

П. А. КОНОВАЛОВ, А. И. ВОЛОШИНА, А. О. КАЛИТИН, А. Л. ФРАДКОВ
Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

Д. М. КОРОЛЕВ
ООО «КРАВТ», Санкт-Петербург

КОМАНДА РОБОТОВ-ФУТБОЛИСТОВ UROBORUS-2020 ДЛЯ СОРЕВНОВАНИЙ ROBOCUP SSL

Описывается робототехнический комплекс URoboRus – команда роботов из России, которая активно готовится к участию в международных соревнованиях по футболу роботов RoboCup в лиге Small Size League (SSL) и второй год подряд успешно проходит квалификационный этап этих состязаний.

Введение. RoboCup – это международные соревнования по робототехнике, которые проводятся с 1996 года [1]. Целью организаторов является создание автономных роботов-футболистов для содействия научным исследованиям в областях компьютерного зрения, навигации, искусственного интеллекта, мультиагентного взаимодействия. Соревнования RoboCup проводятся по нескольким лигам, из которых самой первой и, на взгляд авторов, наиболее интересной является Small Size League (SSL). Команды из России ни разу не принимали участия в такого рода соревнованиях, но уже второй год подряд Российская команда URoboRus успешно проходит квалификационный этап [2, 3, 4, 5] и интенсивно готовится к соревнованиям 2021 года. Стоит отметить, что разработанный в 2012 году стенд RoboCup успешно использовался для научных исследований [6, 7, 8] и популяризации соревнований управляемого футбола роботов среди школьных команд [9]. Предлагаемый доклад знакомит с основными улучшениями в механике и электронике роботов и в алгоритмах управления роботами, сделанными за последний год. Разработка велась согласно правилам международных соревнований [10].

Модели роботов. Основой робота-футболиста является четырехколесная омниплатформа, позволяющая перемещаться в любом направлении (рис. 1). Робот оснащен двумя ударными устройствами (кикерами): для прямого удара и навеса мяча. Для связи с роботом используется радиомодуль. С торцевой стороны установлены лазерные датчики для определения мяча перед роботом и дриблеры. Дриблер это вращающийся вал, предназначенный для захвата мяча. Верхняя часть роботов маркирована цветными кругами для идентификации на поле (координаты и направление) с помощью камеры и SSL-Vision.



Рис. 1. Внешний вид роботов

Система управления. Роботы контролируются единым вычислительным центром. Цикл управления состоит из следующих шагов: получение информации о положении роботов на поле и мяча и сенсорных данных роботов, вычисление управляющих сигналов робота (вектор скорости, угловая скорость, сигнал об ударе), передача на робота управляющих сигналов.

Улучшение механики роботов. Наиболее важной частью улучшения конструкции робота стало изменение модуля дриблера. Помимо двух главных проблем дриблера – захвата мяча и его центрирования, команда поработала над технологичностью деталей и упрощением сборки и замены ролика дриблера при его износе.

Практически в любой схеме механики дриблера при центрировании мяча, происходит его затягивание глубже в тело робота, при этом происходит изменение положения ролика. В нашей схеме ось ролика перемещается по дуге окружности. Раньше длина этой дуги была слишком

малой для полноценного захвата мяча, к тому же упругий элемент, который возвращал ролик в начальное положение, был слишком жестким. Поэтому конструкция дриблера была изменена и в качестве упругого элемента теперь используется пружина, жёсткость которой может изменяться регулировочным винтом. Настраивая жёсткость пружины, можно изменять силу, с которой ролик давит на мяч, чем упростить его втягивание внутрь робота, а значит улучшить контроль над мячом.

В новой версии дриблера роль направляющей играет ковш, а не ролик. Это упрощает изготовления ролика, а также его замену после износа. Ролик, в таком случае, имеет гладкую цилиндрическую форму, а в ковше имеется углубление, по которому мяч притягивается к центру робота при одновременном контакте с ковшем и роликом. Гладкая поверхность ролика с одной стороны упрощает его изготовление, а с другой стороны замедляет его износ из-за отсутствия перепадов и выступающих частей.

