

ПРЕИМУЩЕСТВА ИНТЕГРАЦИИ СРЕДСТВ СПУТНИКОВОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ И ИНЕРЦИАЛЬНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Е.А. Плюснин (НПК "Джи Пи Эс Ком")

Представлена технология SPAN™ компании NovAtel, интегрирующая средства спутникового позиционирования и инерциальных измерительных средств. Обеспечение высокого уровня работы (с точки зрения точности и оперативности), простота интеграции оборудования делают технологию SPAN идеальной для желающих улучшить эффективность решений в сложных условиях, извлекая при этом пользу из высокой производительности.

Ключевые слова: инерциальные измерительные средств, спутниковая навигация, позиционирование.

Интеграция средств спутникового позиционирования и инерциальных измерительных устройств дает много преимуществ, включая возможность определения элементов ориентирования и увеличение частоты выдачи значений координат и скорости. Однако самым ценным является доступность качественного решения в условиях ограниченной видимости спутников. Если сигнал от спутника прерывается или велик уровень накладывающегося шума, приемник не в состоянии обеспечить надежное решение. Перебои могут возникать под листвой деревьев, в условиях плотной городской застройки, при крутых разворотах во время аэросъемки и т. д. Если полагаться только на технологию спутникового позиционирования, то подобные условия скажутся на производительности и качестве работ.

Для улучшения надежности позиционирования в неблагоприятных условиях средства спутникового позиционирования и/или полученные ими результаты объединяются с высокостабильными, но склонными к дрейфу наблюдениями, сформированными с помощью блока инерциальных измерений (БИИ). При "провалах" сигнала приемник спутникового позиционирования не может выдать решение, в то время как система ГНСС/БИИ использует "сырые" данные БИИ для его расчета. Такая технология взаимного дополнения позволяет создать систему высокоточного определения координат, скорости и элементов ориентирования, обеспечивая при этом непрерывное позиционирование даже в сложных условиях.

Передовая технология SPAN™ компании NovAtel объединяет две разные, но дополняющие друг друга технологии позиционирования — спутниковую и инерциальную. Для обеспечения непрерывного трехмерного (3D) позиционирования (вычисления координат, скоростей и элементов ориентации) технология SPAN комбинирует высокоточные относительные спутниковые определения и стабильные абсолютные данные гироскопов и акселерометров блоков инерциальных измерений (БИИ). В отличие от отдельного ГНСС приемника, в системе SPAN решения более стабильны и, кроме того, доступны непрерывно, даже когда спутниковые сигналы блокированы препятствиями.

Технология SPAN компании NovAtel обеспечивает получение перечисленных выше преимуществ при интеграции приемника спутникового позиционирования NovAtel с БИИ, она объединяет инерциальные и ГНСС-данные для областей применения, требующих больших функциональности и надежности, чем

могут предложить традиционные системы спутникового позиционирования.

Интеграция приемника спутникового позиционирования и блока инерциальных измерений на основе технологии SPAN достаточно проста. БИИ соединяется с приемником посредством одного из стандартных последовательных портов. В результате требуется только один кабель для подключения БИИ и его питания. Наряду с простой в использовании аппаратной составляющей, внутреннее математическое и программное обеспечение технологии SPAN позволяет объединить инерциальные и ГНСС-данные для получения высокоточного решения и эффективного ведения работы.

Благодаря комбинации инерциального блока и приемника спутникового позиционирования технология SPAN позволяет увеличить производительность за счет обеспечения непрерывной работы даже при плохой видимости спутников. Использование оптимизированных интегральных навигационных комплексов способствует лучшему захвату сигналов спутников и сходимости RTK-решения. Для динамических приложений, требующих не только определения координат, система предоставляет точные значения скорости и элементов ориентирования; частота вывода данных достигает 400 Гц.

Улучшенное автоматическое определение стабильных периодов используется для нулевого обновления скорости, что помогает контролировать ошибки ее вычисления, возникающие за счет сдвига измерений в БИИ. Благодаря технологии SPAN доступны несколько режимов позиционирования, что позволяет удовлетворять требованиям по точности для различных приложений. Так, среди прочих предлагаются режимы позиционирования с использованием поправок SBAS, DGPS, поддержкой сервиса OmniSTAR и CDGPS; для позиционирования с сантиметровым уровнем точности может использоваться режим RTK.

Научно-производственная компания "Джи Пи Эс Ком", официальный представитель компании NovAtel, провела полевые испытания технологии SPAN для создания комплекса привязки фото- и тепловизионных данных аэросъемки. Комплекс предназначен для измерения и регистрации параметров движения авианосителя, определения географических или плановых координат, углов крена и тангажа в момент прихода импульсов UEVENT_FOTO (момент экспозиции цифровой камеры) и UEVENT_TP (запись данных тепловизора) и вычисления координат центров фотографирования.

