

Алгоритм работы системы технического зрения при рулении больших самолётов в аэропорту

В. П. Семенова¹, В. А. Авдеев²

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

¹vsvally@mail.ru, ²apex7781@mail.ru

Аннотация. Безопасность движения самолётов при рулении в аэропорту является важной организационной и технической задачей как для сотрудников аэропорта, так и для конструкторов летательных аппаратов. Разработка надёжных и всепогодных систем технического зрения, помогающих пилоту при рулении, является актуальной научно-технической задачей. В настоящей статье рассмотрена возможная логика работы подобной комплексной системы, включающей в свой состав лидар, видеокamera и активный радар.

Ключевые слова: система технического зрения, автопилот, руление воздушного судна

I. ВВЕДЕНИЕ

Статистика аварийных ситуаций в аэропортах различного уровня, показывает, что, не смотря на огромное количество ассистирующих систем, процесс маневрирования самолёта на земле требует внедрения новых технологий, обеспечивающих безопасность передвижения. Одной из таких технологий может служить система технического зрения летательного аппарата (СТЗ-ЛА) с автоматическим распознаванием препятствий в любых условиях метеобстановки. Построение подобной системы, возможно только с использованием локационных датчиков, работающих в различных диапазонах частот, объединённых одной системой распознавания, синхронизации, позиционирования и принятия решений. Наиболее перспективным является объединение камер видимого и инфракрасного диапазона с лидаром и активным радаром.

II. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Общие принципы работы подобных систем в первом приближении подобны [1, 2]. При отсутствии препятствий для перемещения объекта достаточно автопилота. При наличии отличной от нуля вероятности появления препятствий движению требуется постоянно-периодическое оценивание (с упреждением) среды, в которой осуществляется передвижение объекта. Такое оценивание осуществляется с использованием измерительной датчико-преобразующей аппаратуры (ДПА) и бортового вычислителя. Принцип автономного управления движением самолёта, при наличии такой системы, характеризуется как рефлекторно-агрегированный, т. е. с заданной частотой дискретизации осуществляется измерение параметров, оценивание ситуации в контролируемой зоне движения и выдача (или невыдача) управляющих команд на исполнительные органы или экран для принятия решения пилотом. Бесконечное разнообразие ситуаций и объектов, участвующих в оцениваемых сценах контролируемой зоны – с одной стороны, и ограниченность вычислительных ресурсов, и конечность временного

интервала на принятие решения в процессе управления самолётом – с другой стороны, обуславливают объединение (агрегирование) ситуаций в классы. При этом каждый класс распознаваемой ситуации однозначно определяет тип последующего управляющего воздействия на исполнительные приборы.

Датчико-преобразующая аппаратура автономного объекта с заданной частотой дискретизации осуществляет формирование дискретного и интегрального (на некотором интервале) описания окружающей среды в контролируемой зоне (рис. 1а) с учетом ее развития на интервале упреждения.

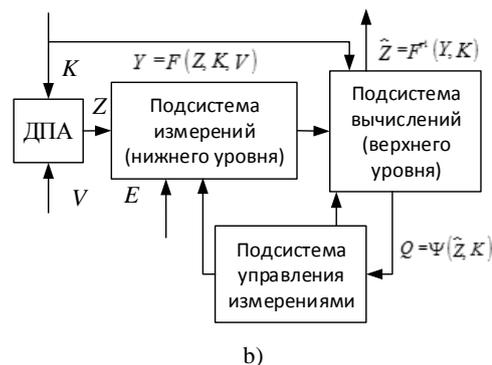
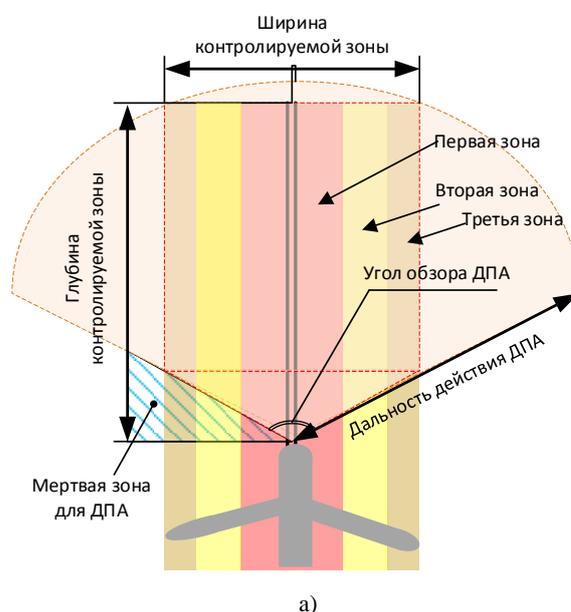


Рис. 1. Условное деление контролируемой зоны датчико-преобразующей аппаратуры (ДП) СТЗ-ЛА, первую, вторую и третью относительно оси разметки

С определенной степенью общности можно считать, что в СТЗ-ЛА последовательно включены подсистема измерений (подсистема нижнего уровня) и вычислений (подсистема верхнего уровня). В самом общем случае

структура связей между подсистемами, задействованных при выполнении операций распознавания сцены (ситуации), показаны на рис. 1*b*. На рис. 1*b* введены следующие обозначения: Z – вектор описание сцены в контролируемой зоне, K – вектор управляющих воздействий на ЛА, V – вектор – состояние среды, Z – описание сцены, E – вектор возмущающих воздействий на элементы подсистемы измерений СТЗ-ЛА, Q – параметризованное описание вычисленного (распознанного) класса сцены.