Благодаря изменению общей компоновки робота появилось больше места для конденсаторов, что позволило значительно повысить силу удара по мячу.

Изменение системы связи с роботами. Раньше для обеспечения связи мобильных роботов с вычислительным центром применялся модуль ESP8266EX фирмы Espressif Systems. С помощью этого модуля роботы связывались с вычислительным центром посредством Wi-Fi сети.

Согласно информации, которая была получена от представителей ассоциации RoboCup, во время проведения соревнований не будут отключаться другие Wi-Fi точки, как предполагалось ранее. При большом скоплении устройств, использующие Wi-Fi, создают помехи и перебои со связью другим устройствам, в связи с чем, ожидаются высокие значения задержек на передачу информации от мобильных роботов к базовой станции.

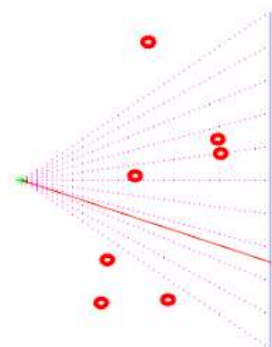


Рис. 2. Демонстрация работы алгоритма при атаке ворот

В ходе проведения анализа применяемых радиоканалов другими командами было принято решение использовать радиомодуль NRF24L01+ фирмы Nordic Semiconductor, который позволяет обеспечивать связь с роботами без использования Wi-Fi.

Улучшение алгоритмов управления. Год назад, по части алгоритмов, команда занималась в основном решением простейших задач перемещения и манипулирования мячом. Но для ведения конкурентной игры этого недостаточно, также система должна уметь каким-то образом оценивать состояние игры и принимать решения. В связи с этим была формально поставлена задача о поиске слабого места в защите команды противника и разработан алгоритм её решения (рис. 2).

Закключение. Описанные в работе модернизации были использованы для записи квалификационного видео [11] и подготовки документа описания команды URoboRus [12] при подаче заявки на участие в финале RoboCup SSL, который был запланирован на 2020 год, но перенесён в связи с пандемией на 2021 год.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://robocup.org/>
2. https://ssl.robocup.org/wp-content/uploads/2019/03/2019_TDP_URoboRus.pdf
3. <https://www.youtube.com/watch?v=W6JNlaXGRRk>
4. Коновалов П.А., Корнилова А.В., Королев Д.М., Ренева Г.В., Фрадков А.Л., Широколов И.Ю., Ярош Д.С. Команда роботов-футболистов для соревнований RoboCup в лиге SSL: система и алгоритмы. Информационно-управляющие системы, 2019, № 2, с. 19-25
5. Jarosh D., Reneva G., Kornilova A. and Konovalov P., "Multiagent System of Mobile Robots for Robotic Football," 2019 26th Saint Petersburg International Conference on Integrated Navigation Systems (ICINS), Saint Petersburg, Russia, 2019, pp. 1-3, doi: 10.23919/ICINS.2019.8769365
6. 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.
7. 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
8. Shirokolobov I., Filippov S., Luchin R., Ovchinnikov K., Fradkov A. 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.
9. <https://robofinist.ru/event/info/competitions/id/213#kind1399> – Управляемый футбол 4x4

10. <https://ssl.robocup.org/rules/>
11. https://www.youtube.com/watch?v=Ph_ohcxli1M
12. https://ssl.robocup.org/wp-content/uploads/2020/03/2020_TDP_RoboRus.pdf

P.A. Konovalov, A. Voloshina, A. Kalitin, A.L. Fradkov (Saint Petersburg State University, St. Petersburg), D.M. Korolev (LTD “KRAVT”, St. Petersburg)

The Robot Football Team UROBORUS-2020 for RoboCup SSL Competition

URoboRus is a team from Russia that is actively preparing to participate in the international RoboCup robot football competition in the Small Size League and for the second year successfully passes the qualifying stage of these competitions.