

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ АНТРОПОМОРФНОГО РОБОТА

Специальная часть ВКР по решению кафедры не допущена к загрузке

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 126 с., 23 рис., 19 табл., список используемых источников содержит 38 наименований.

Ключевые слова: АНТРОПОМОРФНЫЙ РОБОТ, МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ, УПРАВЛЕНИЕ ПОДАТЛИВОСТЬЮ, СТАБИЛИЗАЦИЯ ПОЛОЖЕНИЯ, КРИТЕРИЙ ZMP, КРИТЕРИЙ FRI, КРИТЕРИЙ CWC, ROBOTIS DARWIN-OP

Объектом исследования являются методы управления, позволяющие реализовать эффективное управление антропоморфным роботом.

Цель работы – исследование методов управления антропоморфным роботом Robotis DARwIn-OP.

В процессе исследования были проведены анализ существующих решений проблемы управления антропоморфными роботами, разработка алгоритма работы системы управления, апробация системы управления на антропоморфном роботе Robotis DARwIn-OP. В ходе работы также была рассмотрена проблема стабилизации антропоморфного робота при работе алгоритма управления.

В результате исследования были получены базовые знания об особенностях методов управления антропоморфными роботами, изучены проблемы, возникающие при управлении таким типом роботов, проведены испытания методов на антропоморфной платформе DARwIn-OP.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2012, графический материал – в пакете Microsoft Visio 2012. Работа представлена на CD диске (в конверте на обороте обложки).

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В представляемой работе использовались следующие термины с соответствующими определениями:

антропоморфный робот: Человекоподобный робот;

Robotis DARwIn-OP: Антропоморфный мобильная платформа производства корейской фирмы Robotis;

Zero Moment Point (ZMP): точка, в которой моменты по осям горизонтальной плоскости равны нулю;

Foot Rotation Indicator (FRI): точка на стопе/поверхности контакта с землей, в пределах или за пределами опорного многоугольника стопы, при котором результирующий момент силы/момент вращения, приложенный к стопе перпендикулярен к поверхности;

Contact Wrench Cone (CWC): критерий устойчивости антропоморфного робота, рассматривающий множественный контакт со средой с точки зрения теории винтового исчисления;

Center of Mass (CoM): центр масс.

При выполнении данной выпускной квалификационной работы была использована следующая нормативно-техническая документация:

ГОСТ 7.05 – 2008 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка.

ГОСТ 19.701 – 90 Единая система программной документации. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения.

Введение

В настоящее время активно ведутся разработки в области антропоморфной робототехники. Антропоморфная робототехника – это перспективное направление исследований, изучающее методы построения человекоподобных роботов и их управления. По словам заместителя председателя правительства РФ Дмитрия Рогозина [1], роботы должны быть универсальными – это касается и используемых платформ, и их функциональных возможностей. Создание узкоспециализированных роботов неэффективно. Антропоморфные (человекоподобные) роботы наиболее универсальны, т.к. могут заменить человека и работать различным инструментом: слесарным, строительным, хирургическим и т.д. Такой робот может выполнять задачи по разминированию местности, оказанию медицинской помощи, поиску предметов и т.д. Фонд перспективных исследований приступил к реализации проекта по созданию базовой антропоморфной робототехнической платформы совместно с компанией НПО «Андроидная техника». Компания ведет разработки антропоморфного робота для работы в условиях космоса. Робот будет дистанционно выполнять операции стыковок космического аппарата и помогать космонавтам при внекорабельной деятельности. Кроме того, направление антропоморфной робототехники является наукоемким, в следствие высокой сложности как конструкций роботов, так и систем управления этими конструкциями. Немаловажным является безопасность работы антропоморфных роботов, поскольку их использование подразумевает взаимодействие робота и человека, также следует учесть, что в отличие от манипуляторов, антропоморфные роботы работают в среде изначально предназначенной для человека. В данной работе рассмотрены особенности взаимодействия робота со средой и методы реализации управления антропоморфными роботами с учетом этих особенностей.

