



Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
**«Национальный исследовательский
Томский государственный университет»**



II Международная конференция
«Когнитивная Робототехника»
в рамках Международного форума
«Интеллектуальные системы 4-й промышленной революции»



СБОРНИК ТЕЗИСОВ КОНФЕРЕНЦИИ

Спонсор



Организаторы



Национальный
исследовательский
Томский
государственный
университет



ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ



Hochschule Anhalt



АИПОТТО



22-25 ноября 2017 года
г. Томск

Когнитивная робототехника: материалы II международной конференции (22-25 ноября 2017 г.) / под ред. В.И. Сырямкина, А.В. Юрченко; Томский государственный университет. – Томск, 2017 – 86 с.

Сборник предназначен для специалистов, исследователей в сфере робототехники, приборостроения, а также по проблемам НИРС в вузах.

Секции конференции:

Секция 1. Когнитивные технологии и искусственный интеллект в система управления роботизированных комплексов наземного, воздушного и подводного базирования.

Секция 2. Сенсорное обеспечение роботизированных комплексов наземного, воздушного и подводного базирования.

Секция 3. Проектирование роботизированных комплексов (БПЛА, АНПА).

Секция 4. Психоэмоциональные и социогуманитарные аспекты в робототехнике.

Секция 5. Образовательная робототехника.

При финансовой поддержке РФФИ
Грант № 17-08-20559

Организаторы форума

- Российский Фонд Фундаментальных исследований
- Национальный исследовательский Томский государственный университет
- Национальный исследовательский Томский политехнический университет
- АО «Научно-исследовательский институт полупроводниковых приборов» (г. Томск)
- Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, (г. Барнаул)
- Карагандинский Государственный Технический Университет, (г. Караганда, Казахстан)
- АО «Информационные спутниковые системы имени академика М.Ф. Решетнева», (г. Железногорск)
- Ассоциация инновационных предприятий и организаций города Томска и Томской области
- Anhalt University of Applied Sciences (г. Кётен, Германия)
- National Instruments Corporation (г. Остин, США)
- ООО «Радиовидение» (г. Томск)
- Всероссийское общество изобретателей и рационализаторов (ВОИР).

Спонсоры

National Instruments Corporation (г. Остин, США)

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

- Председатель: Сырямкин В.И., д.т.н., профессор, директор Центра Превосходства «Интеллектуальные технические системы», заведующий кафедрой управления качеством, заслуженный работник Высшей Школы РФ, лауреат Премии Правительства РФ в области образования;
- Сопредседатель: Юрченко А.В., д.т.н., старший научный сотрудник международной лаборатории «Системы технического зрения», профессор НИ ТПУ;
- Сопредседатель: Шидловский С.В., д.т.н., декан ФИТ НИ ТГУ, зав. лаб. высокопроизводительных реконфигурируемых систем НИ ТГУ, профессор НИ ТПУ;
- Ивонин И.В., д.ф.-м.н., профессор, проректор НИ ТГУ по научной работе;
- Эдуард Сименс, профессор Anhalt University of Applied Sciences;
- Якубов В.П., д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой радиофизики РФФ НИ ТГУ;
- Мехтиев А.Д., к.т.н., заведующий кафедрой «Технологии и системы связи» Карагандинского государственного технического университета;
- Шипилов С.Э., к.ф.м.н., доцент кафедры радиофизики РФФ НИ ТГУ;
- Козлов А.В., учёный секретарь, к.т.н., научный сотрудник ИОА СО РАН;
- Верховский А.Ю., заведующий лабораторией биохимии транспортных систем НИ ТГУ;
- Солдатов А.Н., д.ф.-м.н., профессор, заслуженный изобретатель РФ;
- Шашев Д.В., к.т.н., заместитель декана ФИТ НИ ТГУ по научной работе;
- Сатаров Р.Н., директор ООО «Радиовидение»;
- Сырямкин М.В., заместитель декана ФИТ НИ ТГУ по инновационной деятельности;
- Ананьин А.А., руководитель научно-образовательных проектов National Instruments;
- Погуда А.А., к.т.н., старший преподаватель кафедры информационного обеспечения инновационной деятельности, заместитель декана ФИТ НИ ТГУ;
- Кузнецов Д.Н., инженер лаборатории высокопроизводительных реконфигурируемых систем НИ ТГУ;
- Долгая Д.А., инженер лаборатории высокопроизводительных реконфигурируемых систем НИ ТГУ.

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

- Председатель: Юрченко А.В., д.т.н., старший научный сотрудник международной лаборатории «Системы технического зрения», профессор НИ ТПУ;
- Сопредседатель: Сырямкин В.И., д.т.н., профессор, директор Центра Превосходства «Интеллектуальные технические системы», заведующий кафедрой управления качеством ФИТ НИ ТГУ, заслуженный работник Высшей Школы РФ, лауреат Премии Правительства РФ в области образования;
- Сопредседатель: Шидловский С.В., д.т.н., декан ФИТ НИ ТГУ, зав. лаб. высокопроизводительных реконфигурируемых систем НИ ТГУ, профессор НИ ТПУ;
- Шашев Д.В., к.т.н., заместитель декана ФИТ НИ ТГУ по научной работе;
- Титов В.С., к.т.н., профессор, заслуженный деятель наук РФ, заведующий кафедрой вычислительной техники Юго-Западного государственного университета, (г. Курск);
- Сырямкин М.В., заместитель декана ФИТ НИ ТГУ по инновационной деятельности;
- Лопота А.В., директор-главный конструктор Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики (г. Санкт-Петербург);
- Солдатов А.Н., д.ф.-м.н., профессор, заслуженный изобретатель РФ;
- Мещеряков Р.В., проректор ТУСУР по научной работе и инновациям, Председатель Национального комитета RoboCup;
- Никола Собоутинов, профессор, академик Болгарской академии наук;
- Венгринович В.Л., д.т.н., профессор, заведующий лабораторией вычислительной диагностики Института прикладной физики Национальной академии наук Беларуси (г. Минск, Белоруссия);
- Сунцов С.Б., к.т.н., начальник отдела АО «Информационные спутниковые системы» им. академика М. Ф. Решетнева (г. Железногорск);
- Мехтиев А.Д., к.т.н., заведующий кафедрой «Технологии и системы связи» Карагандинского государственного технического университета;
- Якунин А.Г., профессор, заведующий кафедрой информатики, вычислительной техники и информационной безопасности Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова;
- Титов Д.В., к.т.н., доцент кафедры «Вычислительная техника», Юго-Западный государственный университет, (г. Курск);
- Эдуард Сименс, профессор Anhalt University of Applied Sciences;
- Jurgen Schreiber, CEO German-Korean Company «NUGA LAB GmbH», Prof. Fraunhofer Institute of Ceramic Technology and Systems;
- Шандаров Е.С., заведующий лабораторией робототехники и искусственного интеллекта ТУСУР, ответственный секретарь Российского Национального комитета RoboCup;
- Попков А.И., директор ООО «Попков Роботикс»;
- Косаченко С.В., заместитель директора по ИТ ОГБОУ «Томский физико-технический лицей»;
- Зильберман Н.Н., доцент кафедры гуманитарных проблем информатики, философского факультета НИ ТГУ;
- Якубов В.П., д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой радиофизики НИ ТГУ.

СОДЕРЖАНИЕ

КОГНИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ НАЗЕМНОГО, ВОЗДУШНОГО И ПОДВОДНОГО БАЗИРОВАНИЯ

СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ <i>Бондарчук А.С.</i>	9
РЕАЛИЗАЦИЯ НОГ-ДЕСКРИПТОРОВ В СРЕДЕ SIMULINK MATLAB <i>Боровик В.С., Шидловский С.В.</i>	11
КОГНИТИВНЫЕ РОБОТЫ С ПОДРАЖАТЕЛЬНЫМ МЫШЛЕНИЕМ И АДАПТИВНЫМ ПОВЕДЕНИЕМ <i>Брындин Е.Г.</i>	13
РАСПОЗНАВАНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПО ТЕМБРУ ГОЛОСА ЖИВОГО СУЩЕСТВА НА ОСНОВЕ ОБУЧАЕМЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ <i>Гафуров О.М., Гафуров А.О., Сырямкин В.И.</i>	14
КОГНИТИВНАЯ МЕТОДИКА ПРОГНОЗА НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ ПАТТЕРНОВ <i>Гафуров О.М., Гафуров Д.О., Лю Дунчжоу</i>	17
ОСНОВЫ МЫШЛЕНИЯ, ПАТТЕРНЫ <i>Гафуров О.М. Гафуров Д.О., Сырямкин В.И.</i>	20
АРХИТЕКТУРА АДАПТИВНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ НЕЧЁТКОГО ВЫВОДА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ В ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ <i>Гимазов Р.У. Шидловский С.В.*</i>	22
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ ФУНКЦИЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ЭКСПЕРТНЫХ ДАННЫХ <i>Горбачев С.В., Сырямкин В.И. Абрамова Т.В.</i>	23
ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА А* ДЛЯ РАСЧЕТА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ <i>Гуцал В.А.</i>	25
РАЗВИТИЕ КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕПЛОСОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ В КАЗАХСТАНЕ <i>Кишлова А.А. Томилова Н.И.</i>	26
ПОСТРОЕНИЕ КАРТ ДЛЯ МОБИЛЬНОГО РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА ПРИ ПОМОЩИ ВИЗУАЛЬНОЙ ОДОМЕТРИИ <i>Окунский М.В., Пославский С.</i>	28
МЕТОДЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ <i>Пославский С.И., Окунский М.В.</i>	29
ИНЕРЦИАЛЬНАЯ НАВИГАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА <i>Таганов А.А.</i>	30
МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ ПОЛЕТА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА <i>Таганов А.А.</i>	31

ПОДХОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ «УМНОГО ДОМА» <i>Федорова Т.В.</i>	32
АНАЛИЗ СИТУАЦИИ В ПОСТРОЕНИИ 3D КАРТ ДЛЯ SLAM-НАВИГАЦИИ <i>Нгуен Хоанг Тхуи Чанг</i>	34
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОДСИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ АВТОНОМНЫХ ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ <i>Шихман М.В.¹, Шидловский С.В.²</i>	35
СЕНСОРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РОБОТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ НАЗЕМНОГО, ВОЗДУШНОГО И ПОДВОДНОГО БАЗИРОВАНИЯ	
СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ АВТОНОМНЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ <i>Бондарчук А.С.</i>	38
МНОГОКОМПОНЕНТНЫЙ ИНЕРЦИАЛЬНЫЙ МОДУЛЬ ВЫПОЛНЕННЫЙ НА ОДНОМ ЧИПЕ <i>Глушков Г.С.</i>	40
СРАВНЕНИЕ РЕАЛИЗОВАННЫХ НА БАЗЕ ПЛИС АЛГОРИТМОВ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ ПОЛУТОНОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ <i>Шатравин В., Шашев Д.В.</i>	41
ПРОЕКТИРОВАНИЕ РОБОТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ (БПЛА, АНПА)	
ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ С ПОВЫШЕННОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ <i>Гимазов Р.У., Шидловский С.В.*</i>	44
АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ЧАСТНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА БАЗЕ БПЛА <i>Глушков Г.С.</i>	45
АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОРИЕНТАЦИИ ОБЪЕКТА В ПРОСТРАНСТВЕ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ С МОДУЛЯ IMU <i>Кутков В.В.</i>	46
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ROS ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОБИЛЬНЫМИ РОБОТАМИ КАРТ МЕСТНОСТИ <i>Окунский М.В., Пославский С.И.</i>	48
АЛГОРИТМЫ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ПЛОСКОСТИ <i>Пославский С.И., Окунский М.В.</i>	49
ПРОЕКТИРОВАНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОГО РОБОТА НА ОСНОВЕ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА И КОЛЕСА <i>Фирсов И.С., Сырямкин В.И., Гуцул В.И.</i>	51
ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫЕ И СОЦИОГУМАНИТАРНЫЕ АСПЕКТЫ В РОБОТОТЕХНИКЕ	
MODELING EMOTIONS IN COGNITIVE ARCHITECTURES CONSIDERING EMOTIONS SIMULTANEOUS INSTEAD OF SEQUENTIAL <i>Qaseem Ramzan^{1,2}, Vladimir Syryamkin¹</i>	54
МЕТОДЫ И ПОДХОДЫ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ ВЫСОКОТОЧНОЙ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ, ЗАРЕГИСТРИРОВАННОЙ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫМ КОМПЛЕКСОМ НА НАНОСЕНСОРАХ	

<i>Го Вэньцзя, Рыбалка С.А., Южаков М.М., Иванов М.Л., Нгуен Данг Куанг, Кодермятов Р.Э., Максимов И.В.*, Зимин И.А.*</i>	56
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЧЕТКИХ ЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО АГЕНТА В КОГНИТИВНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ	
<i>Горбачев С.В., Сырямкин В.И.</i>	61
СОЦИОГУМАНИТАРНЫЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВКИ ПРОФЕССИОНАЛОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОГО ОБЩЕСТВА	
<i>Ливенцова Е.Ю., Сырямкина Е.Г., Румянцева Т.Б.</i>	63
УПРАВЛЕНИЕ МЕХАТРОННЫМИ УСТРОЙСТВАМИ СРЕДСТВАМИ НЕЙРОИНТЕРФЕЙСА BRAINLINK LITE	
<i>Лобода Ю.О., Рачкован О.А., Функ А.В., Гасымов З.А.</i>	64
ВЛИЯНИЕ РОБОТОВ НА ЖИЗНЬ ЛЮДЕЙ	
<i>Чирва А.С.</i>	66
ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА	
КАК ПОДГОТОВИТЬСЯ К РЕГЛАМЕНТУ «ЗАХВАТ ФЛАГА» НА КУБОК ГУБЕРНАТОРА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ	
<i>Бусыгин А.С.</i>	68
ROBOSUP JUNIOR ONSTAGE И ТАНЦЫ АНДРОИДНЫХ РОБОТОВ, ЭТАПЫ РЕАЛИЗАЦИИ ВЫСТУПЛЕНИЯ (СХОДСТВА И РАЗЛИЧИЯ)	
<i>Голанова А.А.</i>	69
К ВОПРОСУ О МИНИМИЗАЦИИ РИСКОВ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ РОБОТОТЕХНИКИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ	
<i>Квеско С.Б.¹, Иванова А.А.¹, Шинн Татьяна²</i>	71
УМНАЯ ОДЕЖДА: ОТ НОСИМЫХ УСТРОЙСТВ К КОГНИТИВНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ	
<i>Миньков С.Л.</i>	77
СЦЕНАРИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «РОВОBALL» В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ	
<i>Полынцев Е.С., Проказина И.Ю., Шандаров Е.С.</i>	79
ПРИМЕНЕНИЕ БИБЛИОТЕКИ «ORB_SLAM2» НА МАКЕТЕ МОБИЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ	
<i>Пугачев П.Е., Шандаров Е.С.</i>	81
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ 3D-ПЕЧАТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКЕ	
<i>Фокин А. О.</i>	82
ПРИМЕНЕНИЕ FX-TRN-BEG-EUI ПРИ ИЗУЧЕНИИ РОБОТОТЕХНИКИ И ПРОГРАММИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	
<i>Якупова О.В.</i>	84

Секция 1.
**Когнитивные технологии и искусственный
интеллект в системах управления
роботизированных комплексов наземного,
воздушного и подводного базирования**

СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Бондарчук А.С.

Национальный исследовательский Томский государственный университет
bondarchuk.a.c@gmail.com

Данная работа посвящена реализации алгоритмов распознавания образов, используя устройство NI MyRIO и программное обеспечение LabVIEW. Создаваемый виртуальный инструмент предназначен для обнаружения наземных транспортных средств на изображении или видеопотоке с камеры видеорегистратора, установленной в автомобиле (рис.1).

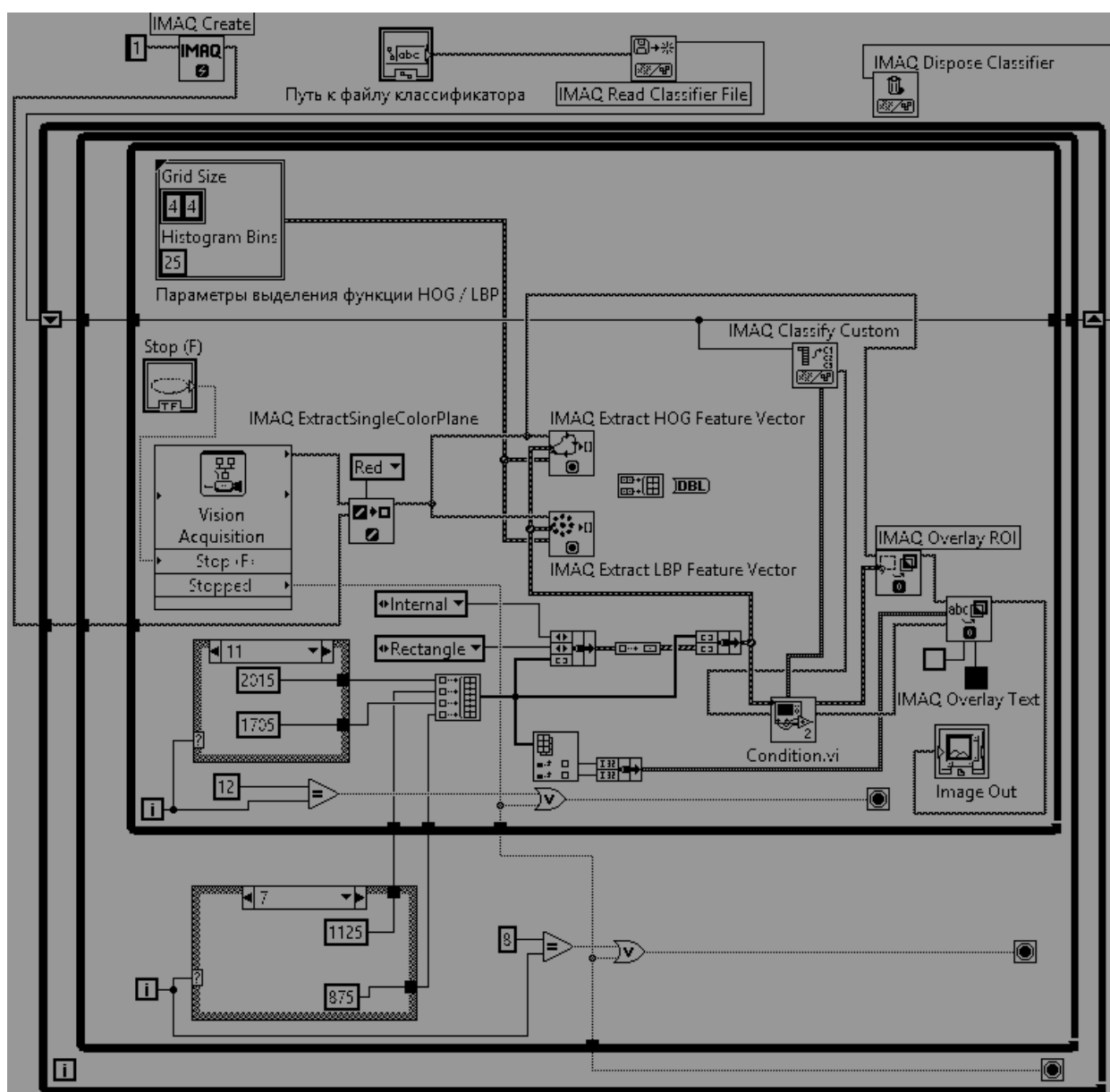


рис.1. Блок-схема ВИ предназначенного для распознавания образов на кадрах видеорегистратора

После установки и настройки блока Vision Acquisition, создаётся цикл While, внутри которого далее строится вся блок-схема. Регионы, в которых будет производиться классификация, будут перемещаться по изображению с определённым интервалом. Перемещение будет начинаться с левого верхнего угла и двигаться на право пока не дойдёт до конца изображения. Далее регион сместится вниз на определённый интервал, и снова из самой левой части изображения будет двигаться на право. Таким образом, области, в которых будет проводиться распознавание, будут перемещаться по всему изображению.

На вход Case Structure подаётся значение цикла итераций (i). Эти структуры будут отвечать за координаты сторон регионов интереса. Из полученных, таким образом, координат, создаётся массив данных с помощью блока

Build Array. Этот массив подаётся на функцию Bundle, а именно на вход, для третьего элемента кластера. На вход, для первого и второго элемента, подаются Enum Constant. Это константа используемая для создания списка строковых меток с соответствующими целыми значениями, которые можно выбрать на блок-схеме [1]. По умолчанию числовое представление этой константы представляет собой 16-разрядное беззнаковое целое число. Для настройки константы, после нажатия на неё правой кнопкой мыши, выбирается раздел Properties. В появившемся окне, во вкладке Appearance, в разделе Label, прописывается слово ID. В следующей вкладке Data Type числовое представление этой константы изменяется на 32-разрядное беззнаковое целое число. Во вкладке Edit Items добавляются метки External со значением 0 и Internal со значением 1. После нажатия кнопки ОК, в константе выбирается метка Internal. На вход, для второго элемента кластера, создаваемого с помощью функции Bundle, подаётся другая Enum Constant. При её настройке во вкладке Appearance, в разделе Label, прописывается слово Type. Data Type ставится 32-разрядным, а в Edit Items добавляются метки со значениями: No Selection – 0, Point – 1, Line – 2, Rectangle – 3, Oval – 4, Polygon – 5, Free – 6, Unused1 – 7, Unused2 – 8, Unused3 – 9, Broken Line – 10, Free Hand Line – 11. После нажатия кнопки ОК, в константе выбирается метка Rectangle. Получившийся кластер из трёх элементов преобразуется в массив данных. Он подаётся на функцию Bundle, как второй элемент, создающегося нового кластера. На вход для первого элемента подаётся массив координат. Созданный таким образом новый кластер представляет собой регионы интереса (ROI).

Кадры получаемые с помощью блока Vision Acquisition будут поступать на блок IMAQ ExtractSingleColorPlane (для преобразования в кадры в градациях серого). Далее на входы блоков IMAQ Extract HOG Feature Vector и IMAQ Extract LBP Feature Vector проводятся преобразованные кадры и кластер ROI. Затем сформированный вектор признаков поступает на вход блока IMAQ Classify Custom, который классифицирует этот вектор с помощью классификатора. Классификатор был обучен трём классам: “negative”, представляющий собой образцы, на которых отсутствуют транспортные средства; “Backside”, который содержит образцы транспортных средств, вид сзади; “Frontside”, который содержит образцы транспортных средств, вид спереди. Был создан суб ВИ, в котором отсеивается ненужная информация об объектах, не представляющих интерес для разрабатываемой системы технического зрения. Блок-схема виртуального инструмента Condition представлена на рисунке 2.

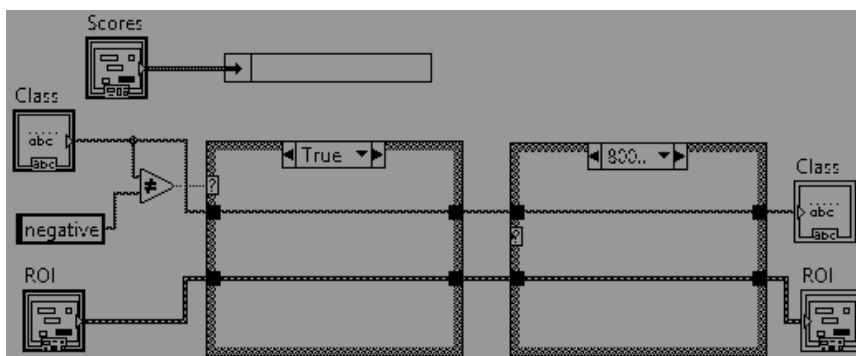


рис.2. Блок-схема ВИ Condition

Данный метод обнаружения образов инвариантен к изменениям в условиях освещения и небольшим поворотам изображения. Размер рассматриваемых регионов можно устанавливать в зависимости от того, на каком расстоянии от камеры требуется распознать интересные объекты.

Используемый в этом ВИ метод обнаружения образов может распознать только объекты определённых размеров. Также размер интервала, с которым регионы перемещаются по изображению, влияет на вероятность того, что объект интереса окажется не полностью внутри региона. Уменьшение интервалов или увеличение количества рассматриваемых размеров, делает процесс обработки одного кадра более медленным. Для уменьшения времени, за которое обрабатывается изображение, перемещение регионов интереса устанавливалось не по всему изображению, а только в тех местах, где могут находиться необходимые объекты.

Работа выполнена в Томском государственном университете при финансовой поддержке Минобрнауки России, уникальный идентификатор проекта RFMEFI57817X0241.

Список публикаций:

[1] Семенов С. С., Педан А. В., Смолева А. В. Применение технологии распознавания образов как инструмент решения задач технической разведки техники связи и автоматизированных систем управления // Системы управления, связи и безопасности. 2015. №1. С.26-36.

РЕАЛИЗАЦИЯ HOG-ДЕСКРИПТОРОВ В СРЕДЕ SIMULINK MATLAB

Боровик В.С.,

Шидловский С.В.

Национальный исследовательский Томский государственный университет

borovik_vasilij@mail.ru

Гистограмма направленных градиентов (англ. Histogram of Oriented Gradients, HOG) – метод информационной оценки особых точек изображения, основанный на подсчете количества направленных градиентов в пространстве этих точек. Используется в задачах распознавания изображения для выделения и получения признаков объекта интереса совместно с выбранным классификатором.

Впервые гистограмма направленных градиентов была представлена в работе Навнит Далалом и Биллом Трингсом в июне 2005 года. Они применяли этот метод для распознавания пешеходов на статичных изображениях. В настоящее время этот метод широко используется не только для нахождения пешеходов, но и распознавания лиц, автомобилей и других объектов на видеопоследовательностях.

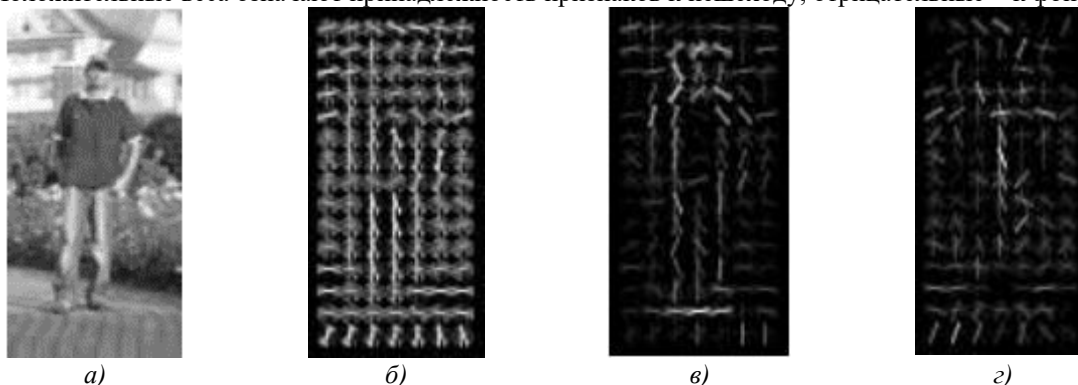
Основной идеей алгоритма является допущение, что внешний вид и форма объекта на участке изображения могут быть описаны распределением градиентов интенсивности или направлением краев [1]. Такое описание проводится путем разделения изображения на ячейки и построения гистограмм направленных градиентов пикселей ячеек. Результатом работы алгоритма является дескриптор, включающий в себя комбинацию полученных гистограмм.

Работа алгоритма происходит в несколько этапов:

1. Вычисление градиента ячейки;
2. Вычисление гистограмм ячеек;
3. Формирование и нормирование блоков дескрипторов;
4. Классификация HOG-дескрипторов.

В качестве классификатора в основном используется метод опорных векторов (англ. support vector machine, SVM), в основе которого лежит принцип изменения исходного векторного пространства в пространство с более высокой размерностью, а также поиск оптимальной гиперплоскости, разделяющей классифицируемые признаки [2].

В качестве примера была взята задача распознавания пешехода. Результатом работы классификатора являются два образа объекта с положительными и отрицательными весами опорных векторов соответственно (рис.1 в, г). Положительные веса означают принадлежность признаков к пешеходу, отрицательные – к фону.



а – исходное изображение; б – гистограмма направленных градиентов; в – дескриптор HOG с положительными весами; г – дескриптор HOG с отрицательными весами;
рис.1.Пример распознавания с использованием HOG-дескрипторов [3]

Реализация алгоритма распознавания проводилась в среде MATLAB с помощью инструментов встроенного пакета IMAGE PROCESSING AND COMPUTER VISION, позволяющего проводить машинное обучение для создания классификатора. Классификатор необходим для принятия решения о принадлежности объектов изображения к объектам интереса путем поиска совпадений признаков на изображении с признаками модели. В данной задаче такие признаки выделены с помощью HOG дескрипторов.

Построение программной модели происходило следующим образом:

1. Были взяты фотографии видеоданных с видеорегистратора, которые подходят по условиям к решаемой задаче. Всего было взято 30 фотографий с наличием пешехода и 12 фотографий, на которых пешеход отсутствовал.

2.С помощью приложения «Training Image Labeler» был выделен объект «pedestrian» на каждом из положительных снимков;

3.С помощью «TrainCascadeObjectDetector» проводилось обучение классификатора с использованием HOG-дескрипторов;

4.Затем классификатор осуществлял сканирование загружаемого изображения на наличие объекта «pedestrian».

В результате работы программы удалось распознать и классифицировать пешехода на исходных изображениях (рис. 3).



рис.2.Пример анализируемого изображения



рис.3.Пример распознавания объекта

По полученным результатам можно сделать вывод, что алгоритм распознавания пешеходов с использованием гистограмм направленных градиентов является довольно эффективным методом и имеет ряд преимуществ, таких как инвариантность к освещению и повороту объекта, которые позволяют использовать его в качестве одного из алгоритмов оценки дорожной ситуации. Отсутствие шаблонного сканирования позволяет экономить вычислительные ресурсы, что будет положительно сказываться на автономности конечной вычислительной системы.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-07-01138 А.

Список публикаций:

[1] Гистограмма направленных градиентов. [Электронный ресурс]. – URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Гистограмма_направленных_градиентов (дата обращения: 1.11.2017).

[2] Метод опорных векторов. [Электронный ресурс]. – URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_опорных_векторов (дата обращения: 1.11.2017).

[3] N.Dala, V.Triggs. Histograms of Oriented Gradients for Human Detection. [Электронный ресурс]. – URL: <http://lear.inrialpes.fr/people/triggs/pubs/Dalal-cvpr05.pdf> (дата обращения: 1.11.2017).

КОГНИТИВНЫЕ РОБОТЫ С ПОДРАЖАТЕЛЬНЫМ МЫШЛЕНИЕМ И АДАПТИВНЫМ ПОВЕДЕНИЕМ

Брындин Е.Г.

*Исследовательский центр «ЕСТЕСТВОИНФОРМАТИКА»,
Суперкомпьютерная Технологическая Платформа,
Технологическая платформа «МЕДИЦИНА БУДУЩЕГО».*

Исследования и анализ языкового мышления позволили смоделировать когнитивные коммуникативно-ассоциативные символически-языковые функции. Коммуникативно-ассоциативная символически-языковая логика мышления, сетевая коммуникативно-ассоциативная реализация информационной потребности (задания роботу) и сущностные словари позволяют создавать когнитивных роботов с подражательным мышлением для различных сфер жизнедеятельности, в том числе и роботов лекторов и консультантов.

Когнитивный робот с подражательным мышлением имеет систему распознавания собеседника, систему речевого ввода информационных потребностей, систему реализации информационных потребностей (систему имитации подражательного мышления), нейросетевую систему синтеза речи по тексту реализации информационной потребности.

