

ЦИФРОВЫЕ МЕТКИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ НА ОГРАНИЧЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

Науен Ч.Ф.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Алефиренко В.М. – канд. техн. наук, доцент

Рассмотрены виды цифровых меток, используемых для доставки малогабаритных грузов беспилотными летательными аппаратами к месту назначения на ограниченных территориях.

Для доставки грузов на небольших ограниченных территориях могут использоваться беспилотные летательные аппараты (БЛА) или дроны [1, 2]. К таким территориям относятся помещения для производства продукции (сборочные цеха, теплицы), территории заводов, фабрик, больниц, и другие подобные объекты или территории. Решение такой задачи особенно актуально в тех случаях, когда по каким-либо причинам невозможен доступ или ограничен контакт с территорией (зона затопления, зона карантина и др.). В такие зоны небольшие грузы с медикаментами и предметами первой необходимости могут доставляться только с помощью БЛА. Для этих целей наиболее подходящими являются многороторные БЛА, оснащенные системой инерциальной навигации и датчиком изображения [3]. Такие БЛА могут выполнять поставленные задачи с более высокой точностью, не привязываясь полностью к системам глобальной навигации, а используя специальные метки, размещенные в местах доставки грузов.

Для обеспечения способности работать самостоятельно БЛА оснащаются одноплатными компьютерами. Из-за ограничения компьютерных ресурсов алгоритм обработки изображений меток должен обеспечивать баланс между скоростью выполнения операций распознавания и скоростью полета БЛА. Для достижения этой цели, объект распознавания должен быть простым и легко обнаруживаемым. Для этого в большей степени подходят объекты, представляющие собой цифровые метки.

QR-код является одним из известных примеров таких меток (рис.1). QR-код состоит из черных квадратов, расположенных в квадратной сетке на белом фоне, которые могут считываться с помощью устройств обработки изображений, таких как видеокамера. Однако QR-код подходит только для считывания на небольших расстояниях, например, с камеры смартфона. Кроме того, он имеет достаточно сложную структуру, так как предназначен для кодирования и хранения большого количества данных. Поэтому сложная структура QR-кода является недостатком для обнаружения места доставки грузов с помощью БЛА.



Рисунок 1 – Пример QR-кода

Для этой цели более подходит маркер ArUco (рис.2), представляющий собой синтетический квадратный маркер, состоящий из широкой черной рамки и внутренней двоичной матрицы, которая определяет его идентификатор [4]. Благодаря простой структуре маркера, процесс его обработки будет достаточно простым и быстрым.

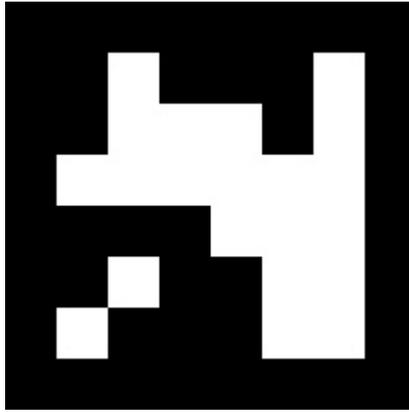


Рисунок 2 – Пример маркера ArUco размером 6x6

Черная рамка маркера ArUco облегчает его быстрое обнаружение на изображении, а двоичная кодификация позволяет идентифицировать и применять методы обнаружения и исправления ошибок. Размер маркера определяет размер внутренней матрицы.

Недавно группа исследователей в Корее разработала специализированный маркер (рис.3) для посадки БЛА [5]. Этот маркер, названный маркером круглой мишени, позволяет определить местоположение посадки, несмотря на то, что часть маркера может быть не видна. Кроме того, маркер круглой мишени является достаточно простым, чтобы его можно было легко идентифицировать с помощью визуального алгоритма при высокой частоте кадров съемки видеокамерой.

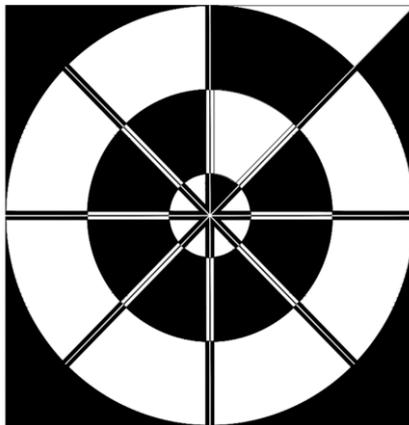


Рисунок 3 – Маркер круглой мишени

Маркер круглой мишени состоит из трех внутренних кругов, каждый из которых равномерно разделен на 8 областей. Чтобы сделать маркер уникальным и простым, было использовано равномерное распределение черного и белого цвета в области между внутренними кругами. Например, в области между центром маркера и наименьшим кругом есть семь белых областей и одна черная область среди восьми веерообразных областей. Причина размещения одной черной области заключается в том, чтобы направление движения БЛА соответствовало положению маркера. Такое же распределение цвета относится ко 2-му и 3-му кругам.

Таким образом, для обеспечения простоты реализации алгоритма и скорости его выполнения маркер ArUco и маркер круглой мишени являются наиболее подходящими для маркировки места посадки БЛА.

Список использованных источников:

1. Джунипер, А. Дроны : полное практическое руководство / А. Джунипер. – Москва : КоЛибри, 2019. – 160 с.
2. Алефиренко, В.М. Использование беспилотных летательных аппаратов для доставки почты / В.М. Алефиренко, Ф.Ч. Нгуен // Современные средства связи: материа-лы XXIV Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 17–18 октября 2019 г. / БГАС. – Минск, 2019. – С. 95–96.
3. Алефиренко, В.М. Возможности использования беспилотных летательных аппаратов для решения задач по доставке грузов на ограниченной территории / В.М. Алефиренко, Ф.Ч. Нгуен // Технические науки – от теории к практике : сб. публикаций научного журнала «Globus» по материалам XXXVIII Международной науч.-практ. конф., С-П., 19 мая 2019 г. / С-П., 2019. – Вып. 3 (27). – С. 59–69.
4. Sergio Garrido. Detection of ArUco Markers. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://docs.opencv.org/trunk/d5/dae/tutorial_aruco_detection.html
5. Nguyen, Phong & Kim, Ki & Lee, Young & Park, Kang. (2017). Remote Marker-Based Tracking for UAV Landing Using Visible-Light Camera Sensor. Sensors. 17. 1987. 10.3390/s17091987.