1 Исследовательская платформа

В данной работе в качестве платформы для исследований использовался антропоморфный робот DARwIn-OP (рисунок 1.1). Данная платформа была разработана в политехническом университете Вирджинии в сотрудничестве с университетами Пенсильвании и Пердью, а также компанией Robotis, при поддержке Национального научного фонда США. Робот разрабатывался в качестве исследовательской платформы для университетов, позволяющей обучать студентов основам робототехники, программированию и т.п., в рамках междисциплинарных проектов, с возможностью участия в международных соревнованиях RoboCup. Технические характеристики платформы приведены в таблице 1. На рисунке 1.2 изображена кинематика робота, а на рисунке 1.3 показано расположение основных элементов на платформе. Антропоморфная платформа DARwIn-OP была закуплена на кафедре ИКСУ ИК ТПУ в 2015 году для проведения научно-исследовательских работ, а также участия в инициативе RoboCup, которую в 2018 году Администрация Томской области планирует провести в городе Томске.



Рисунок 1.1 – Антропоморфная платформа DARwIn-OP

Таблица 1.1 – Общие технические характеристики

Описание	Категории	Данные
Параметры	Высота	0.455 м
	Вес	2.8 кг
Степени подвижности (DOF)	Голова	2 DOF
	Рука	2 x 3 DOF
	Нога	2 x 6 DOF
Основной контроллер	Процессор	Intel Atom Z530 @1.6GHz
	ОЗУ	1GB DDR2
	Диск	4GB Flash Disk
	Сеть	Ethernet/WiFi
	USB-порт	2 x USB2.0
Дополнительный контроллер	Процессор	ARM 32-bit Cortex-M3
	Частота	72MHz
	Флэш-память	512KB
	SRAM	64KB
Приводы MX-28	Крутящий момент	24 кгс*см при 12V
	Скорость	45 об/мин без нагрузки
	Датчик положения	Магнитный потенциометр
	Разрешение	0.072°
	Интерфейс	Serial 3MBPS
Сенсоры	Гироскоп	3х-осный
	Акселерометр	3х-осный
	Измеритель силы	2 x 4 FSR на стопах (опция)
	Камера	2-мегапиксельная HD USB
Программное обеспечение	Операционная система	Linux Ubuntu
	Библиотека	open-DARwIn SDK
	Язык	C + + / Java
	Компилятор	GCC

Методы управления, исследуемые в рамках данной работы, испытывались на описанной антропоморфной платформе DARwIn-OP.