Система реализации информационной потребности содержит систему усвоения знаний, систему символически-языкового общения, систему обучения, базы знаний, базы умений, нейросетевую систему чтения, печатающую систему и систему графического отображения. Система обучения содержит подсистемы автоматического перевода. Система распознавания собеседников является нейросетевой системой.

Информационной единицей общения человека с роботом является информационная потребность. Собеседник использует информационные потребности, которые содержатся в базе знаний робота, а также комбинации информационных потребностей. Робот получает новые информационные потребности и их реализации во время его обучения. Многозначные слова информационной потребности имеют смысловую разметку. Когнитивная навигация робота на ее реализацию осуществляется через сущностный словарь. Например, смысловая разметка слова «сложить» указывает либо на лексическое значение, либо на арифметическое действие, либо на поведенческое действие.

Знакомство робота с человеком осуществляется через нейросетевую систему распознавания лиц. Если человек неизвестен роботу, то рецептивная система запоминает его речевой словарь и лицо. Если он известен роботу, то система настроит систему речевого ввода информационной потребности на речевой словарь собеседника. После этого начинается информационный контакт между роботом и человеком. Система речевого ввода преобразует речевую информационную потребность в текст на функциональном естественном языке.

Специализация когнитивных адаптивных роботов осуществляется на основе баз знаний, баз умений и средств реализации поведения. Например, средства реализации поведения позволяет роботу лектору по здоровому образу жизни обучать физическим упражнениям. Физкультуре для нормализации тонуса организма. Гимнастике для нормализации ритмов функционирования организма. Зарядке по нормализации энергетической системы. Адаптивное поведение направляется подражательным мышлением по заданию человека и осуществляется по моделям окружающей среды и поведения. Когнитивное управление поведением более надежно, чем телекоммуникационное. Программирование адаптивного поведения роботов осуществляется через программный интерфейс. Когнитивные роботы с подражательным мышлением и адаптивным поведением имеют перспективу широкого практического применения в качестве цифровых умных роботов лекторов и консультантов в образовательной деятельности цифровых университетов для обучения студентов на основе онлайн курсов. Когнитивных роботов с подражательным мышлением и программным интерфейсом можно использовать менеджерами и программировать на управление роботизированными умными фабриками (Evgeniy Bryndin. Cognitive Robots with Imitative Thinking for Digital Libraries, Banks, Universities and Smart Factories. *American Journal of Library and Information Science*. Vol. 1, No. 1, 2017, pp. 6-14).

РАСПОЗНАВАНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПО ТЕМБРУ ГОЛОСА ЖИВОГО СУЩЕСТВА НА ОСНОВЕ ОБУЧАЕМЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Гафуров О.М.,

Гафуров А.О., Сыряжкин В.И.

Национальный исследовательский Томский государственный университет

oleg.gafurov@mail.ru

Рассмотрены некоторые подходы к распознаванию и идентификации голоса человека или другого живого существа в режиме реального времени, в том числе и на основе нейроинформационных технологий с корректировкой идентификации на основе диалога человек-нейросистема. Приведена алгоритмическая и практическая реализация встроенного модуля НейроАудио и даны результаты его тестирования.

Ключевые слова: нейронная сеть, тембр голоса, алгоритмы, фонемы, слова-команды, обучение, атрибуты, выборка, преобразование Фурье.

Метод распознавания и идентификации по тембру голоса живого существа на основе обучаемых нейронных сетей в режиме реального времени и их реализация в интеллектуальной системе «НейроКибер» относится к области техники анализа речи, в частности, к системам формирования адаптивного поведения роботов в режиме реального времени, системам формирования ограничения несанкционированного доступа к материальным или информационным ресурсам на основе биометрической информации о говорящем. Техническим результатом является повышение надежности распознавания и идентификации по тембру голоса живого существа, а также к системам формирования адаптивного поведения роботов в режиме реального времени когда вычислительные и управляющие системы должны самостоятельно без помощи «переводчика - человека» воспринимать воздействие внешнего мира и действовать в нем, а также к системам обеспечения высокой помехоустойчивости распознавания при наличии шумов. Технический результат достигается тем, что использует в качестве параметрического описания тембра голоса живого существа сочетание сильно отличающихся по различительным признакам атрибуты акустического сигнала, а также используется механизм автоматизированного обучения, дообучения, переобучения обучаемых нейронных сетей в режиме реального времени, формирования идентификатора нового объекта на основе слов-команд или распознавание уже знакомых субъекта в изменяющихся внешних условиях.

Передача смысловой и эмоциональной информации между двумя субъектами (живыми в обычном понимании) происходит на основе звуковых волн, вызываемых колебательными модулированными процессами горловых связок (альвиол) людей и животных.

Робот и робототехнические системы могут совершать и принимать колебательные процессы в очень широком диапазоне, это радиоволны, электромагнитные, звуковые колебания и т.д. Во всем диапазоне колебаний звуковые колебания занимают очень узкий диапазон. Передача информации между двумя роботами может производиться в любом диапазоне, либо в области звуковых, неслышимых для уха человека или животного, или в области ультракоротковолновой радиосвязи.

Основные понятия колебательных процессов и распространения звуковых волн в атмосферном воздухе при нормальном давлении и средней температуре.

Волновое уравнение:

$$\frac{d^2 s}{dx^2} + \frac{d^2 s}{dy^2} + \frac{d^2 s}{dz^2} = \frac{1}{v^2} \frac{d^2 s}{dt^2} \quad (1.1)$$

V – скорость распространения волны, или

$$\Delta S - \frac{1}{v^2} \frac{d^2 s}{dt^2} \quad (1.2)$$

где $\Delta = \frac{d^2 s}{dx^2} + \frac{d^2 s}{dy^2} + \frac{d^2 s}{dz^2}$ - оператор Лапласа

В атмосфере (в идеальном газе) частота волны совпадает с частотой источника колебания волн. Данный факт, в связи с тем, что устройство горловых связок у различных людей и живых существ индивидуально, дает нам возможность разделить их между собой по голосу и правильно интерпретировать.

Человек с нормальным слухом способен воспринимать в форме звука только такие упругие волны частоты, которых не меньше 16 гц, и не больше 20 000 гц.. Чувствительность человеческого уха к волнам различной частоты неодинакова – она максимальна для волн с частотами порядка 1,5 - 3 кгц., эти закономерности обусловлены особенностями строения человеческого органа слуха. Верхние и нижние пределы частот у различных животных неодинаковы: у собак $\gamma = 38$ кгц, у летучих мышей и китов $\gamma \text{ max} \geq 100$ кгц. Волны с частотами $\gamma < 16$ кгц. называются инфразвуковыми, с частотами $\gamma > 20$ кгц. – ультразвуковыми, с $\gamma > 10$ в 9 степени кгц – гиперзвуковыми.

Люди и животные в связи с физиологией строения слухового и звуковоспроизводящего своих аппаратов слышат одни и те же звуки совершенно по разному. Наиболее правильно их слышит и понимает именно робот, причем его диапазон слышимости практически ничем неограничен. При правильной постановке – робот может оказаться большим помощником человека, он может услышать и понять язык животных, насекомых, опасное направленное излучение, зарегистрировать и распознать подслушивающие устройства, может служить сам постоянным излучающим источником информации.

Расчеты в системе «НейроКибер» исходят из расстояния в 1 метр от источника звука до робота, при нахождении человека перед микрофоном, при нормальном атмосферном давлении и наружной температуре 20° C ($\rho v = 418 \text{ кг/м}^2\text{сек}$)

Нейросетевые методы – это методы, базирующиеся на применении различных типов нейронных сетей (НС). НС состоит из элементов, называемых формальными нейронами, которые имитируют работу нейронов коры головного мозга. Каждый нейрон преобразует набор сигналов, поступающих к нему на вход, в выходной сигнал.

Предлагаемый метод обеспечивает устойчивое распознавание голоса человека или другого живого существа после соответствующего знакомства и идентификации его с помощью учителя.

Поставленная цель достигается тем, что обеспечивается постоянное сканирование окружающего пространства и производится непрерывное заполнение первого кольцевого буфера оцифрованным сигналом, получение спектра сигнала в квазилогарифмическом масштабе путем применения гребенки рекурсивных фильтров к сигналу и заполнение спектром сигнала второго кольцевого буфера, определение во втором кольцевом буфере наличия и границ речевого фрагмента на основе адаптивной оценки шумового окружения, перевод спектральных компонент речевого фрагмента в линейный буфер анализа.

С целью адаптации к шумовому окружению определение наличия и границ речевого фрагмента во втором кольцевом буфере производится анализом превышения спектральных компонент над адаптивными порогами шумового окружения и соответствия границ длительности и энергии имеемым эталонам записей базы данных, а при получении в процессе анализа значения «не голос живого существа» производится обновление порогов шумового окружения с помощью фильтра низкой частоты первого порядка.

В случае определения наличия голоса живого существа в оцифрованной записи сканированного окна определяется максимум в диапазоне окна, содержащим голос и вырезается фрагмент конечной, заранее заданной длины для формирования выборки, подаваемой на нейроэмулятор.

Параметризация данной выборки обеспечивается вычислением быстрого преобразования Фурье (БПФ), расчета мгновенных частот и фаз сигнала, энергии и осредненных амплитуд. Данная многомерная выборка подается на нейроэмулятор.

Распознавание производится по степени близости или идентификации нейроэмулятором данной выборки к введенным ранее идентифицированным субъектам, в случае неузнавания формируется сигнал «Не знаю», «Чужой».

Если есть необходимость в дальнейшем именно в данных условиях идентифицировать данный голос, то учитель-человек подает слово-команду «Знакомься» или нейроробот путем диалога формирует и вводит новый идентификатор, при этом происходит формирование эталона, т.е. записывается в базу данных голос и его идентификатор, и данная выборка совместно с предыдущим подается на нейроэмулятор и проводится его переобучение.

В случае неузнавания из-за изменения внешних помех уже знакомого голоса или из-за измененного эмоционального состояния человека, то производится дозапись данной выборки принудительно, по команде учителем с соответствующим дополнением «Александр - сердится», «Собачке - больно». Аналогично производится переобучение нейроэмулятора.

Поставленная задача в части устройства решается тем, что в устройство для распознавания диктора, включаются - источник речевого сигнала, блок вычислителя преобразования Фурье, блок определения параметрического описания речевого сигнала в виде выделителя начала/конца речевого сигнала, сегментатора речевого сигнала на последовательность сегментов, вычислителя спектра мощности сигнала в сегменте и формирователя параметрических описаний входного речевого сигнала, соединенных последовательно, блок нейроэмулятора, блок принятия решения о распознаваемом голосе и запоминающее устройство эталонов.

При разработке механизма распознавания человека по голосу в реальном времени были испробованы следующие группы методов:

- 1) Нейросетевые методы.
- 2) Разностные методы анализа спектральных и кепстральных коэффициентов сигнала.

Обучающая выборка состояла из файлов *al.wav*, *gl.wav* и *mlkz1.wav*. Из каждого файла вырезалось амплитудное окно размером 1024 отсчета. Параметризация данной выборки обеспечивается вычислением

быстрого преобразования Фурье (БПФ), расчета мгновенных частот и фаз сигнала, энергии и осредненных амплитуд. Данная многомерная выборка подается на нейроэмулятор. Правильные ответы получены в 90% от числа экспериментов.

Тестируемые те же, что и в предыдущем эксперименте и выборка состояла из файлов a1.wav, g1.wav и mlkz1.wav. Из каждого файла вырезалось амплитудное окно размером 1024 отсчета. Затем по этому окну с помощью быстрого преобразования Фурье строилась 1000-полосная спектрограмма в диапазоне 4000 – 8000 Гц и 1000 кепстральных коэффициентов с помощью дискретного косинус-преобразования. Коэффициент распознавания на основе спектральных характеристик неустойчив и составил $\approx 40\%$. Коэффициент распознавания на основе кепстральных коэффициентов составил менее 30%

Таким образом, видно, что разностные методы анализа характеристик мало подходят для решения задачи распознавания по голосу, поэтому был выбран нейросетевой метод анализа акустического сигнала.

Разработанная технология адаптивного распознавания и идентификации субъектов была реализована в системе "НейроКибер" в подсистеме "НейроАудио" как компонент управления нейророботами. Данные нейророботы в виде образцов Кузи, Лизы и Медвежонка неоднократно демонстрировались и участвовали в соответствующих выставках в режиме реальной экспозиции.

В результате проделанной опытно-конструкторской работы были разработаны программы голосового интерфейса человек- робот с распознаванием и идентификацией по тембру говорящего, слова и эмоциональное состояние на основе обучения нейросетевой составляющей.

На данный момент фирмой «НейроРобот» на базе бизнес-инкубатора ТГУ одними из первых в мире созданы опытные образцы нейророботов, способного распознавать слова и готовые выражения, определять эмоциональную составляющую живых существ, а так же по тембру (частоте) распознавать отдельных субъектов. Параметризация цифровых образов слов, фонемических образов алфавита конкретного языка и эмоциональных составляющих голоса живых существ формируются в обучающую выборку для наиболее характерных представителей из людей и животных, обучается нейросеть и на ее основе производится последующее распознавание.

Список публикаций:

[1] Гафуров А.О. Разработка нейросетевых методов управления искусственными объектами в интеллектуальной нейроинформационной системе «НейроКибер» // 58-я республиканская научная конференция молодых ученых, магистрантов и студентов, посвященная 70-летию КАЗНУ им.Аль-Фараби, Алматы, 2004. -С.122.

[2] Гафуров О.М., Гафуров А.О. Алгоритмы оцифровки звука и нейросетевые методы распознавания слов человека или живого существа в интеллектуальной нейроинформационной системе «НейроКибер» // Всероссийская научно-техническая конференция «Наука Промышленность Оборона», НГТУ, Новосибирск, 2004. -С.34

КОГНИТИВНАЯ МЕТОДИКА ПРОГНОЗА НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ ПАТТЕРНОВ

Гафуров О.М.,

Гафуров Д.О., Лю Дунчжоу

Национальный исследовательский Томский государственный университет

oleg.gafurov@mail.ru

Рассматривается область компьютерных наук, образовавшихся на пересечении искусственного интеллекта, статистики и теории баз данных и обозначаемых как «Data Mining» (обнаружение знаний в данных). Данный термин «Data Mining» обозначает процесс получения из "сырых" данных новой, потенциально полезной информации о предметной области, в нем наряду с классическими методами математического анализа и численного моделирования применяется теория нейронных сетей.

Изложена методика, защищенная патентом РФ на изобретение «Способ определения мест заложения эксплуатационных скважин при разработке месторождений углеводородов» [1-3]. Аналоги данной методики в отечественной и международной практике отсутствуют.

Производятся сравнения и приводится пример прогноза интерпретатора и с применением данной технологии. Технический результат: повышение эффективности, экономичности и экологичности разработки месторождений полезных ископаемых, открытие новой нефтяной залежи.

Ключевые слова: *нейронная сеть, паттерн, эталон, Data Mining*

Keywords: *neural network, pattern, standard, Data Mining*

Продуктивные отложения, входящие в целостную природную систему как их составляющие, в свою очередь, состоят из множества индивидуальных элементов, находящихся в историко-генетической связи друг с другом. Эти элементы испытывают качественные и количественные изменения на фоне непрерывно - прерывистого движения и фиксируются на страницах геологической истории в виде литолого-геохимических комплексов, обусловленных определёнными генетическими пространственно – временными структурными связями с окружающей геологической средой.

Подход, ориентируемый на объединение принципов обучаемости и интерпретируемости, соответствует целям и задачам Data Mining. В основу современной технологии Data Mining (discovery-driven data mining) положена концепция шаблонов (паттернов), отражающих фрагменты многоаспектных взаимоотношений в данных.

Эти шаблоны представляют собой закономерности, свойственные подвыборкам данных, которые могут быть компактно выражены в понятной человеку форме. Поиск шаблонов производится методами, не ограниченными рамками априорных предположений о структуре выборки и виде распределений значений анализируемых показателей.

В НейроИнформГео реализована методика интеллектуального анализа и интерпретации геофизических и геохимических параметров на основе нейросетевых методов с ранжированием входных признаков по уровню значимости, обеспечивающим оценку информативного вклада каждого параметра для точности прогноза, а также методы комплексного анализа на основе обученных нейросетей прогноза залежей.

Разработанная методика предполагает осуществление настройки и обучения нейронных сетей на эталонном месторождении, которое введено в разработку с установленным геологическим комплексом и представительным массивом геолого-геофизических данных описываемых данным эталонным комплексом. Обученные на эталонах нейронные сети формируют паттерн, который может быть использованы на этапах разведки и доразведки нефтегазовых залежей в продуктивных горизонтах уже открытых месторождений, а также, с учетом статистических данных, на поисковом этапе на неизученных, малоизученных бурением территориях.

Накопление опыта прогноза и интерпретации можно обеспечить в виде формирования, сохранения и корректного применения паттернов, представляющих собой библиотеку обученных нейронных сетей на эталонных месторождениях или разбуренных площадях [4].

Достоверность прогноза на каждом шаге обеспечивается правильно определенными параметрами новых пробуренных скважин. Полученная информация по новым скважинам принимается как опорная, имеющая для прогноза по геофизическим полям высшую абсолютную степень достоверности. Субъективными факторами в виде мнения геологов и геофизиков–интерпретаторов пренебрегают (т.е. прогнозные зоны не дорисовываются). Пошаговое дополнение знаний и прогноз эффективности бурения новых скважин должен быть добавлен их моделированием и пересчетом новых зон на основе предыдущего накопленного опыта и оценкой экономической эффективности точек их заложения.

– Изучение всей объемной части геосреды производится геофизическими методами (сейсморазведка, магниторазведка и т.д.). В процессе изучения естественных полей (магнитометрия, гравиметрия и т.д.) или на основе принудительно возбужденных полей (сейсморазведка, электроразведка) образуется трехмерная матрица, где реальные геологические тела и объекты заменены цифровыми образами их физических полей.

– Введем понятие физической модели среды в виде функции $Q_n(x, y, z)$, описывающей распределение в области V физического параметра, создающего геофизическое поле $f_n(x, y, z)$ в окружающем пространстве с параметрами геосреды ρ_1, \dots, ρ_k , а также соотношение:

$$f_n(x, y, z) = f(Q_n, \rho_1, \dots, \rho_k), \quad (1)$$

связывающее Q_n и f_n , т.е. позволяющее рассчитывать поле данного геофизического параметра (прямая задача геофизики).

– Для расчета поля геофизического параметра $f_n(x, y, z)$ необходимы значения $Q_n(x, y, z)$ и параметров геосреды ρ_1, \dots, ρ_k , а также положение граничных (контактных) поверхностей, для сейсморазведки это значение плотности горных пород и границы их разностей, в геологии – пластов глин, песчаников и т.д., т.е. геологических тел, объектов.

– Задача построения геологической модели $Q_n(x, y, z)$ по измеренному геофизическому параметру $f_n(x, y, z)$ называется обратной задачей. Необходимо найти распределение параметров геосреды $\rho_1 \dots \rho_k$ и положение контактных поверхностей.

– Представим, что формирование ответов для каждого шага есть высказывание $P(1), P(2), P(3), \dots$, каждое из которых может быть либо истинным, либо ложным, т.е. вести нас к решению задачи либо уводить от нее. Принцип финитной (конечной) индукции утверждает, что для доказательства истинности высказываний $P(n)$ для всех $n \geq 0$ достаточно установить, во-первых, истинность $P(1)$ и, во-вторых, истинность бесконечной последовательности импликаций:

$$P(1) \Rightarrow P(2) \Rightarrow P(3) \Rightarrow \dots \Rightarrow P(n) \Rightarrow P(n+1) \Rightarrow \dots, \quad (2)$$

Машина должна на каждом шаге правильно рассчитывать параметры и начальная постановка задачи должна быть поставлена адекватно реальной геологической среде. Расчет параметров проводится на каждом цикле нейрокompьютерной программой с опорой на обучающую выборку.

На первом этапе формирования обученных нейронных сетей (паттернов) определяется эталонное месторождение, которое введено в разработку и следовательно имеет представительный массив геолого-геофизической информации, который позволит корректно обучить и протестировать нейронные сети, создать «паттерн» для дальнейшего прогноза промысловых и геологических параметров на близлежащих ЛУ слабоизученных разведочным бурением.

Обучение нейронной сети было проведено в около-скважинном пространстве разведочных скважин по комплексу сейсмических атрибутов, прогнозируемыми параметрами, кроме эффективных толщин ($H_{эф}$) коллектора, являлись также коэффициент пористости ($K_{пор}$), коэффициент проницаемости ν и различные характеристики притока. Одна из самых очевидных классификаций по притоку осуществляется на основе гидродинамических исследований проводимых в разведочных скважинах (ГДИС) характеризующих тип притока (отсутствие притока, вода, газ, нефть), однако данная классификация, как и классификатор по показаниям дебита во многом зависит от качества бурения и испытания пластов, проводимые в различные года исследования месторождения.

Для каждого прогнозируемого параметра создавалась нейронная сеть слоистой архитектуры включающую в себя до восьми, десяти слоев по 50-100 нейронов в каждом скрытом слое.

Обучение проводилось методом сопряженных градиентов. Обучение методом сопряженных градиентов, показало наиболее быструю сходимость по оценке минимизации функции ошибки, с заданной точностью.

В общем, в результате создания паттерна сформированы и обучены нейронные сети (паттерны) для прогноза на территории Непского свода ряда параметров:

- эффективных толщин пластов;
- коэффициента пористости;
- характер насыщения (отсутствие, вода, нефть, газ);
- эффективного порового объема;
- коэффициента проницаемости

Паттерн сформирован по данным разведочных скважин и данным 3Д сейсморазведки изученного месторождения Непского свода Иркутской области.

На сопредельных с эталонным месторождением «Паттерне» лицензионных участках (ЛУ), находящихся в пределах Непского свода Иркутской области рассчитывался такой же комплекс геолого-геофизических данных как и на эталонном месторождении. При формировании данных для прогноза улучшенных коллекторских свойств по осинскому, преображенскому, усть-кутскому горизонтам ряда ЛУ была проведена динамическая обработка сейсмического материала. Произведены расчеты атрибутов сейсмического волнового поля, в том числе – AVO, акустического импеданса и энергии рассеянных волн. Построена трендовая модель импедансов,

подготовлены результаты интерпретации данных ГИС и акты испытания скважин по продуктивным горизонтам. В результате выполненной работы осуществлено прогнозирование, построены прогнозные карты для ряда параметров продуктивных пластов. Прогноз северной аномалии подтвержден впоследствии бурением скважины—открыто месторождение.

Таким образом, разработанная методика, ориентируемая на объединение принципов обучаемости и интерпретируемости, соответствует целям и задачам Data Mining. В ее основу положена концепция шаблонов (паттернов), отражающих фрагменты многоаспектных взаимоотношений в данных.

Эти шаблоны представляют собой закономерности, свойственные подвыборкам данных, выражены в понятной человеку форме. Поиск шаблонов производился методами, не ограниченными рамками априорных предположений о структуре выборки и виде распределений значений анализируемых показателей.

Получена цифровая геолого-геофизическая модель в ИГС «НейроИнформГео» для данного эталонного месторождения и обученная нейронная сеть, сохраняющая коэффициенты связи между геологическими, промысловыми параметрами и атрибутами измеренных геофизических полей.

Данная модель содержит цифровые данные и инструмент анализа, позволяющий адаптивно, на основе новых данных или моделирования проектируемых скважин оперативно дообучать, переобучать нейронные сети и строить новые геолого-геофизические модели, с учетом построенной на предыдущем этапе.

Реализованный подход в рамках Data Mining (discovery-driven data mining) - расширения модели, адаптивное ее дообучение открывает множество возможностей для уточнения прогноза качества коллекторов на изученных и малоизученных бурением участках, что в свою очередь позволяет уточнять финансово – экономическую оценку заложения новых скважин и др. Создание новых эталонов «Паттернов» позволит обобщить геолого-геофизическую информацию по другим территориям, установить закономерности влияющие на эффективность геолого-разведочных работ, повысить их эффективность.

Список публикаций:

[1] Гафуров О.М., Гафуров Д.О., Гафуров А.О., Панков М.В., Битнер А.К., Красильникова Н.Б.//Патент РФ на изобретение № 2477499 «Способ определения мест заложения эксплуатационных скважин при разработке месторождений углеводородов» заявка №2011125437. 2012.

[2] Гафуров О.М., Гафуров Д.О., Гафуров А.О // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам: "Программа обработки сейсмоакустических и геофизических данных в формате сеток .dat на основе обучаемых нейронных сетей для формирования эталонов и расчета паттернов" №2011613919.2011.

[3] Гафуров О.М., Гафуров Д.О., Гафуров А.О.// Свидетельство о государственной регистрации базы данных в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам: "База данных блока автоматизированного формирования эталонов в интеллектуальной геоинформационной системе "НейроИнформГео"" №201162031.2011

[4] Denis Gafurov and Oleg Gafurov. Development and Practical Application of Neural Information Technologies, Patterns // MATEC Web of Conferences. — 11 October 2016. — Vol. 79. VII Scientific Conference with International Participation «Information-Measuring Equipment and Technologies» (IME&T 2016), no. 01086. — P. 12.

[5] Denis Gafurov and Oleg Gafurov. Method of Creation of "Core-Gisseismic Attributes" Dependences With Use of Trainable Neural Networks // MATEC Web of Conferences. — 11 October 2016. — Vol. 79. VII Scientific Conference with International Participation «Information-Measuring Equipment and Technologies» (IME&T 2016), no. 01055. — P. 10.

ОСНОВЫ МЫШЛЕНИЯ, ПАТТЕРНЫ

Гафуров О.М.

Гафуров Д.О., Сырямкин В.И.

Национальный исследовательский Томский государственный университет
oleg.gafurov@mail.ru

Аннотация

В данной работе, авторы рассматривают основы мышления и возможности реализации наработанного практического опыта применения методов, технологий применения искусственных нейронных сетей на основе нейроэмулятора на нейроморфных вычислительных устройствах с формированием паттернов.

Ключевые слова: *нейронные сети, паттерны, рефлексы.*

Как и тело человека – мозг человека со своими органами чувств также эволюционировал и принадлежит нашей Планете Земля, по крайней мере, в основных своих древних частях, и так же появляется и изменяется в эмбриональном своем развитии, повторяя эволюцию и тесно связано его изменение с изменением физического тела человека.

Одновременно с развитием эмбриона появляются в областях мозга работающие автономные саморегулируемые системы управления основными жизнеобеспечивающими функциями тела.

Безусловные рефлексы относимые к когнитивным функциям человека, заложены в него, как необходимое и достаточное условие выживания, развития организма на дневной поверхности Планеты Земля, при необходимости, остановив развитие на третьей недели эмбриона по-видимому из того же материала мы можем получить земноводных с возможностью жить и дышать под водой. В дальнейшем, мы покажем, на примере уже созданных роботов, что такого рода механизмы управления роботом регулируются на основе микроконтроллеров или достаточно простых микропроцессоров.

В эмбриональном развитии, соответственно, образуются более древние по происхождению отделы человеческого мозга (продолговатый, промежуточный, спинной и т.д.), обеспечивающие жизненно важные функции управления жизнедеятельностью тела, вне зависимости от его мыслительной деятельности (человек, находящийся в коме, с отсутствием признаков когнитивных функций, продолжает существовать, и при уходе за ним, дышит, питается и т.д.).

В полном понимании когнитивные мыслительные процессы проявляются в лобных долях человека. Обеспечиваются когнитивные функции и мыслительный процесс формированием и обучением нейронных сетей коры головного мозга, представляющих собой подсети, состоящие из нейронов, синапсов и клеток глиии . Основной структурной единицей новой коры головного мозга человека является нейронная колонка. Одна такая колонка содержит порядка 10^3 — 10^4 нейронов, дендриты которых проходят через всю высоту колонки. Новая кора и каждая его колонка состоит из 6 слоёв. Количество слоёв играет существенную роль в мыслительном процессе. Так, например, у собаки 4 слоя новой коры, из-за чего она не обладает способностью достаточно подробно прогнозировать ситуацию и не может вычислить следующее логическое действие.

Синапс создает разряды с частотой от 1-100 Гц , максимальное значение и по экспоненте спадание- это генератор переменного электрического тока, он порождает переменное магнитное поле, изменяющее парамагнитные свойства клеток глиии, которые затем обеспечивают ассоциативную память, формируя паттерны в разных изолированных частях головного мозга.

При наличии достаточно сильного возбуждения в одной из областей мозга, возникает акустический сигнал, воспринимаемый созданными локальными нейронными сетями с той же собственной частотой, т.е. возбуждается паттерн и подает распознанный образ на рецепторы 2-ой сигнальной системы, т.е мы заново ощущаем распознанный объект.

Мышление, реализованное на основе паттернов, как будет показано на основе реализованных и опробированных систем, позволяет использовать практически одну и ту же программу, реализовав ее в виде нейроэмулятора или нейрочипа, соединенных в сеть, так как и мозг разделен на изолированные области, отвечающие за различные функции распознавания и формирования интегрированного решения.

Для акустических, сейсмоакустических анализа энцефалограммы, кардиограммы это решение волнового управления и представляет определенный класс задач, реализованный в ИНС «НейроКибер», ИНС «НейроИнформГео» (патент), решение задач анализа изображений, геофизических и геохимических поверхностных измерений (магниторазведка, гравитразведка , аэрофотосъемка и т.д.) это анализ больших массивов данных, представленных в виде двух и трехмерных данных (ИНС «НейроИнформГео»), анализ и прогноз экономико-социальных, экономико-политических данных, это анализ и прогноз временных рядов (ИНС «НейроФинЭксперт»).

Список публикаций:

- [1] O. M. Gafurov, D. O. Gafurov, M. V. Pankov, N. B. Krasilnikova, A. O. Gafurov, A. K. Bitner, *A method of operational wells deposit places determination in case of hydrocarbons fields development Patent Russian Federation, MPK G01V1/00 (2006.01), G01V11/00 (2006.01)*
- [2] Сырямкин Владимир Иванович (RU), Соломонов Юрий Семенович (RU), Соломонов Лев Семенович (RU), Каменский Лев Павлович (RU), Шидловский Виктор Станиславович (RU), Глушков Глеб Сергеевич (RU), Горбачев Сергей Викторович (RU), Гафуров Антон Олегович (RU), *Способ управления движущимся объектом и устройство для его осуществления Patent Russian Federation, MPK G01C21/14*
- [3] D.O. Gafurov, O. M. Gafurov, V.A. Kontorovich, *Technology of seismic exploration (4)*, 85 (2014)
- [4] *Мозг внутри компьютера: проекты нейроморфного моделирования. Naked Science №26, август-сентябрь. <https://naked-science.ru/article/nakedscience/brain-inside-the-computer-neuromorphic-modeling-projects>*
- [5] P. Merolla et al., "A digital neurosynaptic core using embedded crossbar memory with 45pJ per spike in 45nm," in *IEEE Custom Integrated Circuits Conference (CICC)*, Sept. 2011, pp. 1–4.

АРХИТЕКТУРА АДАПТИВНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ НЕЧЁТКОГО ВЫВОДА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ В ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Гимазов Р.У.

Шидловский С.В.*

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

** Национальный исследовательский Томский государственный университет*

Фотоэлектрические системы имеют сравнительно невысокий КПД. Одним из способов повышения их эффективности является реализация экстремального регулирования мощности, что позволяет минимизировать недобыработку мощности. Известно, что существующие алгоритмы экстремального регулирования имеют ряд недостатков, связанных с колебаниями мощности, потерями при выходе на рабочую точку, зависимостью от конфигурации системы или внешних условий. Разрешить указанные проблемы помогают адаптирующиеся интеллектуальные алгоритмы, например алгоритмы, базирующиеся на нечёткой логике. В данной работе рассматривается вопрос архитектуры алгоритма экстремального регулирования в фотоэлектрической системе на основе адаптивной нейронной сети с нечётким выводом. Реализация подобного алгоритма не только позволяет разрешить ряд указанных проблем, но и создаёт задел для создания универсальной управляющей системы фотоэлектрической установки.

