

Санкт-Петербургский государственный университет

Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

Камкова Екатерина Александровна

Симулятор Робофутбола

Курсовая работа

Научный руководитель:
старший преподаватель А. А. Пименов

Санкт-Петербург
2020

Оглавление

Введение	3
1. Постановка задачи	5
2. Существующие решения	6
2.1. Unreal Engine и Unity	6
2.2. Carla	6
2.3. The RoboCup Soccer Simulator	6
2.4. grSim	7
2.5. AIWC test world	7
3. Используемые технологии	8
4. Создание мира	10
4.1. Поле	10
4.2. Робот	11
4.3. Получившийся мир	12
5. Интеграция с инфраструктурой робофутбола	14
5.1. Отправка изображения SSL-vision	14
5.2. Интеграция с арбитром	14
Заключение	15
Список литературы	16

Введение

В наши дни набирают популярность соревнования, требующие взаимодействия с роботами. RoboCup [3] — это международные соревнования среди роботов, впервые проведённые в 1997 году. Эти соревнования представляют собой не только развлекательный, но и научный интерес, побуждая основателей совершенствоваться в создании роботов и условий для игры, а участников — в разработке алгоритмов искусственного интеллекта для мультиагентных систем.

RoboCup делится на несколько категорий испытаний, одной из которых является RoboCupSoccer SmallSize [4] — робофутбол. Со временем появилось множество разновидностей этой игры, одна из них — 7М — на данный момент разрабатывается на Математико-механическом факультете СПбГУ командой с кафедры Системного программирования. Цель 7М — создание малобюджетных роботов с низким порогом вхождения, чтобы школы имели возможность покупать необходимое оборудование и устраивать соревнования, а школьники — учиться взаимодействовать с роботами и разрабатывать алгоритмы для искусственного интеллекта.

Теперь немного поподробнее об инфраструктуре 7М. Роботы перемещаются по полю с помощью двух колёс с мотором, сохраняют равновесие благодаря двум опорным колёсам и воздействуют на мяч специальным углублением в корпусе. У каждого робота есть шапочка, показывающая номер робота, его принадлежность к команде, а также направление. Над полем установлена видеочамера, снимающая игру сверху. Изображение передаётся SSL-vision [10] — система распознавания меток игроков. Далее арбитр передаёт данные алгоритму игроков и отправляет новые команды роботам.

При разработке алгоритмов игроки довольно часто сталкиваются с рядом проблем. Несмотря на доступность и мобильность 7М робо-

тов, для апробации алгоритмов разработчикам придётся находиться в лаборатории и договариваться о времени взаимодействия с роботами. Более того, для тестирования требуется готовый робот, что может быть неудобно, если его модель всё ещё находится на стадии разработки. Также ошибочные или недоработанные алгоритмы могут привести к поломке робота, а, следовательно, и к его дорогостоящему ремонту или полной замене. Для избежания подобных проблем разработчикам необходим симулятор.

В рамках этой работы будут рассмотрены уже существующие решения, а также реализация симулятора 7MSim.

1. Постановка задачи

Целью данной работы является создание 3D симулятора для 7М робофутбола, удовлетворяющего новым моделям, легко модифицируемого, а также с низким порогом вхождения. Для её достижения были поставлены следующие задачи.

1. Найти и изучить существующие симуляторы.
2. Создать или модифицировать уже существующий симулятор, чтобы он удовлетворял требованиям 7М робофутбола.
3. Создать мир робофутбола.
 - (a) Создать модели мяча, поля, роботов.
 - (b) Создать контроллеры для роботов и камеры.
4. Интегрировать симулятор с инфраструктурой робофутбола.
 - (a) Реализовать поддержку отправки изображения поля SSL-vision.
 - (b) Реализовать получение дальнейших команд для роботов от арбитра.

2. Существующие решения

2.1. Unreal Engine и Unity

Unreal Engine [8] — игровой движок, который разрабатывает и поддерживает компания Epic Games. Unity [6] — межплатформенная среда разработки компьютерных игр, которую разработала компания Unity Technologies. Это мощные игровые движки, но для создания симулятора робофутбола пришлось бы прописывать целый уровень, описывающий необходимые сущности. А это, при наличии симулятора, предназначенного для моделирования мобильных роботов, было бы лишней работой.

