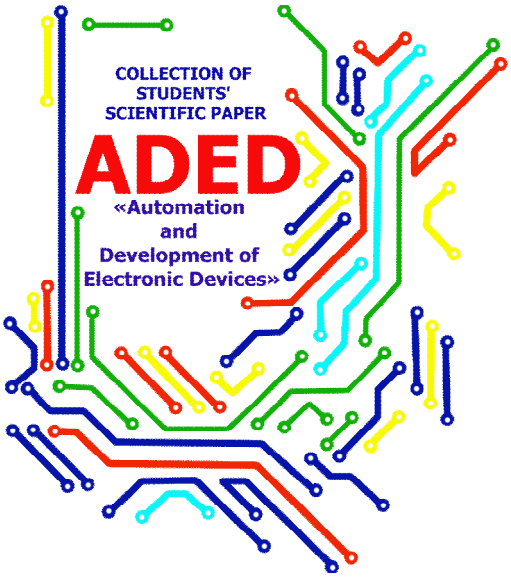
Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет радіоелектроніки

Запорізький національний технічний університет

Кременчуцький національний університет ім. М. Остроградського



ЗБІРНИК

студентських наукових статей

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2018

(1 частина)

[електронне видання]

http://nure.ua/uk/university/structure/departments/akt/tapr/

http://itez.zntu.edu.ua/

http://kafea.kdu.edu.ua

Харків 2018

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки
кафедра «Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки» (КІТАМ)
Запорізький національний технічний університет
Кафедра «Інформаційних технологій електронних засобів» (ІТЕД)
Кременчуцький національний університет ім. М. Остроградського
кафедра «Електронних апаратів» (ЕА)

ЗБІРНИК

студентських наукових статей

«Автоматизація та приладобудування»

«Automation and Development of Electronic Devices»

ADED-2018

(1 частина)

[електронне видання]

Харків 2018

УДК 65.01

Редакційна колегія:

Голова: **Невлюдов Ігор Шакирович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

Филипенко Олександр Іванович, доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматики та комп'ютеризованих технологій, Харківського національного університету радіоелектроніки.

Цимбал Олександр Михайлович, доктор технічних наук, професор, кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

Палагін Віктор Андрійович, доктор технічних наук, професор кафедри автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки

Косенко Віктор Васильович, кандидат технічних наук, доцент, директор Державного підприємства «Харківського науково-дослідного інституту технології машинобудування».

Замірець Микола Васильович, доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування.

Свищ Володимир Митрофанович, доктор технічних наук, професор, радник директора Державне науково-виробниче підприємство «Об'єднання Комунар».

Фомовська Олена Владиславівна, кандидат технічних наук, доцент завідувач кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.

Кухаренко Дмитро Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Електронних апаратів» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського

Шило Галина Миколаївна, кандидат технічних наук, доцент завідувач кафедри Інформаційних технологій електронних засобів, Запорізький національний технічний університет.

Фурманова Наталія Іванівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри Інформаційних технологій електронних засобів, Запорізький національний технічний університет.

Малий Олександр Юрійович, кандидат технічних наук, доцент кафедри Інформаційних технологій електронних засобів, Запорізький національний технічний університет.

Відповідальний редактор: **Євсєєв Владислав В'ячеславович,** кандидат технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки, Харківського національного університету радіоелектроніки.

ЗБІРНИК СТУДЕНТСЬКИХ НАУКОВИХ СТАТЕЙ «АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ» АПР-2018 1 частина (Випуск 2018):-Харків/ Редкол.: Невлюдов І.Ш.(голова), та інш. Харків: Вид-во Харківського національного університету радіоелектроніки [електронне видання], 2018.- 237с.

COLLECTION OF STUDENTS' SCIENTIFIC PAPER «AUTOMATION AND DEVELOPMENT OF ELECTRONIC DEVICES» ADED-2018 Part 1 (Key infrastructure 2018) - Kharkiv/ The Editorial.: Nevlyudov I.Sh. (head), that all. Kharkiv: Kind of Kharkiv National Universitety of Radio Elektronics [electronic edition], 2018.- 237c with.

Рекомендовано рішенням наукової методичної
ради
факультету Автоматики і комп'ютеризованих
технологій
Харківського національного
університету радіоелектроніки
протокол № 8 від 04.04.2018

Рекомендовано рішенням Вченої ради
факультету Радіоелектроніки та
телекомунікацій
Запорізький національний технічний
університет
протокол № 6 від 29.03.2018

Рекомендовано рішенням Вченої ради
факультету Електроніки і комп'ютерної
інженерії
Кременчуцького національного університету
імені Михайла Остроградського
протокол № 8 від 20.03.2018

Збірник містить наукові статті студентів кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки (КІТАМ) Харківського національного університету радіоелектроніки, Запорізького національного технічного університета кафедри «Інформаційних технологій електронних засобів» (ІТЕД) та Кременчуцького національного університет ім. М. Остроградського кафедри «Електронних апаратів» (ЕА) які навчаються за спеціальністю 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 172 – Телекомунікації та радіотехніка, 171 – Електроніка та 163 – Біомедична інженерія освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр», «бакалавр». Статті надані в авторській редакції.

