

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



26 2019
ЧАСТЬ I

16+

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 26 (264) / 2019

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

Ахметова Мария Николаевна, доктор педагогических наук
Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук
Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук
Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук
Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)
Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук
Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук (Казахстан)
Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук (Азербайджан)
Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук
Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук
Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук
Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук
Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук
Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук
Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук
Жураев Хусниддин Олтинбоевич, кандидат педагогических наук (Узбекистан)
Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения
Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук (Казахстан)
Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)
Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)
Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук
Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук
Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук
Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук
Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук
Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук
Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук
Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук
Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук
Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук
Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук (Казахстан)
Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии (Казахстан)
Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук
Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук
Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук
Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук
Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук
Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры
Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук (Узбекистан)
Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук
Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)
Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)
Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)
Ахмеденов Кажмурат Максutowич, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)
Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)
Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)
Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)
Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)
Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)
Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)
Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)
Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)
Кадыров Кутлуг-Бек Бекмурадович, кандидат педагогических наук, декан (Узбекистан)
Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)
Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Кожурбаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Кыят Эмине Лейла, доктор экономических наук (Турция)
Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)
Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)
Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)
Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)
Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Узаков Гулом Норбоевич, доктор технических наук, доцент (Узбекистан)
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры (Россия)
Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)
Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)
Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)
Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)

На обложке изображен Алан Дершовиц (1938), американский адвокат, юрист и политический комментатор по теме арабо-израильского конфликта.

Алан Дершовиц родился в Нью-Йорке, США. Большую часть своей трудовой жизни он проработал в юридической школе Гарварда, где в возрасте 28 лет стал самым молодым профессором права в истории школы. Он возглавлял там кафедру им. профессора Феликса Франкфуртера. Сейчас он постоянный автор CNN и политическим аналитиком.

Будучи адвокатом, специализирующимся на апелляциях в уголовных делах, он выиграл 13 из 15 дел о убийствах и покушениях на убийства, а также представлял целый ряд знаменитых клиентов, в том числе Майка Тайсона, Патти Херст и Джима Баккера.

В 1982 году Дершовиц занимался делом Клауса фон Бюлова, британского аристократа, которого осудили за попытку убийства его супруги Санни фон Бюлов посредством введения инъекции инсулина, что спровоцировало у женщины кому. Он получил 30 лет тюрьмы. Клаус фон Бюлов нанял Дершовица, и они подали апелляционную жалобу. Обвинение было отозвано благодаря тому, что Дершовиц сумел доказать факт незаконного получения улики, которыми пользовалось обвинение. Позднее был проведен второй суд, на котором Клаус фон Бюлов был оправдан окончательно. Команда Дершовица сумела доказать, что кома Санни фон Бюлов была вызвана вовсе не инсулином, а приемом различных медикаментов вкупе с алкоголем. Также экспертам удалось выяснить, что игла, которой якобы сделали инъекцию, была испачкана инсулином снаружи, но не внутри, что говорит в пользу того, что иглу просто обмакнули во флакон с препаратом, но не вводили под кожу. Также защита акцентировала внимание суда на том, что за несколько недель до произошедшего Санни фон Бюлов обращалась в больницу из-за приема более семидесяти таблеток аспирина, что ясно говорило о ее нестабильном психическом состоянии.

Алан Дершовиц написал книгу об этом деле, которая была взята за основу киноленты режиссера Барбета Шредера «Изнанка судьбы». Дершовица в фильме сыграл Рон Силвер. В одном эпизоде адвокат рассказывает сон: «Звонит мне Гитлер, он, оказывается, остался жив. Звонит и говорит, что ему позарез нужен адвокат. Я говорю ему: приезжайте, какие, мол, разговоры. А сам думаю: буду защищать или убью?» Позже в одном из интервью он признался: «Да. В 1943 году я бы его убил голыми руками. Но если бы сегодня столетний Гитлер выбрался из бразильских джунглей, и не нашлось бы никого, кто взялся бы его защищать, я стал бы его адвокатом. Потому что есть система правосудия, и даже такой сукин сын, как Гитлер, вправе рассчитывать на нее. Я, вероятно, проиграл бы дело Гитлера, но я бы его защищал».