2.2. Carla

Carla [1] — открытый симулятор для исследования автономного движения. Платформа моделирования поддерживает гибкую спецификацию датчиков, условий окружающей среды, полный контроль над всеми статическими и динамическими действующими лицами, создание карт и многое другое. Но данный симулятор ориентирован на автомобили, поэтому пришлось бы с нуля прописывать не только роботов, но и их автономное движение. Он также перегружен (например, симулятор поддерживает контроль над погодой).

2.3. The RoboCup Soccer Simulator

RoboCup Soccer Simulator [2] — это 2D симулятор для тестирования мультиагентных систем и искусственного интеллекта. Он позволяет двум командам из 11 симулированных автономных роботов играть в робофутбол. RCSS симулирует игру роботов, отличающихся от роботов 7M, а также использует избыточно упрощенную модель изображения роботов, поэтому не подходит для решения текущей задачи.

2.4. grSim

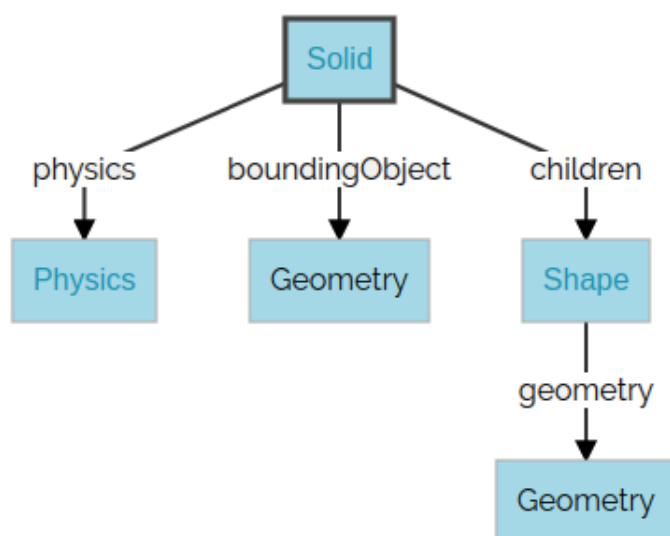
grSim [11] — 3D-симулятор для SSL(Smal Size League) роботов. Симулятор имеет распределённую архитектуру, многофункциональный пользовательский интерфейс и поддерживает все аспекты SSL робофутбола. Разработчики также создали упрощённую модель колёс, чтобы снизить сложность модели и увеличить скорость моделирования. Этот симулятор был написан конкретно для SSL робофутбола, поэтому в отсутствие точно зафиксированных требований к разрабатываемой платформе, внесение небольших изменений в техническом описании роботов может привести к существенной переработке grSim.

2.5. AIWC test world

AIWC test world [9] — мир робофутбола, написанный в симуляторе Webots. Модель роботов в этом симуляторе тоже не соответствует модели 7М, поэтому он также не может быть решением данной задачи. Тем не менее Webots - открытый коммерческий симулятор с широким набором возможностей и высокой гибкостью, потому было принято решение писать новый симулятор в его среде.

3. Используемые технологии

Для создания мира робофутбола 7М использовался Webots [7] — пакет программного обеспечения для моделирования мобильных роботов. Данный симулятор предлагает среду быстрого прототипирования, которая позволяет создавать 3D миры с физическими свойствами. Webots предназначен для симуляции твёрдых тел, основными параметрами которых являются физические законы, физические границы и внешний вид.



© <https://cyberbotics.com>

Рис. 1: Инфраструктура 7М робофутбола

В мире могут присутствовать как пассивные объекты, так и активные — мобильные роботы, перемещающиеся с помощью ножек и колёс или летающие. Для их создания имеется большой выбор объектов и датчиков, при этом есть возможность создания своих моделей, физических плагинов, контроллеров. Создать новую модель можно как с помощью комбинации уже существующих объектов, так и через импортирование объекта в формате VRML97. Для задания поведения роботов необходимо создать контроллеры, причём алгоритм можно реализовать на C, C++, Java, Python или Matlab. Также преимуществом Webots является его поддержка на 64-битных Windows 8.1 и Windows 10, macOS 10.15

”Catalina” и 10.14 ”Mojave”, Ubuntu 18.04, а также на большинстве последних дистрибутивов Linux.

Симуляция состоит из следующих элементов.