УДК 621

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБОТКЕ ЗООМОРФНЫХ ШАГАЮЩИХ ПЛАТФОРМ

Волобуев В. С., Салиева В.Э.
Харьковский национальний университет радиоэлектроники
Украина, 61166, Харьков, пр. Науки 14
E-mail: vlvo@i.ua

Аннатация: В данной работе были рассмотрены основные принципы и требования к разработке шагающих платформ к зооморфным роботам, проведен анализ необходимых свойств, которыми должна обладать такая система, а также представлена перспективная 3D модель зооморфного робота, в качестве примера такого робота, который обладает всеми необходимыми свойствами для успешного функционирования.

Ключевые слова: Робот, моделирование, анализ, конструкция.

MAIN PRINCIPLES AND REQUREMENTS FOR DEVELOPMENT OF ZOOMORPHIC WALKING PLATFORMS

V. S. Volobuiev., Salieva V.E.
Kharkiv National University of Radio Electronics
Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av.,14
E-mail: vlvo@i.ua

Annotation: In this paper, we examined the basic principles and requirements for the development of walking platforms for zoomorphic robots, analyzed all necessary properties that such a system should possess, and presented a prospective 3D model of a zoomorphic robot, as an example of such a robot that possesses all the necessary properties for successful functioning.

Key words: Robot, modelling, analysis, design.

Одной из наиболее современных тенденций развития робототехники является разработка зооморфных роботов, спроектированных на базе физиологических особенностей строения живых существ. Ведущие разработчики в данной области, такие как: Boston Dynamics и их прототипы SpotMini [1], Spot [2], Festo Corporate которые разработали зооморфных роботов BionicANTs [3], BionicKangaroo [4], BionicCobot [5] – показывают актуальность исследований и их необходимость для развития робототехники в будущем. Исследования в области бионики дают возможность создавать зооморфных роботов с динамическими характеристиками движения, которые приближены к их реальным прототипам – живым существам.

Целью данной статьи является выработка общих требований и принципов по построению подобных зооморфных систем с предоставлением примера конструкции такого робота.

В целом, идея использования шагающих роботов в различных сферах применения, рассматривается многими исследователями, ведь данная платформа объединяет в себе следующие неоспоримые достоинства: большое число степеней свободы, конечности таких роботов могут занимать различные положения: от вертикального, до горизонтального, что позволяет им прыгать, переступать обьекты и т.п.; приспособленность к среде жизни человека, шагающая платформа позволяет повысить проходимость и сделать её возможной в участках с неоднородной, сильно пересеченной местностью, по поверхности со сложным рельефом, такими как завалы, а также внутри зданий и сооружений, где необходимо перемещаться по лестницам и узким коридорам и шахтам, так как шагающий робот во время передвижения использует малую площадь для опоры и тем самым не создает значительного давления на поверхность[6].

Однако, не следует забывать и о общих недостатках этого типа платформ: относительно высокие энергозатраты и небольшой показатель скорости.

Выбор же конкретных конструкций зависит от задач, поставленных перед шагающей машиной. Возможность применения упрощенной конструкции, сокращения подвижности конечностей, упрощения систем управления, обеспечения движения возникает в случаях, когда к роботу не предъявлены требования перемещения по сложным поверхностям, или же в тех случаях, когда часть управления берет на себя оператор. В более жестких условиях, при необходимости действовать полностью или частично автономно и при заранее неизвестном состоянии опорной поверхностью, робот должен иметь конструкцию с большей степенью подвижности конечностей[7]. Это приводит к необходимости построения сложной системы управления. Конкретный уровень автоматизации управления движением шагающей машины зависит, от назначения машины и условий ее применения. Так информационные роботы, работающие в экстремальных условиях, при заранее неизвестном рельефом местности должны использовать сложные бортовые вычислительные комплексы, а для технологических шагающих машин применение таких систем не целесообразно.

Задачами системы управления становится управление большим числом степеней свободы, обеспечение требуемых кинематических и динамических параметров шагающих аппаратов, а в случае автономных роботов добавляются задачи навигации и ориентации в пространстве. Высокая неопределенность окружающей обстановки ограничивает возможность использования жестких алгоритмов управления конечностями. Очевидно, что в состав системы управления должны входить устройства определения положения корпуса робота и его конечностей в пространстве, контроля опорной поверхности, оценки и выбора маршрута движения, устройства для расширения функциональности робота, выполнения каких-либо сервисных функций.

