



ОЦЕНИВАНИЕ НАВИГАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ АВТОНОМНЫМ РОБОТОМ

Сорокин А.Р., Удовенко С.Г.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

Перспективы развития эффективных автономных мобильных роботов (АМР) связаны с применением современной элементной базы, средств автоматики и компьютерной обработки информации, новых материалов и технологий производства. Центральное место в этом процессе занимает совершенствование методов решения задач ориентации и навигации АМР.

В последнее время получили применение АМР, оснащенные инерциальными навигационными системами. В качестве датчиков они используют акселерометры и гироскопы и вырабатываемая ими информация не зависит от внешних источников. Гироскопы и акселерометры могут размещаться на гиросtabilизированной платформе, либо непосредственно в своем конструктивном блоке устанавливаться в корпусе АМР. В первом случае инерциальная система навигации называется платформенной, а во втором – бесплатформенной инерциальной навигационной системой (БИНС). Целесообразным представляется повысить качество и оперативность оценивания навигационных параметров при управлении АМР с помощью интеграции возможностей БИНС и спутниковых навигационных систем (СНС).

Рассматриваемая система навигации АМР строится на основе СНС и БИНС. Основной задачей БИНС в интегрированной инерциально-спутниковой системе является обеспечение АМР навигационными параметрами (координаты, составляющие вектора скорости), а также параметрами ориентации (углового положения, перегрузки и угловые скорости вращения) в реальном масштабе времени в режиме коррекции от СНС. Комплексирование задач СНС и БИНС рассматривается в двух вариантах: раздельная схема и координированная схема. В первом варианте БИНС и СНС (на основе GPS) работают независимо друг от друга, но, поскольку ошибки ИНС возрастают со временем, то периодически необходимо проводить коррекцию БИНС по данным СНС. Коррекция заключается в периодическом перезапуске алгоритма БИНС с новыми начальными условиями по координатам и скорости, данные о которых поступают от СНС. Такой подход обеспечивает независимость систем (исключая моменты перезапуска или коррекции) и информационную избыточность общей структуры. В целом такая система управления АМР имеет более высокую точность как по координатам и скорости, так и по углам ориентации. При этом сохраняется возможность получать позиционную, скоростную и угловую информацию (в том числе и об угловой скорости и перегрузке), необходимую для целей управления и наведения с высокой частотой, свойственной БИНС. Кроме того, для создания такой архитектуры требуются минимальные изменения в аппаратных средствах и программном обеспечении уже существующих систем управления АМР. В предлагаемом варианте координированной (со структурно связанными функциями) навигационной системы добавляется связующий блок, в котором интегральный



фильтр Калмана на основании данных GPS формирует оценку вектора состояния, в результате чего производится коррекция данных, полученных от БИНС. В этой схеме функциональное разделение подсистем может также сопровождаться их физическим разделением: приемник СНС, БИНС и цифровой вычислитель конструктивно оформляются в виде блоков, размещенных в едином модуле. В блоке приема и первичной обработки обеспечивается прием сигнала, его частотное преобразование и корреляционная обработка. Информация с корреляторов передается в контур слежения, вырабатывающий сигналы обратной связи для захвата сигнала спутника. Выходом контура слежения является временной сдвиг кода и доплеровский сдвиг несущей частоты. Информация передается в фильтр Калмана приемника для получения навигационного решения (координат, скорости, и ускорения), а также поправок к эталону времени и частоты приемника. Таким образом, здесь приемник СНС использует информацию от БИНС только для целей более надежного и быстрого восстановления захвата сигнала в случае его потери. Передаваемая по этому каналу информация о местоположении и скорости в случае потери слежения позволяет рассчитать оценки предполагаемого сдвига кода и доплеровского сдвига частоты несущей, что существенно снижает время поиска и захвата сигнала. В результате значительно снижается время восстановления работы приемника после потери сигнала. Основу связующего блока образует интегральный фильтр Калмана, который получает информацию о координатах и скорости от СНС и БИНС, образует разности их показаний и на этой основе вычисляет оценки ошибок ИНС, а иногда и оценки ошибок ее чувствительных элементов. Последний факт отражен обратной связью фильтра с блоком компенсации инструментальных погрешностей. Как видно, в слабо связанной системе навигационные параметры, так же, как и в раздельной схеме, вырабатываются независимо как в ИНС, так и в СНС, причем, как уже отмечалось, в состав приемника включен оцениватель (оценивающий фильтр Калмана). Достоинством такой схемы является высокая надежность интегрированной системы.

Проведенные эксперименты показали, что предлагаемая система определения параметров навигации АМР является работоспособной как на открытых участках навигационного пространства, так и в зданиях, где существующие системы позиционирования подвижных объектов не всегда эффективны. Данная система позволяет в перспективе реализовать технологию определения текущего местоположения подвижного объекта в пространстве при наличии неопределенностей и помех.

1. Матвеев В.В. Инерциальные навигационные системы / В.В. Матвеев / Тула: Изд-во ТулГУ, 2012.-199 с.