Актуальность решения указанных проблем, связана с целым рядом задач, в том числе задачей максимизации времени функционирования автономных объектов, задачей минимизации времени заряда аккумуляторных батарей, задачей повышения надёжности систем автономного питания, задачей создания универсальной системы.

Целью данной работы является разработка алгоритма экстремального регулирования в фотоэлектрической системе на основе адаптивной нейронной сети с нечётким выводом.

К задачам, решаемым в ходе выполнения разработки, относятся проектирование архитектуры адаптивной нейронной сети с нечётким выводом и её имитационное моделирование.

Для исследования эффективности алгоритма экстремального регулирования на основе адаптивной нейронной сети с нечётким выводом в среде Matlab/Simulink разработана имитационная модель системы, включающая солнечную батарею, контроллер, аккумулятор и нагрузку. Разработанная модель способна имитировать заряд/разряд аккумулятора при различных факторах, влияющих на функционирование реальной солнечной батареи, а также реагировать на изменение нагрузки в течение заданного времени.

Результатом работы является разработанная архитектура адаптивной нейронной сети на основе системы нечёткого вывода для экстремального регулирования фотоэлектрической системы.

Список литературы

[1] Шидловский С.В. *Автоматическое управление. Перестраиваемые структуры*. – Томск: Томский государственный университет, 2006. – 288 с.

[2] Шидловский С.В. *Математическое моделирование сложных объектов с распределенными параметрами в задачах автоматического управления структурно-перестраиваемых систем* // *Известия Томского политехнического университета*. 2006. № 8. С. 19-23.

[3] Кукса П. П. *Система моделирования нечетких систем на алгоритмическом уровне* // *pkuksa.org*. 2016. URL: <http://pkuksa.org> (дата обращения 19.04.16).

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ ФУНКЦИЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ЭКСПЕРТНЫХ ДАННЫХ

Горбачев С.В.,
Сыряжкин В.И.
Абрамова Т.В.

Национальный исследовательский Томский государственный университет
spp03@sibmail.com

В докладе представлен анализ методов построения функций принадлежности нечетких множеств при фазификации разнородных слабо формализуемых экспертных данных, характеризующих инновационные технологии (проекты), который может быть использован для построения адаптивных систем нечеткого вывода ANFIS. Кроме численных данных, рассмотрен случай представления экспертных оценок в ранговой (порядковой) шкале, в виде последовательности упорядоченных лингвистических переменных, где каждому из наблюдений может быть приписан один из рангов $j, j=1, \dots, m$ (например, низкий, ниже среднего, средний, выше среднего, высокий).

Методы, базирующиеся на теории нечетких множеств, относятся к методам оценки и принятия решений в условиях неопределенности. Построение классических адаптивных систем нечеткого вывода ANFIS предполагает формализацию исходных параметров и целевых показателей эффективности инновационных технологий (проектов) в виде вектора интервальных значений (нечеткого интервала), попадание в каждый интервал которого характеризуется некоторой степенью неопределенности [1]. Эта процедура получила название "фазификации". На основе исходной информации, опыта и интуиции эксперты часто могут достаточно уверенно количественно охарактеризовать границы (интервалы) возможных (допустимых) значений параметров и области их наиболее возможных (предпочтительных) значений. Например, в качестве исходных данных могут использовать так называемые треугольные нечеткие числа с функцией принадлежности $\mu_A(x)$ нечеткого множества A следующего вида (рис.1):

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x \leq a_{\min} \\ \frac{x - a_{\min}}{\alpha - a_{\min}}, & \text{если } a_{\min} < x < \alpha \\ \frac{a_{\max} - x}{a_{\max} - \alpha}, & \text{если } \alpha \leq x < a_{\max} \\ 0, & \text{если } x \geq a_{\max} \end{cases} \quad (1)$$

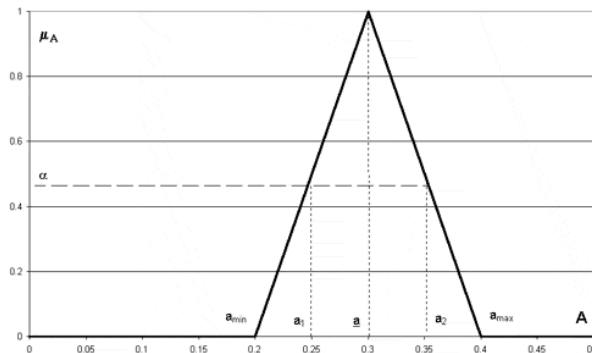


рис.1. Функция принадлежности треугольного нечеткого числа A

Эти числа моделируют высказывание следующего вида: “параметр A приблизительно равен α и однозначно находится в диапазоне $[a_{\min}, a_{\max}]$ ”.

Вместе с тем, эксперты в некоторых случаях затрудняются правильно определить множество функций принадлежности. В этом случае на практике часто используется аналитическое представление функции принадлежности [1]. На рис.2 показана аппроксимация дискретного ряда непрерывной гауссовой функцией принадлежности:

$$\mu(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-c)^2}{2\sigma^2}}, \quad (2)$$

где c и σ – центр и стандартное отклонение (ширина).

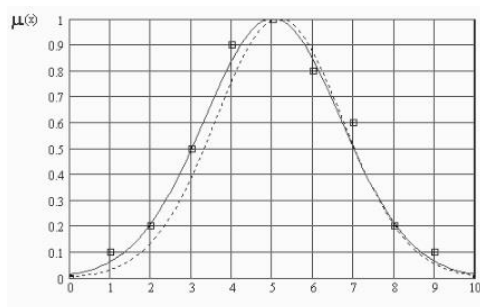


рис.2. Гауссова (непрерывная) функция принадлежности, аппроксимирующая дискретный ряд

Отметим, что определение нечеткого множества не накладывает ограничений на выбор функции принадлежности, и на практике используют множество других функций принадлежности, заданных как композиции базовых функций (двойная гауссова, двойная сигмоидальная и т.п.), либо как комбинации по участкам возрастания и убывания (сигмоидально-гауссова, сплайн-треугольная и т.п.).

В общем случае методы построения функции принадлежности можно разделить на прямые и косвенные [2]. В докладе приведена классификация методов построения функции принадлежности. Рассмотрен нетривиальный случай представления экспертных данных, заданных не в числовой, а в ранговой шкале. Для задания функций принадлежности в этом случае наиболее простым представляется подход, основанный на замене лингвистических переменных их рангами, однако в большинстве случаев этот прием оказывается некорректным, поскольку предполагает равенство расстояний между соседними числовыми рангами. В литературе описан также подход на основе анализа распределения частот появления конкретных значений лингвистических переменных [3] – метод работает только с гауссовым распределением входных переменных. В докладе предложен алгоритм, заключающийся в аппроксимации функций принадлежности для каждой переменной до определенного порога ошибки в процессе обучения системы, при этом исходный набор лингвистических переменных x_1, x_2, \dots, x_N заменяется множеством функций принадлежности, заданных на интервале $[0,1]$ и дальнейший анализ (классификация многомерных объектов) проводится не исходных данных, а параметров, описывающих соответствующие им функции принадлежности. Один из методов решения данной задачи – это использование нечеткого дерева решений, построенного на основе обучающей выборки данных.

Исследования выполнены по программе повышения конкурентоспособности Национального исследовательского Томского государственного университета, при финансовой поддержке РФФИ, грант № 16-29-12858.

Список публикаций:

[1] Горбачев С.В., Сыряжкин В.И. *Нейро-нечеткие методы в интеллектуальных системах обработки и анализа многомерной информации*. Томск: Изд-во Томского государственного университета, 2014. – 510 с.

атвеев В. И. // ЖЭТФ. 2003. Т. 124. № 5(11). С. 1023.

[2] Кауд В.А. *Методы построения функций принадлежности нечетких множеств* // Известия Южного федерального университета. Технические науки, выпуск № 2 (139), 2013. – с.144-152.

[3] Brouwer R.K. *Fuzzy set covering of a set of ordinal attributes without parameter sharing* // Fuzzy Sets and Systems. – 2006. – 157. – №13. – P.1775-1786

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА А* ДЛЯ РАСЧЕТА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ

Гуцал В.А.

Национальный исследовательский Томский государственный университет

Vadim.Gucal@mail.ru

Современные мобильные роботы способны выполнять не только команды, поступающие из центра управления, регламентирующие параметры движения (азимут, скорость, ускорение), но и самостоятельно планировать траекторию достижения целевого состояния, учитывая необходимость также решать задачи обхода препятствий. При этом ориентация в пространстве обеспечивается навигационной системой, использующей GPS/ГЛОНАСС, дополненной средствами системы ориентации: технического зрения, дальномером, инфракрасными датчиками и т.д. Совокупность этих средств обеспечивает мобильный робот достаточно объективной информацией о текущем местонахождении. Достижение целевого положения осуществляется по некоторой траектории, для предварительного планирования которой необходима информация о внешней среде - пространстве, в котором будет производиться движение. Эти сведения доставляет карта местности, которая может быть получена из различных источников. Однако такая карта не может учитывать возможные изменения, обусловленные перемещением мобильных устройств (транспорт, люди), природных явлений (осадки), антропогенного воздействия на ландшафт, сезонных изменений природы и др. Тем не менее общее представление о местности, доставляемое картой, вполне достаточное, для осуществления, обобщенного (предварительного) планирования траектории движения.

Для планирования траектории полета на основе полученной карты местности предполагается построение трехмерного массива размерностью n , заполненного значениями 0 и 1, где 0 - является свободным путем, 1 - препятствием. На основе полученного массива выполняется вычисление оптимальной траектории полета, с учетом обхода препятствий и учитывающей физические размеры летательного аппарата для преодоления наиболее сложных препятствий

Для реализации данной задачи используется алгоритм А*. А* пошагово просматривает все пути, ведущие от начальной вершины в конечную, пока не найдёт минимальный. В начале работы просматриваются узлы, смежные с начальным; выбирается тот из них, который имеет минимальное значение $f(x)$, после чего этот узел раскрывается. На каждом этапе алгоритм оперирует с множеством путей из начальной точки до всех ещё не раскрытых (листовых) вершин графа — множеством частных решений, — которое размещается в очереди с приоритетом. Приоритет пути определяется по значению $f(x) = g(x) + h(x)$. Алгоритм продолжает свою работу до тех пор, пока значение $f(x)$ целевой вершины не окажется меньшим, чем любое значение в очереди, либо пока всё дерево не будет просмотрено. Из множества решений выбирается решение с наименьшей стоимостью.

После расчета координат точек, для прохождения оптимальной траектории при помощи данных с гироскопического датчика, который измеряет угол поворота устройства, исполнительными механизмами летательного аппарата вырабатываются определенные воздействия для прохождения координат точек, из которых состоит оптимальная траектория полета.

Сложность данной задачи проявляется в том, что заданная цель является движущимся летающим объектом, и для этого необходим эффективно быстрый пересчет заданной оптимальной траектории и эффективно быстрая реакция исполнительных механизмов для постоянного приближения к движущейся цели.

*Работа выполнена в Томском государственном университете при финансовой поддержке Минобрнауки России, уникальный идентификатор проекта RFMEFI57817X0241.

Список используемых источников:

[1] [NEERC.IFMO.RU](http://neerc.ifmo.ru): Алгоритм А*. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=%D0%90%D0%BB%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%BC_A* (дата обращения 05.11.17).

[2] [ROBOTOSHA.RU](http://robotosha.ru): Описание движения мобильного робота. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://robotosha.ru/robotics/robot-motion.html> (дата обращения 05.11.17).

РАЗВИТИЕ КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕПЛОСОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ В КАЗАХСТАНЕ

Кшалова А.А.

Томилова Н.И.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

amzeeva26@mail.ru

В Казахстане начали переходить к экологическим чистым источникам энергии с 2012 года. В 2015 году доля возобновляемых источников энергии в Казахстане составила 0,2% в общем объеме вырабатываемой электроэнергии в стране. В концепции по переходу к зеленой экономике, утвержденной главой государства, доля по возобновляемым источникам энергии должна составлять 3% к 2020 году.

Оксиды четырехвалентной серы, угарный газ, углекислота, бензол, тяжелые металлы и много вредных веществ портят не только экосистемы земли, так же они являются вредными для живых существ. В данное время основным источником загрязнения окружающей среды является использование ископаемых (не возобновляемых) источников энергии. К возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) постепенно переходит весь мир, так как использование энергии солнца, ветра и воды является не только экологически чистым методом, но и не истощает ресурсы нашей планеты. В том числе Казахстан готов к новым переменам.

Солнце – это огромный, неиссякаемый, абсолютно безопасный источник энергии, в равной степени всем доступный. Ставка на солнечную энергетику должна рассматриваться не только как беспроигрышный, но в долгосрочной перспективе и как безальтернативный выбор человечества. Как в доказательство этого утверждения темпы роста ветровой и солнечной энергетики в мире уже несколько лет подряд составляют 30% и более, что превышает темпы роста традиционной угольной и газовой энергетики на порядок. В кризисные 2008–2009 гг. этот рост не только не ослаб, он ускорился.

Есть необходимость использовать альтернативные энергетические системы в Казахстане. Авторы данной статьи видят перспективу альтернативного использования энергии для небольших аулов и частных домов в отдаленных и отдаленных районах.

Установка представляет собой гибридную систему, которая преобразует солнечную энергию в электричество и тепло. Солнечный свет падающий на кремниевые фотоэлектрические модули преобразуются в электричество. Производство тепла происходит на расходы на охлаждение фотоэлектрических модулей.

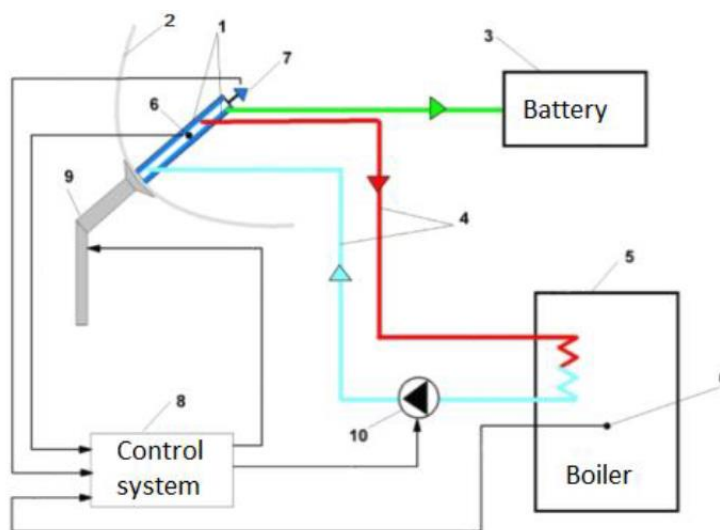


рис.1. Описание системы. PV-концентратор с радиатором: 1 - фотоэлектрический модуль, 2 - концентратор, 3 - аккумуляторная батарея, 4 - медные трубы, 5 - котел, 6 - температурные датчики, 7 - датчик системы слежения, 8 - система управления, 9 - Вращающееся устройство, 10 - насос

Цель статьи - предоставить некоторую информацию о гибридной системе. Гибридная система представляет собой концентрированную фотоэлектрическую систему солнечной энергии с электрическим и термическим выводом. Эта система позволяет более эффективно использовать фотоэлектрические модули в комбинированной теплосолнечной системе. Низкий концентратор усиливает поток солнечной энергии, а система охлаждения снижает риск перегрева и преждевременного износа фотоэлектрических модулей. Удаление тепла будет использовано на воде отопления в бойлере или аккумуляторе тепла.

Список публикаций:

[1] <http://eenergy.media/2017/03/21/protsess-razvitiya-solnechnoj-energetiki-v-kazahstane-biznes-vs-byurokratiya/>

[2] <https://ecotecnica.com.ua/energy/sointse/1023-delaem-prostoj-solnechnyj-kollektor-svoimi-rukami-poshagovaya-instruktsiya.html>

- [3] Лукутин Б.В. *Возобновляемая энергетика в децентрализованном снабжении: монография* / Б.В Лукутин, О.А. Суржикова, Е.Б. Шандарова. – М.: Энергоатомиздат, 2008.
- [4] Ф. А. Кузнецов, М. Ф. Резниченко. *Кремний для солнечной энергетики*// *Материалы электронной техники*. – 2008. – №4.
- [5] *Journal of Physics: Conference Series* The development and test of the PV concentrator system with electrical and thermal output 2017 J. Phys.: Conf. Ser. 881 012042

ПОСТРОЕНИЕ КАРТ ДЛЯ МОБИЛЬНОГО РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА ПРИ ПОМОЩИ ВИЗУАЛЬНОЙ ОДОМЕТРИИ

Окунский М.В.,

Пославский С.

Национальный исследовательский Томский государственный университет

iamleftbrain@gmail.com

Робототехническое устройство – это автоматизированное техническое средство с самостоятельной навигацией, выполняющее операции, заданные человеком, а также совокупность других действий без его непосредственного участия. В отличие от робототехнического объекта мобильный робот является автоматическим устройством, у которого на шасси располагаются автоматически управляемые приводы. Такому роботу необходима специализированная система, служащая для определения местоположения и ориентации в пространстве. Одним из самых перспективных методов для реализации данной системы является метод визуальной одометрии. В данном методе реализуется анализ последовательных изображений, полученных с помощью технического зрения, для дальнейшего определения позиции и ориентации робота. Кроме этого, данная система позволяет решать такие сопряженные задачи, как идентификация объектов и построение карты помещения. Для построения такой системы было решено воспользоваться методом SLAM, который позволяет одновременно построить карту местности и локализовать мобильного робота в данный момент времени.

Для решения задачи построения карт местности были рассмотрены основные кинематические уравнения движения робота и построена имитационная модель с использованием основных программных пакетов фрейворка ROS. В имитационной модели помещается мобильный робот, который движется по заданному алгоритму и размещаются препятствия различной величины и формы. Мобильный робот, используя один из визуальных датчиков, выбранного во фрейворке, должен обнаружить данные препятствия и сохранить их в свою карту местности. Таким образом, под управлением оператора робот объезжает всю заданную территорию, распознает все препятствия и составляет свою карту местности, где отмечает данные препятствия. После этих операций можно загрузить эту карту роботу в базу данных и он, автономно, сможет перемещаться по местности, указывая лишь точку, к которой ему необходимо добраться.

*Работа выполнена в Томском государственном университете при финансовой поддержке Минобрнауки России, уникальный идентификатор проекта RFMEFI57817X0241.

МЕТОДЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Пославский С.И.,

Окунский М.В.

Национальный исследовательский Томский государственный университет

travoltaj237@gmail.com

Проблема навигации мобильных робототехнических систем заключается в их локализации и текущем позиционировании в пространстве при перемещении в окружающей среде. В общих чертах задача навигации ставится следующим образом. Имеется участок пространства, в котором находится мобильное робототехническое устройство. Указывается целевая точка, которую робототехническое устройство должно достичь. Далее требуется определить метод управления мобильной системой, который позволит мобильному робототехническому устройству из начального положения достичь целевой точки. В процессе решения данной задачи возникает ряд проблем, а также накладываются определенные условия и ограничения:

- 1) робототехническая система должна определять свое положение в пространстве для позиционирования относительно начальной точки;
- 2) требуется обходить статические препятствия и предотвратить столкновения с динамическими препятствиями, для чего требуется построить карту окружающего пространства;
- 3) передвижение робототехнической системы к целевой точке должно быть оптимальным по времени;
- 4) при управлении нужно учитывать различные ограничения робота, такие как линейную и угловую скорость передвижения, геометрические размеры системы и другие;

Для решения поставленной задачи, на текущий момент, существует множество различных методов SLAM локализации мобильных робототехнических систем, отличающихся как по типу входной информации, представлению окружающего пространства в виде карты, так и по методам обработки этой информации. Методы локализации по размерности картографируемого пространства можно классифицировать следующим образом:

- 1) двумерная локализация на плоскости (2D-SLAM);
- 2) трехмерная локализация в пространстве (3D-SLAM);
- 3) цветовая локализация по R , G , B компонентам изображения (Colour-SLAM);
- 4) цветовая трехмерная локализация в пространстве (RGBD-SLAM).

Выбор методы напрямую зависит от типа используемого сенсора, целевого назначения и классификации робототехнического устройства.

Следует разделить глобальную локализацию и последовательную. Глобальная локализация позволяет определить положение робота на карте без начального приближения. Последовательная локализация определяет изменение положения робота между двумя последовательными сканами. Алгоритмы этого типа, как правило, дают более точный результат определения положения мобильного робота, по сравнению с глобальными алгоритмами SLAM, но должны выполняться в реальном времени.

Для достижения наилучшего результата по точности и надежности локализации рекомендуется использовать оба алгоритма совместно.

В рамках доклада были рассмотрены основные методы локализации робототехнических систем. Для решения задачи локализации мобильной системой было необходимо разработать имитационную модель робота и реализовать метод цветовой трехмерной локализация в пространстве, как наиболее точный и универсальный. Для этого были использованы готовые пакеты ROS для осуществления SLAM локализации, симулятора среды и симулятора робота, такие как *RTabMap*, *Gazebo* и *RViz*.

Таким образом, с помощью симулятора в ROS оператор подавал команды движения роботу. В процессе движения робота, программный пакет *RViz*, в соответствии с выбранным методом, отображал детальную информацию о текущем местоположении робота в пространстве, его местоположении относительно начальной точки, пройденном пути, значениях линейной и угловой скорости, визуальной одометрии.

**Работа выполнена в Томском государственном университете при финансовой поддержке Минобрнауки России, уникальный идентификатор проекта RFMEFI57817X0241.*

ИНЕРЦИАЛЬНАЯ НАВИГАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Таганов А.А.

*Национальный исследовательский Томский государственный университет
alex.d2ptag@gmail.com*

Мехатроника на сегодняшний день является быстро развивающейся областью науки и техники. Она основана на объединении точной механики с электротехническими и компьютерными технологиями. Одной из главных задач мехатроники является создание и внедрение таких автоматических устройств, которые способны заменить человека во вредных и опасных для его жизни условиях. В связи с этим возрастает роль беспилотных летательных аппаратов. Их основным преимуществом является низкая стоимость создания и эксплуатации при условии равной эффективности решения поставленных задач. Данные аппараты обладают высокой степенью маневренности и способны работать в опасных условиях для жизни человека. Беспилотные летательные аппараты используются для мониторинга технологического оборудования, для доставки грузов в труднодоступные места, применяются для тушения пожаров и т. д.

При создании беспилотного летательного аппарата и последующего применения его для решения поставленных задач в первую очередь необходимо решить задачи навигации путем создания или внедрения существующей инерциальной навигационной системы. Данные системы имеют нарастающую ошибку, которая накапливается с течением времени от момента точки отсчета, которой является последняя достоверная координата, среднюю стоимость при относительно высокой точности. Для уменьшения величины ошибки вместе с инерциальными навигационными системами применяются дополнительные спутниковые системы навигации. Это повышает точность навигации в целом, но в свою очередь приводит к потере их автономности и защищенности от помех. Принцип работы инерциальной навигационной системы заключается в определении угловых скоростей объекта, его ускорений и высоты полета с помощью инерциальных датчиков, установленных на беспилотном летательном аппарате. По полученным данным происходит определение курса полета объекта, определение пространственной ориентации, определение скорости объекта и дальности пройденного пути. На основе полученных данных также проводится стабилизация аппарата и автоматическое управление его движением.

Инерциальная навигационная система состоит из блока инерциальных датчиков и вычислительных устройств. В блок инерциальных датчиков входят датчики линейного ускорения и гироскопические устройства. Гироскопические устройства предназначены для имитации системы отсчета на объекте и для определения углов наклона и углов поворота, необходимых для стабилизации и управления аппаратом. Вычислительные устройства определяют по полученным данным сведения об углах и ускорениях, пространственную ориентацию и другие параметры движения аппарата.

Произведен анализ инерциальных навигационных систем и выделены их преимущества и недостатки. Главным преимуществом является непрерывная динамичная выдача оператору полного навигационного решения (координаты, скорость, ускорения, угловая ориентация). Существенным недостатком таких систем является накапливающаяся ошибка в определении навигационных параметров с течением времени. Поэтому точность выходной информации напрямую должна зависеть от точности чувствительных элементов, либо от использования дополнительных систем навигации.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ ПОЛЕТА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Таганов А.А.

Национальный исследовательский Томский государственный университет
alex.d2ptag@gmail.com

Симулятор мультикоптера базируется на программном обеспечении MATLAB Simulink, помогающем изучить динамические характеристики исследуемого объекта. Моделирование представляет собой синтез нескольких подходов к модели поведения мультикоптера при различных режимах полета. Для обеспечения простоты модели многие эффекты, учитываемые при создании и тестировании реального аппарата, игнорируются или значительно корректируются. В работе представлен общий вид структурной схемы управления параметрами беспилотного летательного аппарата. С помощью пульта управления задаются начальные координаты летательного аппарата. На каждый контур поступают задаваемые параметры и параметры с датчиков, установленных на мультикоптере, о текущем состоянии аппарата. В контурах формируются регулирующие воздействия, передаваемые на так называемый микшер, который в свою очередь подает управляющее напряжение на каждый из двигателей аппарата.

После того, как блоком инерциальных датчиков получены параметры аппарата, необходимо применить поправку к мощностям двигателей, для устранения возможного отклонения от заданных параметров. В данной системе применяется ПД регулятор – алгоритм, который на основе отклонения от величины выдает поправку на соответствующие моторы.

Имитационная модель состоит из блока управления ориентацией, блока загрузки начальных параметров, блока управления, блока динамики двигателей мультикоптера и блока сохранения результатов полета. При помощи имитационной модели мультикоптера был реализован режим полета «зависание». Результаты моделирования режима полета «зависание» представлены в работе. С помощью System Identification Toolbox была получена переходная характеристика объекта, которая использовалась для определения оптимальных параметров настройки ПД регулятора.

На основе анализа полученных результатов, можно сказать, что предлагаемая имитационная модель позволяет достаточно точно оценивать значения выхода исследуемой системы при различных режимах полета мультикоптера. Для адекватной работы имитационной модели необходимо лишь оптимально настроить параметры регуляторов мультикоптера.

ПОДХОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ «УМНОГО ДОМА»

Федорова Т.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Шидловский Станислав Викторович, д.т.н., профессор

FedorovaTV@sibmail.com

На данный момент область сложного теплообмена недостаточно хорошо изучена [1,2]. В первую очередь причиной этому являются сложные механизмы переноса энергии, а также трудности вычисления при попытке реализации данных механизмов с помощью математических моделей. В ходе данной работы [1] выполнялось численное исследование конвективно-радиационного теплопереноса в излучающей, поглощающей и изотропно рассеивающей среде в полости квадратного сечения (несопряженная постановка). Известно, что присутствие излучения ведет к увеличению температуры в рассматриваемой среде, а также влияет на режимы течения.

В данной статье [2] численно исследован режим термогравитационной конвекции в сопряженной постановке в замкнутой прямоугольной области с внутренним источником температурной неоднородности. Результаты полученные в ходе исследования характеризуют не только температурные поля стандартного объекта теплоснабжения в исследуемом режиме теплопереноса по истечении семидесяти двух часов, но и динамику процесса теплопереноса. Основываясь на полученных в [3,4] результатах, можно сделать вывод о том, что имеется необходимость пространственного нестационарного моделирования процессов конвективно - кондуктивного теплообмена в сопряженной постановке на объектах теплоснабжения при выработке технологических режимов как при централизованном, так и местном теплоснабжении. В [5] указывается, что оптимальное положение нагревателя имеет зависимость как от мощности нагревателя, теплофизических характеристик стенки, на которой он расположен, так и, в значительной мере, от геометрических характеристик области решения. На внутренней поверхности стенки равномерным образом распределяется тепловой поток. Установлено влияние каждого в отдельности механизма переноса энергии на конечное формирование тепловых и гидродинамических режимов в рассматриваемой полости. Исследование с помощью математических моделей сопряженной естественной конвекции в горизонтальном кольцевом зазоре между тепловыделяющим твердым блоком и изотермическими внешними границами приведено в [6]. Получены распределения местных термогидродинамических характеристик, а также выполнен анализ степени влияния формы твердого внутреннего блока на всевозможные режимы течения и теплопереноса. Численный и экспериментальный анализ сопряженной термогравитационной конвекции в окрестности нагреваемой твердой стенки отражен в [7].

В наше время большое количество авторов занято изучением теплообмена в замкнутой области с различными перегородками, которые оказывают влияние на явление конвективного потока. В статье [8] было рассмотрено явление смешанной конвекции в воздушном охлаждении с дифференциально нагретыми вертикальными изотермическими боковыми стенками, имеющими входное и выходное отверстия при помощи метода конечных элементов с регулируемым объемом. Под исследование попали две различные конфигурации размещения входных и выходных портов на боковых стенках. Самая лучшая конфигурация выбиралась путем проведения анализа эффективности охлаждения полости, которая устанавливает, что подача воздуха через охлажденную стенку было более гораздо эффективнее в отводе тепла, а установка впускного портов в непосредственной близости от дна и выпускного отверстия недалеко от верхней части обеспечивают эффективное охлаждение. В [9] расширяют проведенные работы, рассматривая 6 различных конфигураций размещения входных и выходных отверстий дифференциально нагретого прямоугольного корпуса, в отличии от предыдущей работы, в которой ограничивались только двумя различными конфигурациями входного и выходного портов. В [10] проводятся численные исследования противодействующей смешанной конвекции в вентилируемом корпусе. Было обнаружено, что с возрастанием чисел Рейнольдса и Ричардсона конвективный теплообмен преобладал по теплопроводности проводимости, а скорость теплопередачи от нагретой стенки значительно зависела от положения входного отверстия.

Исследователи в [11] изучают смешанную конвекцию из изолированных источников тепла в прямоугольном корпусе. Далее в [12] проводят необходимые вычисления по смешанной конвекции от локализованного источника тепла в полости с теплопроводящими стенками и 2 отверстиями для применения электронного охлаждающего оборудования. В [13] проводят численное исследование смешанной конвекции в частично разделенном прямоугольном корпусе. Рассматривается разделитель как дефлектор во внутренней части корпуса с двумя различными ориентациями и указывается, что среднее число Нуссельта и безразмерная температура поверхности зависимы от способа расположения и предельной высоты перегородки. Естественная конвекция в горизонтальном слое жидкости с периодической решеткой квадратного цилиндра во внутренней области была приведена в [14]. Исследователи сделали вывод, что переход потока от квазиустойчивой к нестационарной конвекции зависит от двух факторов: наличия тел и соотношения размеров конвективных ячеек Рэлея-Бенара. В статье [15] приводится численное исследование стабильного смешанного конвективного теплообмена в прямоугольном вентилируемом корпусе при ламинарном режиме. Исследование проводилось для ряда соответствующих безразмерных групп, а именно, числа Рейнольдса, числа Ричардсона и соотношения размеров полости. Рассмотрение коснулось четырех конфигураций полостей. Исследование содержит

постоянное значение числа Рейнольдса (Re) в 100 и диапазона числа Ричардсона (Ri) от 0,0 до 5,0, представляющее доминирующую вынужденную конвекцию через смешанную конвекцию до преобладания естественной конвекции. Результаты исследования говорят о том, что на структуру потока и распределение температуры значительно влияют параметры смешанной конвекции и пропорции полости. Среднее число Нуссельта на нагретой поверхности является самым высоким для самого низкого значения соотношения сторон, но средняя температура жидкости в полости и температура в центре цилиндра являются самыми низкими для самого высокого значения соотношения сторон. В [16] проведены анализы влияния амплитуды на конвекцию, вызванную кратковременно периодическим нагревом. Указывается, что интенсивность конвекции внутри оболочки увеличивается линейно с амплитудой нагрева. В [17] проводится численное моделирование периодического колебания потока для малых количеств Прандтля в прямоугольном корпусе. При этом наблюдаются неперидические потоки для прямоугольной полости с соотношением сторон 2,0. В статье [18] была исследована плавучая конвекция с внутренней тепловой генерацией при колебательной температуре боковой стенки полости. Выяснено, что вторичный пиковый резонанс обнаружился для более высокого внутреннего числа Рэлея.

