервисов и интерфейсов. Сервис можно рассматривать как шлюз, гарантирующий доставку данных от одного модуля к другому, а идея интерфейсов позаимствована из СОМ (Component Object Model).

Диспетчер расширений служит для того, чтобы расширение системы не привело к изменению кода какого-либо из существующих компонентов, в особенности ядра.

Расширение — это загружаемый исполняемый модуль, способный интегрироваться в среду навигационной системы и выполняющий какую-либо функцию. При этом система построена таким образом, что новое расширение может взаимодействовать с любым из имеющихся компонентов или полностью переопределить его функцию. Все части системы (за исключением оболочки и ядра) построены в виде расширений, и их интерфейсы строго стандартизированы.

Картографический модуль состоит из двух частей, одна из которых (растеризатор) обрабатывает структуру электронных карт и конвертирует информацию из векторного вида в растровый. Другая часть (каталог) ведет разбор атрибутов картографических объектов, обеспечивая их правильное отображение.

Растеризатор содержит несколько объектов. Главный из них — объект «каталог карт». Его функции — хранение и подбор электронных карт. Каждая карта в каталоге представляется объектом «карта». В ее функции входит пересчет координат, поиск объектов и открытие видов карты. Вид карты занимается растеризацией векторной информации. Для того, чтобы данная неприоритетная задача не прерывала более важных операций, таких, как прием и обработка данных, она реализована в параллельном потоке. Для рисования картографических объектов вид карты вызывает каталог.

Такая структура позволяет с легкостью добавлять новый формат карты и расширять список отображаемых объектов без изменения существующего кода.

Диспетчер целей представляет собой сервер базы данных, содержащей информацию о подвижном объекте. Любой модуль навигационной системы может получить доступ к этой информации и

уведомление о ее изменении. Источниками информации являются устройства связи с ПО. Поскольку существует множество различных типов оборудования, оправдывает себя система загружаемых драйверов-источников. Имея унифицированный интерфейс, они позволяют единообразно работать практически со всей имеющейся на рынке аппаратурой данного класса. Сервер предусматривает одновременное обращение к нему множества клиентов, автоматически синхронизируя их запросы.

Навигационные системы подразделяют на мобильные и диспетчерские.

Мобильная *система* устанавливается на ПО. Она отображает местоположение объекта на электронной карте, решает простейшие навигационные задачи (поиск пути) и, возможно, сбор и обработка информации реального времени (перекрестки, пробки, светофоры и т. п.);

Диспетчерская система обслуживает два или более ПО (до 1—2 тыс.). В ее задачи входит постоянное слежение за всеми контролируемыми ПО, регистрация информации движения, контроль (например, задача вхождения в заданный район, соблюдение расписания и т. п.).

Навигационные системы отличаются так же по характеру решаемых задач и в зависимости от этого их разделяют на несколько классов.

Наземные системы характеризуются большим разнообразием функций. Например, инкассаторская служба может обеспечивать слежение за графиком движения, целостностью автомобиля, а также своевременно предупреждает о всякого рода инцидентах и имеет возможность перехвата управления автомобилем (блокирование колес, двигателя, дверей). Система, установленная в автобусном парке, может контролировать загруженность маршрутов и точность соблюдения графика.

Морские системы используют множество международных стандартов. Большинство портов мира не принимает корабли, не оснащенные навигационными системами.

Пограничная служба, например, за исключением системы слежения и опознавания, должна иметь в своем распоряжении набор мощных алгоритмов, помогающих перехватывать корабль противника, осуществлять различные маневры и т. п. Система на основе электронной карты автоматически указывает штурману опасные места и рекомендует оптимальные маршруты.

Авиационные системы могут использовать электронные карты невысокого качества, но характеризуются повышенными средствами безопасности и резко увеличенной скоростью реакции на различные события.

Для оценки навигационных систем используется несколько параметров:

- Число подвижных объектов, обслуживаемых системой.

- Количество электронных карт и их форматов, распознаваемых системой.
- Качество отображаемой информации и скорость ее обработки. Система не должна терять информацию, приходящую от ПО, и обязана жестко ее фиксировать. Таким образом, желательно, чтобы все остальные ее функции, в частности отображение карты, были отделены и независимы от функции приема и регистрации данных.
- Диспетчерская система обязана в любой момент по указанию диспетчера связаться с любым ПО, получить все данные о нем или задействовать один из его датчиков.
- Мобильный вариант системы должен быть «совместимым» со всеми городскими (или районными) информационными службам и для того чтобы иметь возможность получать оперативную информацию.

Использования GPS

В настоящее время система GPS доступна для гражданских организаций и широко используется в геодезии, картографии, землепользовании, экологии, образовании, метеорологии, демографии, здравоохранении и т. д. Она применяется для организации диспетчерских систем, позволяющих контролировать из единого центра перемещение подвижных объектов в границах определенной территории. Железнодорожные компании использовали GPS для первой в истории точной съемки железных дорог США и для слежения за движением поездов. С помощью GPS были уточнены высоты многих горных вершин, включая Монблан.

Достаточно эффективно применение данной системы для решения задач землеустройства, поскольку точность определения координат пунктов с помощью GPS выше, чем в случае применения традиционной съемки, а временные затраты меньше за счет исключения прокладки теодолитного хода. Кроме того, имеются возможности проведения работ при отсутствии прямой видимости между измеряемыми пунктами; записи в процессе измерения координат во внутреннюю память приемника любой семантической информации; экспорта результатов обработки в удобном для последующего использования ГИС-формате. Необходимо отметить хорошее сочетание GPS-съемки с тахеометрической.

Независимо от класса и решаемых задач любая навигационная система может быть использована для автоматизированного картографирования.

Данная технология позволяет строить цифровые модели, хранимые в ГИС. В свою очередь цифровые модели могут быть использованы для последующего построения электронной карты и ее бумажного оригинала. Как правило, данные GPS вводят в уже существующую электронную карту.

Вопросы:

1. Для чего предназначена система глобального позиционирования и какие сведения можно получить, используя GPS-приемник?

2. Охарактеризуйте картографический модуль.
3. Структура навигационные системы.
4. Охарактеризуйте авиационные системы.

Литература:

1. Трифонова Т. А., Мищенко Н. В., Краснощеков А. Н. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях. — Академический Проект, 2005. — 352 с.
2. Краснощёков А.Н., Трифонова Т.А., Мищенко Н.В. Геоинформационные системы в экологии: Учеб. пособие / Владим. гос. ун-т. Владимир, 2004. – 152с.
3. Токарева О.С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли: учебное пособие / О.С. Токарева; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во ТПУ, 2010. - 148 с.
4. А. Н. Шихов, А. П. Герасимов, А. И. Пономарчук, Е. С. Перминова Тематическое дешифрирование и интерпретация космических снимков среднего и высокого пространственного разрешения. Пермь, 2020. – 191 б. (http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnye_posobiya/shikhov-gerasimov-ponomarchuk-perminova-tematicheskoe-de-shifrovaniye-i-interpretatsiya-kosmicheskikh-snimkov.pdf.)
5. Савиных В.П., Малинников, В.А., Сладкопечев С.А., Цыпина Э.М. География из космоса. – М.:, Изд-во Моск. гос. ун-та геодезии и картографии', 2000. – 224 с.