- Файл мира (.wbt), который описывает фон, освещение, какие объекты присутствуют, их расположение и состояние.
- Файлы PROTO (.proto), которые описывают объекты, созданные пользователем. При необходимости манипуляций с параметрами используется язык Lua.
- Контроллеры — программы, описывающие поведение роботов. В начале симуляции Webots запускает их как отдельные процессы и свзывает с симуляцией.
- Физические плагины (на языках C, C++).
- Библиотеки.

4. Создание мира

4.1. Поле

Поле состоит из следующих объектов.

1. Поверхность. В качестве параметров принимаются размеры поля, изображение покрытия и цвет.
2. Линии разметки. Задаются как плоскость, описываемая набором угловых точек. В качестве параметров принимаются размеры поля и толщину линий.
3. Стены. Необходимы, чтобы робот не провалился за поле. В качестве параметров принимаются размеры поля и толщину стен.

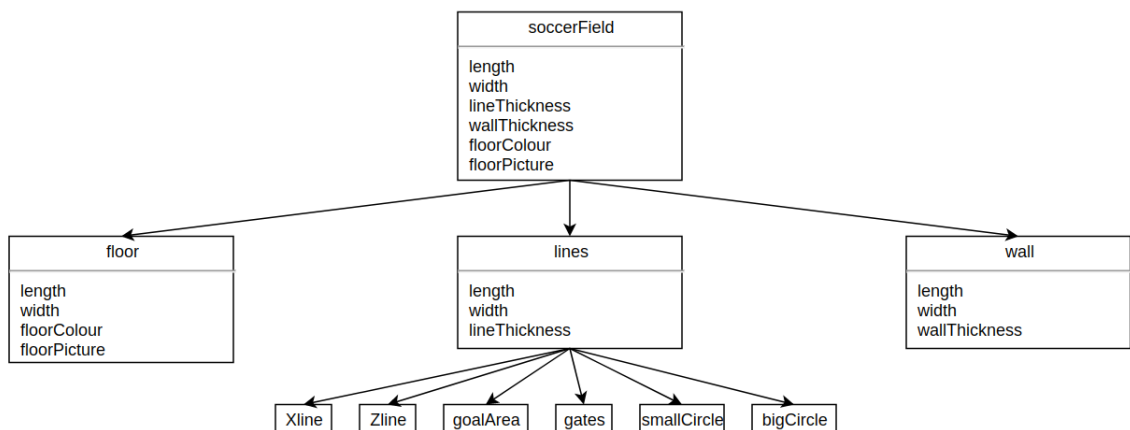


Рис. 2: Схема поля

При создании поля за основу были приняты размеры, указанные в правилах RoboCup Small Size League [5]. При изменении размеров поля автоматически пропорционально меняются размеры всех трёх компонент.

Мяч и камера реализованы как отдельные объекты. Камера тоже принимает размеры поля, чтобы при изменениях автоматически отрегулировать высоту.