Летом и осенью 1995 года в США шел «процесс века», как называли уголовный суд над бывшим футболистом и актером О. Джеем Симпсоном. Его обвиняли в двойном убийстве — жены Николь и ее друга Рона Голдмана. Все неопровержимо указывало на О. Джея, без вариантов. Но нанятая им команда адвокатов, в состав которой входил и Дершовиц, в ходе восьмимесячного процесса совершила юридическое чудо — нашла изъяны в аргументации прокуроров, умело дискредитировала слабые звенья в системе улик. В общем, произошла сенсация — фактического убийцу оправдали. Правда, позже, на гражданском суде Симпсона признали ответственным за убийство, наложили на него огромный штраф, но это уже другая история.

В 2010 году Дершовиц стал лауреатом премии имени Менахема Бегина «за систематическое отстаивание интересов государства Израиль и противостояние попыткам делегитимации еврейского государства в СМИ и академических кругах стран Запада».

Екатерина Осянина, ответственный редактор

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Желонкина О. С., Злобин Д. Ю. Кинематическое управление шестиногим шагающим роботом	1
Злобин Д. Ю., Желонкина О. С. Силы и моменты в кинематических цепях	7
Злобин Д. Ю., Желонкина О. С. Нахождение сил и моментов в кинематических деревьях тел.....	9
Злобин Д. Ю., Желонкина О. С. Вид производных динамических структур кинематических деревьев	12
Сорокин В. А., Сизов Н. А., Дурандин Д. П., Боган М. В. Сравнение принципов оптимальности для кооперативных игр на графах	14

ХИМИЯ

Демидова В. М. Применение и основы получения кремнийорганических полимеров	17
--	----

БИОЛОГИЯ

Перетятко О. Л. Влияние антропогенного воздействия на процесс урбанизации сороки обыкновенной (<i>Pica pica</i> , L.) в г. Воронеже	21
--	----

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Асташенкова Л. К., Рощупкина С. Н., Кудринская К. В. Распознавание ключевых точек лица на изображении человека	23
Ахремчик Я. В., Горожанкин Я. П., Иванов А. О., Миронов А. А., Целикова С. О. Распознавание и извлечение 3D-моделей по двумерным изображениям	25

Горожанкин Я. П., Иванов А. О., Миронов А. А., Целикова С. О., Ахремчик Я. В. Обработка естественного языка	28
Дурандин Д. П., Сизов Н. А., Сорокин В. А., Востротина А. В., Омаров Р. З. Сегментация типов местности на спутниковых снимках	30
Иванов А. О., Горожанкин Я. П., Миронов А. А., Целикова С. О., Ахремчик Я. В. Создание инструментов для анализа текстов.....	33
Леньшина А. А. Различие терминов «коммуникативные технологии» и «коммуникационные технологии»	35
Миронов А. А., Горожанкин Я. П., Иванов А. О., Целикова С. О., Ахремчик Я. В. Использование Join-layer neural networks для решения задачи извлечения ключевых фраз из постов социальной сети «Твиттер»	37
Петрашов А. Н. Анализ SIP-сообщений на локальной сети кафедры АЭС Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики	41
Рощупкина С. Н., Асташенкова Л. К., Булгакова В. С., Кудринская К. В. Построение карты диспаратности по неоткалиброванной паре изображений.....	43
Сугоняев А. Д. Использование сверточных нейронных сетей для определения кровного родства по фотографии	46
Трунова Л. В., Кружков К. И. Создание открытой сетевой информационной системы дистанционного обучения.....	48
Целикова С. О., Горожанкин Я. П., Иванов А. О., Миронов А. А., Ахремчик Я. В. Использование нейросетевых технологий в задаче автоматического распознавания эмоций	59