В статье [19] проводится численное моделирование конвективно-радиационного теплопереноса в замкнутой области с источником тепловыделения при наличии теплопроводных стенок конечной толщины. Получены распределения как локальных характеристик (линии тока, поля температуры), так и интегральных (средние числа Нуссельта на характерных границах), описывающие основные закономерности исследуемого процесса в реальном диапазоне изменения определяющих параметров. Авторы статьи [20] подвергли изучению переходную естественную конвекцию в квадратном корпусе, частично нагретой со стороны. В начале температура меняется со временем синусоидально, а в другом случае она менялась пульсирующим образом. Результаты указывают на то, что средние значения теплоотдачи и интенсивности потока в значительной мере отличны от значений, получаемых в стационарном режиме. В [21] была изучена неравновесная модель периодической свободной конвекции. Результаты изучения показывают, что любое увеличение амплитуды и частоты колебательной температуры поверхности ведет к сильному уменьшению скорости передачи тепла.

Проблема – измерение значения температур в комнате в разных точках пространства, которая затрагивается в теме "Подходы к построению систем отопления «умного дома»", актуальна. Для более детального понимания окружающего мира, многие объекты необходимо рассматривать с точки зрения распределенных объектов. Поля различной природы, теплопроводность и диффузия, синергетические технологии, магнетизм, физика твердого тела и многое другое – всё это объекты и системы с распределёнными параметрами (СРП). В связи с этим были изучены научные статьи, где рассмотрены разные виды теплопереноса в прямоугольной камере, с разными источниками тепла. Наличие теплопроводных стенок конечной толщины, оказывают существенное влияние на режимы теплопереноса. В большинстве представленных выше работ проводится анализ достаточно простых постановок (температура источника постоянная, на внешних границах рассматриваются граничные условия первого рода), что не позволяет использовать полученные результаты при исследовании физических процессов и явлений, имеющих место в реальных промышленных установках. В то же время совместный анализ влияния локального тепловыделяющего элемента и неоднородного теплообмена с окружающей средой может позволить получить результаты, наиболее адекватные реальным рабочим режимам большинства устройств и аппаратов. В дальнейшей работе будет разработана адекватная имитационная модель системы автоматического регулирования тепловым объектом с распределёнными параметрами – жилого помещения сложной геометрии. Будут рассмотрены пути развития в данном направлении прикладной теории оптимального управления СРП применительно к центральным проблемам построения конструктивных алгоритмов программной оптимизации и аналитического конструирования автоматических регуляторов.

Список публикаций:

- [1] Tan Z., Howell J.R. *Combined radiation and natural convection in a two-dimensional participating square medium* // *Inter. J. Heat and Mass Transfer*. 1991. V. 34. P. 785–793.
- [2] Chiu H.C., Jang J.H., Yan W.M. *Combined mixed convection and radiation heat transfer in rectangular ducts rotating about a parallel axis* // *Inter. J. Heat and Mass Transfer*. 2007. V. 50. P. 4229–4242.
- [3] Кузнецов Г.В., Шеремет М.А. *Сопряженная задача термогравитационной конвекции в прямоугольной области с локальным источником тепла* // *Инженерно-физический журнал*. 2008. Т. 81, № 1. С. 90–96.
- [4] Кузнецов Г.В., Шеремет М. А. *Математическое моделирование термогравитационной конвекции в сопряженной постановке в замкнутой области* // 2005. стр. 104–109
- [5] Nouanegue H., Muftuoglu A., Bilgen E. *Conjugate heat transfer by natural convection, conduction and radiation in open cavities* // *Intern. J. Heat Mass Transfer*. 2008. V. 51. P. 6054–6062. (10)
- [6] Sambamurthy N. B., Shaija A., Narasimham G. S. V. L., Krishna Murthy M. V. *Laminar conjugate natural convection in horizontal annuli* // *Intern. J. Heat Fluid Flow*. 2008. V. 29. P. 1347–1359.(11)

АНАЛИЗ СИТУАЦИИ В ПОСТРОЕНИИ 3D КАРТ ДЛЯ SLAM-НАВИГАЦИИ

Нгуен Хоанг Тхуи Чанг

Национальный исследовательский Томский государственный университет

trangnht@vimaru.edu.vn

В докладе рассматриваем общую ситуацию 3D-картирования для SLAM в современном мире.

В настоящее время очень активно развивается наука и техника в области роботизированного картографирования и навигации. Ранее, благодаря технологии GPS (Global Positioning System), можно легко определить направления или дать маршрут для путешествия, теперь технология SLAM также приближается к жизни человека при определенных областях. Это помогает людям найти себя и создать модель внешнего окружения, что важно во многих приложениях. Благодаря технологии одновременной локализации и сопоставления (SLAM) подход к позиционированию, обычно используемый в помещении или под землей, где спутниковая навигация (GPS) не является жизнеспособной. Исследования по SLAM были начаты в сообществе робототехники с 1986 года. Это было сделано путем комбинирования показаний датчика (например, от лазерного сканера) информации о управляющем входе (например, угла поворота рулевого колеса) и измеренного состояния робота (подсчет вращения колеса).

Это может быть основной сложностью SLAM, такой как создание последовательной и точной карты, которая наилучшим образом использует несколько ненадежных источников информации. Популярные приложения SLAM - это домашние роботы, беспилотные летательные аппараты, самоходные автомобили.

Технология одновременной локализации и сопоставления (SLAM) родилась в индустрии робототехники и используется автономными транспортными средствами для одновременного построения карты и навигации по неизвестной среде. Для этого алгоритмы SLAM используют информацию от датчиков (часто Lidar или изображения), чтобы вычислить наилучшую оценку местоположения, позиционирующегося устройства и карту окружающей среды вокруг него.

Алгоритмы SLAM адаптируются к имеющимся ресурсам, следовательно, не направлены на совершенствование, а на оперативное соответствие. Опубликованные подходы используются в автономных автомобилях, беспилотных летательных аппаратах, автономных подводных аппаратах, планетарных роверах, новых отечественных роботах и даже внутри человеческого организма.

Основным преимуществом Geospatial SLAM для приложений 3D-сопоставления является то, что сканирование может выполняться в то время как мобильное устройство осуществляет движение, и без необходимости использования GPS. Это облегчает быстрое и точное 3D-получение сложных сред и особенно эффективно для внутреннего картографирования или съемок замкнутых сред, которые не были бы возможны с использованием современных мобильных картографических решений на основе GPS. По сравнению с традиционными методами съемки для измерения в помещении мобильное внутреннее отображение может оказаться в 10 раз быстрее.

С 2014 года Google работает над картографическими системами для собственного 3D-картографирования. Эта система включает в себя как запатентованное 3D-оборудование, так и программное обеспечение, которое обрабатывает данные датчиков на карте. В 2016 году Google выпустила библиотеку Lidar SLAM в режиме реального времени. Алгоритм SLAM использует данные LIDAR и IMU для одновременного определения местоположения датчика и создания плотной карты вокруг него. Но решение также будет иметь сильные и слабые стороны, поэтому компания планирует добавить новые решения для преодоления нехватки в существующем алгоритме SLAM, который является решением «Lifelong mapping». Обновляя алгоритм SLAM, чтобы автономное устройство могло оценить вероятность что функция в ее среде все еще статична или перемещается.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОДСИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ АВТОНОМНЫХ ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

Шихман М.В.¹,
Шидловский С.В.²

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет

²Национальный исследовательский Томский государственный университет
Shikhmar@gmail.com

В современном мире среди цифровых технологий робототехнические системы по праву можно считать базой для автоматизации промышленности, космонавтики, медицины, военной промышленности и других сфер деятельности человека. Их совместная работа позволяет достигать различные цели и решать широкий спектр технологических задач.

Автономные транспортные средства — это вид транспорта, основанный на автономной системе управления. Автономное транспортное средство может служить для перемещения пассажиров или грузов, доставки материалов, технологического и иного оборудования, выполнять функции сбора визуальной информации при совместной работе с дополнительным оборудованием. Основные две задачи, которые стоят перед любым автономным объектом, заключаются в следующем: во-первых, объект должен самостоятельно прокладывать маршрут, а во-вторых, успешно передвигаться по динамической среде, в том числе, в окружении других подвижных объектов. Первую задачу достаточно в полной мере помогло решить развитие спутниковой навигации и электронных карт местности. Вторая же задача имеет куда больше сложностей, ее решением занимаются ученые по всему миру, используя разные методы и алгоритмы. Применение оригинальных алгоритмов планирования маршрута упрощает обеспечение безопасности передвижения в зоне с динамическими препятствиями.

Любое изображение представляет собой сложную и трудно извлекаемую структурированную информацию о наблюдаемой сцене. В связи с этим, необходим метод, который позволит выделять из потока видеоданных, получаемого в режиме реального времени, информацию, по которой можно осуществлять идентификацию и распознавание объектов.

Основной задачей, которая появляется в процессе распознавания объектов, является сопоставление изображения, полученного от камеры, с эталонным образцом, хранящимся в базе данных. Для решений этой задачи существует ряд средств распознавания изображений и сопоставление их с базами данных, однако основным методом является установление соответствия между особыми точками исходного изображения и эталонного.

Особая точка является наиболее простым геометрическим элементом дискретного представления математической функции описания объекта распознавания. Для определения данных точек вводят понятие окрестности. То есть особой (опорной) точкой для некоторого изображения будем считать точку p_i , окрестность которой $O(p_i)$ можно отличить от окрестности $O'(p_i)$ любой другой особой точки изображения p_i . Процесс выделения данной точки называется детектирование, а программа, осуществляющая данный процесс, называется детектором. После данного процесса необходимо описать данную особую точку, за это отвечают дескрипторы. Дескриптор – описание особой точки, определяющее особенности ее окрестности и представляющее собой числовой или бинарный вектор определенных параметров.

Существует множество различных методов выделения особых точек и дескрипторов, однако в данной работе будет рассматриваться гистограмма направленных градиентов (HOG). Данный выбор связан с рядом преимуществ дескриптора HOG над другими. Во-первых, HOG работает локально, что позволяет поддерживать инвариантность по отношению к геометрическим и фотометрическим преобразованиям объекта на небольших фрагментах изображения, однако здесь исключением является ориентация объекта. Во-вторых, четкое разбиение пространства, точное вычисление направлений и сильная локальная фотометрическая нормализация дают возможность не учитывать движение пешеходов, при их вертикальном положении. В связи с вышесказанным, данный детектор является хорошим средством для определения пешеходов на изображениях.

Гистограмма направленных градиентов (Histogram of Oriented Gradients, HOG) – дескрипторы особых точек, использующихся в компьютерном зрении и системах обработки изображения для распознавания объектов. В основе данного дескриптора лежит метод подсчета количества направлений градиента в локальных областях изображения.

Данный метод основывается на допущении, что описание какого-либо объекта на изображении можно осуществить путем задания распределения градиентов интенсивности или направлением краев. Реализация заключается в разделении изображения на элементарные области (ячейки) и расчете, для каждой из них, гистограммы направлений градиентов или же направлений краев для пикселей. Совокупность данных гистограмм для всех ячеек является дескриптором.

Реализация алгоритма HOG состоит из следующих шагов: вычисление градиента, формирование гистограмм ячеек, формирование блоков дескрипторов, нормализация блоков, классификация дескрипторов. Последний шаг является самым сложным, потому что он основывается на машинном обучении. Для его реализации используется метод опорных векторов.

Метод опорных векторов (SVM, support vector machine) – совокупность алгоритмов, использующих обучение с учителем. В рамках данной задачи метод позволяет осуществить бинарную классификацию, то есть разделение на два класса — принадлежит объект к необходимой категории или не принадлежит. В связи с ограниченностью задачи SVM обучается и классифицируется достаточно быстро.

Самая идея метода заключается в следующем, пусть существует обучающее множество $x=x_1, \dots, x_n$ векторов признаков (точек) в некотором p -мерном пространстве. Данное пространство разобьем на два условных класса и попробуем разделить их между собой гиперплоскостью ($p-1$), однако таких плоскостей может быть несколько. Оптимальной разделяющей гиперплоскостью будет считаться та, которая позволит выполнить следующие условие: расстояние между двумя ближайшими точками, лежащими по разные стороны гиперплоскости, (т.е. между точек, принадлежащими разным классам) должно быть максимально. Данный случай относится к линейной делимости, однако, в общем случае, линейное разделение точек на два класса не представляется возможным, тогда используется алгоритм с мягким зазором (soft-margin SVM). Отличие данного алгоритма от линейного заключается в том, что осуществляется отображение исходного пространства параметров на какое-то многомерное пространство признаков, где обучающая выборка линейно делима. Также в этом случае алгоритму допускается некоторую ошибку на обучающей выборке, и вводится понятие объектов-нарушителей, которые не принадлежат необходимому классу, однако при разделении гиперплоскостью оказываются в его пространстве.

Данный алгоритм, включающий в себя совокупность дескрипторов HOG и метода опорных градиентов, позволяет распознавать объекты не только на статическом изображении, но и выделять их из потока видеоданных. Алгоритм является оптимальным для распознавания людей в подвижной динамической среде.

Секция 2.
Сенсорное обеспечение роботизированных
комплексов наземного, воздушного и подводного
базирования

СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ АВТОНОМНЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Бондарчук А.С.

Национальный исследовательский Томский государственный университет
bondarchuk.a.c@gmail.com

Данная работа посвящена реализации алгоритмов распознавания образов, используя устройство NI MyRIO и программное обеспечение LabVIEW. Создаваемый виртуальный инструмент предназначен для обнаружения транспортных средств на изображении или видеопотоке с камеры установленной на БПЛА (рис. 1).

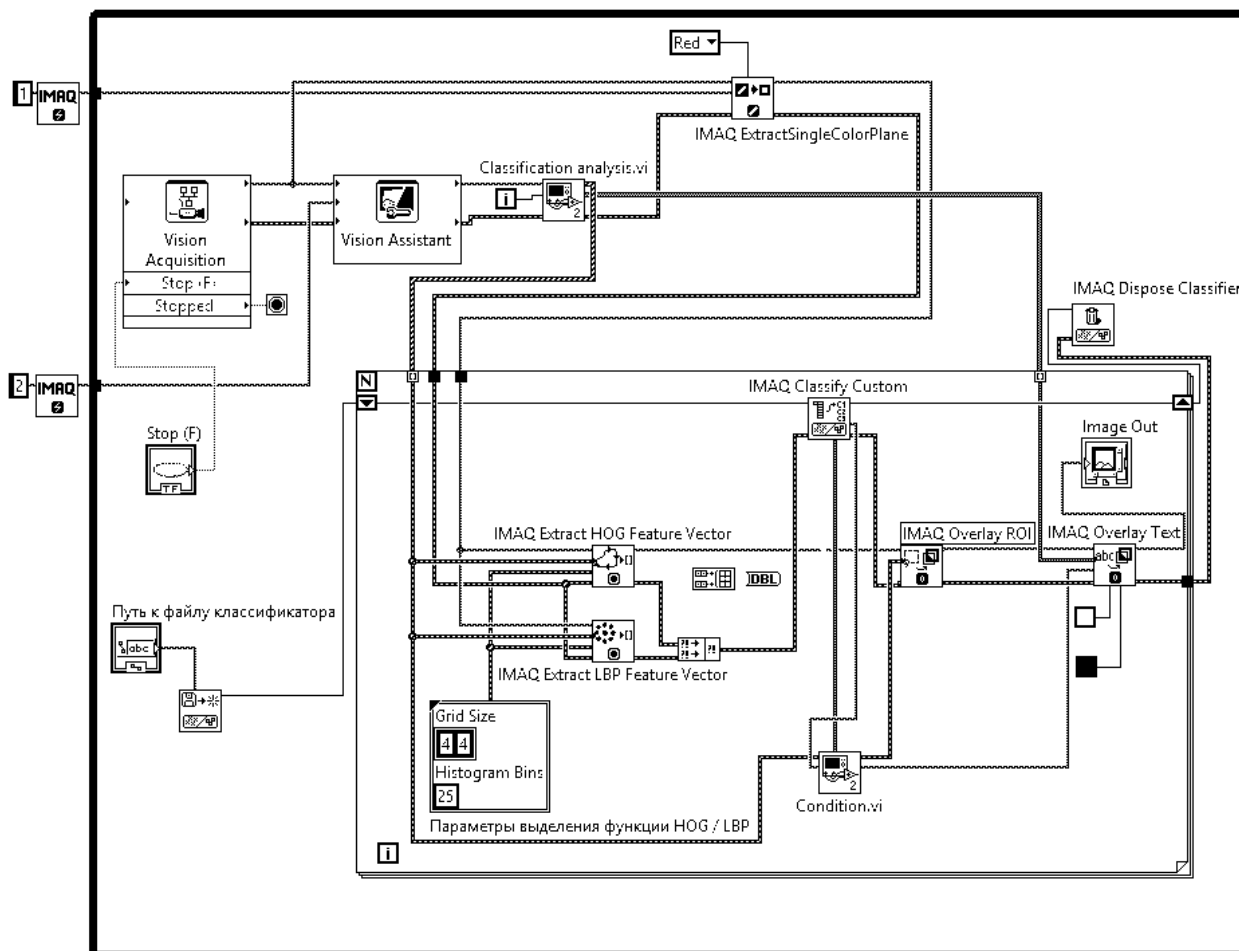


рис. 1. Блок-схема ВИ предназначенного для распознавания образов на кадрах с БПЛА

Кадры получаемые с помощью блока Vision Acquisition будут поступать на модуль Vision Assistant, где преобразуются в изображения в градациях серого (с чувствительностью к красному цвету). Далее на полученные изображения накладывается фильтр, использующий детектор границ Прюитт (edge detection -prewitt), после чего осуществляется пороговая бинаризация изображения. При настройке параметров бинаризации был выбран метод "Auto Threshold: Clustering" и выставлены значения Lower Limit равным 10 и Upper Limit равным 245. В разделе Look For был выбран вариант Bright Objects для присвоения пикселям границ объектов значение 1. Последним преобразованием изображений в Vision Assistant является применение функции Equalize, которая присваивает пикселям значения 0 и 255 вместо 0 и 1.

Все эти преобразования необходимы для дальнейшей работы с изображениями, а именно нахождение координат регионов содержащих непрерывную область ненулевых пикселей. Данные области обычно называют частицами [1]. Был создан суб ВИ для обнаружения группировок пикселей в изображении и последовательного получения координат этих группировок. Анализ частиц состоит из серии операций по обработке и анализу функций, которые предоставляют информацию о частицах в изображении. Используя анализ частиц, можно обнаружить и проанализировать любые формы в изображении [2]. Для уменьшения времени вычисления используется фильтрация частиц, исключая частицы, которые не представляют интереса на основе их пространственных характеристик. Остаются только частицы необходимого размера для дальнейшего анализа. Блок-схема виртуального инструмента Classification analysis представлена на рисунке 2.

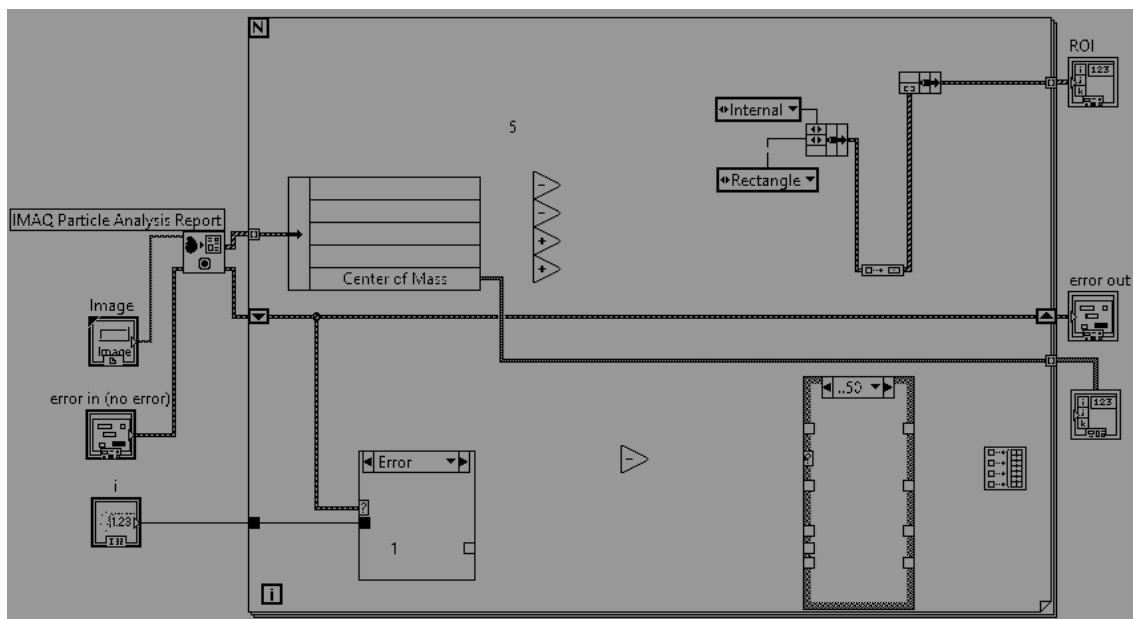


рис.2. Блок-схема VI Classification analysis

Блок IMAQ Classify Custom классифицирует вектор признаков с помощью классификатора. Классификатор системы технического зрения был обучен двум классам, классу “Car”, в который входят признаки принадлежащие транспортным средствам, и классу “negative”, представляющему собой образцы других объектов. Был создан ещё один суб ВИ, в котором отсеивается ненужная информация об объектах, не представляющих интерес для разрабатываемой системы технического зрения. Блок-схема виртуального инструмента Condition представлена на рисунке 3.

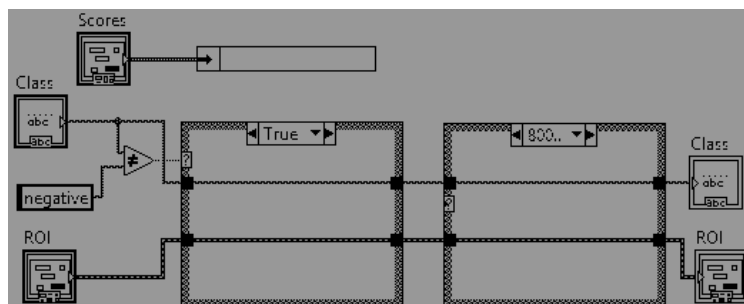


рис.3. Блок-схема VI Condition

Нахождение объектов на изображении с помощью анализа частиц, позволяет классифицировать образы различных размеров. Этот метод позволяет системе технического зрения более точно определить местоположение интересующих объектов и их перемещение относительно камеры. Классификатор, обученный распознаванию транспортных средств, инвариантен к изменениям при повороте, а также к небольшим изменениям угла обзора камеры. Недостаток метода, использующего анализ частиц, в том, что при изменении освещения или фонового окружения, объект на изображении может быть не найден. Это связано с изменением контраста изображения, вследствие чего контуры объектов могут не выделяться при фильтрации. По этой причине, данный виртуальный инструмент наиболее эффективно выделяет объекты интереса на участках, цветовая палитра которых монотонна, и отличается от цветовой палитры объектов.

Работа выполнена в Томском государственном университете при финансовой поддержке Минобрнауки России, уникальный идентификатор проекта RFMEFI57817X0241.

Список публикаций:

- [1] Шашев Д.В., Шидловский С.В. Построение реконфигурируемых систем автоматического управления и переработки информации в автономных подвижных роботах //Телекоммуникации. 2016. № 2. С. 33-38.
- [2] Яне Б. Цифровая обработка изображений //М.: Техносфера, 2007. - 584с.

МНОГОКОМПОНЕНТНЫЙ ИНЕРЦИАЛЬНЫЙ МОДУЛЬ ВЫПОЛНЕННЫЙ НА ОДНОМ ЧИПЕ

Глушков Г.С.

АО «Научно-исследовательский институт полупроводниковых приборов»
kopranchikos@mail.ru

Микроэлектромеханика активно движется по пути миниатюризации компонентов. Это позволяет снизить энергопотребление и уменьшить размеры готового электромеханического устройства. Различные инерциальные микроэлектромеханические системы (МЭМС) находят своё применение в современных изделиях ракетно-космической техники, военной и гражданской авиации, транспортных средствах различного базирования, а также различные устройства как гражданского, так и военного назначения.

Проект направлен на разработку научно-технологических решений и создание новых конструкций интеллектуальных инерциальных модулей, состоящих из датчиков с функциями акселерометра, гироскопа и феррозондового магнитометра с улучшенными метрологическими характеристиками для систем ориентации и навигации транспортных средств с автоматизированным управлением, а также на решение научно-технической проблемы совершенствования отечественной микроэлектромеханической компонентой базы, замещение импорта и вывод на рынок новой научно-технической продукции и разработанных технологий мирового уровня.

В России многокомпонентные МЭМС инерциальные модули, реализованные на одном чипе, не производят. В свою очередь, зарубежные производители МЭМС, предлагают комплексные решения – инерциальные модули (IMU), которые в одном корпусе могут измерять шесть (угловые скорости и ускорения), девять (угловые скорости, ускорения и параметры магнитного поля) и десять (угловые скорости, ускорения, параметры магнитного поля и давление) компонентов.

Данные IMU в большинстве своём строятся на основе использования нескольких сенсоров, расположенных в разных корпусах и объединённых в одном модуле. Такой подход к построению IMU влечёт к увеличению габаритов, а также может привести к ошибкам в позиционировании за счёт неточного расположения сенсоров внутри данного модуля.

В работе рассматривается IMU, состоящий из трёхосевого гироскопа, трёхосевого акселерометра и магнитометра, которые расположены на одном чипе совместно с электроникой. Модуль имеет избыточное число первичных измерительных преобразователей для каждой измеряемой физической величины, что позволяет использовать алгоритмы объединения, самокалибровки и конечных автоматов для получения синергетического эффекта от их совместного использования и избыточности. При этом для минимизации массогабаритных параметров один первичный измерительный преобразователь должен обеспечить одновременное измерение угловой скорости и ускорения, а разделение информации должно происходить алгоритмически.

Повышение точности и надежности технических характеристик микромеханических гироскопов, акселерометров и магнитометров – актуальная научно-техническая проблема современной микросистемной техники.

Решение этой проблемы осуществляется конструкторско-технологическими и схмотехническими методами. Одно из направлений повышения точности и стабильности технических характеристик микромеханических гироскопов – разработка многомассовых конструкций приборов этого типа. Одним из актуальнейших направлений развития датчиков является измерение по нескольким осям, что позволяет значительно продвинуть интерфейс пользователя. Каждый датчик производит базовые измерения (акселерометр – линейное ускорение по трем осям, гироскоп – угловые скорости по трем осям). Для компенсации погрешностей отдельных датчиков применяется технология, которая получила название «сочетание датчиков». Она сводится к тому, что данные с разных датчиков обрабатываются одновременно, в итоге комбинированный результат превышает сумму компонентов. Если производить выборку сигнала с разных датчиков в один момент времени, а потом обрабатывать данные надлежащим образом, недостатки каждого датчика нивелируются и получается синтезированный выходной сигнал повышенной точности.

Работа выполнена в Томском политехническом университете при финансовой поддержке Минобрнауки России, ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы», Соглашение N 14.578.21.0232, уникальный идентификатор RFMEFI57817X0232.

СРАВНЕНИЕ РЕАЛИЗОВАННЫХ НА БАЗЕ ПЛИС АЛГОРИТМОВ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ ПОЛУТОНОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Шатравин В.,

Шашев Д.В.

Национальный исследовательский Томский государственный университет

vladiksat@list.ru

Увеличение роли автоматизированных и автоматических робототехнических систем в жизни человека неизбежно приводит к усложнению выполняемых алгоритмов и ужесточению требований к надежности и быстродействию. Это особенно характерно для их сенсорных систем, среди которых ключевую роль играют системы технического зрения, осуществляющие обработку данных, получаемых от оптических источников информации. Получение робототехнической системой неполной или несвоевременной информации об окружающей среде способно нарушить рабочий процесс или даже привести к материальному ущербу и человеческим жертвам. В связи с этим, активно ведутся исследования возможностей увеличения производительности и точности вычислительных систем, а также оптимизации используемых алгоритмов.

Одним из эффективных путей оптимизации быстродействия систем технического зрения является распараллеливание обработки изображений. Это связано с тем, что многие используемые алгоритмы являются пространственными, т.е. производят одну и ту же операцию обработки над каждым пикселем исходного изображения. В случае же последовательной реализации подобных алгоритмов, время их выполнения пропорционально количеству пикселей изображения, что представляет сложность при использовании камер с высокой разрешающей способностью.

Со структурной точки зрения, распараллеливание алгоритмов пространственной обработки изображения заключается в реализации однородной вычислительной структуры, состоящей из отдельных вычислителей, каждый из которых выполняет заданную операцию обработки над «своим» пикселем исходного изображения, используя также некоторую его окрестность [1,2].

Возможны несколько путей аппаратной реализации подобной вычислительной структуры. Использование процессорных систем является неэффективным в связи с тем, что они плохо справляются с параллельными задачами, даже с использованием современных технологий векторизации и многопоточности. Более эффективными являются графические процессоры. За счет большого количества малых ядер, каждое из которых представляет отдельный вычислитель, они способны эффективно решать подобные задачи. Однако, как и любым процессорным системам, решающим широкий класс задач, им свойственны задержки выполнения отдельных команд в связи с необходимостью их интерпретации. Также играет важную роль относительно высокое энергопотребление процессоров. В связи с этим, большой интерес вызывают системы, базирующиеся на программируемых логических интегральных схемах (ПЛИС, FPGA).

ПЛИС представляет собой вентиляльную матрицу, состоящую из конфигурируемых логических блоков и программируемых связей между ними. Благодаря реализации логического базиса, на ПЛИС можно синтезировать любое цифровое устройство в рамках имеющегося количества логических блоков. Независимость функционирования отдельных логических блоков друг от друга позволяет разработать вычислительное устройство, реализующее естественную параллельную обработку данных. Низкоуровневая разработка предоставляет возможность тонкой настройки и эффективной оптимизации под поставленную задачу. При этом для ПЛИС характерен относительно малый уровень энергопотребления, что положительно отражается на времени автономной работы устройств с подобной вычислительной системой. В связи с этим, в рамках данного исследования рассматривается реализация вычислительной структуры на базе ПЛИС, используемая среда – Quartus II 13.0, среда симуляции – Altera ModelSim 10.1, язык – Verilog HDL.

Пространственная обработка изображений включает в себя набор алгоритмов, объединенных их направленностью на работу с некоторой окрестностью исходного изображения [3]. В данной работе будут рассмотрены несколько наиболее популярных: фильтр на основе среднего арифметического, фильтр на основе среднего геометрического, медианный фильтр. Как следует из названия, первые два вида фильтров определяют результат как среднее значения сигналов в рассматриваемой окрестности. Медианный фильтр осуществляет сортировку сигналов рассматриваемой окрестности по возрастанию (или убыванию) и использует в качестве результата срединное значение. Для сортировки использовался «пузырьковый» алгоритм, заключающийся в циклическом сравнении соседних значений с последующим перемещением. Для всех алгоритмов использовалась окрестность размером 3*3 пикселя.