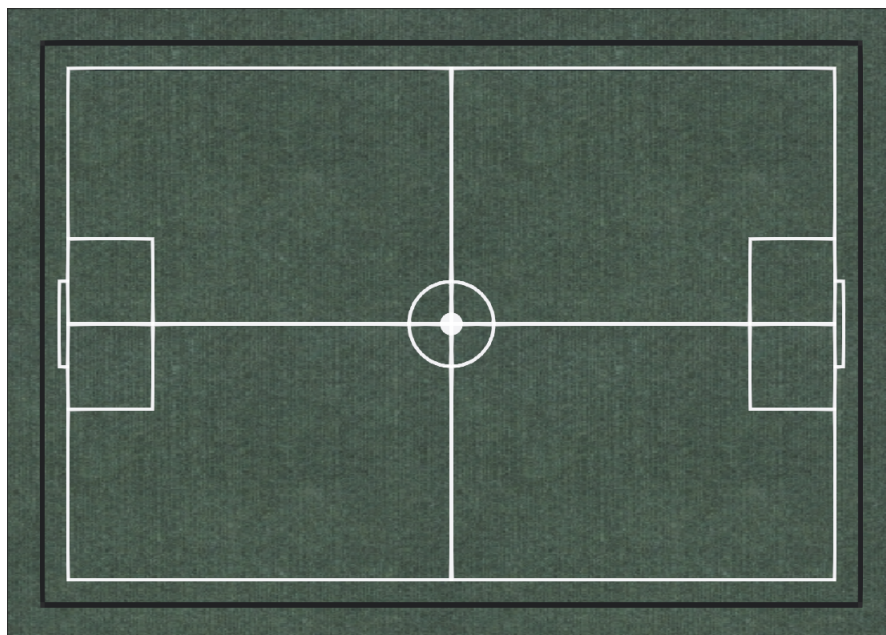


Рис. 3: Поле на данный момент

4.2. Робот

На рис. 4 представлена модель 7М робота, у роботов в настоящее время также существует ещё 2 опорных колеса. За основу внешнего вида были взяты чертежи корпуса, верхней части и колёс робота. При этом скрытые детали были опущены для ускорения симуляции. По той же причине для физических границ всех частей робота кроме корпуса были использованы упрощенные фигуры.

На рис. 5 изображена шапочка робота 7М. При введении номера робота и команды, шапочка автоматически меняет цвет на соответствующий данным.

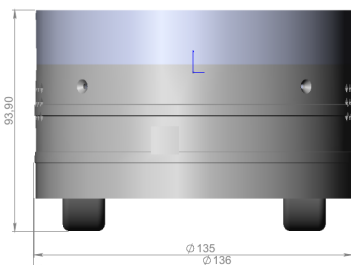


Рис. 4: 7М робот

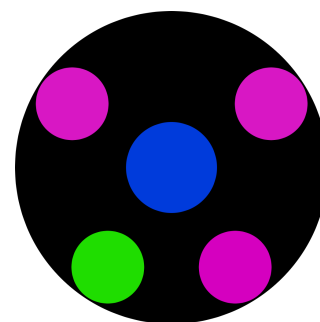
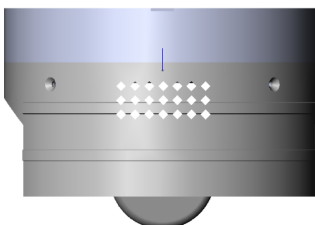


Рис. 5: Шапочка

На рис. 6 изображена схема робота. Робот описывается контроллером, физическим модулем, физическими границами (корпус, верхняя часть, опорные колёса), внешним видом (корпус, верхняя часть, цветная шапочка, опорные колёса) и колёсами с мотором.