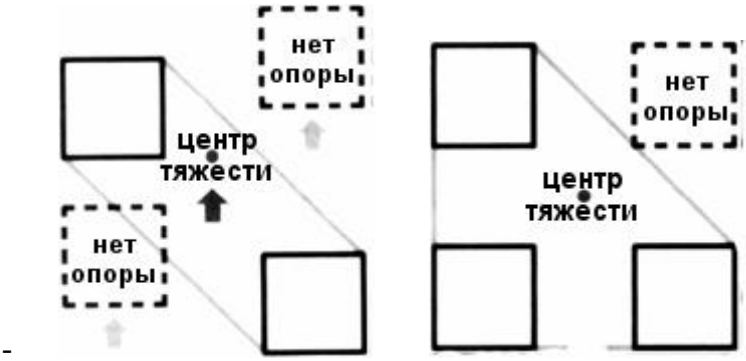
Наиболее перспективным решением является заимствование алгоритмов перемещения конечностей у представителей живой природы (насекомых, млекопитающих, членистоногих). Однако простое копирование алгоритмов и траекторий движения конечностей недостаточно для того чтобы обеспечить движение робота по сложному рельефу. Необходимо построить систему очувствления робота и разработать алгоритмы корректировки движения каждой конечности, представляющую собой отдельный объект управления с одной стороны и часть системы обеспечения устойчивости — с другой, не смотря на то, что структура живых организмов гораздо сложнее и многограннее, нежели тех, что были когда-либо созданы человеком, так как живые организмы характеризуются способностью воспринимать даже мельчайшие изменения окружающей среды, запоминать и учитывать эти изменения в своем дальнейшем поведении, а так же реагировать на них, основываясь на предыдущем опыте. Технические системы, созданные человеком, не имеют внутреннего динамического равновесия, и в этом смысле они статичны. В живой же природе мы имеем дело с органическими структурами и тканями, которые непрерывно разрушаются и восстанавливаются, а постоянство их форм поддерживается за счет непрерывного восстановления, и эта разница с технико-технологической точки зрения весьма существенна; еще не создано аналогичных искусственных моделей со сходными принципами. Конструктивные системы живых организмов формируются по принципу экономии материалов и обеспечения надежности конструкции, поэтому в бионике выделяют два главных принципа: методы природных построений следует разумно использовать в технике, и тенденция к минимизации затрат в реализуемых технических изделиях[8].

Управление каждой конечностью может осуществляться отдельным автономным модулем, который взаимодействует с другими такими же модулями. Взаимодействие между частями (модулями) системы обеспечения устойчивости и движения представляет собой отдельный объект исследования. Алгоритмы их взаимодействия должны учитывать состояние каждого из них и вносить необходимые изменения в процессе шагания.

В процессе ходьбы каждая нога может находиться в одном из двух принципиально различных состояний: опорное положение – в это время нога касается поверхности и служит опорой для корпуса аппарата; свободное положение – в это время нога находится над поверхностью и «готовится» к выполнению опорных функций на следующем шаге.

В процессе ходьбы ноги шагающего аппарата попеременно занимают то опорное, то свободное положения, причем, в течение одного цикла каждая нога занимает то и другое положение один раз[9]. Последовательность, в которой при ходьбе происходит чередование опорного и свободного положений всех ног аппарата, определяет конкретный способ его передвижения или его походку.

На рисунках 1а) и 1б) показаны два основных типа перемещения шагающих аппаратов: с попеременным перемещением ног (т.е. две диагонально расположенные ноги находятся в состоянии свободы, а две другие – в опорном положении) и по схеме треугольника (три ноги находятся в опорном состоянии и образуют устойчивый треугольник, относительно центра тяжести робота, пока одна нога находится в положении свободы).



а) б)

Схема попеременного перемещения ног зооморфного робота (а)
Схема перемещения ног «треугольником» зооморфного робота (б)
Рисунок 1 – Основные типы походки зооморфных роботов

Рассмотрим пример разработки конструкции зооморфного робота. В данном случае, в качестве бионического образца для шагающей платформы выступает животное семейства кошачьих. Первым этапом является анализ основных интересующих нас характеристик и свойств рассматриваемого объекта, вторым – на основе полученных данных, разработка средств, максимально повторяющих особенности строения оригинала[10].

Конструкционно, робот состоит из двух основных звеньев – передней и задней платформы, соединенных между собой позвоночником. На передней платформе находится место для установки микроконтроллера, датчиков и средств для навигации в пространстве, на задней же – место для аккумуляторных батарей и других дополнительных устройств.

