СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ БПЛА

Е.Д.Баран, Ж.С.Першина, Н.А.Савицкая

Новосибирский государственный технический университет

Рассматривается система дистанционного автоматического управления БПЛА, в состав которой входит наземная станция измерения координат БПЛА в трехмерном пространстве. Контроллер станции по результатам измерения координат и в соответствии с полетным заданием формируют управляющие воздействия и передает их по радиоканалу на борт БПЛА. Приведена структурная схема системы, обсуждаются варианты и перспективы реализации ее на элементной базе National Instruments.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, измерение координат БПЛА, видеолокация, дистанционное управление, cRIO.

1. Постановка задачи

Дистанционное управление БПЛА чаще всего осуществляется оператором с помощью джойстиков. При этом оператор управляет полетом, пользуясь изображением, которое передается с видеокамеры, установленной на борту БПЛА [1]. Качество пилотирования такой системы зависит от скорости реакции человека, его способности выполнять сравнительно «тонкие» манипуляции джойстиками, а также от пропускной способности канала передачи изображений с борта БПЛА в центр управления. При увеличении зоны облета возрастают требования к мощности бортового передатчика, что влечет за собой увеличение расхода энергии и уменьшение полезного времени работы БПЛА.

Полностью автономный БПЛА выполняет предварительно загруженное полетное задание автоматически, однако подобный БПЛА должен быть оснащен расширенным набором сенсоров и более мощным бортовым компьютером, способным в реальном времени обрабатывать информацию и управлять выполнением задания [2]. Связанные с этим увеличение массы БПЛА и дополнительный расход энергоресурсов также приводят к уменьшению летного времени.

В работе рассматривается система, состоящая из наземной (стационарной или мобильной) станции (базы) и БПЛА, положение которого в пространстве определяется установленным на базе видеолокатором. Результаты измерения координат БПЛА используются для формирования и передачи на борт БПЛА управляющих воздействий, обеспечивающих полет аппарата по заданной траектории. В такой системе установленная на борту БПЛА видеокамера не передает информацию в реальном времени, а сохраняет ее на флэшкарте. Отсутствие необходимости в передатчике, отправляющем на базу большие объемы информации и более простой бортовой контроллер позволяют уменьшить массу БПЛА и, при тех же энергоресурсах, увеличить время полета.

2. Используемое оборудование и программное обеспечение

В состав разработанного прототипа базы входит персональный компьютер, контроллер реального времени cRIO-9004 с модулем аналого-цифрового преобразования NI 9215 и модулем цифроаналогового преобразования NI 9263, радиопередатчик пульта управления квадрокоптером и Web-камера Logitech с USB-интерфейсом. В качестве БПЛА использован простейший квадракоптер Syma X5C.

Программное обеспечение спроектировано в среде LabVIEW с использованием модулей LabVIEW Real Time, LabVIEW Vision и LabVIEW FPGA.

3. Описание решения

Структурная схема системы приведена на рис. 1.

Для упрощения обнаружения и определения пространственных координат квадракоптера на него нанесен маркер. В качестве характерных признаков маркера выбрана форма и цвет.

Изображение с Web-камеры вводится в персональный компьютер и подвергается фильтрации по интенсивности и спектральному составу. Таким образом выделяется маркер, вычисляются его площадь и координаты центра масс.

Полученные значения используются для определения координат квадрокоптера в системе координат Web-камеры (высоты H и расстояний X,Y от базы).

В компьютере также формируется полетное задание, которое включает траекторию движения квадракоптера.

