

УДК 623.746.-519

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ЗАДАЧЕ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ КВАДРОКОПТЕРОМ

Косарева Е. А. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н. Шаветов С. В.

(Университет ИТМО)

В данной работе предлагается контроллер системы автоматического управления на основе метода машинного обучения для квадрокоптера с одним нефункционирующим пропеллером. Также представлена система обнаружения неисправности пропеллера на основе нейронной сети. Результаты моделирования демонстрируют стабильность квадрокоптера с эффективным отслеживанием путевых точек. Система обнаружения способна обнаружить отказ пропеллера за короткое время и стабилизировать беспилотный летательный аппарат.

Введение. Вопросы, связанные с безопасностью эксплуатации беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) растут вместе с ростом популярности БПЛА в военных и гражданских областях применения. Поэтому возникает вопрос: как обеспечить безопасный полет алгоритмы управления для беспилотных летательных аппаратов. Последние проблемы в области разработки БПЛА рассматривают, среди прочего, проблему отказоустойчивого управления (FTC). Методы FTC направлены на поддержание минимально необходимой производительности системы и продолжить ее работу в случае неисправностей в аппаратных или программных компонентах.

В целом, отказоустойчивые системы можно разделить на две группы: пассивные и активные. В то время как пассивный подход рассматривает разработку контроллера, который является достаточно надежным, чтобы противостоять ошибочным сценариям, активные FTC состоят из специализированных алгоритмов для обнаружения и идентификации возникновения неисправности и, следовательно, адаптации стратегии управления для сохранения безопасной работы.

Автономные квадрокоптеры БПЛА часто сталкиваются с потерей одного или нескольких пропеллеров в середине полета. За исключением случаев, когда контроллер достаточно надежен, чтобы обеспечить полет в условиях нехватки пропеллеров, БПЛА разбивается, нанося ущерб как себе, так и окружающей среде. себе, а также окружающей среде. Соответственно существует необходимость разработки FTC алгоритмов для отказоустойчивого управления БПЛА в случае потери одного и более винтов.

Основная часть.

Различные алгоритмы обнаружения неисправностей, известные в литературе, можно разделить на две группы: подходы на основе моделей, безмодельные. Последний подход является более универсальным, так как он не требует знания математической модели управляемого объекта и изучения сложной динамики окружающей среды.

Самым перспективным направлением model-free методов FTC является использование машинного обучения, поскольку модели машинного обучения и глубоких нейронных сетей могут эффективно изучать характерную картину неисправности при неожиданных входных данных БПЛА

В данной работе представлена система, включающая в себя два компонента: обнаружение отказа пропеллера на основе нейронной сети и стабилизация квадрокоптера после отказа с помощью адаптивного регулятора на основе обучения с подкреплением (Reinforcement Learning). В данной работе было показано, что контроллеры на основе RL способны отслеживать путевые точки даже при одном потерянном пропеллере, таким образом позволяя квадрокоптеру завершить миссию.

Выводы.

В результате данной работы были рассмотрены различные методы отказоустойчивого управления квадрокоптером. Была предложена система для обнаружения и контроля отказов в случае потери одного пропеллера в середине полета. Результат работы был продемонстрирован с использованием физического движка Raisim. Данные моделирования показали, что обнаружение и переключение между контроллерами (для 4-х и 3-х функциональных пропеллерах) может происходить в режиме реального времени, предотвращая падение квадрокоптера и позволяет ему либо приземлиться, либо продолжить полет.