В качестве исходного изображения использовалось полутоновое изображение формата *jpg* размером 100*100 пикселей с искусственно нанесенным шумом (*рис.1*). В связи с тем, что любое полноцветное изображение можно представить в виде трех полутоновых, данные алгоритмы могут применяться и для цветных изображений при трехкратном увеличении количества вычислителей. Для удобства загрузки и обработки, исходное изображение было предварительно конвертировано в формат *pgm* (portable graymap), представляющим

собой двумерную матрицу значений яркости каждого пикселя. Яркость каждого пикселя принимала значения от 0 до 255 (8 бит). Изображение при помощи функции языка Verilog *\$readmemb* на этапе симуляции загружается в память ПЛИС и проходит параллельную обработку на вычислителях, предварительно сгенерированным и связанным с интерфейсом ввода-вывода при помощи конструкции *generate*. Исследование каждого алгоритма проводилось в виде отдельных независимых друг от друга симуляций. Результаты обработки записывались во внешний файл (рис.2 – рис.4).

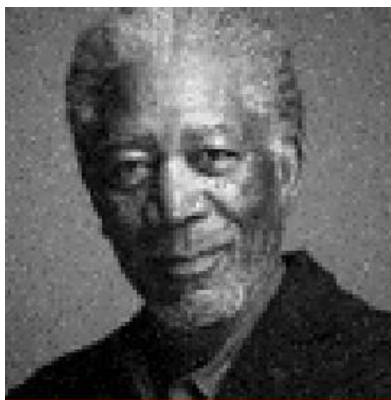


рис.1. Исходное изображение с шумом

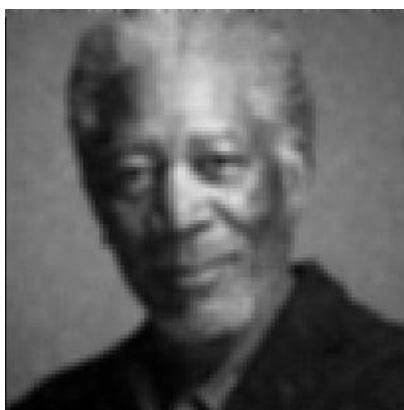


рис.2. Результат фильтра на основе среднего арифметического

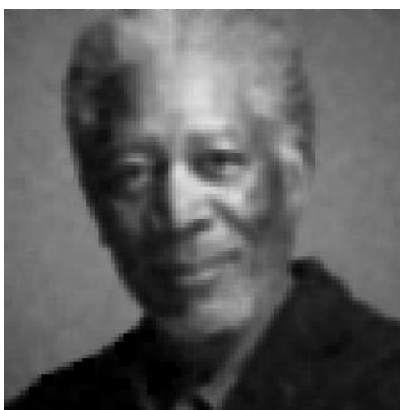


рис.3. Результат фильтра на основе среднего геометрического

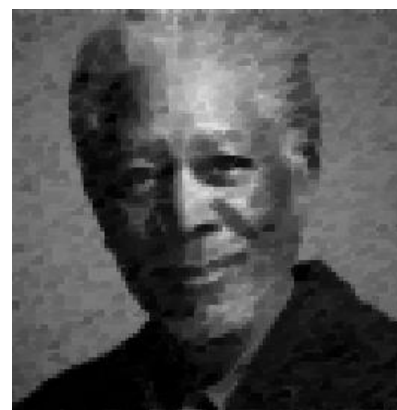


рис.4. Результат обработки медианным фильтром

Из полученных результатов видно, что реализованные фильтры справляются с задачей уменьшения шумов на изображении. Однако наблюдается нежелательный эффект размытия исходного изображения и потери детализации. Он проявляется наиболее сильно у фильтра на основе среднего арифметического, и наименее сильно у медианного, который является одним из наиболее распространенных благодаря сбалансированному соотношению вычислительной сложности и качества результата. На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что ПЛИС является эффективной основой для аппаратной реализации однородных вычислительных структур параллельной обработки больших массивов данных.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-37-00082 мол_а.

Список публикаций:

- [1] Шашев, Д.В. Алгоритмы динамически перестраиваемых вычислительных сред для обработки изображений автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.11 / Шашев Дмитрий Вадимович. – Томск, 2016. – 12 с.
- [2] Шидловский С.В. Автоматическое управление. Перестраиваемые структуры / С. В. Шидловский. – Томск: Томский государственный университет, 2006. – 288 с.
- [3] Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс; пер. с англ. под ред. П.А. Чочиа. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.

Секция 3.
Проектирование роботизированных комплексов
(БПЛА, АНПА)

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ С ПОВЫШЕННОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ

Гимазов Р.У.,

*Шидловский С.В.**

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

** Национальный исследовательский Томский государственный университет*

Задача реализации полностью автономных объектов (в том числе автономных роботов) сопряжена с проблемой энергетического обеспечения. Одним из путей решения этой проблемы является применение фотоэлектрической системы питания. Однако данный подход имеет недостатки, связанные с малым КПД современных солнечных батарей. Поэтому повышение энергетической эффективности фотоэлектрических систем является актуальной задачей. Одним из способов повышения энергоэффективности фотоэлектрических систем является применение экстремального регулирования мощности в процессе отбора энергии. Наиболее распространённым алгоритмом экстремального регулирования является алгоритм «возмущение-наблюдение». В этом методе управляющее устройство варьирует значения напряжения с целью подобрать оптимальную пару ток-напряжение, обеспечивающую максимум электрической мощности. Недостатками алгоритма «возмущение-наблюдение» являются колебания мощности и потери при выходе на рабочую точку. Эти проблемы можно решить с помощью реализации адаптирующегося алгоритма.

Актуальность решения проблемы повышения энергоэффективности фотоэлектрических систем для энергоснабжения автономных объектов, связана с задачей максимизации времени автономного функционирования.

Целью данной работы является имитационное моделирование автономной системы энергоснабжения на базе фотоэлектрической установки с повышенной энергетической эффективностью.

К **задачам**, решаемым в ходе выполнения разработки, относятся проектирование системы и её имитационное моделирование.

С целью увеличения эффективности применения фотоэлектрических систем, разработана система энергоснабжения, включающая контроллер заряда с алгоритмом «возмущение-наблюдение» на базе нечёткой логики.

В ходе работы в среде Matlab/Simulink реализована имитационная модель фотоэлектрической системы, включающая солнечную батарею, контроллер, аккумулятор и нагрузку. Указанная модель служит для имитации процесса заряда/разряда аккумулятора с учётом различных факторов, непосредственно влияющих на функционирование системы. Имитационная модель контроллера снабжена блоком нечёткой логики, служащим для адаптивного управления процессом.

Результаты имитационного моделирования показали, что применение экстремального регулирования увеличило выработку энергии на 23 %, а использование алгоритма с нечёткой логикой позволило значительно увеличить скорость выхода на рабочую точку, а также нейтрализовало колебания напряжения, что в свою очередь снизило недовыработку мощности на дополнительные 2 %.

АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ЧАСТНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА БАЗЕ БПЛА

Глушков Г.С.

Акционерное общество «Научно-исследовательский институт полупроводниковых приборов»

glushkov_gs@niipp.ru

В настоящее время в условиях стремительного технологического развития во всем мире происходит глобальная роботизация во всех отраслях науки и промышленности. Согласно Дорожной карте направления «Аэронет» Национальной технологической инициативы (ДКИ), которая в настоящее время задает вектор приоритетов в развитии распределенных систем беспилотных летательных аппаратов в Российской Федерации, разработка и производство беспилотных воздушных судов и авиационных систем различного назначения являются наиболее динамичным сегментом мировой авиационной отрасли и стабильно обеспечивают совокупный среднегодовой темп роста не менее 10%, а к 2035 году над территорией Российской Федерации постоянно могут находиться не менее 100 000 беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и космических аппаратов, обслуживающих единый рынок работ и услуг для удовлетворения различных, постоянно возрастающих, потребностей экономики.

Отсюда возникает актуальная потребность активного развития российского рынка БПЛА путем внедрения собственных конкурентоспособных разработок. Огромный потенциал и несомненные преимущества использования БПЛА мультикоптерного типа для гражданских применений обуславливает высокий интерес в их развитии и продвижении. Однако на данный момент российский рынок насыщен зарубежными массовыми разработками, а подавляющее большинство компаний-участников данной отрасли занимаются адаптацией этих разработок для решения различных задач.

В рамках данного доклада освещаются основные цели и задачи проекта по разработки автономной системы защиты частных территорий на базе БПЛА, рассматриваются конкурентные преимущества.

Предлагаемый проект направлен на решение нескольких проблем в рассматриваемой области:

1. Обеспечение автономности БПЛА. Несмотря на высокие достижения в области разработки различных типов БПЛА, на сегодняшний день до сих пор не решена проблема достижения полной автономности работы БПЛА при выполнении тех или иных задач. В первую очередь это связано с ограничениями располагаемых на борту БПЛА вычислительных ресурсов. Поэтому исследования, направленные на разработку специализированных аппаратно-программных комплексов (АПК), обеспечивающих полную автономность БПЛА, представляются несомненно актуальными.

2. Обеспечение защиты частных территорий от БПЛА. С одной стороны, согласно ДКИ, развитие рынка БПЛА приведет к созданию глобальной распределенной сети, позволяющей выйти на качественно новый уровень предоставления сервисов и услуг, с другой стороны резко снижается уровень безопасности частных территорий, доступных для проникновения БПЛА. Это говорит об актуальности разработок качественно новых систем защиты, доступных для гражданского применения, в частности создание АПК защиты частных территорий от несанкционированных полетов БПЛА.

Один из аспектов новизны проекта заключается в том, что для обеспечения автономности БПЛА предлагается разработка специализированного АПК, включающего новые реконфигурируемые алгоритмы управления, навигации и обработки информации, отличающиеся от существующих тем, что аппаратно выполняются на высокопроизводительных вычислительных средствах параллельно-конвейерного типа, отвечающих дискретной математической модели перестраиваемых вычислительных сред.

**Проект выполняется на базе Томского государственного университета совместно с АО «Научно-исследовательский институт полупроводниковых приборов» (Индустриальный партнер) при финансовой поддержке Минобрнауки России, уникальный идентификатор проекта RFMEFI57817X0241.*

АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОРИЕНТАЦИИ ОБЪЕКТА В ПРОСТРАНСТВЕ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ С МОДУЛЯ ИМУ

Кутков В.В.

Национальный исследовательский Томский государственный университет
vitalik.nok@mail.ru

Ориентация объекта в географической системе координат описывается тремя углами Эйлера: Ψ - рыскание, φ - крен и θ - тангаж. Эти углы, для наглядности изображенные на рис. 1, находятся посредством преобразования данных с модуля ИМУ (Inertial measurement unit — инерциальный измерительный блок). Модуль ИМУ обычно включает в себя трехосные МЭМС датчики: акселерометр, гироскоп, а также возможно магнитометр.

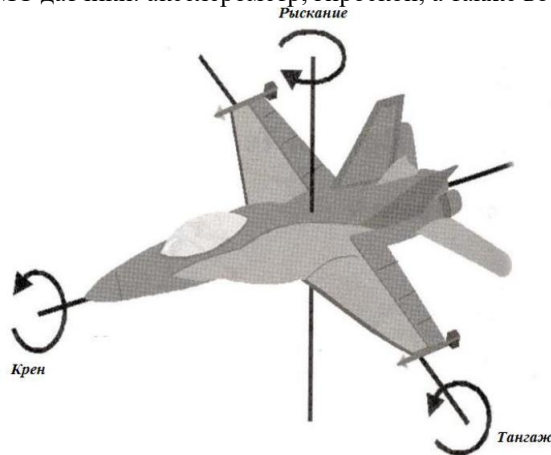


Рис. 1. Углы вращения на примере летательного аппарата

Расчет ориентации осуществляется следующим образом:

A_x, A_y, A_z – измеряемые ускорения в направлении соответствующих осей в системе отсчета, связанной с объектом. Тогда углы тангажа θ и крена φ определяются выражениями (1) и (2):

$$\theta = \arctan \left(\frac{A_x}{\sqrt{A_y^2 + A_z^2}} \right),$$

(1)

$$\varphi = \arctan \left(\frac{A_y}{\sqrt{A_x^2 + A_z^2}} \right). \quad (2)$$

После того, как углы крена φ и тангажа θ были рассчитаны, угол рыскания Ψ вычисляется по формуле (3):

$$\Psi = \arctg \left(\frac{H_y}{H_x} \right), \quad (3)$$

$$H_x = T_x * \cos\theta + T_z * \sin\theta,$$

$$H_y = T_x * \sin\theta * \sin\varphi + T_y * \cos\varphi - T_z * \sin\varphi * \cos\theta.$$

где T_x, T_y, T_z - магнитные компоненты вектора напряженности магнитного поля Земли, измеренные магнитометром.

$\Omega_x, \Omega_y, \Omega_z$ – измеряемые угловые скорости вращения вокруг соответствующих осей в системе отсчета, связанной с объектом. Для вычисления угла поворота (угла Эйлера) вокруг i -й оси используется следующее соотношение:

$$a_i = \int_{t_1}^{t_2} \Omega_i * dt$$

где t_1 – время начала измерения;

t_2 - время окончания измерения.

Однако у акселерометра есть недостаток, который не позволяет решить задачу определения ориентации объекта в движении, так как датчик получает точные значения только в состоянии покоя. При движениях значения углов расходятся с реальными, в связи с прибавлением к показаниям проекции вектора собственного

ускорения. Поэтому довольно распространен принцип комбинирования показаний датчиков, что позволяет определять ориентацию объекта в пространстве при его движении.

**Работа выполнена в Томском государственном университете при финансовой поддержке Минобрнауки России, уникальный идентификатор проекта RFMEFI57817X0241.*

Список использованных источников:

[1] ARDUINO-KIT: Модуль 3-х осевого гироскопа и акселерометра GY-521 MPU-6050. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arduino-kit.ru/catalog/id/modul-3-h> (дата обращения 05.11.17).

[2] ARDUINO-DIY: Arduino и датчик MPU6050. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://arduino-diy.com/arduino-MPU6050-dlya-opredeleniya-ugla-naklona> (дата обращения 05.11.17).

[3] BITAKS: Определение угла наклона акселерометром. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bitaks.com/resources/inclinometer/content.html> (дата обращения 05.11.17).

[4] Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук: Основные проблемы и перспективы применения беспилотных летательных аппаратов для обследования выработанного пространства при подземной разработке месторождений [Электронный ресурс]. -2016. - № 3. - Режим доступа: <http://www.misd.ru/publishing/proceedings/> (дата обращения: 05.11.17).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ROS ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОБИЛЬНЫМИ РОБОТАМИ КАРТ МЕСТНОСТИ

Окунский М.В.,

Пославский С.И.

Национальный исследовательский Томский государственный университет

iamleftbrain@gmail.com

Фреймворк ROS (Robot Operating System) – это набор утилит, библиотек, соглашений, который упрощает разработку сложного программного обеспечения для различных робототехнических платформ. ROS работает поверх классической операционной системы, обеспечивая службы мета-операционной системы робота: аппаратную абстракцию различных устройств робота, низкоуровневый контроль этих устройств, реализацию часто используемых функций и задач, передачу сообщений между процессами, и управление пакетами. Можно сказать, что ROS управляет взаимодействием вычислительных устройств с реальным миром. Как и другие операционные системы, ROS состоит из двух частей: непосредственно ядра фреймворка `ros`, и `ros-pkg`, набора поддерживаемых сообществом пакетов, которые реализуют различные функции робототехники: позиционирование, планирование, восприятие, моделирование и др.

Основными концепциями ROS являются узлы, сообщения, темы, сервисы. Архитектурно все вычислительные задачи выполняются в узлах ROS, которые обмениваются между собой информацией посредством сообщений. Эти сообщения узлами публикуются в темах, которые разделяют эти сообщения на группы интересов. Когда некоторому узлу необходимо получать сообщения с определенными данными, этот узел подписывается на определенную тему. Для реализации синхронной передачи сообщений, которая необходима в определенных случаях, ROS определяет сервисы — механизм, который работает по принципу вопрос-ответ.

В рамках доклада для решения задач построения карт местности мобильными роботами было необходимо разработать имитационную модель робота и реализовать метод, по которому карта будет создаваться. Для этого были использованы готовые пакеты ROS симулятора среды и симулятора робота, такие как Gazebo и Rviz.

Таким образом, с помощью симулятора в ROS оператор подавал команды движения роботу, у которого был закреплен визуальный датчик. В процессе движения робот обнаруживал неизвестные препятствия и отмечал их на создаваемой карте местности в соответствии с выбранным методом. Затем, когда робот объехал каждый участок местности, карта загружалась в его базу для дальнейшего использования, но уже для автономного управления мобильным роботом.

*Работа выполнена в Томском государственном университете при финансовой поддержке Минобрнауки России, уникальный идентификатор проекта RFMEFI57817X0241.

АЛГОРИТМЫ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ПЛОСКОСТИ

Пославский С.И.,

Окунский М.В.

Национальный исследовательский Томский государственный университет

travoltaj237@gmail.com

Процесс последовательной локализации, как алгоритм, изначально был предназначен для последовательного сканирования некоторого объекта с целью получения его трехмерной геометрической модели. Рассмотрим существующие алгоритмы последовательной локализации.

Алгоритм ИСР. В основе данного алгоритма лежит метод последовательных приближений для минимизации суммы квадратов расстояний между соответствующими точками двух сканов. Начальным этапом работы алгоритма является поиск соответствия пар точек между текущим сканом и опорным. Для каждой точки текущего скана выбирается ближайшая точка из опорного скана по Евклидовому расстоянию. Основным ограничением алгоритма ИСР является тот факт, что ближайшая точка в общем случае зачастую может не соответствовать той же самой точке сканируемой поверхности, особенно в тех случаях, когда два скана выполнены на отдаленном друг от друга расстоянии.

Для ИСР свойственны две главные проблемы. Первая заключается в том, что он является алгоритмом, основанным на сопоставлении точек, не принимая во внимание локальную форму поверхности вокруг каждой точки. Вторая характерна тем, что поиск ближайших точек в главном цикле алгоритма на каждой итерации обладает большой вычислительной сложностью, что приводит к снижению скорости его работы. Если в опорном скане m точек, а в текущем – n , то вычислительная сложность прямого поиска будет $O(mn)$.

Общий принцип сходимости для ИСР заключается в изначальном выборе большого шага в течение нескольких начальных итераций, затем происходит его уменьшение по мере приближения к оптимальному шагу.

Алгоритм IDC – итеративный алгоритм поиска ближайших точек с двойным соответствием. Основная задача данного алгоритма – ускорить сходимость угла поворота оценки положения при сопоставлении двумерных дальнометрических сканов.

На каждой итерации выполняется оценка относительного перемещения робототехнического устройства при помощи минимизации расстояния ближайших точек двух сканов, как в алгоритме ИСР. В данном же алгоритме система координат не переносится в новое положение, вместо этого проводится поиск точек соответствия по новому критерию – совпадению расстояний от устройства до точки.

Критерий использует полярные координаты (φ, ρ) с центром, совпадающим с положением робототехнического устройства, и задается разностью расстояний до соответствующих точек двух сканов внутри некоторого углового диапазона. Таким образом, соответствующие точками будут являться те, которые наиболее всего совпадают по координатам расстояния ρ внутри определенного углового интервала.

Алгоритм Hector Mapping. Данный алгоритм использует в качестве модели окружающей среды всю ранее накопленную карту. Карта представлена в виде сетки занятости, где значение функции карты $M(P_m) = 1$, если в данной ячейке находится препятствие, и $M(P_m) = 0$, если ячейка карты считается свободной. В качестве меры совпадения скана и карты используется среднеквадратическая ошибка всех точек скана. Тогда для оценки положения ξ^* мобильного робота можно воспользоваться методом наименьших квадратов:

$$\xi^* = \arg \min_{\xi} \sum_{i=1}^n [1 - M(S_i(\xi))]^2, \quad (1)$$

где $S_i(\xi)$ – координаты i -й точки скана, преобразованной в систему координат помещения, если считать, что скан получен из положения ξ .

Начиная с карты с большим разрешением, алгоритм находит неточную оценку положения, близкую к истинному. Затем выбирая все меньшие разрешения, эта оценка улучшается до тех пор, пока не достигнет необходимой точности, либо поиск останавливается на карте с наилучшим разрешением.

Данный алгоритм дает достаточно точную оценку положения робототехнического устройства. Накапливаемая ошибка, в результате работы алгоритма мала вследствие использования всей карты для сопоставления скана.

Алгоритм GMapping. В основе данного алгоритма лежит метод рекуррентной фильтрации частиц Рао-Блэквелла на сеточной карте. Основная идея данного фильтра заключается в оценки условной вероятности каждой частицы, которую можно разложить на множители, согласно теореме Рао-Блэквелла-Колмогорова:

$$\rho(x_{1:t}, m | z_{1:t}, u_{1:t-1}) = \rho(m | x_{1:t}, z_{1:t}) * \rho(x_{1:t} | z_{1:t}, u_{1:t-1}), \quad (2)$$

где $x_{1:t}$ – траектория робота, состоящая из последовательных положений, m – карта помещения, $z_{1:t}$ – последовательность вектора наблюдения, $u_{1:t-1}$ – измерения одометрии.

Работу фильтра можно описать следующим алгоритмом.

- 1) семплирование – формирование выборки частиц следующего поколения $\{x_t^{(i)}\}$ из вспомогательной функции распределения π на основе предыдущей выборки $\{x_{t-1}^{(i)}\}$;
- 2) взвешивание степени важности каждой частицы $\{w_t^{(i)}\}$, основываясь на значениях вспомогательной функции распределения;
- 3) ресемплинг – частицы выбираются с заменой, прямо пропорционально их весу, в результате чего веса оставшихся частиц выравниваются;
- 4) для каждой частицы вычисляется соответствующая оценка карты m на основе ее траектории $x_{1:t}$ и истории наблюдений $z_{1:t}$.

Достоинством данного алгоритма является высокая точность построения карты.

В рамках доклада были рассмотрены основные алгоритмы локализации робототехнических систем на плоскости. Требовалось разработать имитационную модель робота и промоделировать каждый из алгоритмов в пакетах фреймворка ROS. Были использованы готовые пакеты *RTabMap*, *Gazebo* и *RViz*. По результатам моделирования была составлена сравнительная таблица, отражающая такие параметры как точность локализации, границы устойчивости и скорость решения SLAM.

**Работа выполнена в Томском государственном университете при финансовой поддержке Минобрнауки России, уникальный идентификатор проекта RFMEFI57817X0241.*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОГО РОБОТА НА ОСНОВЕ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА И КОЛЕСА

Фирсов И.С.,

Сырямкин В.И., Гуцул В.И.

Национальный исследовательский Томский государственный университет

ivan09031@gmail.com

Робототехника – одно из перспективных направлений вычислительной техники.

Данная работа посвящена изучению универсальных робототехнических систем, рассмотрению основных компонентов, из которых они состоят.

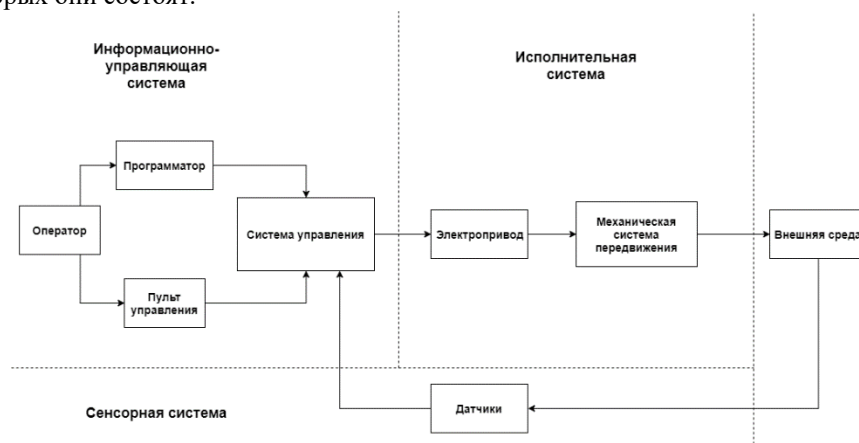


рис.1. Функциональная схема робота

Функциональная схема робота состоит из трех основных систем: информационно-управляющей, исполнительной и сенсорной.

Универсальные роботы – системы, способные перемещаться по земле или по воздуху. Благодаря этому обеспечивается проходимость по снежному покрову любой высоты, перемещение над водными преградами, преодоление завалов, рвов, оврагов, вертикальных препятствий любой высоты [1].

С точки зрения схемотехники микроконтроллер представляет собой однокристалльный компьютер, который сочетает в себе функции процессора и периферийных устройств, может содержать ОЗУ и ПЗУ [2].

Широкое распространение получили семейства микроконтроллеров ARM, AVR и PIC.

Платформы для разработки

Наиболее популярной платформой является Arduino. Это устройство представляет собой плату с микроконтроллером Atmel ATmega, всей необходимой для него обвязкой, регулятором напряжения и USB-UART мостом.

Raspberry PI - это полноценный микрокомпьютер, в составе которого входят: процессор, включающий основное и графическое ядро, ОЗУ, USB порты, Ethernet вход, видеовыход HDMI и др.

Для управления двигателями робота необходимо устройство, которое бы преобразовывало управляющие сигналы малой мощности в токи, достаточные для управления моторами. Такое устройство называют драйвером двигателей.

В основе инфракрасного датчика расстояния лежит триангуляционный принцип измерений.

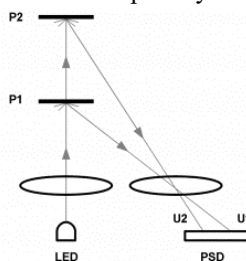


рис. 2 – Путь светового луча IR измерителя расстояния

Более сложным и точным, чем инфракрасный датчик препятствия, является ультразвуковой датчик расстояния. Он излучает ультразвуковую волну и принимает отраженный сигнал, расстояние определяется по времени распространения сигнала до препятствия и обратно [3].

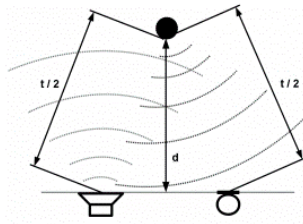


рис. 3 – Принцип работы ультразвукового датчика расстояния

Расстояние d до препятствия вычисляется по формуле (1):

$$d = \frac{v \cdot \Delta t}{2} \quad (1)$$

где v – скорость звуковой волны, Δt – время между посылкой и приемом отраженного сигнала.

Источник питания

Источником питания для всех подсистем подвижного робота обычно служит встроенная батарейка или аккумулятор.

Разработчик может использовать щелочные, никель-кадмиевые или кислотные аккумуляторы [4].

Система связи служит для организации взаимодействия робота с другими устройствами и разработчиком.

Для микроконтроллеров существуют различные языки программирования, но, пожалуй, наиболее подходящими являются Ассемблер и Си.

Разработка универсального робота будет осуществляться на основе существующей робототехнической платформы РП-1Р на базе полетного контроллера ArduPilot Mega и гексокоптера, помещенных в конструкцию в форме колеса из композитного материала.

Работа выполняется по гранту РФФИ №16-29-04388116.

Список публикаций:

- [1] В.И. Сыряжкин. *Интеллектуальные робототехнические и мехатронные системы: учеб. пособие* – Томск, 2017. – 256 с.
- [2] *Классификация и структура микроконтроллеров [Электронный ресурс]*. URL: <https://goo.gl/hMRWzL>.
- [3] М.В. Момот. *Мобильные роботы на базе Arduino*. – СПб.: БХВ-Петербург, 2017. - 288 с.
- [4] Предко М. *Устройства управления роботами: Схемотехника и программирование* – М.: ДМК, 2004. — 400 с.
- [5] Л.А.Торгашов, В.И. Гуцул, С.В. Романенко. *Разработка и создание робототехнической платформы повышенной проходимости, как элемент обеспечения ликвидации чрезвычайных ситуаций // Вестник науки Сибири. 2013. № 4 (10). – с. 104-108.*
- [6] Kalantari A., Spenko M. *Design and Experimental Validation of HyTAQ, a Hybrid Terrestrial and Aerial Quadrotor // IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), 2013.*

Секция 4.
Психоэмоциональные и социогуманитарные
аспекты в робототехнике

MODELING EMOTIONS IN COGNITIVE ARCHITECTURES CONSIDERING EMOTIONS SIMULTANEOUS INSTEAD OF SEQUENTIAL

Qaseem Ramzan^{1,2},

*Vladimir Syryamkin*¹

¹*National Research Tomsk State University*

²*toggleTechs (Pakistan)*

qaseemramzan0@gmail.com

This paper presents a critical view of the past theories covering the need of emotions in robotics. It lists the different methodologies used for incorporating emotional models into cognitive architectures. A new Parallel Emotional Architecture is proposed in contrast to the Sequential Architectures. This Parallel Emotional Architecture is based on the fact that emotions occur simultaneously rather than sequentially. I have described a generic methodology for modeling the Emotional Architecture as a combination of parallel processes considering emotions highly simultaneous and interconnected.

What are emotions? Emotion is any conscious experience characterized by intense mental activity and a high degree of pleasure or displeasure. Scientific discourse has drifted to other meanings and there is no consensus on a definition. Emotion is often intertwined with mood, temperament, personality, disposition, and motivation. In some theories, cognition is an important aspect of emotion. Those acting primarily on the emotions they are feeling may seem as if they are not thinking, but mental processes are still essential, particularly in the interpretation of events. For example, the realization of our believing that we are in a dangerous situation and the subsequent arousal of our body's nervous system (rapid heartbeat and breathing, sweating, muscle tension) is integral to the experience of our feeling afraid. Other theories, however, claim that emotion is separate from and can precede cognition.

By doing cross-cultural research in Papua New Guinea, on the Fore Tribesmen, at the end of the 1960s, Paul Ekman proposed the idea that facial expressions of emotion are not culturally determined, but universal. Thus, he suggested that they are biological in origin and can, therefore, be safely and correctly categorized. He therefore officially put forth six basic emotions, in 1972.

- i. Anger
- ii. Disgust
- iii. Fear
- iv. Happiness
- v. Sadness
- vi. Surprise

In the 2000s, research in computer science, engineering, psychology and neuroscience has been aimed at developing devices that recognize human affect display and model emotions. In computer science, affective computing is a branch of the study and development of artificial intelligence that deals with the design of systems and devices that can recognize, interpret, and process human emotions. It is an interdisciplinary field spanning computer sciences, psychology, and cognitive science. While the origins of the field may be traced as far back as to early philosophical enquiries into emotion, the more modern branch of computer science originated with Rosalind Picard's 1995 paper on affective computing.

Another area within affective computing is the design of computational devices proposed to exhibit either innate emotional capabilities or that are capable of convincingly simulating emotions. A more practical approach, based on current technological capabilities, is the simulation of emotions in conversational agents in order to enrich and facilitate interactivity between human and machine.[8] While human emotions are often associated with surges in hormones and other neuropeptides, emotions in machines might be associated with abstract states associated with progress (or lack of progress) in autonomous learning systems[citation needed]. In this view, affective emotional states correspond to time-derivatives (perturbations) in the learning curve of an arbitrary learning system.

Scope of Emotions in Robotics is reaching new heights with every passing day. In past robots were used only for industrial purposes and there was no thought of giving robots some human emotions. But with the passage of time it was understood how robots could be more than just industrial objects and giving them emotions could make them a social object capable of interacting with humans in daily life. Currently efforts are being made around the world to make robots capable of interacting on human cognition level. But it is a challenge to find more efficient ways for modeling emotions in cognitive architectures.

A Cognitive Architecture is a hypothesis about the fixed structures that provide a mind, whether in natural or artificial systems, and how they work together – in conjunction with knowledge and skills embodied within the architecture – to yield intelligent behavior in a diversity of complex environments. Modelling emotions into a cognitive architecture raises questions like - What specific structures and processes are necessary to model? Emotions occur in a sequence or simultaneously? What representational forms should be used for modeling?