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Борисовский А. П., Литвинов В. В. Современные средства компенсации реактивной мощности.....	61
Востротина А. В., Омаров Р. З., Ли А. Д., Дурандин Д. П., Боган М. В. Автоматизация перепродаж между организациями	63
Гончарук А. И., Гончарук О. В., Ковалевский В. Н., Шангареев Э. Р., Ашрапов Б. Д. Результаты экспериментальных исследований процесса очистки днища кузова автомобиля от лакокрасочных покрытий и продуктов коррозии при подготовке к выполнению окрасочных работ.....	65
Жумадилова Н. Ж., Хмырова Е. Н., Аханов М. Ж., Имранова Н. А., Касимов Н. Н. Геодезический мониторинг за состоянием несущих строительных конструкций аттракциона «Колесо обозрения» на территории развлекательного центра «Думан» в г. Нур-Султан	69
Канубриков Н. Н., Куликов С. А., Парфенов В. А. Оценка коррозионной стойкости интерметаллидного покрытия на поверхности стали 12Х18Н10Т.....	72
Ломанов Д. К. Гидроочистка как метод очистки нефтепродуктов от гетероатомных соединений	74
Нгуен Минь Тиен Диагностика автомобильного двигателя на основе нейронной сети.....	76
Нгуен Минь Тиен Нейронная сеть при диагностике механической коробки передач гусеничных машин.....	81
Омаров Р. З., Востротина А. В., Ли А. Д., Дурандин Д. П., Боган М. В. Проблема «холодного старта».....	85
Павлов О. П. Моделирование полумостового последовательного резонансного инвертора с обратными диодами	88
Петров Н. В. Разработка автоматической системы парковки для автопоезда	90

МАТЕМАТИКА

Кинематическое управление шестиногим шагающим роботом

Желонкина Ольга Сергеевна, студент;
 Злобин Данил Юрьевич, студент
 Санкт-Петербургский государственный университет

В данной работе строится кинематическая модель шестиногого робота, рассматривается обратная задача кинематики построенной модели в двух формах: аналитической и численной. Затем решается задача генерации походки в случае движения по ровной поверхности, в рамках которой находятся траектории движения ног гексапода.

Ключевые слова: робототехника, гексапод, шагающий робот, кинематическое управление.

Введение

История робототехники берет начало с давних времен. Еще в 1500 году Леонардо да Винчи изобрел механического льва, разворачивающего герб Франции при въезде короля в город. С развитием технологий роботы стали применяться в промышленности и в настоящее время всё чаще заменяют человека в работах, требующих больших физических усилий или проходящих в неблагоприятных условиях. Шестиногий шагающий робот сочетает в себе устойчивость конструкции и простоту управления, что позволяет использовать его во многих отраслях человеческой деятельности: при лесозаготовке, поиске мин или в качестве средства передвижения для людей с ограниченными движениями.

Кинематика робота-гексапода

Объектом исследования является шестиногий шагающий робот с платформой в виде равностороннего шестиугольника, в углах которого располагаются трехзвенные конечности.

Конечность робота состоит из бедра, голени, коленного и бедренного суставов. Так как сочленения робота в отличие от реальных суставов имеют только одну степень свободы, бедренный сустав разделен на два, между которыми находится промежуточное звено. Бедренный сустав 1 (между платформой и промежуточным звеном) вращается вокруг вертикальной оси. Бедренный сустав 2 (между промежуточным звеном и бедром) и коленные суставы вращаются вокруг горизонтальной оси.

Введем две системы координат: систему координат платформы $X^0Y^0Z^0$ и систему координат конечности $X^kY^kZ^k$. Центр первой из них расположен в центре платформы робота, плоскость X^0Y^0 совпадает с плоскостью платформы, ось X^0 направлена в точку прикрепления первой ноги, ось Z^0 направлена вверх относительно земли перпендикулярно платформе (предполагаем, что робот не переворачивается). Центр второй из них расположен в точке прикрепления ноги, плоскость X^kY^k также совпадает с плоскостью платформы, ось X^k направлена от центра платформы к точке прикрепления ноги, ось Z^k направлена, как и Z^0 .

Координаты стоп (оконечностей ноги) робота в системе координат конечности $X^kY^kZ^k$ имеет следующий вид:

$$\begin{cases} x = (L_1 \cos \alpha_1 + L_2 \sin \alpha_2 + L_3) \cos \alpha_3, \\ y = (L_1 \cos \alpha_1 + L_2 \sin \alpha_2 + L_3) \sin \alpha_3, \\ z = L_1 \sin \alpha_1 - L_2 \cos \alpha_2, \end{cases} \quad (1)$$

где

x, y, z — координаты стопы,

L_1, L_2, L_3 – длины бедра, голени и промежуточного звена соответственно,
 α_1 – угол между бедром и плоскостью $X^k Y^k$,
 α_2 – угол отклонения голени от вертикальной оси,
 α_3 – угол отклонения ноги от X^k .