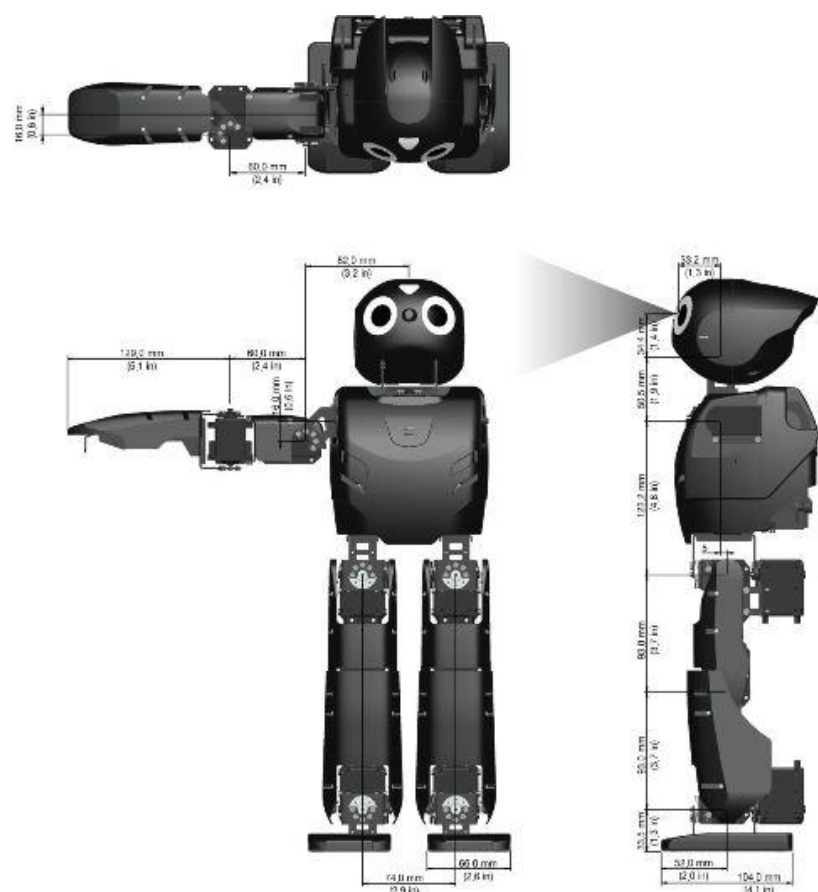


Рисунок 1.2 – Кинематика DARwIn-OP

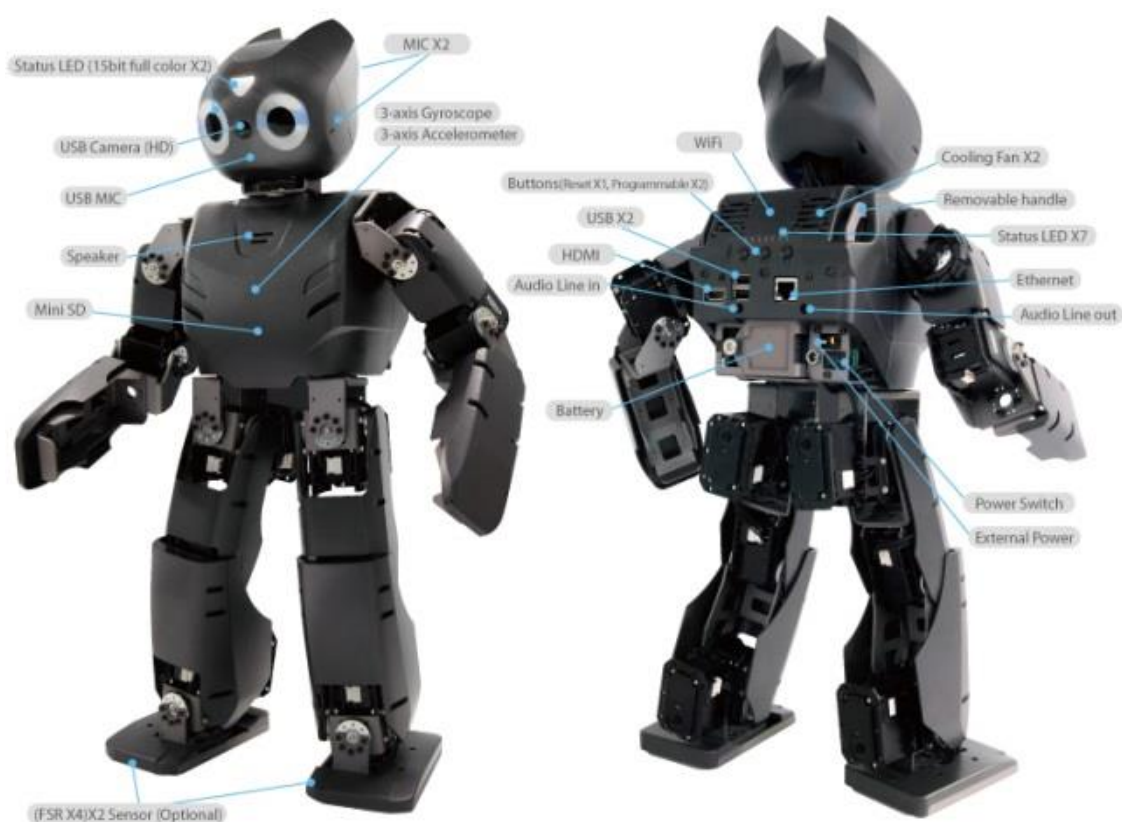


Рисунок 1.3 – Расположение основных элементов DARwIn-OP

Заключение

В ходе выполнения магистерской диссертации, целью которой являлось исследование методов управления движением антропоморфных роботов, были проанализированы методы управления, наиболее подходящие для управления антропоморфными роботами. В ходе работы был проведен ряд экспериментов по применению алгоритмов управления податливостью робота. Рассмотрены различные критерии устойчивости антропоморфных роботов, используемые для оценки устойчивости положения робота, проведено их сравнение. Описаны различные способы реализации движения антропоморфных роботов. Приведена классификация этих способов. Рассмотрены модели, используемые для реализации движения антропоморфных роботов.

Также в рамках работы было проведено технико-экономическое обоснование НИР, произведен расчет затрат на выполнение НИР. Оценка научно-технического уровня НИР, произведенная в рамках данной диссертации показала, что проведенные исследования следует отнести к среднему уровню.