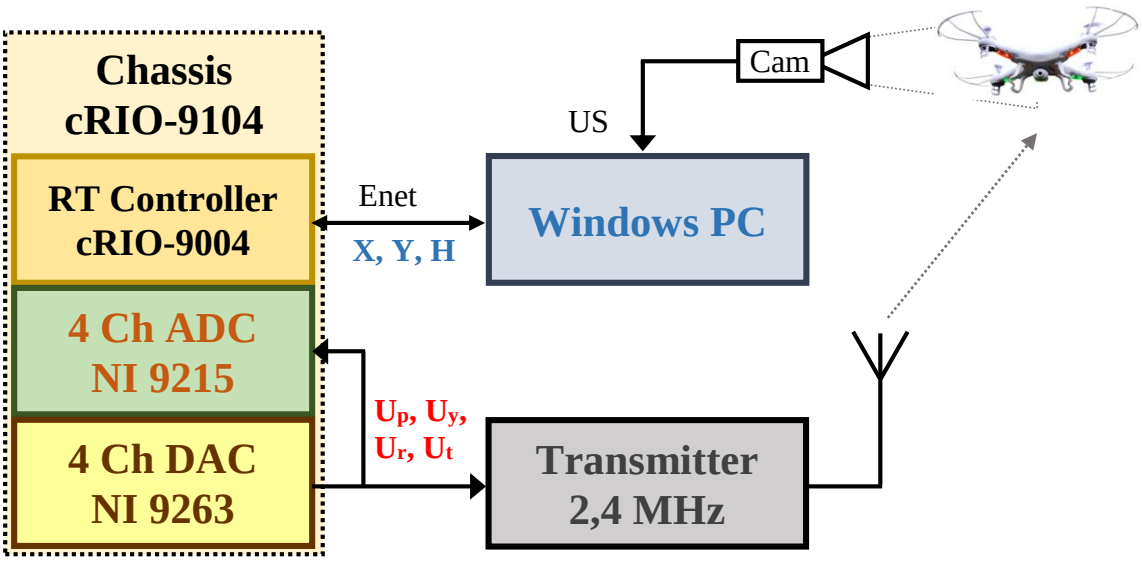

Рис. 1. Структурная схема системы

Полетное задание и координаты квадрокоптера передаются в контроллер реального времени cRIO, где с помощью 4-канального ПИД-регулятора формируются управляющие воздействия.

Цифроаналоговый преобразователь DAC преобразует управляющие воздействия в уровни напряжений U_p (Тангаж), U_y (Рыскание), U_r (Крен), U_t (Газ), которые поступают непосредственно на входы радиопередатчика, а затем по радиоканалу передаются на борт квадрокоптера. Принятые команды полетного задания отрабатываются бортовым контроллером.

В состав контроллера cRIO включен аналого-цифровой преобразователь ADC, с помощью которого измеряются и регистрируются в файле напряжения управляющих воздействий. В этот же файл записываются координаты квадрокоптера. Это необходимо для анализа качества управления в автоматическом режиме, а также для реализации режима обучения при ручном управлении ЛА.

На рис. 2 показана лицевая панель интерфейса оператора, по которому можно отслеживать положение квадрокоптера в пространстве.