Для решения поставленных задач был выбран вариант интеграции данных приемника спутникового позиционирования и БИИ с дальнейшей постобработкой в специализированном ПО. Такая схема позволяет обеспечить высокую точность позиционирования, надежность получаемого решения и определение углов крена и тангажа.

В состав комплекса входят: приемник спутникового позиционирования; авиационная антенна; блок инерциальных измерений; ПО для настройки, контроля и записи данных комплекса; ПО для обработки данных комплекса; компьютер для настройки, контроля, записи и обработки данных комплекса.

Для проведения летных испытаний был предоставлен самолет L-410 и оборудование для фото- и тепловизионной аэросъемки.

Авиационная антенна была установлена в хвостовой части самолета по правому борту, а кабель проведен внутрь фюзеляжа. Выбор места установки антенны не был идеальным из-за наличия гребня хвостового оперения, который перекрывает горизонт по левому борту до 20° , но был обусловлен наличием технологических отверстий и штатных точек крепления.

В хвостовой части самолета имеются два люка, над одним был установлен тепловизор, над вторым — на кронштейне цифровая фотокамера и БИИ, который был подключен к приемнику спутникового позиционирования так же, как и фотокамера (через интерфейсный блок) для записи метки времени срабатывания затвора.

Данные совместных измерений ГНСС приемника и БИИ обрабатывались в ПО Inertial Explorer тремя различными алгоритмами: Precise Point Positioning (PPP), Differential GNSS и Tightly Coupled IMU.

Алгоритм PPP позволяет проводить постобработку измерений приемника спутникового позиционирования без использования данных от базовых станций. В качестве дополнительной информации используются параметры точных орбит и поправки часов, которые вычисляются по данным контрольных станций слежения и выкладываются на специализированном FTP-сервере.

Алгоритм Differential GNSS позволяет проводить постобработку измерений приемника спутникового позиционирования с использованием данных от постоянно действующих научных базовых станций. Используются файлы измерений в формате RINEX, которые формируются на основе "сырых" измерений и выкладываются на специализированном FTP-сервере.

Алгоритм Tightly Coupled IMU позволяет получить жестко связанное решение данных ГНСС и БИИ. В качестве дополнительной информации используются файлы измерений постоянно действующих научных базовых станций в формате RINEX, которые формируются на основе "сырых" измерений и выкладываются на специализированном FTP-сервере.

В каждом из алгоритмов для получения доступа к данным, выложенным на сервере, используется ути-

лита, которая входит в ПО Inertial Explorer. Доступ к данным бесплатный.

Таким образом, использование комплекса позволяет не только повысить точность и надежность позиционирования данных, но и обеспечить снижение затрат времени и материалов.

Для вычисления координат центров фотографирования были использованы линейные элементы редукиции, которые вычисляются по чертежам или измеряются непосредственно на борту и позволяют автоматически редуцировать координаты фазового центра антенны к центру фотографирования.

При обработке данных по алгоритму Tightly Coupled IMU были также учтены угловые элементы редукиции, определенные БИИ. Использование двух наборов элементов редукиции (линейных и угловых) позволяет повысить точность результатов.

Наличие координат центров фотографирования, углов крена и тангажа на момент срабатывания затвора (измеряются БИИ), угла сноса (вычисляется) значительно упрощает дальнейшую обработку материалов фото- и тепловизионной съемки, повышает их точность.

Полевые летные испытания подтвердили преимущества использования комплекса позиционирования данных фото- и тепловизионной аэросъемки на основе технологии SPAN. Привязка центров фотографирования с точностью до 12 см, получение углов крена, тангажа и сноса позволяют значительно повысить качество и точность получаемых данных, рассчитать проекцию поля зрения фотокамеры и тепловизора.

Применение в составе комплекса БИИ и ПО Inertial Explorer для получения жестко связанного решения приемника спутникового позиционирования и БИИ дает возможность при заходах на маршруты экономить топливо и время за счет снятия ограничений на угол крена.

Как показали результаты тестов, добавление инерциальной составляющей к комплексу для спутникового позиционирования сказывается на качестве данных и надежности работы в условиях, где только сигнала спутника недостаточно.

В периоды, когда видимость спутников отсутствовала, технология SPAN обеспечивала выдачу значений координат, скорости и элементов ориентирования. Однако с течением времени сдвиги и помехи измерений БИИ начинают сказываться на общем решении. Поэтому во время частичной видимости спутников необходимо контролировать скорость ухода за счет фазовых обновлений, что будет способствовать поддержанию соответствующей точности даже в течение продолжительной потери сигнала.

Обеспечение высокого уровня работы (как с точки зрения точности, так и оперативности), простота интеграции оборудования делают технологию SPAN идеальной для желающих улучшить эффективность решений в сложных условиях, извлекая при этом пользу из высокой производительности.

*Плюснин Евгений Анатольевич — главный инженер НПК "Джи Пи Эс Ком".
Контактный телефон (495) 232-28-70. <http://www.GPScom.ru> E-mail: info@GPScom.ru*