Решение обратной задачи кинематики

В системе уравнений (1) мы получили выражение координат стопы через углы сочленений ноги, задачи подобного типа принято называть прямой задачей кинематики [1]. После этого естественно задаться вопросом о возможном обратном преобразовании координат стопы в углы ориентации, то есть провести решение обратной задачи кинематики. Данное решение можно искать двумя способами: аналитически, выразив уравнения для нахождения значений углов в сочленениях из системы (1), и численно, разбивая время на конечные промежутки.

Аналитический метод

Используя геометрический подход [1], разрешим систему (1) относительно $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$. В общем случае решение данной задачи не единственно, но выберем решение, которое соответствует верхнему расположению коленного сустава, как более естественное:

$$\begin{cases} \alpha_1 = \arccos\left(\frac{L_1^2 + z^2 + (\sqrt{x^2 + y^2} - L_3)^2 - L_2^2}{2L_1\sqrt{z^2 + (\sqrt{x^2 + y^2} - L_3)^2}}\right) - \arctg\left(\frac{|z|}{\sqrt{x^2 + y^2} - L_3}\right), \\ \alpha_2 = \arccos\left(\frac{L_1^2 + L_2^2 - z^2 - (\sqrt{x^2 + y^2} - L_3)^2}{2L_1L_2}\right) + \alpha_1 - \frac{\pi}{2}, \\ \alpha_3 = \arctg\left(\frac{y}{x}\right). \end{cases} \quad (2)$$

Последовательно вычисляя $\alpha_3, \alpha_1, \alpha_2$, найдем искомое решение системы.

Численный метод

Для решения этой задачи выполним дифференцирование системы (1):

$$\begin{pmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{dx_n}{dt} \\ \frac{dy_n}{dt} \\ \frac{dz_n}{dt} \end{pmatrix} = A \cdot \begin{pmatrix} \frac{d\alpha_1}{dt} \\ \frac{d\alpha_2}{dt} \\ \frac{d\alpha_3}{dt} \end{pmatrix}, \quad (3)$$

Где

$$A = \begin{pmatrix} -L_1 \sin \alpha_1 \cos \alpha_3 & L_2 \cos \alpha_2 \cos \alpha_3 & -\sin \alpha_3 (L_1 \cos \alpha_1 + L_2 \sin \alpha_2 + L_3) \\ -L_1 \sin \alpha_1 \sin \alpha_3 & L_2 \cos \alpha_2 \sin \alpha_3 & \cos \alpha_3 (L_1 \cos \alpha_1 + L_2 \sin \alpha_2 + L_3) \\ L_1 \cos \alpha_1 & L_2 \sin \alpha_2 & 0 \end{pmatrix}$$

и v_x, v_y, v_z – составляющие вектора скорости движения стопы. Разрешим систему (3) относительно углов:

$$\begin{pmatrix} \frac{d\alpha_1}{dt} \\ \frac{d\alpha_2}{dt} \\ \frac{d\alpha_3}{dt} \end{pmatrix} = A^{-1} \begin{pmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \end{pmatrix},$$

где

$$A^{-1} = \begin{pmatrix} \frac{-\sin \alpha_2 \cos \alpha_3}{L_1 \cos(\alpha_1 - \alpha_2)} & \frac{-\sin \alpha_2 \sin \alpha_3}{L_1 \cos(\alpha_1 - \alpha_2)} & \frac{\cos \alpha_2}{L_1 \cos(\alpha_1 - \alpha_2)} \\ \frac{\cos \alpha_1 \cos \alpha_3}{L_2 \cos(\alpha_1 - \alpha_2)} & \frac{\cos \alpha_1 \sin \alpha_3}{L_2 \cos(\alpha_1 - \alpha_2)} & \frac{\sin \alpha_1}{L_2 \cos(\alpha_1 - \alpha_2)} \\ \frac{-\sin \alpha_3}{L_1 \cos \alpha_1 + L_2 \sin \alpha_2 + L_3} & \frac{\cos \alpha_3}{L_1 \cos \alpha_1 + L_2 \sin \alpha_2 + L_3} & 0 \end{pmatrix}$$