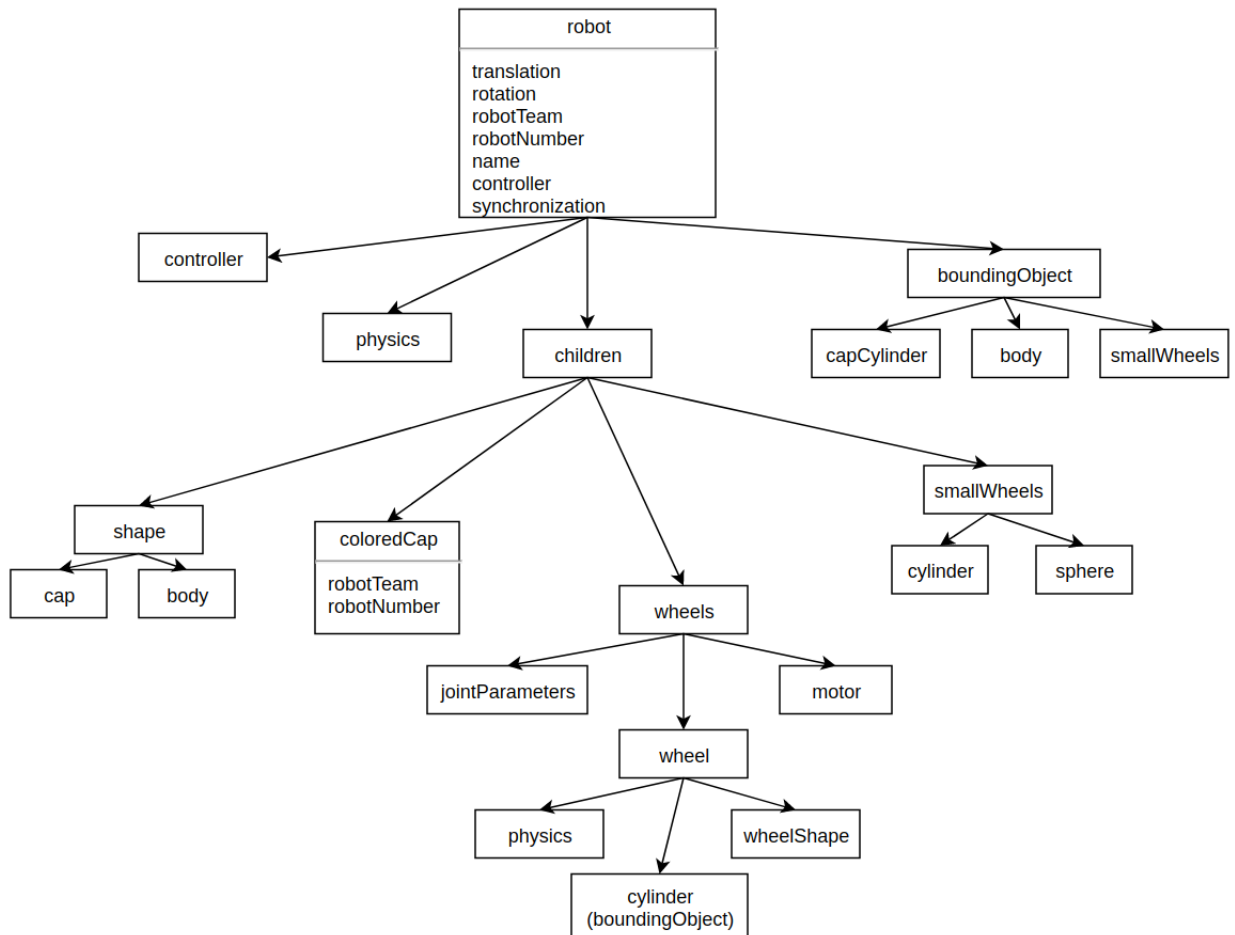


Рис. 6: Схема 7М робота

4.3. Получившийся мир

На данный момент все физические модули установлены по умолчанию, поскольку используемое в лаборатории покрытие не создаёт потребности в специальных физических настройках, а размеры и материал мяча ещё не определены. В будущем при необходимости это можно будет изменить. Ниже изображён симулятор 7М.