Требуемое качество оценки описания сцены и Z ее класса Q на ее основе может быть обеспечено путем адаптивного управления характеристиками единого процесса «измерений-вычислений». Принцип и алгоритм функционирования СТЗ-ЛА в части управления системой измерений, обнаружения и классификации препятствий основан на классе агрегированных моделей, т.е. моделей, содержащих в себе в качестве основного элемента множество агрегированных (обобщенных) ситуаций, описываемых вектор-состоянием $\{V\}$ (рис. 1*b*) контролируемой зоны (2-я группа данных) и вектор-состоянием $\{Y\}$ ЛА (1-я и 3-я группы фактографических данных). Последнее получается разбиением по определенным правилам всего множества ситуаций на ряд подмножеств. Каждому из этих подмножеств ставится в соответствие одно агрегированное состояние, в котором запечатлены общие свойства всех состояний данного подмножества. Общие свойства подмножества – относительно реакций системы управления ЛА на данное подмножество. Определенные заранее тем или иным способом (например, методами машинного обучения) такие агрегированные состояния выполняют роль своеобразных эталонов для распознавания реальных ситуаций, в процессе движения ЛА по аэродрому. Наблюдаемое реальное состояние объекта управления и окружающей его среды идентифицируется путем отождествления входного образца описания ситуации с одним из заданных агрегированных состояний. Проблема состоит в необходимости синтеза модели классификации, обладающей высокой обобщающей способностью (заданной характеристиками беспилотного движения), т.к. состояния окружающей среды в точности никогда не повторяются в процессе движения ЛА. Основной операцией принятия решения, функционирующей СТЗ-ЛА является автоматическая классификация, а основная задача при проектировании и изготовлении образца СТЗ-ЛА – синтез системы автоматической классификации в научно и технически обоснованном аппаратном и алгоритмическом базисе современных доступных программно-аппаратных средств [3].

СТЗ-ЛА является многопараметрической и иерархической одновременно. Увеличение числа признаков увеличивает вероятность правильного решения задачи распознавания класса ситуаций в контролируемой зоне. Однако увеличение числа признаков может быть достигнуто либо за счет увеличения времени наблюдения объекта, т.е. увеличения числа опросов ДПА, либо за счет использования большего количества независимых

параметров при обработке. В предельном случае, оптимально спроектированная и настроенная СТЗ-ЛА, как адаптивная система контроля – автоматически определяет, что, когда и как наблюдать, в подконтрольной зоне, чтобы выдать достоверную векторов состояний и т.д., и, в последующем, осуществить предсказательное управление вектор-состоянием объекта управления. В основу классификации объектов, которые должны обнаруживаться и идентифицироваться блоком обнаружения препятствий (БОП) положен признак подвижности объекта, учитывающий возможности их перемещения без воздействия или при воздействии внешних сил. При делении классов на типы и виды учитывались функциональные и технические характеристики объектов, их геометрические размеры, а также возможность их наблюдения различными датчиками (видеокамера, радиолокатор, лидар). Поэтому при классификации учитывались отражающие свойства объектов в трёх частотных диапазонах – видимом, инфракрасном и радио. При составлении перечня объектов, обнаруживаемых БОП при выполнении манёвров в режиме «без пилота», рассматривалась максимально возможная номенклатура объектов, которые могут быть обнаружены в первой, второй и третьей зонах. При этом учитывался не только штатный режим руления, но случаи воздействия стихийных и других сил, повлекшее перемещение объектов из зоны в зону, в результате которого БОП может обнаружить, что объект находится в зоне, которая не соответствует его характеристикам. Классификация должна обеспечивать идентификацию объектов, которые потенциально могут являться препятствием, то есть мешать или задерживать движение подвижного ЛА. Кроме этого, в перечень включены объекты, которые сами не могут являться препятствием для движения, например, птицы, однако могут существенно исказить или затруднить распознавание других объектов.

III. ВЫВОДЫ

Таким образом, возможность обнаружения объектов и их классификация на фоне других объектов представляет собой сложную научно-техническую задачу общие подходы решения которой освещены в данной работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Ким Н.В., Кузнецов А.Г. Поиск объектов на основе анализа наблюдаемой ситуации // Техническое зрение в системах управления 2011: Сб. тр. научно-технич. конф. Таруса, 15–17 марта 2011 / Под ред. Р.Р. Назирова. Сер. «Механика, управление, информатика». М.: ИКИ РАН, 2012. С. 209–213.
- [2] Выголов О.В., Визильтер Ю.В. Разработка элементов авиационной системы улучшенного видения // Техническое зрение в системах управления-2011: Сб. тр. научно-технич. конф. Москва, ИКИ РАН, 15–17 марта 2011. М.: ИКИ РАН, 2012. С. 47–50.
- [3] Каплин А.Ю., Коротин А.А., Назаров А.В., Якимов В.Л. (2016). Алгоритм классификации и восстановления искаженных п-мерных групповых точечных объектов на основе комбинаторного поиска фрагментов // Труды СПИИРАН, 6(49), 167-189.