Список публикаций

1. Шеломенцев Е.Е., Дусеев В.Р. Сравнительный анализ различных способов управления роботом андроидного типа // «Современные техника и технологии»: Труды XVIII Международной научно-практической конференция студентов и молодых учёных. – Томск, 2012. – С. 439-440.
2. Шеломенцев Е.Е. Управление роботом андроидного типа с помощью сенсора Kinect // Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы современных наук – 2012». – Пшемысль, 2012. – С. 42-45.
3. Шеломенцев Е.Е. Ориентация мобильного робота в пространстве с помощью одометрии // Современные методы механики: материалы Международной конференции. – Томск, 2012. – С. 96-97.
4. Шеломенцев Е.Е. Сравнительный анализ шасси мобильных роботов // Современные методы механики: материалы Международной конференции. – Томск, 2012. – С. 97-99.
5. Шеломенцев Е.Е. Применение безмаркерной технологии MotionCapture для управления поведением робота // Сборник трудов X Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии». – Томск, 2012. – С. 259-260.
6. Шеломенцев Е.Е. Управление роботом андроидного типа с помощью сенсора Kinect [Электронный ресурс] // Управление в технических, эргатических, организационных и сетевых системах: Труды 5-ой Российской мультikonференции по проблемам управления. – Санкт-Петербург, 2012. – Режим доступа: <http://uteoss2012.ipu.ru/procdngs/0670.pdf>
7. Шеломенцев Е.Е. Практическая реализация KINECT управления андроидом BIOLOID // «Современные техника и технологии»: Труды

- XIX Международной научно-практической конференция студентов и молодых учёных. – Томск, 2013. – С. 403-404.
8. Шеломенцев Е.Е., Александрова Т.В., Реализация KINECT управления антропоморфным роботом BIOLOID // Сборник докладов IV Всероссийской конференции студентов Элитного технического образования «Ресурсоэффективным технологиям – энергию и энтузиазм молодых». – Томск, 2013. – С.152-154.
 9. Шеломенцев Е.Е. Обучение робота через демонстрацию посредством сенсора Kinect // Сборник трудов X Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2013. – С. 53-55.
 10. Шеломенцев Е.Е. Решение проблемы распознавания жестов для управления поведением робота // Сборник трудов XI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии». – Томск, 2013. – С. 278-280.
 11. Шеломенцев Е.Е. Фильтрация устойчивых положений человекоподобного робота // Ресурсоэффективным технологиям – энергию и энтузиазм молодых: сборник научных трудов V Всероссийской конференции студентов Элитного технического образования. – Томск, 2014. – С. 124-126.
 12. Шеломенцев Е. Е. Реализация системы управления для антропоморфного манипулятора [Электронный ресурс] // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 2 т., Томск, 12-14 Ноября 2014. - Томск: ТПУ, 2014 - Т. 2 - С. 28-29. - Режим доступа: http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2014/C04/V2/C04_V2.pdf
 13. Александрова Т. В. , Шеломенцев Е. Е. Разработка обучающей системы с элементами нечеткой логики [Электронный ресурс] // Искусственный

- интеллект: философия, методология, инновации: сборник трудов VIII Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Часть 1. Секции 1-5, Москва, 20-22 Ноября 2014. - Москва: МГТУ МИРЭА, 2014 - С. 47-52. - Режим доступа: http://www.scmaiconf.ru/public_files/2014/sbornik_1.pdf
- 14.Шеломенцев Е. Е. , Александрова Т. В. Интеллектуальная система для обучения робототехнике в формате e-learning [Электронный ресурс] // Искусственный интеллект: философия, методология, инновации: сборник трудов VIII Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Часть 2. Секции 6-8, Москва, 20-22 Ноября 2014. - Москва: МГТУ МИРЭА, 2014 - С. 67-72. - Режим доступа: http://www.scmaiconf.ru/public_files/2014/sbornik_2.pdf
- 15.Shelomentsev E. E. , Aleksandrova T. V. Design of the filter to statically stabilize positions of the anthropomorphous robot using ZMP Method // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - 2014 - Vol. 66 - №. 1, Article number 012027. - p. 1-4
- 16.Shelomentsev E. E. , Aleksandrova T. V. Design of the teleoperation algorithm to control the humanoid robot [Electronic resorces] // Мехатроника: устройства и управление: сборник трудов IV Российско-корейского научно-технического семинара, Tomsk, January 28-29, 2015. - Томск: Изд-во ТПУ, 2015 - p. 9-11. - Mode of access: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2015/C102/C102.pdf>
- 17.Шеломенцев Е. Е. , Александрова Т. В. , Курганов С. М. Система активного управления податливостью антропоморфного робота // Перспективные системы и задачи управления: материалы Одиннадцатой Всероссийской научно-практической конференции и Седьмой молодежной школы-семинара "Управление и обработка информации в технических системах", Ростов-на-Дону, 4-8 Апреля 2016. - Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2016 - Т. 2 - С. 121-125