We have seen certain emotional models in the past, one of them is a MAMID Architecture proposed by Eva Hudlicka [6] which provides solution considering emotional appraisals as a sequential processes. In this paper my views are based on the point that emotions appear simultaneously and are interconnected which means they affect each other. For this view a new parallel model should be designed which deals with emotions as parallel processes. I have proposed a generic architecture for emotional modeling into cognitive architecture as parallel processes.

Conclusions

The importance of emotions for the upcoming era of robotics is increasing with time and it is required to model the emotions into cognitive architectures in more efficient way to achieve human level cognition at the end. Emotional models should be flexible and deal in parallel nature. Making a cognitive architecture to be able to deal with multiple emotions simultaneously and understand their effects on each other is the need of this time.

References:

- [1] URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Emotion#Computer_science.
- [2] URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Affective_computing
- [3] URL: <https://www.psychologytoday.com/blog/sideways-view/201606/what-are-emotionshtm>
- [4] URL: <http://cogarch.ict.usc.edu/>
- [5] URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/5e0a/3df7e379cfa74dd8d432ed5c86513772db52.pdf>
- [6] *Beyond Cognition: Modeling Emotion in Cognitive Architectures Research Paper* by Eva Hudlicka

МЕТОДЫ И ПОДХОДЫ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ ВЫСОКОТОЧНОЙ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ, ЗАРЕГИСТРИРОВАННОЙ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫМ КОМПЛЕКСОМ НА НАНОСЕНСОРАХ

Го Вэньцзя,

Рыбалка С.А., Южаков М.М., Иванов М.Л., Нгуен Данг Куанг,

Кодермятов Р.Э., Максимов И.В. *, Зимин И.А. *

S. Rybalka, M. Yuzhakov, M. Ivanov, Nguyen Dang Kuang,

R. Kodermjatov, Guo Wenjia, I. Maksimov, I. Zimin

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

«Научно-исследовательский институт кардиологии», Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук».

E-mail: fishing@am.tpu.ru

Рассматриваются вопросы проектирования системы автоматического анализа и хранения высокоточных электрокардиограмм. Сформирована структура системы регистрации и хранения электрокардиограмм. Перечислены процедуры, составляющие комплекс автоматического анализа.

The problems of designing the system for automatic analysis of cardiograms are considered. The structure of the system for recording and storing electrocardiograms was formed. The procedures that make up the complex of automatic analysis are listed.

Ключевые слова: электрокардиограмма, анализ, система регистрации, пациент.

Keywords: electrocardiogram, analysis, registration system, patient.

Несмотря на успехи медицины в области кардиологии, научные исследования в этом направлении продолжают интенсивно развиваться [1]. Большое количество таких работ посвящено исследованию и разработке средств контроля за работой сердца без хирургического вмешательства. В Томском политехническом университете совместно с Томским НИИ кардиологии в течение многих лет проводятся исследования биоэлектрической активности сердца в расширенном диапазоне частот от 0 до 10000 Гц [2]. Разработан аппаратно-программный комплекс на наносенсорах, который способен регистрировать сигналы от 0,3 мкВ с частотой дискретизации 32 кГц и 64 кГц. Интенсивно ведутся работы по исследованию и анализу ЭКГ [3, 4]. Проведены предварительные медицинские исследования на добровольцах, которые показали возможность регистрации микропотенциалов сердца от 0,3 мкВ и длительностью от 0,3 мс, доказана связь параметров микропотенциалов с состоянием сердца человека [5]. В отличие от обычной электрокардиографии в узком частотном диапазоне 0,05–150 Гц [6] записи высокоточной электрокардиограммы требуют большого объема памяти, особенно при регулярном контроле сердца в домашних условиях. По этой причине необходимо разработать новые подходы к регистрации и хранению полученной информации.

В этом направлении можно выделить несколько групп задач:

1. Анализ и классификация формы кардиограммы.
2. Анализ элементов кардиоимпульса.
3. Классификация состояния больного — здоров–патология

Цель данной статьи — сформулировать требования к системе автоматического анализа кардиограмм. Рассмотреть некоторые аспекты технологии регистрации кардиосигнала, отдельные свойства кардиосигнала и выявить систему требований, накладываемых на систему обработки и хранения.

Многоканальная система с высокой частотой опроса и длительное периодическое наблюдение за состоянием сердца пациента требуют хранения большого объема данных. Современная электроника позволяет сохранять большие объемы данных в миниатюрных блоках. Для хранения очень больших объемов система может состоять из двух отдельных блоков — миниатюрного регистратора и блока сбора и хранения информации (БСХИ). Сегодня такой БСХИ может быть реализован на смартфоне или специальном блоке таких размеров [7]. А кардиограммы всех пациентов постепенно копироваться и храниться в единой базе данных, например, в поликлинике (см. рис. 1).

При периодических наблюдениях за работой сердца и наличии проблем с сердцем важно знать, что делал пациент в этот момент времени и ранее [8]. Чтобы фиксировать поведение пациента такая система может дополняться портативными средствами регистрации видео и аудио сигналов. То есть периодически может сниматься небольшой фрагмент видео о внешней обстановке — помещение, окружающие люди. При этом изображение может быть низкого разрешения. Это должно пациенту напомнить, что происходило в определенный момент времени.

Во время снятия ЭКГ регистраторы кардиосигнала и видео передают данные на БСХИ и фиксируют время регистрации. Это позволяет синхронизировать электрокардиограмму и внешние события.

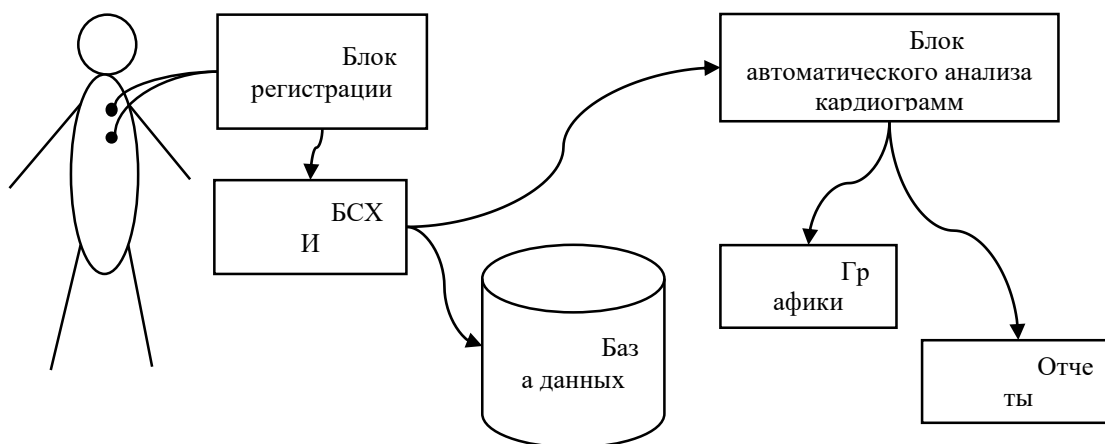


Рис. 1. Структурная схема комплекса регистрации кардиограмм и автоматической обработки

Накопление большого объема данных требует разработки роботизированной системы автоматической обработки сигнала ЭКГ. Такая система должна автоматически обрабатывать данные и выдавать сигналы о критических ситуациях в ЭКГ.

Зарегистрированные кардиосигналы можно разделить на две группы — короткие и многократно повторяющиеся с определенным циклом в процессе динамического наблюдения за состоянием сердца человека. Короткие ЭКГ аналогичны стандартным ЭКГ. Они регистрируются, когда пациент находится в состоянии покоя и после выполнения физической нагрузки. Запись проводится в течение нескольких минут. Условия проведения (в состоянии покоя, тип нагрузки) записываются в журнале.

Исследование большого количества пациентов потребует хранения большого количества информации. Поэтому система должна иметь возможность максимального сжатия информации.

Этого можно добиться сочетанием нескольких методов:

1. Уничтожение старых данных. Если система способна автоматически выявлять нарушения или изменения в форме кардиограммы, то наблюдение за состоянием здорового человека позволит выявить такие изменения на ранних стадиях. Но хранение всех данных о нормальном состоянии человека не имеет смысла. Достаточно хранить информацию, что состояние сердца на текущий момент времени нормальное. Поэтому сама кардиограмма может уничтожаться. Или можно оставлять некоторый небольшой типовой фрагмент нормальной кардиограммы за несколько последних исследований. Это позволит анализировать динамику изменения кардиограммы с учетом возраста пациента.

2. Выделение характерных участков:

- а. Типичные кардиоимпульсы — кардиоимпульсы, которые подобны друг другу и их на кардиограмме подавляющее большинство, то есть большой процент.

- б. Нехарактерные кардиоимпульсы — кардиоимпульсы, форма которых отличается от типичных. Составляют малый процент от общей длительности сигнала. Такие кардиоимпульсы должны быть разделены на несколько групп, если они существенно отличаются друг от друга.

При удалении части кардиосигнала удаляются и соответствующие фрагменты видео. Сжатие видеoinформации возможно путем замены на информацию о состоянии пациента — покой, тип нагрузки, вид деятельности на текущий момент. Но такая обработка невозможна без участия человека и требует большого количества трудозатрат.

Помимо сжатия объемов хранимой информации система должна автоматически распознавать патологии на типовых кардиоимпульсах, на импульсах, отличных от типовых. При наличии отклонений в кардиограмме от нормы или существенном отличии от предыдущих кардиограмм пациента система должна выдавать предупреждение. Тогда пациент обращается к врачу. Врач проводит анализ кардиограммы в автоматизированном режиме, назначает другие виды анализов и т.д.

Анализ, который может проводиться на коротких записях кардиограммы и на многократно повторяющихся с определенным циклом, имеет свои особенности и разный состав. Поэтому формировать список требований к системе по автоматической обработке коротких записей необходимо отдельно от требований по обработке повторяющихся записей.

Особенностью блока обработки коротких записей кардиосигнала пациента является то, что такая запись может быть загружена в оперативную память компьютера полностью. Тогда на такой записи могут решаться все задачи анализа, которые входят в состав программы. Основные этапы обработки короткой записи, блоки, реализующие эти этапы, и требования к ним могут быть примерно следующие.

Настройка параметров обработки короткого сигнала. Этот этап выполняется с участием человека. Здесь настраиваются параметры последующих автоматических этапов обработки. Система обработки предполагается автоматической. Но параметры каждого из этапов обработки не должны быть фиксированными. Это повышает гибкость системы обработки.

Загрузка короткого сигнала. На этом этапе выполняется загрузка файлов во внутреннем формате прибора. Для регистрации высокочастотного сигнала требуется высокоскоростная аппаратура и простые методы предварительной обработки. Поэтому сигнал в устройстве регистрации, как правило сохраняется в формате данных аналогово-цифрового преобразователя (АЦП). Это позволяет сделать такое устройство миниатюрным, надежным. И оно обеспечивает высокую скорость регистрации сигнала.

При настройке этапа загрузки короткого сигнала необходимо указать какой одиночный файл требуется загрузить, или сформировать список файлов, которые необходимо обработать.

Удаление концевых отсчетов. На этом этапе происходит удаление начальных и конечных отсчетов записи кардиосигнала. Процесс записи кардиограммы является сложным. Поэтому начальные и конечные кардиоимпульсы могут быть сильно искажены. Например, пациент еще не пришел в спокойное состояние. Или наоборот начал проявлять активность к концу процесса регистрации кардиограммы.

При настройке этого этапа указывается длительность начального и конечного участков, которые необходимо удалить.

Конвертирование короткого сигнала. Загружаемый сигнал имеет целочисленный формат и диапазон значений равен диапазону АЦП. Для анализа и обработки кардиограммы значения должны быть в диапазоне ± 300 мВ и в вещественном формате. Поэтому производится конвертирование сигнала из целочисленного формата в вещественный и масштабирование.

Этот этап не требует настройки. Блок регистрации кардиограммы со временем будет модифицироваться. Регистрация кардиограмм будет производиться на разных частотах. Блок конвертирования должен получать эту информацию для корректного преобразования в вещественный формат.

Обработка кардиограммы короткой длительности. Является основным блоком системы. Представляет собой набор независимых и взаимосвязанных процедур по обработке исходной кардиограммы или записи прошедшей обработку другими процедурами. В набор таких процедур должны входить:

- процедуры построения графиков и вычисления характеристик частоты сердечных сокращений; выявления нарушений ритма;
- процедуры для автоматического выполнения фильтров различных типов;
- процедуры аппроксимации зашумленного сигнала кардиосигнала;
- процедуры разделения записи кардиограммы на отдельные кардиоимпульсы;
- процедуры выделения групп подобных кардиоимпульсов — типовых для данной кардиограммы и особых, то есть нехарактерных; классификация кардиоимпульсов;
- процедуры анализа форм кардиоимпульсов; выявление критических отклонений от нормы;
- процедуры формирования графиков и отчетов по результатам обработки; формирование списков нормальных кардиограмм, с явной патологией, с подозрением на патологию, то есть с небольшими отклонениями.

В ходе развития системы список процедур будет развиваться и дополняться другими видами обработки. Увеличение возможностей этого блока и качества обработки сигналов позволит все больше работы выполнять в автоматическом режиме. Врач будет исследовать только кардиограммы с явной патологией или с подозрением на такую.

Настройка этого блока заключается в формировании списка процедур, которые необходимо выполнять при обработке очередного списка файлов с кардиограммами. Также необходимо определять виды графиков и состав отчетов по каждой из процедур.

При многократно повторяющихся исследованиях, например, в домашних условиях, обработка будет осуществляться по процедуре коротких электрокардиограмм, в блоке памяти будет храниться информация, позволяющая оценить состояние сердца пациента в динамике за длительное время наблюдения.

Разработана программа, реализующая метод Симсона [9, 10]. Программа предназначена для обработки электрокардиограммы высокого разрешения [11]. Данное программное обеспечение, включающее в себя элементы автоматизации, позволяет обнаруживать поздние потенциалы желудочков как на усредненном сигнале, так и на одиночных кардиоимпульсах

Блок-схема программы представлена на рисунке 2.

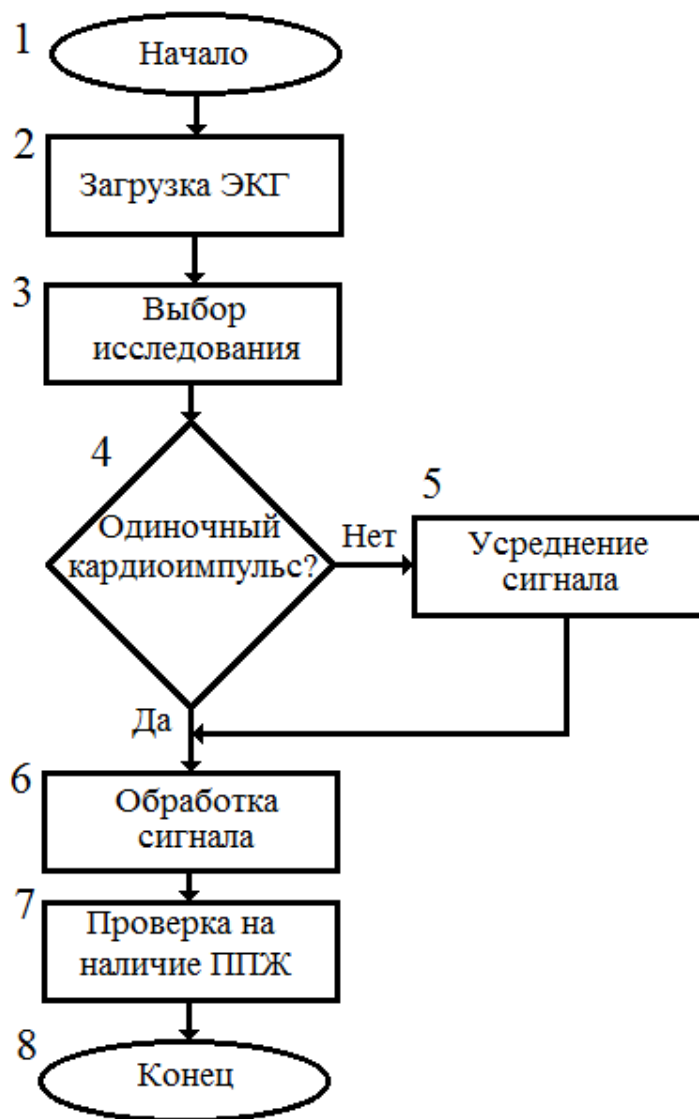


Рисунок 2 – Алгоритм программы

В некоторых блоках алгоритма программы (рис. 2) заложены следующие автоматически выполняемые действия:

В блоке 2 после загрузки сигнала производится определение длительности кардиосигналов, этот параметр потребуется в дальнейшей работе программы. Процесс вычисления длительности кардиосигналов реализуется с помощью корреляции кардиоциклов: выбираются два наиболее коррелированных соседних кардиоимпульса из большего числа похожих друг на друга во всей записи ЭКГ и измеряется расстояние между зубцами R. На основании этой длины формируется отрезок, который будет анализироваться критериями, определяющими диагноз.

В блоке 5 производится усреднение сигнала. Перед выполнением усреднения автоматически определяются следующие параметры: направление, шаг поиска и область поиска R зубца. Направление и интервал QRS комплекса находится с помощью фильтрации, которая убирает лишние экстремумы и при этом незначительно влияет на смещение центральной точки R зубца, которая определяется с помощью производной первого порядка. Основываясь на этой точке и длительности кардиоимпульсов производится их суммирование для вычисления усредненного сигнала.

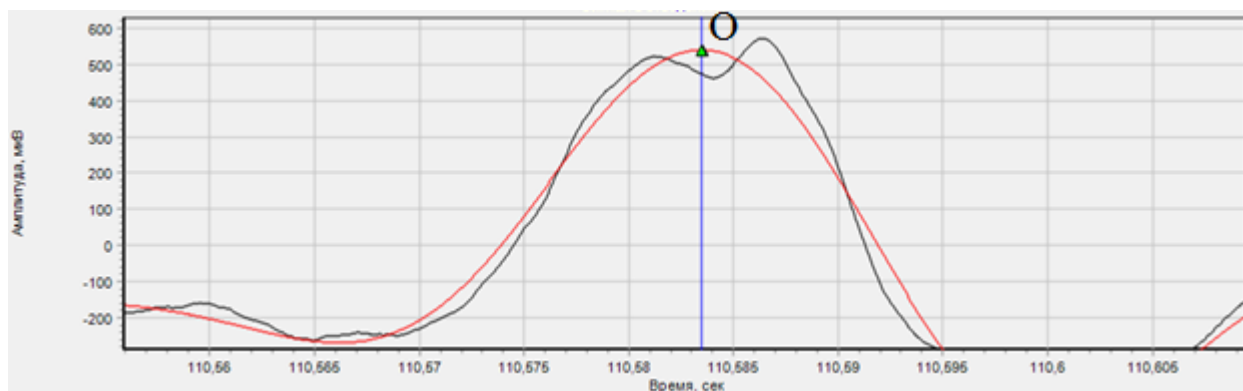


Рисунок 3 – Центр зубца R

В блоке 6 производится двунаправленная фильтрация полосовым фильтром и суммирование сигнала из трех отведений для получения результирующей кривой Симсона. На этой кривой с помощью алгоритма автоматически вычисляются опорные точки для постановки диагноза пациента.

Действия, связанные с автоматическим вычислением настроек, либо точек на графиках, подкреплены возможностью корректировки в ручном режиме работы для повышения точности результатов или сложностью анализируемых данных. Добавление элементов автоматизации в программу позволило в несколько раз ускорить работу, связанную с обработкой электрокардиографических сигналов высокого разрешения.

Заключение

Разработка системы регистрации и автоматического анализа электрокардиограмм требует проектирования и согласования работы нескольких устройств. Отдельной большой задачей является составление списка процедур автоматического анализа кардиограмм, определение видов графиков и отчетов, отражающих результаты анализа. В данной статье перечислены основные требования к таким системам.

Список литературы:

- [1] Narayanaswamy S. High Resolution Electrocardiography // *Indian Pacing Electrophysiol J.* - 2002. - №2. - С. 50-56
- [2] Иванов М.Л. Разработка и исследование электрокардиографического аппаратно-программного комплекса на наносенсорах для регистрации микропотенциалов сердца в реальном времени без усреднения и фильтрации: дис. ... канд. техн. наук: 05.11.17. – Томск, 2015. – 258 с.
- [3] Avdeeva D.K., Kazakov V.Y., Natalinova N.M., Ivanov M.L., Yuzhakova M.A., Turushev N.V. The simulation results of the high-pass and low-pass filter effect on the quality of micropotential recordings on the electrocardiogram // *European Journal of Physical and Health Education.* -2015-№6. -p.1-10,
- [4] Grigoriev M.G., Turushev N.V. Preliminary medical studies of electrocardiograph on nanosensors // *Applied Mechanics and Materials.* -2015-Vol.770. - p. 526-530
- [5] Турушев Н.В. Электрокардиограф для неинвазивной регистрации спонтанной активности клеток миокарда с целью раннего обнаружения признаков внезапной сердечной смерти: дис. ... канд. техн. наук.:05.11.17. - Томск, 2016. -303 с.
- [6] Ricciardi D., Cavallari I., Creta A., Di Giovanni G., Calabrese V., Di Belardino N., Mega S., Colaiori I., Ragni L., Proscia C., Nenna A., Di Sciascio G. Impact of the high-frequency cutoff of bandpass filtering on ECG quality and clinical interpretation: A comparison between 40Hz and 150Hz cutoff in a surgical preoperative adult outpatient population // *Journal of electrocardiology.* - 2016. - №5. - С. 691-695.
- [7] Shu-Li Guo, Li-Na Han, Hong-Wei Liu, Quan-Jin Si, De-Feng Kong, and Fu-Su Guo The future of remote ECG monitoring systems // *J Geriatr Cardiol.* - 2016. - №6. - С. 528-530.
- [8] Levine S., Coyne B.J., Colvin L.C. *Clinical Exercise. Electrocardiography.* - Burlington: Jones & Bartlett Publishers, 2015. - 384 с.
- [9] Simson M.B. Use of signals in the terminal QRS-complex to identify patients with ventricular tachycardia after myocardial infarction // *Circulation.* –1981. – Vol. 64. – No 2. – p. 235-241.
- [10] Vassallo J.A., Cassidy D., Simson M.B. et al. Relation of late potentials to site of origin of ventricular tachycardia associated with coronary heart disease // *The American journal of cardiology.* – 1985. – № 55. – С.985-989.
- [11] Avdeeva D.K., Ivanov M.L. , Rybalka S.A.,Maksimov I.V. , Balahonova M.V. Investigation of the Possibility to Detect Ventricular Late Potentials by a High-Resolution Electrocardiographic Hardware-Software Complex based on Nanosensors using Simson’s Method // *Biology and Medicine.* - 2015. - №4. - С. 1-8.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЧЕТКИХ ЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО АГЕНТА В КОГНИТИВНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Горбачев С.В.,

Сырямкин В.И.

Национальный исследовательский Томский государственный университет

spp03@sibmail.com

Важность эмоций в роли мышления и разумного поведения исследовалась многими зарубежными и отечественными учеными. Так, М. Минский в своей работе "Общество Разума" (1996) заключил, что "вопрос не в том, что интеллектуальные машины могут иметь какие-либо эмоции, но в том - может ли машина быть умной без каких-либо эмоций". В качестве средства обеспечения такого интеллекта, в докладе предлагается исследовать использование эмоциональных агентов, включающих неопределенность эмоций, в процессе принятия решений мобильными роботами.

Психология, философия и когнитивная наука были связаны с моделированием ума и поведения на протяжении многих лет. Эмоция боли была смоделирована Шумахером и Фельденом [1], затем Тайлером [2].

R.C. Bolles и M. S. Fanselow в своей работе "A perceptual defensive recuperative model of fear and pain" (1980) предложили модель, которая показывает отношение между страхом и болью.

Donald D. Price и др. в своей работе "A Quantitative-Experiential Analysis of Human Emotions, Motivation and Emotion" (1985) разработали математическую модель, которая описывает эмоции с точки зрения интенсивности и ожидания.

Многие из предложенных компьютерных эмоциональных моделей представляют значительный интерес. Так, в работе R. Pfeifer "Artificial Intelligence Models of Emotions, Cognitive Perspectives on Emotion and Motivation" (1988) представлен обзор эмоциональных моделей с начала 1960-х до 1980-х годов. Подобные модели описаны в работе Frijda и Swagerman "Can Computers Feel? Theory and Design of an emotional System, Cognition and Emotion" (1987), а также в работе Michael Dyre "Emotions and their computations: three computer models, Cognition and Emotion" (1987). Наряду с моделями эмоционального процесса, предлагается экспертная система [3].

Стоит отметить также японских исследователей, которые рассматривают эмоции как важный фактор взаимодействия роботов с людьми. В рамках этого направления, Е. Masuyama в своей работе "A Number of Fundamental Emotions and Their Definitions" сформулировал эмоции человека в терминах правил (1994). Попытка смоделировать мозг описана в работе Shigeki Sugano и Tesuya Ogata "Emergence of mind in robots for Human Interface - research methodology and robot model" (1996).

Прототип процесса принятия решений на основе эмоций был разработан К. Inoue, К. Kawabata и Н. Kobayashi и описан в работе "On a decision making system with emotion" в 1996 г. В настоящее время в Японии стартовали продажи эмоционального робота Pepper, способного распознавать эмоции человека.

Под влиянием японской работы, американские исследователи также начали работать в области эмоций и моделировать правдоподобные агенты [4,5].

J. Bates предложил правдоподобную модель для его виртуального проекта, используя модель, предложенную Ortony, Clore и Коллинз в работе "The Cognitive Structure of Emotion" (1988). Другая модель была описана J. Velasquez в работе "Modeling Emotions and Other Motivations in Synthetic Agents" (1997). Эти две модели обеспечивают достаточные начальные условия для построения компьютерных моделей эмоций, однако, они описывают только основные эмоции и их реакции, а не их взаимодействия.

В качестве резюме можно сделать вывод, что предыдущие исследования не рассматривали комплексный сложный характер эмоциональной системы человека, включающий взаимодействие между эмоциями (степень пересечения или подавления).

Человеческие существа, как правило, испытывают комбинацию чувств в одно и то же время. В докладе предложена модель как простой прототип эмоциональной системы, содержащей некоторые врожденные эмоции на основании того факта, что они имеют тенденцию быть постоянными и которые могут быть использованы для определения результирующего поведения робота в составе группы роботов. Эмоциональная система робота включает в себя две основные нечеткие модели. Первая модель обрабатывает вызов эмоций в их различной интенсивности (т.е. низкий, средний, высокий и т.д.). Кроме того, первая модель включает разновидности моделей для обработки каждой врожденной эмоции. Вторая нечеткая модель вырабатывает поведение, связанное с каждой эмоцией.

Поведение робота зависит от трех основных факторов:

- 1) эмоции;
- 2) интенсивности эмоции;

3) факторов окружающей среды вокруг робота, т.е. как внутренних, так и внешних условий. Набор нечетких правил используется для определения поведения робота в соответствии с эмоциональной напряженностью и его моделью окружающего мира. Таким образом, количество правил может возрасти, поскольку окружающая среда принимается во внимание. Это отличает нашу модель от известных моделей, которые описывают просто рефлекторных агентов на наборе простых эмоциональных правил. Поведение робота является более сложным, чем простое рефлекторное действие, в соответствии с интенсивностью эмоций.

Отметим также, что в большинстве предыдущих моделей используются математические методы моделирования, которые требуют идентификации в абсолютных, числовых параметрах. На практике такие параметры могут быть трудно достижимыми из-за присущей сложности и изменчивости в эмоциональной сфере. Поэтому в отличие от известных моделей, здесь используется нечеткое моделирование, которое работает с неопределенностью [6]. Преимущества нечетких моделей очевидны – например, интенсивность эмоций не может быть смоделирована пороговыми функциями. Кроме того, различные эмоции, описывающие различные интенсивности одного и того же эмоционального процесса, могут быть проще смоделированы нечеткой логикой.

Таким образом, хотя до недавнего времени эмоции считались препятствием к процессу мышления человека, они могут быть задействованы в качестве подкрепления для процесса принятия решения. Для моделирования эмоционального агента в докладе предложено использовать нечеткую логику, способную описать сложность и неопределенность эмоционального состояния.

Исследования выполнены по программе повышения конкурентоспособности Национального исследовательского Томского государственного университета, при финансовой поддержке РФФИ, грант № 16-29-04388.

Список публикаций:

[1] R. Schumacher and M. Velden. *Anxiety, pain experience and pain report: A signal-detection study, Perceptual and motor skills*, 1984, vol. 58, pp. 339-349

[2] Stephen Tayrer. *Psychology, Psychiatry and Chronic Pain, Britain: Butterworth Heinemann*, 1992, p.358

[3] K. R. Scherer. *Studying the emotion antecedent appraisal process: An expert system approach, Cognition and Emotion*, 1993, vol. 7, pp. 325-55

[4] J. Bates. *The Role of Emotion in Believable Agents, Communications of the ACM*, 1992, vol. 37, no.7, pp. 122-125

[5] P. Maes. *Artificial Life meets Entertainment: Lifelike Autonomous Agents, Communications of the ACM. Special Issue on Novel Applications of AI*, 1995

[6] Горбачев С.В., Сыряжкин В.И. *Нейро-нечеткие методы в интеллектуальных системах обработки и анализа многомерной информации. Томск: Изд-во Томского государственного университета, 2014.–510 с.*

СОЦИОГУМАНИТАРНЫЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВКИ ПРОФЕССИОНАЛОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОГО ОБЩЕСТВА

Ливенцова Е.Ю.,

Сырямкина Е.Г., Румянцева Т.Б.

Национальный исследовательский Томский государственный университет

E-mail: evg.liv@mail.ru

Сегодня весомые надежды в области инновационных разработок, в том числе, основанных на цифровых технологиях, возлагаются именно на молодое поколение, более чувствительное к изменениям во внешней среде, гибко и быстро адаптирующееся к новым условиям профессиональной деятельности. Поэтому большое внимание уделяется совершенствованию системы технического образования молодых людей, поддержке профильных высших учебных заведений, предоставлению дополнительных возможностей для инновационного творчества талантливой молодежи. На смену, так называемым, «твердым» навыкам, которыми сегодня априори должен обладать профессионал, приходят «мягкие», позволяющие человеку быть успешным независимо от специфики деятельности. Это такие навыки как эффективная коммуникация и управление, умение работать в команде и пр. Однако в условиях стремительного развития цифровых технологий, охвативших как производственные сферы, так и социальные практики, определяется еще одна базовая группа навыков – цифровых (digital skills). То, что на рынке труда будущего будут востребованы специалисты с развитыми «цифровыми навыками» подтверждает «Атлас новых профессий», разработанный Московской школой управления «Сколково» и Агентством стратегических инициатив. Если обратиться к разделу Атласа, посвященному IT-сфере, то там встречаются профессии, которые напрямую связаны с социальной сферой и требуют таких надпрофессиональных компетенций, как клиентоориентированность, работа с людьми и др. Таким образом, возникает социальный заказ для сферы образования на разработку новых форм и программ по формированию у молодежи цифровых и «мягких» навыков.