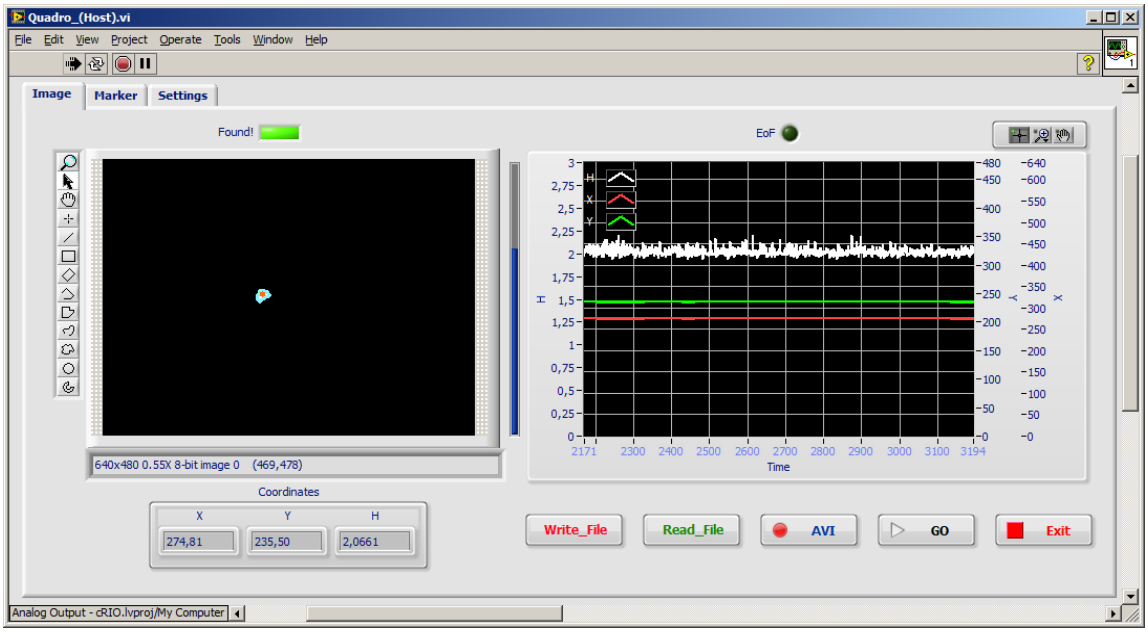

Рис. 2. Интерфейс контроля координат квадрокоптера в пространстве

На рис. 2 слева расположен индикатор отфильтрованного изображения маркера с указанием центра масс, справа индикатор, на котором показаны временные тренды результатов измерения координат квадрокоптера в статическом состоянии (H – высота в метрах, X, Y – координаты на

горизонтальной плоскости в пикселях). В этом состоянии среднеквадратическое значение погрешности определения координат не превышает единиц процентов.

Предусмотрены следующие режимы работы:

1. Установка соединения с квадрокоптером
2. Инициализация бортового контроллера
3. Управление в ручном режиме с пульта квадракоптера и виртуального пульта, реализованного на тачпаде
4. Обучение – с записью управляющих воздействий, формируемых в ручном или автоматическом режиме, и их последующее воспроизведение
5. Управление полетом в автоматическом режиме в соответствии с полетным заданием

В настоящее время производится отладка режима автоматического управления квадракоптера в помещении.

4. Внедрение и его перспективы

Предложенный вариант дистанционного автоматического управления БПЛА может найти применение для мониторинга состояния трубопроводов и сельскохозяйственных угодий, охраны больших промышленных предприятий и обследования труднодоступных территорий и т.п.

Представляет также интерес исполнение базы в мобильном варианте, на борту базы могут быть установлены манипуляторы и научные приборы для сбора информации о параметрах окружающей среды, например, составе атмосферы или грунта. [3]. Подобный гибридный робот будет эффективен при исследованиях и дезактивации опасных мест, а также при исследовании планет, обладающих атмосферой.

В рабочем варианте системы предполагается использовать видеокамеру с бо́льшим углом обзора, а в качестве контроллера базы – учебный комплект myRIO или одноплатный контроллер семейства sbRIO. Рассматривается также возможность реализации алгоритмов обработки изображений и управления в FPGA, что создаст предпосылки для включения в состав системы нескольких БПЛА.

5. Список литературы

[1]. Многофункциональные мобильные робототехнические комплексы легкого и сверхлегкого класса: Каталог продукции [Электронный ресурс] // Официальный сайт ОАО «Ковровский электромеханический завод». URL: http://www.kemz.org/ (дата обращения: 04.04.2016).

[2]. Локализация, картографирование и поиск пути для беспилотного наземного робота (БНР) при помощи группы беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). https://university.innopolis.ru/research/ robotics/lirs/lokalizatsiya-kartografirovanie-i-poisk-puti-dlya-bespilotnogo-nazemnogo-robota-bnr-pri-pomoshchi-gr/

[3]. Баран Е. Д., Першина Ж. С., Савицкая Н.А. Об одной схеме автономного исследовательского робота. Труды XIII международной научно-технической конференции "АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ" АПЭП–2016. Том .10. с. 159-162.

UAV REMOTE AUTOMATIC CONTROL SYSTEM

E. D. Baran, Z. S. Pershina, N. A. Savitskaya

Novosibirsk State Technical University
Novosibirsk, Russia

This article discusses UAV remote automatic control system, which includes a ground station measuring UAV coordinates in three-dimensional space. Ground station controller generates control actions depending on the result of the coordinates measuring and in accordance with the flight plan, and transmits them to the UAV by wireless link. The structural chart is described. Different options and perspectives of development with National Instruments technologies are discussed.

Keywords: UAV, measuring of coordinates UAV, visual location, remote control, cRIO.