Обратная матрица A^{-1} точно существует при следующих условиях:

$$\begin{cases} 0 \leq \alpha_1 \leq \frac{\pi}{2} \\ 0 < \alpha_2 < \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

Используя метод Эйлера [2], получим численное решение обратной задачи кинематики:

$$\begin{pmatrix} \alpha_1(t + \Delta t) \\ \alpha_2(t + \Delta t) \\ \alpha_3(t + \Delta t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha_1(t) \\ \alpha_2(t) \\ \alpha_3(t) \end{pmatrix} + A(t)^{-1} \begin{pmatrix} v_x(t) \\ v_y(t) \\ v_z(t) \end{pmatrix} \Delta t \tag{4}$$

Таким образом, задавая зависимость скорости стопы от времени, будем находить необходимые для ее достижения углы в сочленениях.

Параметризация походки

Для генерации походки разобьем конечности на две группы: с четными и нечетными номерами. В то время как одна группа ног располагается в воздухе, что соответствует фазе переноса, другая группа ног находится на земле, то есть в фазе опоры. Такая походка соответствует насекомым (например, муравьям и мухам), поэтому называется инсекто-видной. Каждая фаза длится одинаковое время T . Разница фаз групп ног также составляет T .

Рассмотрим шаговый цикл ноги гексапода. Траектория конечности в локальной системе координат представляет собой замкнутую кривую. Данную кривую можно условно разделить на две части, которые соответствуют фазе переноса ноги и фазе опоры ноги. При переносе конечности из одной точки в другую выбор траектории может быть осуществлен произвольным образом, так как стопа находится в свободном движении. В данной работе в качестве траектории переноса ноги используется полуэллипс. В фазе опоры нога движется по опорной поверхности вдоль прямой в направлении, обратном движению всего механизма. Траектория указана на рисунке 1.

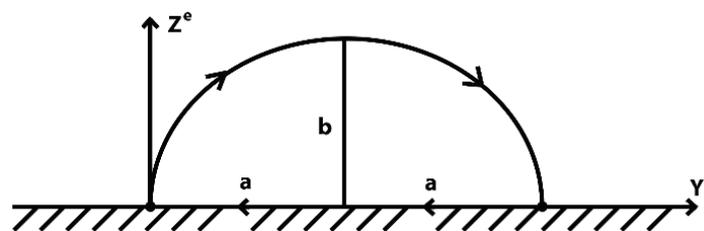


Рис. 1. Траектория движения стопы конечности

Фаза переноса

Параметризация эллипса в связанной с ним системе координат выглядит следующим образом:

$$\begin{cases} x = 0, \\ y = a \cdot \cos \tau + a, \\ z = b \cdot \sin \tau. \end{cases}$$

Траектория фазы переноса лежит в плоскости, параллельной $Y^k Z^k$ и отстоящей от начала координат по оси X^k на x_c . Также для того, чтобы конечные точки дуги эллипса располагались на земле, производится смещение по оси Z^k на высоту платформы робота. Уравнения в системе координат конечности имеют следующий вид:

$$\begin{cases} x = x_c = \text{const}, \\ y = a \cdot \cos \tau + a, \\ z = b \cdot \sin \tau - h, \end{cases}$$

где:

$$\tau = \frac{\pi}{2} \left(1 + \cos \frac{\pi t}{T} \right),$$

T — полупериод одного шага, то есть время, за которое происходит перестановка одной тройки ног,
 h — расстояние от платформы гексапода до земли,
 a и b — большая и малая полуоси эллипса соответственно.

Зависимость параметра τ от времени принята на основе работы [3]. Такой ее вид обеспечивает постановку ноги на землю с нулевой конечной скоростью, что позволяет избежать ударов.

Идея организации походки заключается в том, что плоскость траектории движения каждой стопы ставится под таким же углом к оси X^0 (ось системы координат платформы робота), как и направление движения механизма к этой оси. Угол, необходимый для постановки i -ой ноги в нужном направлении, равен:

$$\theta_i = \xi - \frac{\pi}{2} - \frac{2\pi}{6}(i - 1) = \xi - \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{3}(i - 1),$$

где ξ — угол между направлением движения гексапода и осью X^0 .