Проанализировав опорную систему костей были выделены основные звенья будущих ноги робота, а на основе мышечной системы были предложены средства, приводящие в движения звенья. Костный скелет каждой ноги состоит из трех составляющих, представляющих собой свободно соединенные упрощенные модели главных костей, с «плечевой» костью подсоединенной к серводвигателю. В качестве средств, заменяющих мышечный скелет, была спроектирована система пружин, которые жестко подсоединены к другому серводвигателю и выполняют роль мышц, то есть отвечают за сгибание и разгибание ноги, а так же выполняют роль демпфирующей «подвески» и стабилизируют походку робота.

В роли среды разработки 3D модели выбран CAD SolidWorks, который позволяет использовать метод твердотельного моделирования для создания отдельных составляющих деталей, с последующей реализацией их в виде сборки всех элементов

составных звеньев и робота в целом. Также, SolidWorks является одной из самых распространенных CAD систем, что дает возможность импортировать полученную модель в доступный формат для печати ее на 3D принтере.

Разработанная 3D модель робота представлена на рисунке 2.

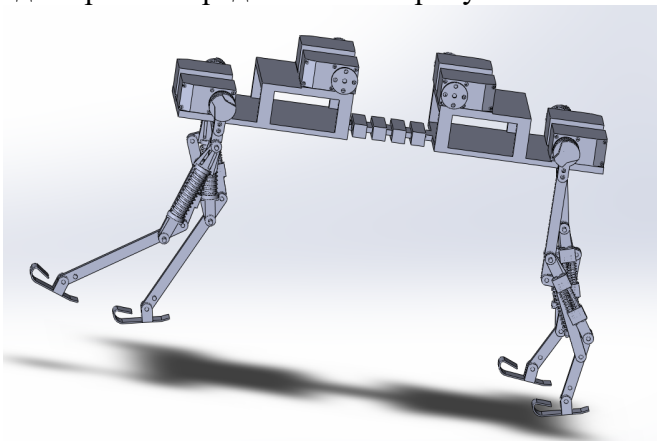


Рисунок 2 – Пример построения шагающего зооморфного робота

В данной работе были рассмотрены основные принципы и требования к разработке шагающих платформ к зооморфным роботам, проведен анализ необходимых свойств, которыми должна обладать такая система и основіваясь на них была построена 3D модель зооморфного робота. В перспективе, данный робот будет модифицирован, в нем будет внедрена конструкция гибкого позвоночника, головы с установленной веб-камерой, хвоста, и установлена система управление на основе Raspberry PI 3[11] которая даст возможность создания имитации поведения с использованием искусственного интеллекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. SpotMini | Boston Dynamics [Электронный ресурс] — режим доступа: https://www.bostondynamics.com/spot-mini
2. Spot | Boston Dynamics [Электронный ресурс] — режим доступа: https://www.bostondynamics.com/spot
3. BionicANTs | Festo Corporate [Электронный ресурс] — режим доступа: https://www.festo.com/group/en/cms/10157.htm
4. BionicKangaroo | Festo Corporate [Электронный ресурс] — режим доступа: https://www.festo.com/group/en/cms/10219.htm
5. BionicCobot | Festo Corporate [Электронный ресурс] — режим доступа: https://www.festo.com/group/en/cms/12746.htm
6. Голубев Ю. Ф., Охоцимский Д. Е. Механика и управление движением автоматического шагающего аппарата. — М.: Наука, 1984. 312 с.
7. Фокин В. Г., Шаныгин С. В. Обзор и перспективы развития мобильных шагающих робототехнических систем // Молодой ученый. — 2015. — №18. — С. 207-215.
8. Липов А. Н. У истоков современной бионики. Биоморфологическое формообразование в искусственной среде // Полигнозис. № 1-2. 2010. Ч. 1-2. С. 126-136.
9. Накано Э. 'Введение в робототехнику' - Москва: Мир, 1988 - с.334
10. Yevsieiev V, Volobuiev V., Saliieva V., Analysis and modeling design of prototypes of the limbs of zoomorphic robot // Материалы к 5 международной научно-практической интернет-конференции молодых ученых и студентов. – 2017. – Ч. 2 – С. 137-141
11. Raspberry Pi3 model B | Raspberyy Pi [Электронный ресурс] — режим доступа: https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/

12.Невлюдов І.Ш. Н40 Автоматизована система керування технологічними процесами в SCADA системі TRACE MODE 6: Навчальний посібник / І.Ш. Невлюдов, А.О. Андрусевич, В.В. Євсєєв, С.С. Максимова, М.Г. Стародубцев, В.В.Невлюдова. Кривий Ріг: Криворізький коледж НАУ, 2018. 320 с.

13. Невлюдов, І.Ш. Автоматизована система керування технологічними процесами в SCADA системі TRACE MODE 6: Навчальний посібник [Текст] / І.Ш. Невлюдов, А.О. Андрусевич, В.В. Євсєєв, С.С. Максимова, М.Г. Стародубцев, В.В.Невлюдова. – Кривий Ріг: КК НАУ, 2018. – 316 с