В статье рассматривается опыт Томского государственного университета по использованию социогуманитарных технологий при подготовке профессионалов в условиях цифрового общества. Так, например, в 2017 году студенты ТГУ впервые приняли участие в комплексной программе социальных инвестиций «Газпром нефти» – «Родные города», в специальной номинации «Цифровые технологии». В этой номинации могли участвовать следующие разработки молодежи: интернет-проекты (порталы, сервисы); приложения / сервисы для мобильных устройств и других гаджетов; игры с использованием технологий Виртуальной и/или дополненной реальности; Digital-инсталляции; интерактивные модули, мультитачтехнологии; офлайн-проекты – мероприятия с использованием digital-технологий; видео-кампании. Однако обязательным условием являлось то, что все разработки должны были помогать в решении проблем социальной сферы общества. Появление данной номинации связано с успешным опытом реализации Санкт-Петербургским национальным исследовательским университетом информационных технологий, механики и оптики Федерального конкурса социальных проектов «Ты нужен людям!», который представляет собой механизм стимулирования творчества студентов гуманитарных и технических направлений подготовки в области социального проектирования, а также развития у студентов навыков проектной деятельности, «мягких компетенций», которые могут быть успешно использованы в будущей профессиональной деятельности. Организация подобных конкурсов является эффективной формой вовлечения молодых людей в реализацию инноваций в социальной сфере, улучшающих жизнь общества, в том числе, за счет разработки новых цифровых технологий.

В 2017 году Парк социогуманитарных технологий Томского государственного университета организовал среди студентов ТГУ информационно-образовательную программу, направленную на развитие у студентов надпрофессиональных компетенций «специалиста будущего» в социальной и гуманитарной сфере. Программа состоит из трех основных блоков. Первый блок посвящен знакомству с «профессиями будущего», второй развитию у студентов навыков «системного мышления» и третий посвящен изучению «цифровых технологий для специалиста будущего». Данная программа является актуальной для Томского государственного университета, поскольку данный вуз – единственный в Томске, который имеет мощный социогуманитарный компонент, готовит разнопрофильных специалистов для работы в социальной и гуманитарной сферах, и входит в число ведущих университетов России.

Многие известные ученые и экономисты говорят о наступлении «четвертой промышленной революции», которая характеризуется слиянием технологий и стиранием граней между физическими, цифровыми и биологическими сферами. На рынке труда будущего востребованы будут специалисты с развитыми «цифровыми» и «мягкими» компетенциями.

УПРАВЛЕНИЕ МЕХАТРОННЫМИ УСТРОЙСТВАМИ СРЕДСТВАМИ НЕЙРОИНТЕРФЕЙСА BRAINLINK LITE

Лобода Ю.О.,

Рачкован О.А., Функ А.В., Гасымов З.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»

[E-mail yulloboda@gmail.com](mailto:yulloboda@gmail.com)

Появление в науке нового способа связи между человеком-оператором и внешней средой, посредством нейроволн, дает практическую возможность в осуществлении тренировок. На сегодняшний день бесконтактное воздействие на внешние системы может существенно упростить жизнь человека, окруженного подвижными сервисными устройствами, создать должного уровня комфорт в его трудовой деятельности, в быту и медицинской сфере. Особую роль новый способ бесконтактного взаимодействия может сыграть в управлении мехатронными устройствами и роботизированными системами.

В качестве основного устройства, с которого получают управляющие сигналы, может выступать нейрокомпьютерный интерфейс (НКИ). НКИ осуществляют связь между центральной нервной системой и компьютером (микроконтроллером). В основу НКИ заложена технология электроэнцефалографии, с помощью которой снимаются электрические потенциалы с поверхности головы. На основании классификации полученных данных строятся управляющие сигналы. Нейроинтерфейс BrainLink Lite представляет собой одноканальный, неинвазивный ЭЭГ интерфейс, оснащенный тремя электродами:

- 1) заземляющий;
- 2) эталонный;
- 3) основной.

Все электроды расположены на лобной части головы, среди них заземляющий и основной в правой части, а эталонный в левой. Эталонный электрод фиксирует точку отсутствия биоэлектрической активности, относительно которой снимается сигнал.



рис.1. Расположение электродов BrainLink

Основным свойством нейрона является способность возбуждаться (генерировать электрический импульс) и передавать (проводить) это возбуждение к другим нейронам.

Определенная степень синхронизации между нейронами задается различными подкорковыми структурами, которые исполняют роль «водителя ритма».

Формирование паттернов ЭЭГ сигналов возникает в ситуациях, когда значительное количество нейронов синхронизируются и в один момент создают высокую электрическую активность, которую возможно получить с поверхности головы человека.

Таким образом, система получает данные на разнице потенциалов между исходным сырым ЭЭГ сигналом (основной электрод) и нулевой точкой (эталонный электрод).

Нейроинтерфейс может осуществлять транспортировку полученных данных посредством Bluetooth с использованием механизмов потоковой передачи байт.

Данные передаются на внешнее устройство в виде пакета. Пакеты отправляются последовательно, без пауз. Каждый пакет начинается с заголовка, продолжается секцией данных и заканчивается значением контрольной суммы, необходимой чтобы удостовериться все ли байты были переданы. Подобраны компоненты управляющей системы в зависимости от предъявляемых требований и ограничений. Проведены исследования и эксперименты с имеющимися компонентами и устройствами, сделаны выводы о целесообразности их использования.

В качестве моделей управления были выбраны: мехатронная рука, созданная на базе открытого образовательного проекта InMoov, а также мобильный робот «ScEdBo» (school educational robot), разработанный в STEM-центре ТУСУР.

Конструктор «ScEdBo» представляет собой электронный набор для разработки автоматических устройств и проектов разной степени сложности. В основе «ScEdBo» лежит печатная плата с установленным микроконтроллером, датчики и конструктивные элементы.

Изучен протокол обмена информацией между устройствами Bluetooth, также изучена система AT-команд, посредством которых выполняется настройка оборудования, поддерживающая протокол.

Современное оборудование позволяет дополнить мехатронные системы новым механизмом воздействия. Существует положительные опыты управления мехатронными устройствами с использованием нейроинтерфейсов.

Список публикаций:

[1] Земляков И.Ю. //Физиологическая кибернетика: Часть 1. Основы физиологической кибернетики и теория систем управления. Томск: Изд-во СибГМУ, 2006. 340с.

[2] Проект InMoov [Электронный ресурс]. - Режим доступа:<http://inmoov.fr/> (Дата обращения 10.11.2017).

[3] Лобода Ю.О., Функ А.В. Возможности использования нейроинтерфейсов в управлении мехатронными устройствами - Материалы Международной конференции "Когнитивная робототехника" 7-10 декабря 2016 г. Томский государственный университет. - С.178-183.

ВЛИЯНИЕ РОБОТОВ НА ЖИЗНЬ ЛЮДЕЙ

Чирва А.С.

Национальный исследовательский Томский государственный университет

E-mail: loya-2345@mail.ru

Робототехника – шаг в новую жизнь, название статьи я выбрала исходя из перемен, которые сильно изменили нашу жизнь за последние 20 лет. Всё, что мы имеем сейчас – это самое большое достижение человечества. «Металлические друзья человека», да, именно о них сегодня говорит больше половины населения. Роботы - они наши друзья или враги?

В наше время роботы очень востребованы в производстве, народном хозяйстве, медицине. Лидерами в развитии подобных технологий, декларирующих широкое применение промышленных роботов, выступают Япония, США, Германия, Швеция и Швейцария. В современном мире роботы заполнили планету абсолютно везде. Просыпаясь, в первую очередь мы тянемся к сотовому телефону, используем этих роботов на протяжении дня. [1]

Роботов стали применять и в медицине. Недавно изобретённый робот — терминал доказал, что действительно может быть эффективней человека. Благодаря этому роботу было выявлено 90% людей страдающих онкологическими заболеваниями, в то время, как профессиональные онкологи выявили лишь 50% людей из 100%.

Особое внимание обратим на робота–хирурга по имени STAR (Smart Tissue Autonomous Robot), который был создан американцами. Робот почти самостоятельно выполнил операцию анастомоза. Робот представляет собой инструменты, предназначенные для наложения швов, при этом преимуществом роботов–хирургов является то, что они могут делать надрезы глубиной не более 1 см. Пациент после такой операции через несколько часов уже сможет ходить. [2]

Относительно недавно роботы-хирурги появились и в России. Сегодня у российских медиков роботов–хирургов насчитывается 25, однако в США их работает уже более 5 тысяч. Клинике такая операция обходится дорого, стоимость одной операции составляет 200 тыс. рублей, но для пациентов такие операции проводят бесплатно. Стоимость такого робота составляет 2,7 миллионов долларов, что является слишком накладно для приобретения таких «чудо–машин» хотя бы по одной на каждый крупный город в России. [3]

Преимуществом приобретения таких роботов в России будет увеличение численности здоровых людей, множество операций будет проводиться ежедневно, что заметно сократит очереди на операции в клиниках. Высокая производительность – самый главный аспект. Существенные преимущества и недостатки можем увидеть ниже.

Преимущества: хирург сможет управлять роботом на расстоянии, значит потребуются меньшее количество медицинского персонала, а значит лечение пациента потребует меньше затрат; решится проблема нехватки специалистов и приведет к количеству увеличения учреждений для проведения операций.

Недостатки: так как робот ещё является новой разработкой, то при подаче поручений хирурга, робот еще в течении нескольких секунд не приступает к движению, и в такой обстановке хирург вынужден находиться недалеко от пациента; приобретение роботов–хирургов требует подготовку специализированных кадров, которые смогут поддерживать робота в должном виде, проводить своевременно ремонт, что в последствии может нести большие затраты.

Основной задачей является приобретение таких роботов, либо сделать аналоги, использование которых будет выгоднее для страны. Производство аналогов-роботов является хорошим действием, так как это позволит одновременно обучать специалистов конструкциям роботов и создавать менее затратную «машину» для проведения операций, выполняющую такие же функции, что и робот–хирург. Производство роботов на территории России заметно сократит их стоимость, так как материалы будут использоваться исключительно местного происхождения, в этом случае не придется переплачивать за доставку продукции, тем самым сэкономив на транспортировке. Наше будущее исключительно зависит от нас самих, а роботы – постоянная составляющая современной жизни.

Список публикаций:

[1] Бабич, А. В. *Промышленная робототехника / А.В. Бабич. - М.: Книга по Требованию, 2012. - 263 с.*

[2] Макаров, И. М. *Робототехника. История и перспективы / И.М. Макаров, Ю.И. Топчиев. - М.: Наука, МАИ, 2003. - 352 с.*

[3] Иванов А.А. *Основы робототехники. М.: Форум, 2012. – С. 224 (дата обращения: 30.09.2016).*

Секция 5.
Образовательная робототехника

КАК ПОДГОТОВИТЬСЯ К РЕГЛАМЕНТУ «ЗАХВАТ ФЛАГА» НА КУБОК ГУБЕРНАТОРА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Бусыгин А.С.

*Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение гимназия №13 города Томска
asbu26@gmail.com*

Впервые Кубок Губернатора Томской области по образовательной робототехнике прошел в 2015 году. По сложившейся традиции, настоящие соревнования проходят каждый год 2 ноября. Соревнования призваны активизировать интерес детей к научно-техническому творчеству. Школьники Томска и томской области, а также дети дошкольного возраста принимают участие в следующих регламентах: «Дошкольная лига», «Робо-парад», «Гонки по линии», «Марафон шагающих роботов», «Кегельринг», «РобоРалли», «Захват флага», «Сумо», «РобоФутбол», «Танцы андроидных роботов». И именно в регламенте «Захват флага» чемпионами 2016 и 2017 годов являются учащиеся МАОУ гимназии №13 г. Томска.

В регламенте «Захват флага» участвуют школьники 6-8 классов. Команда состоит из 3 операторов, соответственно, используются 3 дистанционно управляемых робота. Применяемое оборудование: любые детали конструкторов, в том числе, сделанные самостоятельно. Язык программирования: на усмотрение команды. Играют одновременно 2 команды, в каждой по 3 дистанционно управляемых робота. Цель каждой команды – захватить флаг противника и доставить его к себе на базу, при этом защищать собственный флаг от захвата в пределах своей базы.

В настоящей работе представлены приёмы подготовки команды к регламенту «Захват флага» на Кубок Губернатора Томской области. Рассмотрены различные конструкции роботов из наборов Lego Mindstorms, а также конструкции пультов управления. Рассмотрен вопрос: как изготовить поле для регламента своими руками. Разработаны некоторые тактики ведения игры, а также способы моральной подготовки участников соревнований.

ROBOCUP JUNIOR ONSTAGE И ТАНЦЫ АНДРОИДНЫХ РОБОТОВ, ЭТАПЫ РЕАЛИЗАЦИИ ВЫСТУПЛЕНИЯ (СХОДСТВА И РАЗЛИЧИЯ)

Голанова А.А.

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение «Белоярская средняя общеобразовательная школа №2»

yhsanna@list.ru

Говоря о соревнованиях по робототехнике, о том, что участники соревнований должны создать робота, который выполнит ту или иную задачу, мы подразумеваем сплоченную работу в команде, которая поможет достичь определенной цели, т.е. мы, так или иначе, работаем в направлении проектной деятельности.

Так как любой проект – это способ организовать совместную деятельность людей, согласовывать взгляды, идеи, приемы, средства достижения общей цели, то целью нашего проекта мы ставим тот самый желаемый результат (выполнение роботом (-ами) определенных заданий поставленных регламентом соревнований), достигаемый в пределах установленного времени. И как у любого проекта, подготовка к выступлениям в направлениях OnStage и танцы андроидных роботов, есть определенные этапы, которые необходимо пройти, для того чтобы проект-выступление считался законченным:

Этап 1. «Мозговой штурм».

RoboCup Junior OnStage. На данном этапе идет набросок тем выступлений, определяется сюжет выступления и выбор музыкального сопровождения. Также идет определение робототехнических наборов и материалов, из которых будут создаваться различные подвижные механизмы под управлением роботов (Lego, Arduino, Motor Shields), с которыми впоследствии будем работать, придумывается образ костюмов, распределяются роли в группе (в команде участвуют до 5 человек), кто над чем будет работать.

Танцы андроидных роботов (MotionCup). Также как и в OnStage определяется сюжет выступления, но здесь идет ограничение в плане выбора темы, если в первом случае мы можем выбрать театральное представление, танцы роботов – копирование видеоклипов, сцены фильмов. То в MotionCup мы можем выбрать, только музыкальное сопровождение и определиться с костюмами для роботов. Количество человек в команде ограничивается двумя участниками, здесь идет совместная работа над роботом (независимо от количества роботов) и оба члена команды работают над программированием.

Этап 2. Сборка роботов

RoboCup Junior OnStage. Данное направление не ограничивается одним видом робототехнических наборов, здесь мы можем выбрать Lego, Arduino, Motor Shields. А также создать свои механизмы под управлением, например контроллера Arduino. Использование Motor Shields позволяет создавать конструкции с подвижными элементами (поворот сцены, либо суставы манекена в человеческий рост и т.д.). Ограничений в количестве роботов нет. Главное – роботы и механизмы должны быть созданы детьми (не должны присутствовать готовые схемы сборки робота (например, андроидный робот Bioloid)).

Танцы андроидных роботов (MotionCup). Есть четкие ограничения в конструкции робота (рост, длина стопы и т.д.), а также определено количество роботов в выступлениях – соло, дуэт. Предоставляется уже готовая схема сборки робота Bioloid, Darwin mini, по которой ученикам остается правильно поставить моторы, соединить их и не перепутать провода.

Этап 3. Программирование

RoboCup Junior OnStage. Необходимо запрограммировать роботов в соответствии со сценарием выступления, т.е. синхронизация с музыкальным сопровождением, с видеорядом, а также должно быть реализовано взаимодействие с другими роботами и участниками выступления, находящимися на сцене

Танцы андроидных роботов (MotionCup). Программа пишется синхронно к музыке, нет отвлечений на взаимодействие с другими роботами, программу можно написать одну и загрузить в роботов, но также можно поставить более красочный танец, написав отдельные части программы для каждого робота (если выбирается номинация дуэт, трио и т.д.). Робот(-ы) на сцене без взаимодействия с участниками (исключение пульт, компьютер), работа команды оценивается только по роботу.

Этап 4. Оформление выступления (творческая составляющая, не относящаяся к сборке роботов)

RoboCup Junior OnStage. В связи с выбранным клипом, театральной сценкой, сюжетом из фильма, делаются соответствующие костюмы для роботов, костюмы для участников, находящихся на сцене. Создается оформление сцены, монтируется видео и пишется текст для презентации, обязательно должен быть плакат с информацией о команде и роботах.

Танцы андроидных роботов (MotionCup). Для робота создается костюм определяющий, как и музыкальное сопровождение, тематику выступления. Если танцев несколько, то и костюмов желательно несколько.

Этап 5. Выступление, техническое интервью

RoboCup Junior OnStage

Техническое интервью. Присутствуют в обязательном порядке все члены команды. Участникам необходимо рассказать о проекте, ответить на вопросы судей. Каждый участник команды должен показать и рассказать о своем участии в проекте.

Выступление. В момент выступления на сцене должны находиться только двое участников команды. Во время демонстрации должно быть видно взаимодействие выступающих с роботами, а также взаимодействие самих роботов. Приветствуется синхронность в танце роботов и участников команды.

Танцы андроидных роботов (MotionCup). Выступает один или несколько роботов, члены команды могут взаимодействовать с роботом только через пульт, либо через компьютер.

Этап 6. Оценка судей

RoboCup Junior OnStage. Оценивается техническая и программная составляющая выступления, взаимодействие роботов и человека, робота и робота, также в зачет идут интересные механические решения, которые участники представили на техническом интервью. Отдельно оценивается плакат и само тех.интервью.

Танцы андроидных роботов (MotionCup). Оценка выступления складывается из сложных движений робота, дополнительных движений, позволяющих дополнить выступление, оценивается также синхронность с музыкой, поддержка тематики выступления, как в музыке, так и во внешнем виде робота.

Работая в данных творческих направлениях, ребята учатся взаимодействовать в группе, распределять роли в команде, взаимодействовать с другими командами, помогать друг другу. Также каждый из них учится у другого участника команды, так как без этого не будут пройдены определенные этапы подготовки к выступлению и не будет достигнута сама цель проекта – успешное выступление.

К ВОПРОСУ О МИНИМИЗАЦИИ РИСКОВ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ РОБОТОТЕХНИКИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Квеско С.Б.¹,
Иванова А.А.¹,
Шинн Татьяна²

¹Россия, Национальный исследовательский Томский государственный университет

²США, Миссури университет

svetla_kvesko@mail.ru

В современную эпоху состояние научно-технического обеспечения учебного процесса тесно связана с развитием инновационных технологий обучения, одним из которых является робототехника в учебном процессе. Применение робототехники в образовательном пространстве обуславливает риски в реализации взаимодействия субъектов, а также субъектов и объектов образовательного процесса. Для достижения необходимого результата необходимо воспользоваться методами минимизации рисков. Посредством применения этих методов можно достичь минимизации рисков при использовании робототехники в образовательном процессе.

Риск, связанный с применением такого вспомогательного учебного средства как робот, может воздействовать на результат как позитивно, так и негативно. Можно избежать риск. Для этого достаточно применить метод избегания, то есть отказаться от мероприятия, связанного с риском, или разработать мероприятие, полностью исключаяющее риск. Однако не всегда можно избежать риски, а поэтому избегание одного риска может привести к возникновению другого. Поэтому необходимо анализировать различные способы минимизации [1]. Достичь минимизацию риска можно с помощью лимитирования задач и концентрации условий для использования образовательной робототехники, а также установления нормативов и стандартов ее применения. Лимит поставленных проблем для определенных условий обучения или исследования дает возможность конкретизировать применение конкретного вида робототехники (конкретных роботов) в организации учебного процесса.

Субъект образования утрачивает опыт гармоничного состояния, если абсолютизирует приоритет и значимость робототехники. Таким образом происходит самоутрата «Я», утрата понимания сущности своей сознательной деятельности и отличие ее от робототехнической, недооценка своего интеллекта. Происходит формирования самоотчужденности, возникает состояние восхищения робототехникой, противопоставление самому себе, возвышение техники над человеком. Так возникает риск потери себя как личности и возникновения зависимости от робототехники.

В результате самоутраты личностью своего «Я» может сформироваться модель социального перерождения человека. Вначале человек, находящийся в гармонии с собой, считает себя мыслящим, интеллектуальным, креативным. Но с развитием искусственного интеллекта, робототехники, виртуальных игр человек становится элементом информационного поля, появляются первые предпосылки отчужденного состояния, отчужденная мысль. В данном случае мы говорим о негативных результатах применения робототехники в образовательном процессе.

Но есть и позитивные результаты. Использование робототехники содействует познанию окружающего мира, преобразованию среды. В этом случае робототехника выступает в качестве инструмента, средства познания. Для пользователя важно овладеть когнитивными особенностями образовательной робототехники, что приведет к пониманию значимости интеллекта человека, его креативности.

Когнитивный подход в формировании и использовании образовательной робототехники позволяет посредством выявления механизма взаимодействия интеллекта субъекта образования и робототехники как средства познания усилить позитивизм применения инновационных технологий в образовательном пространстве. Сложность заключается в том, что само осмысление этого взаимодействия возможно после осознания последствий риска.

Список публикаций

[1] Nataliya I. Makarenko, Svetlana B. Kvesko, Yana I. Chaplinskaya. // *EpSBS*. 2017. Published by the Future Academy Edited. Pages 590–596. <http://dx.doi.org/10.15405/epsbs.2017>.

Удаленный мониторинг параметров окружающей среды с помощью мобильного робота

Климов Артём Алексеевич

Климов Артём Алексеевич, Леонтьев Александр Дмитриевич, Степанченко Евгений Михайлович, Кашина Вера Сергеевна, Согомонянц Алина Александровна, Шандаров Евгений Станиславович

*Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
ygt.art@gmail.com*

В работе рассмотрен процесс создания прототипа мобильного робота для сбора телеметрических данных о параметрах окружающей среды. Сбор данных о температуре, освещенности, месте и времени осуществляется с помощью электронных датчиков. Полученные данные в реальном режиме времени отправляются на сервер и могут быть в дальнейшем обработаны либо визуализированы с помощью технологий World Wide Web.

В 2016 году в ТУСУРе была создана базовая кафедра компании «Микран» - «Радиоэлектроника сверхвысоких частот». Задача кафедры — подготовка кадрового резерва в интересах компании «Микран». Студенты кафедры РСЧ в рамках обучения в том числе реализуют собственные проекты. Перед нашей студенческой группой была поставлена задача создать прототип мобильного робота для мониторинга параметров окружающей среды в складских помещениях и производственных цехах компании.

Мобильный робот. При создании прототипа мобильного робота шасси конструировалось с использованием алюминиевых конструкционных деталей, для движения используются двигатели постоянного тока. На шасси располагаются управляющий микрокомпьютер, камера с линейной ПЗС матрицей, плата управления моторами, плата для подключения датчиков телеметрии.

В качестве управляющего микрокомпьютера выбрана платформа intel Edison. Она работает под управлением ОС Linux Yocto что дает большие возможности при разработке ПО, а также возможность связи с удаленным сервером по Wi-Fi стандарта 802.11 a/b/g/n. Intel Edison устанавливается на плату расширения intel Edison Board к которой можно подключать другие платы расширения а также различные датчики.

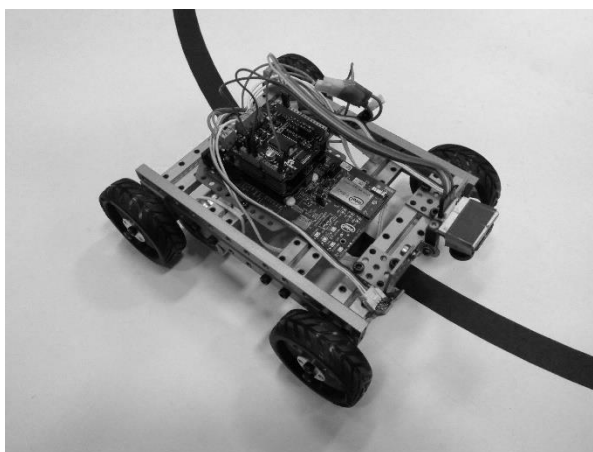


рис. 1. Внешний вид прототипа мобильного робота

Методика обхода помещения. Так как роботу необходимо обходить территорию помещения для произведения замеров параметров окружающей среды требуется разработать схему движения по помещению. Для решения этой задачи нами была выбрана методика следования по контрастной линии, для обозначения точек, в которых роботу необходимо снять данные, на линии располагаются отметки – «перекрестки». Для детектирования трассы используется система технического зрения на базе камеры с линейной ПЗС матрицей [1-3].

Сбор данных телеметрии осуществляется датчиками из набора Grove Starter Kit Plus - Intel IoT Edition. Для создания прототипа были выбраны датчики температуры и освещенности. Так как робот собирает данные в определенных точках к ним привязываются координаты, что дает нам информацию о том где они были сняты. Таким образом, полный набор информации о параметрах окружающей среды включает в себя: температуру, уровень освещенности, координаты места и время снятия. Полученные данные сохраняются в текстовом формате в локальной файловой системе Intel Edison.

Передача данных на сервер. Для осуществления удаленного мониторинга необходимо передать снятые данные с локального хранилища мобильного робота на удаленный сервер. Файлы с данными передаются с помощью утилиты cURL. При передаче данных используется модель клиент-сервер, при этом в роли клиента выступает ПО прототипа мобильного робота, а сервером является HTTP сервер, который может работать как в локальной сети так и в сети Интернет.

При создании HTTP сервера был использован набор дистрибутивов Denver. На сервере находится скрипт, написанный на языке PHP, который обрабатывает данные отправленные через cURL. Утилита cURL вызывается с заданной периодичностью при помощи bash скрипта, который работает в фоновом режиме.

Визуализация данных. Для отображения накопленных данных используется PHP скрипт, который выводит полученные параметры окружающей среды на странице в виде таблицы.

В ходе работы была отработана методика создания мобильного робота для осуществления удаленного мониторинга параметров окружающей среды. Прототип при проведении испытаний успешно следовал по трассе, собирая телеметрические данные в указанных точках и отправляя их на сервер. Подобная разработка полезна при слежении за параметрами окружающей среды в больших помещениях где эти параметры критичны, например, в производственных цехах.

Список литературы:

- [1] Д.О. Якушин, Е.А. Пекарских Программное и аппаратное решения для автономной модели гоночной машины FreeScale // Научная сессия ТУСУР–2013: Материалы Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 15–17 мая 2013 г. – Томск: В-Спектр, 2013: В 5 частях. – Ч. 2. с. 126-129.
- [2] Yakushin D.O., Pekarskih E.A., Shandarov E.S. A Solution for a Car Model for the FreeScale Smart-Car Cup // In: Innovations in Information and Communication Science and Technology. Third Postgraduate Consortium International Workshop. Tomsk: Tomsk State University of Control Systems and RadioElectronics, 2013. pp. 197–203.
- [3] А.А. Климов, П.Е. Пугачев Разработка аппаратно-программного комплекса автономного автомобиля с управлением по дорожной разметке // Научная сессия ТУСУР–2016: материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 25–27 мая 2016 г. – Томск: В-Спектр, 2015: в 6 частях. – Ч. 3. с. 52-54.
- [4] П.Е. Пугачев, А.А. Климов Робот для участия в RoboCup Junior Rescue на базе Intel EDISON // Научная сессия ТУСУР–2017: материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 55-летию ТУСУРа, Томск, 10–12 мая 2017 г.: в 8 частях. – Томск: В-Спектр, 2017 – Ч. 4. с. 42-45.

Соревнования RoboCup Junior Soccer как одна из причин повышения мотивации школьников к изучению нового содержания по образовательной робототехнике *Косаченко Сергей Викторович*

ОГБОУ «Томский физико-технический лицей»
kosachenkosv@yandex.ru

Робототехнические соревнования RoboCup Junior создают действенные стимулы для повышения эффективности образовательного процесса. Детям, подросткам, юношам в высшей степени присуще стремление к соперничеству, приоритету, первенству.

[1]

Желание победить в робототехнических соревнованиях повышает мотивацию школьников к изучению нового содержания по образовательной робототехнике, чтобы, применив их при создании роботов, получить преимущества над соперниками.

Применяя метод соревнований, в Томском физико-техническом лицее удалось подготовить конкурентноспособные команды лицеистов, ставших победителями и призерами российских соревнований RoboCupRussiaOpen в 2016 и 2017 гг.

В частности при подготовке к соревнованиям RoboCupJunior Soccer команды лицеистов строили и программировали роботов-футболистов, посещая дополнительные учебные занятия по образовательной робототехнике. Высокая мотивация к победе сподвигла их к поиску и изучению нового для школьников содержания:

- Программирование микроконтроллеров ATMEGA328P на примере платы Arduino UNO.
- Использование широтно-импульсной модуляции (ШИМ) для управления скоростью вращения DC-двигателем.
- Драйверы для DC-электродвигателей.
- Использование шасси с омни-колесами, позволяющими роботу двигаться в любом направлении, независимо от положения колес.
- Преимущества и недостатки схем шасси для робота с тремя омни-колесами (трибот) и с четырьмя омни-колесами (квадробот).
- Использование шины i2c для подключения к микроконтроллеру цифровых датчиков (IRSeeker, Compass).

Полученные знания были применены лицеистами на практике при конструировании роботов-футболистов, созданных по регламенту RoboCupJunior Soccer, которые стали победителями в соревнованиях по образовательной робототехнике на Кубок Губернатора Томской области для детей 2 ноября 2017г. [2]

Список публикаций:

- [1] *Косаченко С. В. Организация образовательных событий по образовательной робототехнике // Когнитивная робототехника. Материалы международной конференции (7–10 декабря 2016 г.). Часть 1. – Томск: Изд-во Томского государственного университета, 2016. – с. 74.*
- [2] *Соревнования по образовательной робототехнике на Кубок Губернатора Томской области для детей 2 ноября 2017г. // <http://tftl.tomedu.ru/node/604>*

Использование аппаратных средств Arduino с помощью среды разработки LabVIEW

Кутков В. В.

*Национальный исследовательский Томский государственный университет 634050, г. Томск,
пр. Ленина, 36, ФИТ
vitalik.nok@mail.ru*

В настоящее время существует множество вариантов построения лабораторных систем, позволяющих осуществлять сбор данных, обработку и анализ сигналов, а также управление внешним оборудованием. Среди таких решений можно выделить платформы, объединяющие достаточно мощные аппаратные модули сбора данных и управления с универсальными драйверами и прикладным программным обеспечением, реализующим графические языки программирования. Такие системы позволяют эффективно решать многие технические и исследовательские задачи, уменьшая затраты времени на разработку, так как предлагаемые аппаратные модули достаточно универсальны, а системы графического программирования требуют минимального времени освоения. Наиболее известным примером таких систем является продукция National Instruments, объединяющая десятки различных модулей сбора данных, универсальные драйвера под все распространенные операционные системы и систему графического программирования LabVIEW.

Однако платой за универсальность и минимальное время освоения таких платформ является их недостаточная гибкость – при решении ряда задач не хватает возможностей систем графического программирования и приходится программировать аппаратные модули, используя обычные языки программирования. Это требует достаточно детального изучения технических особенностей устройства используемых аппаратных модулей сбора данных и управления.

При этом существуют промежуточные решения, объединяющие небольшие, недорогие аппаратные модули и программное обеспечение в виде «упрощенных» языков программирования, обладающих существенно большей гибкостью по сравнению с графическими языками программирования, но не требующих детального изучения особенностей архитектуры конкретных семейств микропроцессоров. Одним из наиболее удачных представителей такого класса аппаратно-программных платформ, по мнению автора, является в настоящее время платформа Arduino.

В таком случае среда разработки LabVIEW может быть применена:

- 1) Для сбора и визуализации данных с Arduino, при этом программа выполняется на ПК и выполняет только связь с устройством через COM-порт [1].
- 2) Для создания необходимой программы, выполняемой на платформе Arduino [2].

В заключении можно отметить, что такое использование платформы Arduino со средствами LabVIEW в физическом эксперименте дает возможность просто и быстро решить множество технических задач, связанных с измерениями, передачей данных в компьютер и управлением исполнительными устройствами при весьма умеренной стоимости.

Список используемых источников:

[1] ARDUINO-KIT: Arduino и LabView или визуализация данных. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://arduino-kit.com.ua/arduino-i-labview-ili-vizualizacija-dannyh.html> (дата обращения 05.11.17).