Для постановки плоскости траектории стопы гексапода нужным образом, проведем следующие действия: параллельным переносом сдвинем эллипс в плоскость Y^kZ^k , домножим на матрицу поворота на угол θ , сдвинем эллипс по оси X^k до достижения его начальной точкой точки x_c . Итоговый вид параметризации фазы переноса траектории стопы:

$$\begin{cases} \hat{x} = x_c - y \cdot \sin\theta = x_c - a \cdot (\cos\tau + 1) \cdot \sin\theta, \\ \hat{y} = y \cdot \cos\theta = a \cdot (\cos\tau + 1) \cdot \cos\theta, \\ \hat{z} = z = b \cdot \sin\tau - h, \end{cases} \tag{5}$$

где $\tau = \frac{\pi}{2} \left(1 + \cos \frac{\pi t}{T}\right), t \in [0, T]$.

Продифференцируем систему (5) для нахождения скоростей, используемых в методе Эйлера:

$$\begin{cases} \hat{v}_x = \frac{d\hat{x}}{dt} = -\frac{d(y \cdot \sin\theta)}{dt} = -\frac{a\pi^2}{2T} \cdot \sin\theta \cdot \sin\tau \cdot \sin\left(\frac{\pi t}{T}\right), \\ \hat{v}_y = \frac{d\hat{y}}{dt} = -\frac{d(y \cdot \cos\theta)}{dt} = \frac{a\pi^2}{2T} \cdot \cos\theta \cdot \sin\tau \cdot \sin\left(\frac{\pi t}{T}\right), \\ \hat{v}_z = \frac{d\hat{z}}{dt} = -\frac{dz}{dt} = -\frac{b\pi^2}{2T} \cdot \cos\tau \cdot \sin\left(\frac{\pi t}{T}\right). \end{cases} \tag{6}$$

Фаза опоры

Для нахождения части траектории, соответствующей фазе опоры ноги, соединим конечные точки эллипса. Следует заметить, что движение по прямой осуществляется за то же время T , что и по дуге. Уравнение соответствующей прямой можно записать в параметрическом виде:

$$\begin{cases} \check{x} = x_c - (2a - s) \cdot \sin\theta, \\ \check{y} = (2a - s) \cdot \cos\theta, \\ \check{z} = -h, \end{cases} \tag{7}$$

где $s = a \left(1 - \cos \frac{\pi(t-T)}{T}\right), t \in [T, 2T]$.

Зависимость параметра от времени выбрана по аналогии с параметром τ , таким образом в граничных точках скорость обращается в ноль, следовательно, проскальзывание отсутствует.

Продифференцируем (7):

$$\begin{cases} \check{v}_x = \frac{d\check{x}}{dt} = \frac{a\pi}{T} \cdot \sin\theta \cdot \sin\left(\frac{\pi(t-T)}{T}\right), \\ \check{v}_y = \frac{d\check{y}}{dt} = \frac{a\pi}{T} \cdot \cos\theta \cdot \sin\left(\frac{\pi(t-T)}{T}\right), \\ \check{v}_z = \frac{d\check{z}}{dt} = 0. \end{cases} \tag{8}$$

Подставляя в систему уравнений (2) в качестве x, y, z параметризации $\hat{x}, \hat{y}, \hat{z}$ из системы (5) и $\check{x}, \check{y}, \check{z}$ из системы (7), получим аналитический вид выражений углов в сочленениях гексапода от времени для фазы переноса и фазы опоры соответственно. Аналогично, подставляя в систему (4) в качестве v_x, v_y, v_z параметризации $\hat{v}_x, \hat{v}_y, \hat{v}_z$ и $\check{v}_x, \check{v}_y, \check{v}_z$ из систем уравнений (6) и (8) — численный способ получения этих углов.

Проиллюстрируем полученные результаты на примере гексапода со следующими параметрами:

L_1	15 см	a	3 см
L_2	25 см	b	2.5 см
L_3	5 см	$\alpha_1(0)$	$\pi/3$
R	10 см	$\alpha_2(0)$	$\pi/6$
T	2 с	$\alpha_3(0)$	0

На рисунке 2 показан график зависимости значений углов в сочленениях робота-гексапода от времени в процессе фазы переноса одного шага. График для численного метода решения выглядит на первый взгляд так же, однако вычисляя разность между значениями углов, полученными двумя методами, получим график зависимости ошибки численного метода от времени (рисунок 3).

