

## ОТЗЫВ РЕЦЕНЗЕНТА

на выпускную квалификационную работу Гальковского Антона Денисовича

### «Автономная 3D навигация»

Беспилотные летательные аппараты (БЛА) все чаще применяются для решения задач мониторинга территорий, поиска источника сигнала, перевозки грузов и др. В связи с ограниченным запасом энергии на борту БЛА, нет возможности устанавливать высокоточные бортовые инерциальные системы для позиционирования в пространстве. Работа таких систем, как правило, сводится к обеспечению стабилизации БЛА в полете. Для навигации используются глобальные системы позиционирования, применение которых ограничено прямой видимостью до датчиков системы (например, спутников), что ограничивает их использование в закрытых пространствах. Таким образом задача автономной навигации БЛА является одной из актуальных проблем построения систем управления такими аппаратами. Как правило, автономная навигация строится по принципу выделения особых точек пространства различными бортовыми датчиками. Одним из основных направлений выявления таких точек является построение карты пространства при помощи сенсоров видимого излучения (камер) и анализа движения таких точек на последовательности кадров. В работе Гальковского А.Д. описана проблема выделения и отслеживания характерных точек пространства на кадрах с камеры, которая связана с попаданием этих точек в области пространства, где движение этих точек слабо выражено. Например, точки, которые расположены на касательной к траектории движения БЛА. Автором выбран один из существующих алгоритмов позиционирования по камере и предложено решения для усовершенствования этого алгоритма путем добавления сдвигов.

Работа состоит из введения, семи глав, заключения и списка литературы. В первой главе автор описывает постановку задачи, которая разбивается на 5 подзадач.

Во второй сделан обзор существующих решений для визуальной навигации квадрокоптера, введены критерии выбора алгоритма позиционирования. На основе поставленных критериев выбран алгоритм. Представлен список необходимых изменений алгоритма.

В третьей главе представлено решение задач по внесению изменений, которые были обозначены во второй главе.

В четвертой главе описана проблема восстановления точек пространства по кадрам с одной камерой.

В пятой главе описан принцип добавления сдвигов.

Шестая глава посвящена описанию вносимых изменений в систему видеозрения.

В седьмой главе приеден анализ результатов и выводы работоспособности представленного в работе метода.

При изучении работы возникли следующие вопросы и замечания:

- 1) В пункте 2.6 описано, что начальные испытания алгоритма проводились с применением лидара. При этом работа построена на использовании rgbd - камеры для систем видеозрения. Чем обусловлен выбор лидара для первого теста алгоритма?
- 2) Проводились ли тесты метода, представленного в работе, на БЛА с камерой? При замене лидара на камеру необходимы те же вычислительные мощности для построения навигации?

### **Заключение**

Несмотря на возникшие вопросы и замечания выпускная квалификационная работа Гальковского Антона Денисовича на тему «Автономная 3D навигация» является хорошо структурированной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком уровне и на актуальную тему. В работе поставлена задача, описаны существующие методы и проблемы решения задачи, предложено свое решение, описана реализация и сделаны выводы.

Считаю, что работа отвечает требованиям, предъявленным к выпускным квалификационным бакалаврским работам, а А.Д. Гальковский заслуживает оценки «отлично». Работа может получить развитие в виде магистерской работы.


Официальный оппонент:

Кандидат физико-математических наук

Директор НОЦ СПбГУ «Математическая робототехника и искусственный интеллект»

Амелин Константин Сергеевич

e-mail: k.amelin@spbu.ru, тел.: +7(904)5105109,



Амелин Константин Сергеевич