

УДК 681.51

Навигация и управление системой роботов в динамически меняющихся условиях.

Мещеряков А.Д. (ГБОУ «Президентский физико-математический лицей № 239», Санкт – Петербург)

Научный руководитель – Педагог дополнительного образования высшей категории Романько П.Н.

(ГБОУ «Президентский физико-математический лицей № 239», Санкт – Петербург)

Введение. С 1996 года проводятся международные соревнования роботов – RoboCup. Официальной целью является создание автономных роботов-футболистов, которые смогут к 2050 году выиграть в футбол у действующих на тот момент чемпионов мира. На данный момент соревнования RoboCup имеют множество лиг, одной из которых является Soccer LightWeight. Суть данных соревнований проста: в каждой команде 2 робота, задача роботов - забить мяч в ворота противника и не дать противникам забить мяч в свои ворота.

В данной статье описываются алгоритмы для получения и обработки большого объема данных, а также их использование для навигации и управления как отдельными роботами, так и их для их взаимодействия. Все алгоритмы соответствуют правилам международных соревнований.

Основная часть. Несмотря на то, что работа посвящена в основном алгоритмам, не затронуть реализацию робота невозможно. Робот - это 4-х колесная омни-платформа с несколькими платами. На роботе находится камера с конусообразным зеркалом, выточенным на токарном станке, что дает возможность видеть все на 360 градусов вокруг робота; самодельная плата с микроконтроллером STM32F103 и 32 датчиками TSSP58038 для обнаружения мяча и материнская плата с микроконтроллером STM32F407. Конечно, конструкция и платы находящиеся на роботе гораздо сложнее, но для понимания реализации перечисленных далее алгоритмов это не так важно.

В данном проекте реализовано следующее:

- Весь низкий уровень программного обеспечения(ADC, DMA, UART и т.д.) на C++/C с использованием Keil MDK, как для материнской платы, так и для периферийных плат.
- Программное обеспечение для обнаружения мяча, основанное на показаниях 32 датчиков.
- Алгоритмы для позиционирования в пространстве, основанные на компьютерном зрении. Позиционирование производится по 2-м явно выделяющимся статичным объектам, по каждому из которых высчитывается относительная координата, переводится в глобальную систему координат и высчитывается итоговая координата, как среднее взвешенное по площади объектов.
- Обучена и испытана сверточная нейронная сеть на базе архитектуры MobileNetV2 для обнаружения других роботов в поле зрения.
- Алгоритмы для стремления к движению по некоторой траектории, основывающиеся на запуске идеальной математической модели робота по заданной траектории и движении реального робота к этой модели в каждый момент времени.
- Алгоритмы для нанесения удара по воротом противника, основывающиеся на сильной раскрутке мяча и его «запуска» в нужную точку. Данный метод был реализован из-за ограничений на силу удара соленоидом(или другим похожим устройством). Данный способ позволяет обойти это ограничение и «ударить» мяч с довольно большой скоростью.
- Алгоритмы для максимально быстрого получения контроля над мячом и для движения с ним.

- Связь между роботами для координации действий.
- Алгоритм для защиты своих ворот. В соответствии с регламентом зона около ворот ограничена некоторой дугой, внутри которой нельзя находиться. Из-за этого приходится двигаться по этой дуге, а не по прямой. Движение по дуге происходит за счет видеозрения. Робот в каждый момент препятствует тому, чтобы мяч попал в ворота и всегда стремится к тому, чтобы стоять на прямой между мячом и воротами, а если не успевает этого сделать - стремится выбить мяч подальше от ворот.

Выводы. Были разработаны и реализованы алгоритмы для получения, обработки и использования данных, которые далее были использованы для подготовки к соревнования по регламенту RoboCup Soccer LightWeight. В данный момент продолжается активная работа над проектом и подготовка к соревнованиям.

Список использованных источников:

1. **RoboCup Junior Soccer Rules 2023**, <https://robocupjuniorc.github.io/soccer-rules/master/rules.html>
2. **OP-Amp TDP**, 2019 Extended Team Description Paper. Asagami Works.
3. **Transcendence docs**, <https://bozo.infocommsociety.com/open/mech/dribbler/>
4. **M&A docs**, <https://bbcrobotics-mna.weebly.com/>
5. **Team Orion TDP**.
6. **Sky Crew docs**, <http://rcjskycrew.livedoor.blog/archives/17010236.html>
7. **OpenMV documentation**, <https://docs.openmv.io/>
8. **Keil Product Manuals**, https://www.keil.com/support/man_arm.htm
9. **STM32F407 datasheet**, <https://www.st.com/resource/en/datasheet/dm00037051.pdf>
10. **STM33F103 datasheet**, <https://www.st.com/resource/en/datasheet/stm32f103c8.pdf>
11. <https://en.cppreference.com/w/>
12. <http://robocup.org/>
13. **Matveev A.S., Michael Colin Hoy, Ovchinnikov K.S., Anisimov A.** Robot navigation for monitoring unsteady environmental boundaries without field gradient estimation. Automatica 62, 2015, 227-235.
14. **Лучин Р.М., Широколов И.Ю., Овчинников К.С.** ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ МУЛЬТИАГЕНТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ПОМОЩЬЮ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА. 5-я РОССИЙСКАЯ МУЛЬТИКОНФЕРЕНЦИЯ ПО ПРОБЛЕМАМ УПРАВЛЕНИЯ, 213-215, 2012
15. **I. Shirokolobov, S. Filippov, R. Luchin, K. Ovchinnikov, A. Fradkov.** Control engineering at high schools and universities: project-based learning. Handbook of Research on Estimation and Control Techniques in E-Learning Systems. 2016, p. 141-170, IGI Global.
16. **Saith Rodriguez, Eyberth Rojas, Kathern Perez, Jorge Lopez, Carlos Quintero, and Juan Calder.** Fast Path Planning Algorithm for the RoboCup Small Size League. RoboCup symposium 2014.