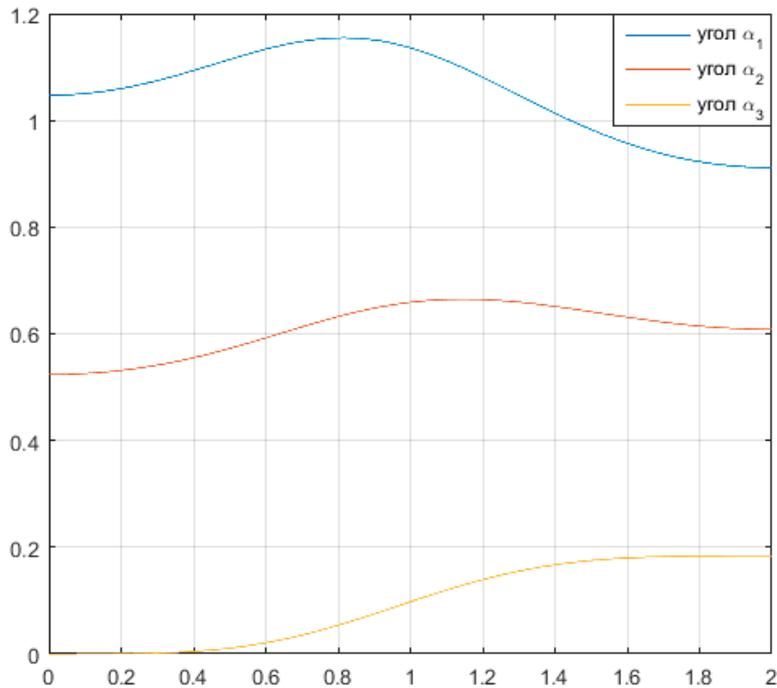


Рис. 2. Значения углов при аналитическом методе решения

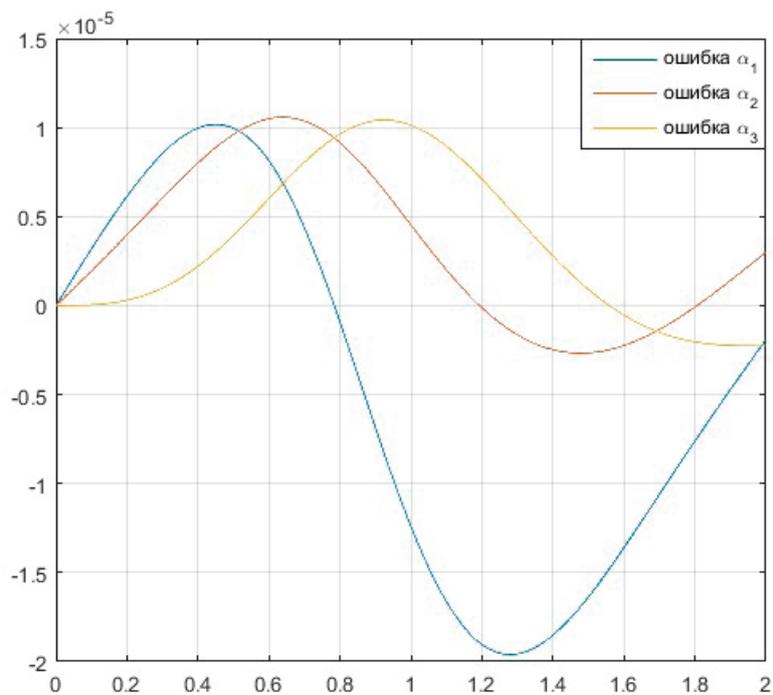


Рис. 3. Ошибка численного метода решения

Теперь рассмотрим иллюстрации процесса движения гексапода. На рисунке 4 представлена визуализация шага робота в системе координат конечности $X^k Y^k Z^k$. А на рисунке 5 — пример траектории робота-гексапода (пунктирной линией обозначена траектория центра платформы робота).