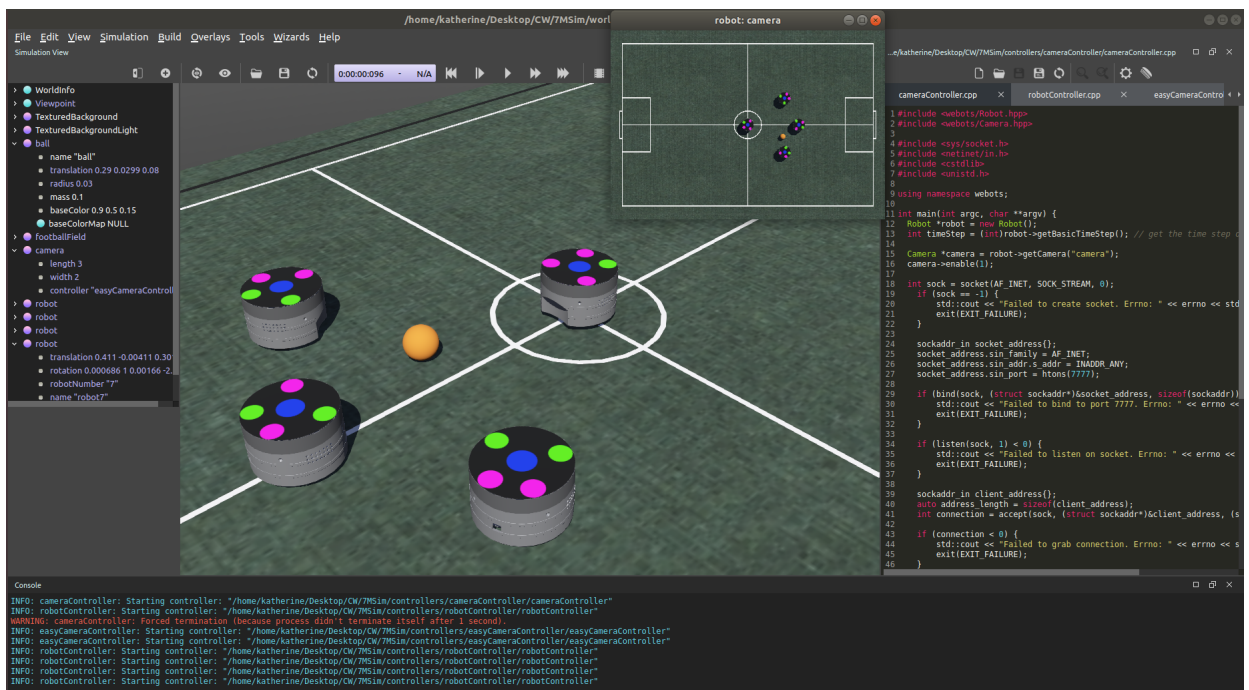


Рис. 7: 7MSim

5. Интеграция с инфраструктурой робофутбола

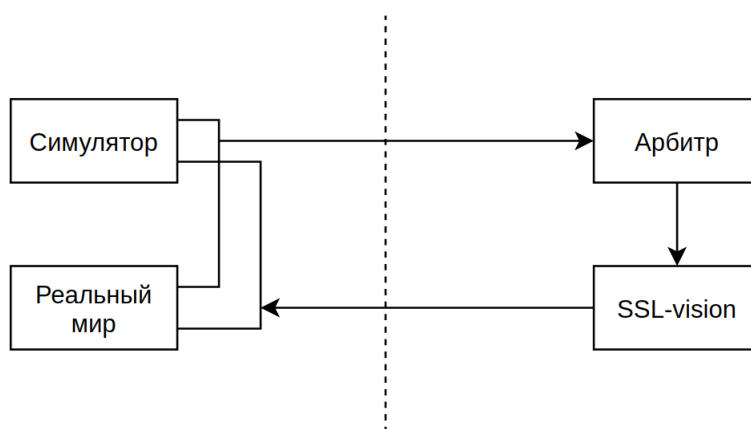


Рис. 8: Инфраструктура 7М робофутбола

5.1. Отправка изображения SSL-vision

SSL-vision — система распознавания меток игроков. Для отправки изображения в контроллере камеры был реализован сервер.

5.2. Интеграция с арбитром

Для роботов был реализован контроллер с клиентом, по которому он получает сообщения вида `engines<leftMotorVelocity><rightMotorVelocity>`, где параметры являются величинами формата `int` в промежутке `[-100, 100]`. На данный момент арбитр для 7М не реализован, и стоит вопрос о необходимости его реализации, поэтому связь не была установлена.

Заключение

В рамках курсовой работы на данный момент решены следующие задачи:

1. Проведено изучение существующих симуляторов робофутбола.
2. Подробно изучен симулятор Webots и разработанный на его основе симулятор робофутбола AIWC.
3. Создан мир робофутбола 7M.
 - (a) Созданы модели мяча, поля, роботов.
 - (b) Созданы контроллеры для роботов и камеры.
4. Реализована поддержка отправки изображения поля SSL-vision.

Ссылка на репозиторий: <https://github.com/katerina-kamkova/7MSim>

Список литературы

- [1] Carla официальный сайт. — URL: <https://carla.org/> (online; accessed: 19.05.2020).
- [2] RoboCup Soccer Simulator. — URL: <https://rcsoccersim.github.io/> (online; accessed: 19.05.2020).
- [3] RoboCup официальный сайт. — URL: <https://www.robocup.org/> (online; accessed: 19.05.2020).
- [4] RoboCupSoccer SmallSize официальный сайт. — URL: <https://www.robocup.org/leagues/7> (online; accessed: 19.05.2020).
- [5] Rules of the RoboCup Small Size League. — URL: https://robocup-ssl.github.io/ssl-rules/sslrules.html#_ball (online; accessed: 19.05.2020).
- [6] Unity официальный сайт. — URL: <https://unity.com/products> (online; accessed: 19.05.2020).
- [7] Webots. — URL: <https://cyberbotics.com> (online; accessed: 08.12.2019).
- [8] unrealEngine официальный сайт. — URL: <https://www.unrealengine.com/en-US/> (online; accessed: 19.05.2020).
- [9] Репозиторий AIWC test world. — URL: https://github.com/aiwc/test_world (online; accessed: 08.12.2019).
- [10] Ссылка на GitHub репозиторий SSL-vision. — URL: <https://github.com/RoboCup-SSL/ssl-vision> (online; accessed: 19.05.2020).
- [11] Статья с описанием grSim и ссылкой на репозиторий. — URL: https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-642-32060-6_38.pdf (online; accessed: 19.05.2020).