[2] FAKIR.NAME: Подключение Arduino к LabVIEW. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fakir.name/podklyuchenie-arduino-k-labview/> (дата обращения 05.11.17).

Из опыта практического применения нейронных сетей в компьютерном зрении

*Марков Владимир Николаевич 10 класс
ОГБОУ Томский физико-технический лицей,
E-mail: vova@vova.tom.ru,*

*Косаченко Сергей Викторович, зам. директора по ИТ
ОГБОУ Томский физико-технический лицей,
Маркова Наталия Александровна, старший преподаватель
Национальный исследовательский Томский политехнический университет*

Особую практическую значимость в последнее время получает развитие нейронных сетей в передовых промышленных разработках. Искусственная нейронная сеть — это математическая модель, а также её программное или аппаратное воплощение, построенное по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей — сетей нервных клеток живого организма.

Искусственную нейронную сеть применяют для поиска неочевидных закономерностей в больших объемах данных. Нейронные сети нашли свое применение в компьютерном зрении (т. к. именно в нем много неочевидных закономерностей и большой объем данных).

В докладе представлен успешный опыт применения нейронных сетей в компьютерном зрении во всероссийских соревнованиях по робототехнике в г. Казань в июне 2017г. в регламенте автотранспортные интеллектуальные робототехнические системы.

Представлены основные компоненты, составляющие нейронную сеть. Рассматриваются особенности построения нейронных сетей на примере алгоритма машинного обучения Generative adversarial network (GAN). Приводятся подходы и решения, позволяющие обучить собственную нейронную сеть. А также освещаются вопросы успешной организации работы с нейронными сетями. Критически оцениваются возможности «степени» обучения нейронной сети.

Авторы демонстрируют результаты работы обученной нейронной сети.

УМНАЯ ОДЕЖДА: ОТ НОСИМЫХ УСТРОЙСТВ К КОГНИТИВНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

Миньков С.Л.

Национальный исследовательский Томский государственный университет
smin52@mail.ru

Человек издревле носил с собой различные устройства, используемые как в мирных, так и в не мирных целях. Сначала это были простейшие аксессуары и приспособления (ожерелья, каменный нож, дубинка), затем посложнее (праща, лук со стрелами, кольца, очки, карманные и наручные часы, автоматическое оружие) и, естественно, любые виды одежды и обмундирования.

Информационное общество особенно, сетевая фаза его развития, принесло новые технологии и устройства, предназначенные для украшения, облегчения и усовершенствования жизни человека, – то, что мы сейчас называем «гаджеты». Это мобильные устройства: плееры, ноутбуки, планшеты, смартфоны. Их миниатюризация открыла дорогу к другим устройствам, получившим эпитет «умные», таким как умные очки, умные часы, фитнес-браслеты, умная бижутерия, умная обувь умная одежда, то есть произошел переход от «носимых с собой» устройств к «надеваемым» устройствам (wearables), которые постепенно становятся необходимым элементом нашей повседневной жизни. Реализация концепции Интернета вещей (IoT) привела к трансформации компьютерных технологий, они становятся всё «ближе и ближе к телу человека», встраиваясь в его аксессуары, одежду и даже проникая под кожу.

Поэтому отличительными признаками wearable-устройств являются следующие [1]:

1) носимые устройства воплощают в себе как гаджет, так и аксессуар. Мобильный телефон может не выпускаться из рук, соответствовать моде, стилю жизни, одежде, но он существует самостоятельно, а wearable-устройство становится частью образа и реализует дополнительные функции украшения или отсутствующие функции человека;

2) обязательное соединение с Интернетом. Wearable-устройство представляет собой интеллектуальный объект Интернета вещей и коммуницирует с другими объектами;

3) работа с окружающим пространством, анализ меняющейся среды и взаимодействие с ней. Поэтому один из главных компонентов функциональности большинства типов этих устройств – геолокационные сервисы.

Итак, современное **носимое (надеваемое) устройство** — это аксессуар, который располагается на теле человека и обменивается данными с глобальной сетью и другими устройствами. Он организует свою функциональность вокруг перемещений владельца в пространстве или изменений в окружающей обстановке.

Компания IDTechEx прогнозирует, что общий доход от wearables-рынка должен составить 150 миллиардов долларов в 2026 году [2]. Ожидается, что показатель будет стремительно расти в период между 2018 и 2023 годами. Эта тенденция связана с двумя основными факторами.

Во-первых, ранее носимые устройства были только дополнением к смартфону, но теперь становится все более распространенной так называемая носимая электроника второго поколения. Его особенностью является способность взаимодействовать с другими подобными устройствами и независимо подключаться к Интернету вещей. Во-вторых, эксперты полагают, что увеличение предложения рынка будет связано с бумом интеллектуальных сегментов одежды, в частности спортивной одежды. За этим стоят такие всемирно известные бренды, как Google, Nike и Levi's, предлагающие широкий спектр продуктов.

Эту тенденцию подтверждают и прогнозы агентства IDC. В таблице приведены мировые показатели (по данным IDC) самых продаваемых носимых устройств (в млн шт.) [3].

Устройства	2015		2016		2020 (прогноз)		Среднегодовые темпы роста в 2016-2020 гг. (прогноз)
	Продажи	Доля рынка	Продажи	Доля рынка	Продажи	Доля рынка	
Часы	31,9	40,4%	41,8	41,0%	111,3	52,1%	27,8%
Наручные браслеты	39,6	50,2%	51,4	50,5%	60,8	28,5%	4,3%
Очки	0,1	0,2%	0,2	0,2%	18,8	8,8%	201,2%
Одежда	0,4	0,6%	2,2	2,2%	15,6	7,3%	62,6%
Другое	6,8	8,7%	6,2	6,1%	7,1	3,3%	3,5%
Итого	79,0	100,0%	101,9	100,0%	213,6	100,0%	20,3%

В идеале носимые устройства трансформируются в smart clothes (умную одежду). Вот явные преимущества умной одежды в отличие от других носимых: гибкость; беспроводное соединение; большая поверхность (тело) для считывания данных; свобода передвижения; невидимые датчики (другие могут даже не понимать, что вы носите умную одежду); потенциально недорогое изготовление. Современная интеллектуальная

одежда выполнена из «интеллектуального текстиля» [4], может быть напечатана на трехмерном принтере (проводящие чернила), содержит датчики, которые считывают сразу несколько типов данных. Её можно мыть вместе с датчиками без необходимости их удаления.

Примером могут послужить «умные футболки» OMsignal Biometric Smartwear канадской компании OMsignal [5], которые позволяют человеку вести статистику различных показателей во время физических нагрузок, включая уровень сердечбиения, частоту дыхания, количество совершаемых движений, включая шаги, интенсивность движений, а также изменения в сердечном ритме и потраченные калории. Получаемые одеждой данные посылаются на специальное мобильное приложение, которое позволяет в режиме реального времени следить за физической отдачей человека, а также предлагает различные полезные советы во время тренировки.

В настоящее время умная одежда обычно используется для измерения уровня физической активности, для поддержания или улучшения качества здоровья. Это обеспечивает ткань с подходящими свойствами для определенной среды. Новая задача – изготовить ткань, которая адаптируется к внешним условиям. Одежду из неё уже можно называть носимым компьютером. Речь идет об **умной одежде третьего поколения**. Она может работать не только с предустановленными данными, но также делать прогнозы и адаптироваться к внешней среде без предварительной настройки, собирая огромное количество данных благодаря увеличению числа датчиков. Такая одежда функционирует как человеческий мозг благодаря встроенному микрокомпьютеру. Поэтому она может способствовать когнитивному развитию человека, т.е. развитию различных видов мыслительных процессов, таких как восприятие информации и её обработка, развитие воображения и памяти, формирование знаний, решение задач и совершенствование логического мышления [6].

Система захвата движения умной одежды отследит движения человека и отобразит их в 3D, что позволит создать цифровое персональное визуальное представление пользователя (аватар). Эта технология уже используется спортсменами. Передача данных во время тренировки в умной одежде в режиме реального времени позволяет спортсменам и тренерам следить за состоянием спортсмена и уровнем производительности. Далее за работу возьмется система тактильной обратной связи. Соответствующая часть тела получает тактильный ответ каждый раз, когда во время тренировки спортсмен делает движение неправильно. Таким образом, активируется мышечная память и реализуется процесс моторного обучения – по принципу запоминания двигательной задачи повторением. Просто в случае с умной одеждой требуется несравнимо меньшее количество повторений. В конечном счете, упражнение «записывается» в долговременную мышечную память, что впоследствии позволяет выполнять ее без сознательных усилий. Такой принцип обучения получил название «пассивное тактильное обучение» (passive haptic learning – PHL). Этот метод дает возможность повысить эффективность процессов обучения любой деятельности, развития интеллектуальных способностей человека, формирования любых профессиональных навыков – от боевых искусств до игры на музыкальных инструментах, используя **когнитивные технологии** умной одежды. Это один из примеров реализации новой тенденции шестого технологического уклада общества – NBICS-конвергенции, процесса взаимного влияния и взаимопроникновения нано-, био-, инфо-, когно- и социо-технологий [7].

В России Агентство стратегических инициатив (АСИ) при участии Национальной Палаты моды разрабатывает дорожную карту концепции FashionNet развития отечественной модной индустрии, один из сегментов которой представляет «умная» одежда [8]. Предполагается, что FashionNet станет частью программы Национальной технологической инициативы (НТИ), утвержденной правительством в 2016 году и согласно которой в стране должны быть сформированы условия для достижения глобального технологического лидерства к 2035 году.

Список публикаций:

- [1] *Wearable-технологии и носимые устройства. Рынок, проблемы, перспективы.* – URL: <https://rb.ru/longread/wearable-world>.
- [2] *Wearable Technology 2017-2027: Markets, Players, Forecasts.* – URL: <https://www.idtechex.com/research/reports/wearable-technology-2017-2027-markets-players-forecasts-000536.asp>.
- [3] *IDC Forecasts Wearables Shipments to Reach 213.6 Million Units Worldwide in 2020 with Watches and Wristbands Driving Volume While Clothing and Eyewear Gain Traction.* – URL: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS41530816>.
- [4] *Кричевский Герман. «Умный», «интеллектуальный» текстиль и одежда. Учимся у природы!* – URL: <http://www.rusnor.org/pubs/reviews/8077.htm>.
- [5] *Solutions powered by OMsignal.* – URL: <https://smartwear.omsignal.com>.
- [6] *Словарь «Академик». Когнитивное развитие.* – URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/456365>.
- [7] *Кричевский Герман. XXI век. Камо грядеши? Роль конвергентных NBICS-технологий* – URL: <http://www.rusnor.org/pubs/reviews/12585.htm>.
- [8] *Агентство стратегических инициатив сформирует моду «умной» одежды.* – URL: <https://iz.ru/634932/2017-08-20/agentstvo-strategicheskikh-initsiativ-sformiruet-modu-umnoi-odezhdy>.

СЦЕНАРИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «ROBOBALL» В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Полынецев Е.С.,

Проказина И.Ю., Шандаров Е.С.

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
egoleo@mail.ru

В работе рассмотрены область применения и сценарии использования робототехнического комплекса RoboBall в образовательном процессе. Разработан прототип устройства и программное обеспечение. Проведены испытания, показывающие эффективность использования данного комплекса в научно-образовательных целях. Предложены типовые задания для проведения занятий по математике, физике и информатике.

Введение. В лаборатории робототехники ТУСУР был разработан робототехнический комплекс RoboBall, который был представлен на 55-й Международной научной студенческой конференции МНСК-2017 в городе Новосибирск [1].

Робототехнический комплекс RoboBall представляет собой полупрозрачный шар с размещенным внутри микрокомпьютером с датчиками (акселерометр и гироскоп), средствами коммуникаций (Bluetooth и последовательный порт) и RGB светодиодами подсветки и может быть использован в образовательных целях [2]. В данной работе мы рассмотрели возможные сценарии использования комплекса RoboBall в образовательном процессе.

Сценарии использования. На уроках информатики данный комплекс может использоваться для изучения программирования на алгоритмических языках, микрокомпьютерной платформы Arduino. Для создания программ используется среда Arduino IDE, запускаемая на ПК. Устройство соединяется с ПК по USB порту. Язык программирования C++.

Базовым заданием может быть управление включением/выключением светодиодов. Одним из типовых усложненных заданий может быть изучение широтно-импульсной модуляции путем изменения цвета RGB светодиодов по заданному алгоритму.

Другими вариантами типовых заданий являются, например, разработка датчика движения или создание беспроводного фитнес трекера.

На уроках физики комплекс RoboBall можно использовать для изучения механики движения тел. Типовым заданием будет лабораторная работа по исследованию затухающих колебаний:

Учащийся соединяет RoboBall с компьютером по беспроводному каналу. Шар подвешивается на нити таким образом, что система представляет собой математический маятник. Учащийся отводит маятник от положения равновесия, и отпускает. RoboBall считывает данные акселерометра по трем осям, вычисляет полное ускорение, и затем через Bluetooth отправляет данные на компьютер, где они анализируются и представляются в виде графиков и таблиц, удобных для анализа учащимися.

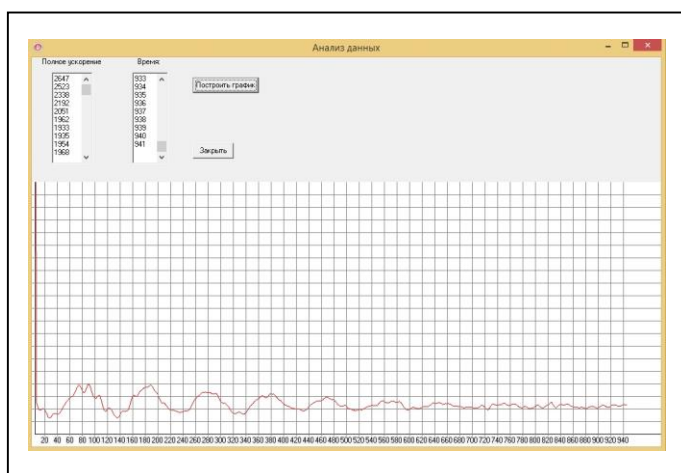


рис.1. ПО для исследования затухающих колебаний

Другими вариантами лабораторных работ по механике движения тел являются:

- движение шара по горизонтальной поверхности;
- движение с ускорением;
- движение по траектории;
- использование шара в качестве груза маятника;
- изучение спектра видимого света;
- изучение вибраций;
- изучение свободного падения.

На уроках математики комплекс RoboBall может быть использован для изучения темы «Длина окружности». Типовым заданием является экспериментальное вычисление значения числа пи. Для этого можно использовать движение шара по ровной поверхности.

Заключение. В результате реализации проекта были разработаны сценарии и типовые задачи для использования робототехнического комплекса RoboBall в образовательных целях. На базе разработанных сценариев необходимо создать набор учебно-методического обеспечения для внедрения робототехнического комплекса RoboBall в образовательные учреждения.

Список публикаций:

[1] *Е.С.Полынцеv Роботизированный образовательный комплект “ROBOBALL” // Научная сессия ТУСУР–2017: материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 55-летию ТУСУРа, Томск, 10–12 мая 2017 г.: в 8 частях. – Томск: В-Спектр, 2017 – Ч. 4. с. 41-42.*

[2] *Е.С.Полынцеv Роботизированный образовательный игровой комплект «RoboBall» // МНСК-2017: Материалы 55-й Международной научной студенческой конференции МНСК-2017: Информационные технологии / Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2017. – 250 с.*

ПРИМЕНЕНИЕ БИБЛИОТЕКИ «ORB_SLAM2» НА МАКЕТЕ МОБИЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Пугачев П.Е.,
Шандаров Е.С.

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

Рассмотрен способ применения технологии технического зрения ORB SLAM для реализации построения схемы помещения по алгоритму SLAM с использованием стерео камеры. Разработан прототип аппаратной платформы мобильного робота со стереокамерой и программное обеспечение, реализующее алгоритм SLAM. Приведены результаты успешных лабораторных испытаний.

Список используемой литературы:

- [1] Stückler, J., & Behnke, S. (2014). *Multi-resolution surfel maps for efficient dense 3D modeling and tracking. Journal of Visual Communication and Image Representation*, 25(1), 137-147. doi:10.1016/j.jvcir.2013.02.008
- [2] Stuehmer, J., Gumhold, S., & Cremers, D. (2010). *Real-time dense geometry from a handheld camera. Pattern Recognition*, Retrieved from www.scopus.com
- [3] Ummenhofer, B., & Brox, T. (2015). *Global, dense multiscale reconstruction for a billion points. Paper presented at the Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision, , 2015 International Conference on Computer Vision, ICCV 2015 1341-1349. doi:10.1109/ICCV.2015.158*
- [4] Whelan, T., Leutenegger, S., Salas-Moreno, R. F., Glocker, B., & Davison, A. J. (2015). *ElasticFusion: Dense SLAM without a pose graph. Paper presented at the Robotics: Science and Systems, , 11 doi:10.15607/RSS.2015.XI.001*
- [5] Zabih, R., & Woodfill, J. (1994). *Non-parametric local transforms for computing visual*

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ 3D-ПЕЧАТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКЕ

Фокин А. О.

Национальный исследовательский Томский государственный университет
fokinao88@gmail.com

На данный момент робототехника плотно входит в образовательный процесс на всех его этапах, от младшей школы и до высшего профессионального образования. При этом робототехнические наборы в основе своей дорогостоящие и ставят юного робототехника в строгие рамки из-за определенной направленности набора и количественной ограниченности деталей. Поэтому в данной работе будет рассмотрена эффективность применения аддитивных технологий в робототехнике, а именно 3D-печати методом послойного наплавления (FDM).

Сравнение стоимости робототехнических наборов и контроллеров представлены в таблице:

1.Контроллер	2.Цена контроллера	3.Цена набора с контроллером	4.Стоимость остальных деталей (разность ст. 3 и 2)
TXT	21 550 Р	30 990 Р	9 440 Р
myRIO	96 280 Р	142 160 Р	45 880 Р
Arduino UNO	582 Р	35 938 Р	35 356 Р
Raspberry Pi 3 B	2 948 Р	9 303 Р	6 355 Р

В четвертый столбец включена стоимость дополнительной электроники: серво контроллер 2000р, драйвер мотора 1000р, два сервопривода 1000р, два электромотора 1000р. Итого: 5000р (цены взяты из сети интернет и округлены в большую сторону). Таким образом, минимальная и максимальная стоимость деталей корпуса и прочих креплений, которые можно заменить 3D-печатными изделиями, в рассмотренных наборах составляет 1355р и 40880р соответственно.

Стоимость одного грамма пластика в готовом изделии (с учетом электроэнергии 2,28р кВт·ч и при потреблении 3D-принтером 0,5 кВт·ч): для ABS и HIPS-пластика составляет 0,61р; PLA и SBS-пластика 0,79р; FLEX 2,91р; NYLON 2,71р.

Таким образом, все пластиковые и алюминиевые детали, которые несут нагрузку и не должны деформироваться, можно заменить 3D-печатными деталями из PLA или HIPS-пластика; гибкие и упругодеформируемые из SBS-пластика; а мягкие и упругорастяжимые детали материалами FLEX и NYLON.

Так, например, для печати гусеничной платформы (Rover platform) (рис.1) понадобится 407г HIPS-пластика для корпуса и 149г FLEX для гусениц. Итого стоимость данного изделия: $407 \times 0,61 + 149 \times 2,91 = 681,86$ р.

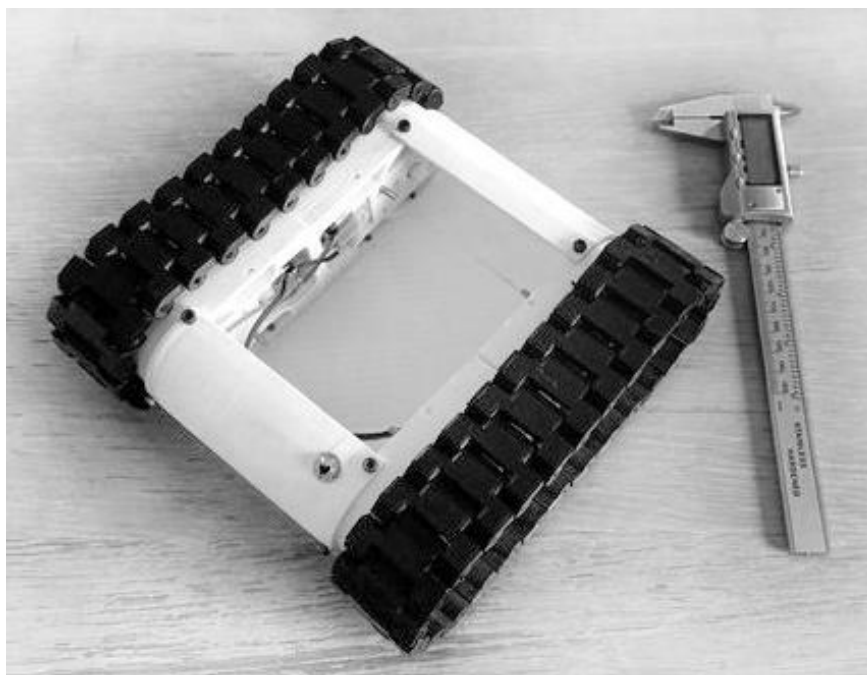


рис.1 Гусеничной платформы (Rover platform)

А для печати робо-руки манипулятора (Robot ARM CLAW) (рис.2) понадобится 116г HIPS-пластика, и стоимость данного изделия составит: $116 \times 0,61 = 99,43$ р.

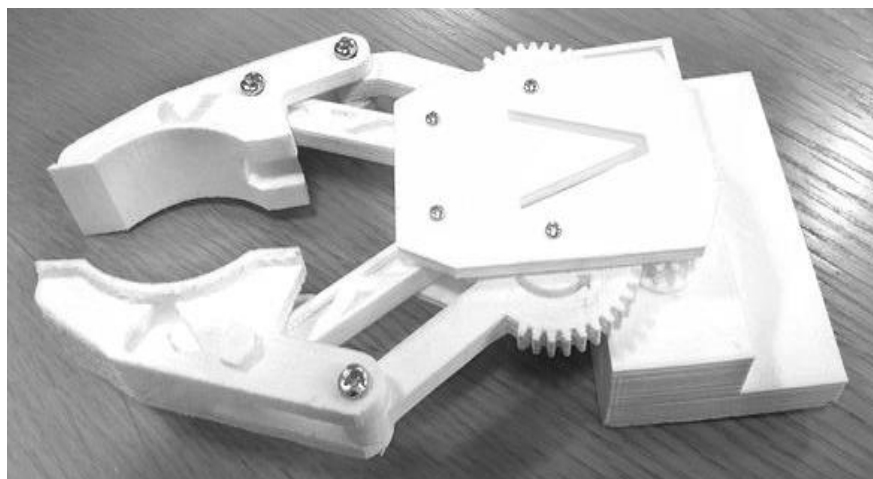


рис.2 робо-рука манипулятор (Robot ARM CLAW)

Данная платформа и рука манипулятор распространяются свободно в сети интернет и совместимы с платами Arduino и Raspberry Pi.

Таким образом, стоимость гусеничной платформы с рукой манипулятором, напечатанная на 3D-принтере, составляет: $99,43+681,86=781,29$ р. Стоимость указана для печати со 100% заполнением, что на практике применяется редко и фактически является перерасходом материала. Но даже в данной ситуации предложенное решение в 1,7 раза выгоднее самого дешевого набора и в 52,3 раза самого дорого из рассмотренных нами наборов.

Так, на данном примере становится понятно, что 3D-печать делает робототехнику гораздо доступнее, а также увеличивает вовлеченность в процесс, ведь благодаря 3D-печати возможно воплотить в жизнь и в пластик любые робототехнические мечты и фантазии.

ПРИМЕНЕНИЕ FX-TRN-BEG-EUI ПРИ ИЗУЧЕНИИ РОБОТОТЕХНИКИ И ПРОГРАММИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Якупова О.В.

Национальный исследовательский Томский государственный университет

Сыряжкин Владимир Иванович, д.т.н

Юрченко Алексей Васильевич, д.т.н

ok-1979@mail.ru

Программа FX-TRN-BEG-EUI разработанная корпорацией Mitsubishi Electric, применяется для лабораторных исследований роботизации и программирования технологических процессов, таких как: Автоматическое функционирование заслонки, Управление конвейера, Управление подъемным приспособлением, Линия сортировки, распределения и отбраковки деталей, Управление сигналами оповещения, светофора и параметрами сцены.

Данное программное обеспечение предназначено для оказания помощи в изучении вопросов, связанных с программированием PLC.

В процессе инсталляции программного обеспечения поставляются все необходимые для PLC составляющие:

- Инструменты программирования;
- Виртуальный PLC;
- Экранный имитатор оборудования;
- Переключатели входов / выходов и лампы индикации.

Различные виды упражнений подготовлены в шести категориях, начиная с вводного уровня, и заканчивается продвинутым уровнем.

Для выполнения упражнений лабораторного комплекса, необходимо получение начальных навыков программирования PLC на обучающем программном обеспечении «Let's Learn the PLC!» («Давайте изучать PLC!») «Introduction to the FX Series PLC» («Введение к PLC Серии FX»).

Структура обучающей программы.

В обучающей программе, элементы оборудования, такие как датчики или двигатели конвейера на 3-D графической имитации уже подключены к виртуальному PLC, установленному на нашем компьютере.

Запись программ осуществляется в соответствии с характеристиками управления указанными в окне навигации, а так же в соответствии с назначенными номерами устройств.

Элементы оборудования PLC могут быть разделены на два класса: входы (X) и выходы (Y). К входам относятся устройства, приводимые в действие оператором (переключатели и кнопки), устройства, указывающие на состояние оборудования (датчики). На выходы могут быть подсоединены сигнальное оборудование (лампы и устройства звуковой сигнализации), устройства, исполняющие работу (двигатели и электромагнитные клапаны) (рис 1).

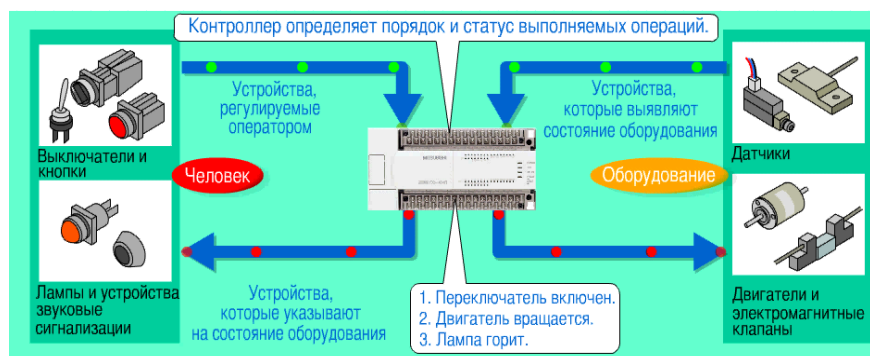


рис. 1 Устройства и объекты управления PLC

Эти входные и выходные устройства индивидуально соединены с PLC Программа управления PLC управляет выходами основываясь на информации, поступающей с входов.

В верхнем левом углу экрана обучения расположено **Окно навигации**, в котором отображаются инструкции для упражнения и исполняемые процессы отображаются для облегчения навигации по обучающей

программе. Для того, чтобы скрыть окно навигации, необходимо просто щелкнуть на расположенном слева наставнике (рис.2).

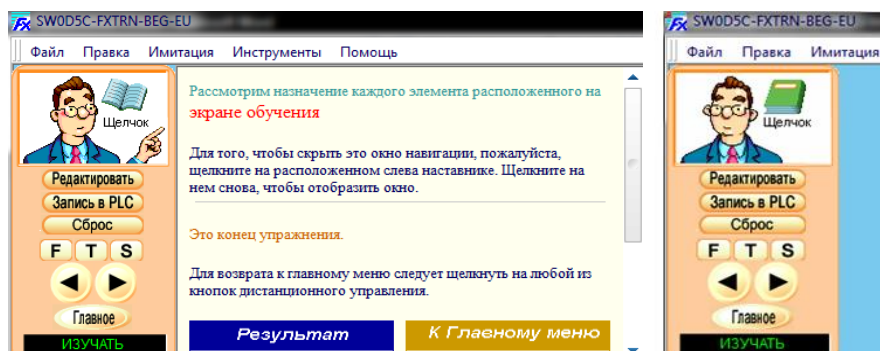


рис. 2 Окно навигации и Дистанционного управления

Ниже Наставника расположены кнопки **Дистанционного управления** (Remote Control).

Редактировать (Edit Ladder) - кнопка для запуска редактирования программы на языке лестничных диаграмм.

Запись в PLC (Write to PLC) – кнопка для записи программы в установленный PLC.

Сброс (Reset) – кнопка сброса / переустановки операций в исходное состояние.

F, T, S (Front / Top / Side) (Спереди / Сверху / Сбоку) – кнопки изменения стороны наблюдения при имитации.

◀▶ - кнопки возвращения к предыдущему экрану или переход в следующий экран.

Оборудование имитационной модели функционирует в соответствии с записанной программой.

Рассмотрим назначение каждого элемента расположенного на экране обучения (рис.3).

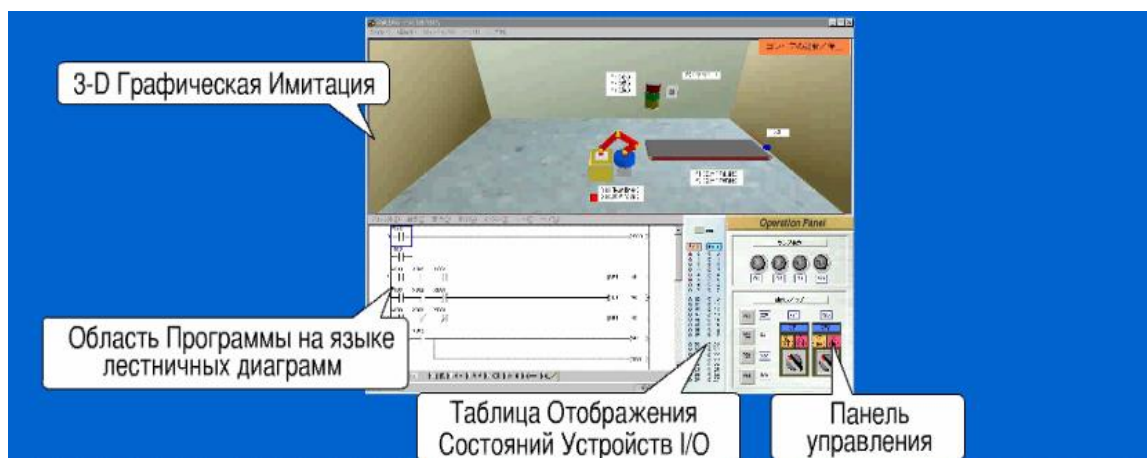


рис. 3 Структура экрана обучения

3-D графическая эмитация. Работа оборудования моделируется в соответствии с программой, с возможностью просмотра имитации спереди, сверху или сбоку.

В **Области программ на языке лестничных диаграмм** создаются программы PLC. Ключевые операции главным образом те же самые, что и в GX DEVELOPER.

В **Таблице отображения состояний устройств I/O** отображаются светодиоды, контролирующие состояние.

На **Панели управления** показаны входные переключатели и выходные лампы. Управление переключателем выполняется при помощи щелчка. Лампы выполняются выходами PLC.

PLC серии FX применяются не только для автоматизации технологических процессов заводских предприятий, но так же и во многих других отраслях промышленности и в повседневной жизни.

Национальный исследовательский Томский государственный университет

Научное издание

Когнитивная робототехника

II Международная конференция

Издано в авторской редакции

Компьютерная верстка: *Д.А. Долгая*