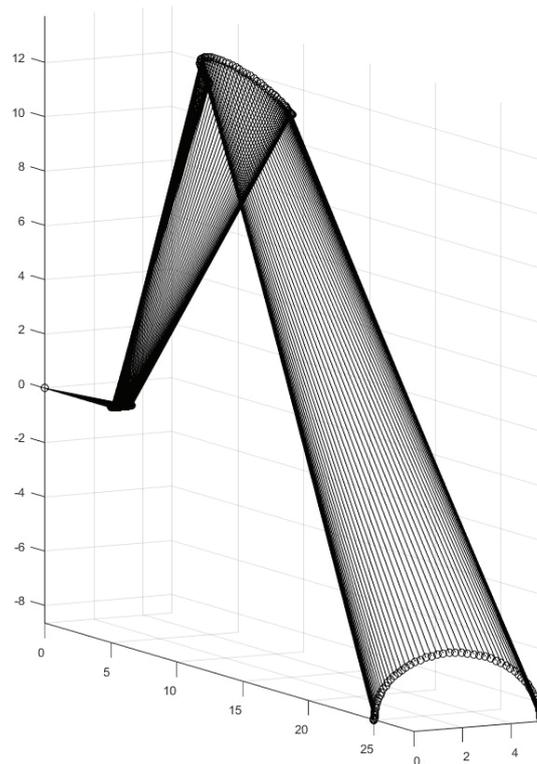


Рис. 4: Визуализация шага

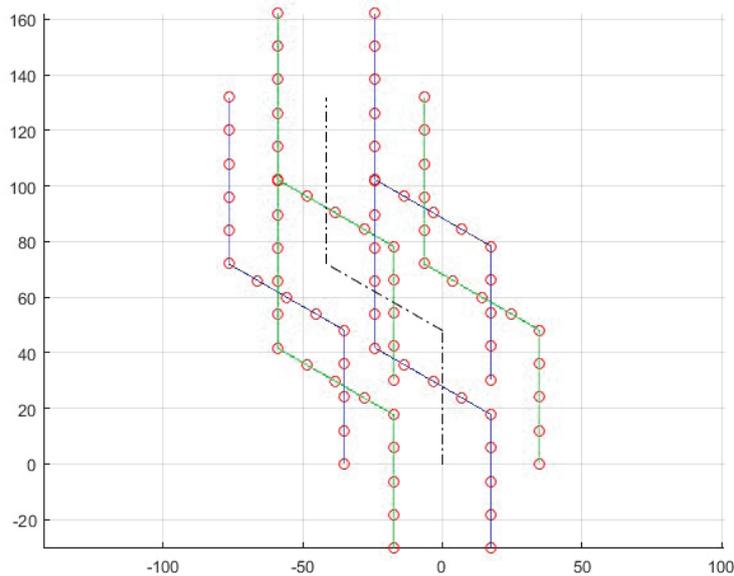


Рис. 5: Визуализация траекторий стоп ног робота (вид сверху)

Заключение

Исследована кинематическая модель робота-гексапода, с помощью которой можно определить координаты стоп в зависимости от обобщенных координат. В двух различных видах решена обратная задача кинематики, что позволяет использовать любой способ нахождения углов в сочленениях по своему усмотрению. В качестве походки выбрана походка, определяемая движением ног по тройкам (инсектоподобная). Задана параметризация движения стопы в форме полуэллипса. Найдены соответствующие ей уравнения, которые позволяют осуществлять шаговый цикл в любом направлении.

Литература:

1. John J. Craig. Introduction to Robotics: Mechanics and Control (3rd Edition). Pearson, 2004.
2. Пименов В. Г., Ложников А. Б. Численные методы. Часть 2. Издательство Уральского университета, 2014.
3. Павловский, В.Е., Панченко А. В. Модели и алгоритм управления движением малого шестиногого робота. Мехатроника, автоматизация, управление. — 2012. — № 11. — С. 23–28.

Силы и моменты в кинематических цепях

Злобин Данил Юрьевич, студент;
Желонкина Ольга Сергеевна, студент
Санкт-Петербургский государственный университет

В работе решается обратная задача динамики кинематических цепей. Полагается, что тела соединены произвольными вращательными сочленениями. Используется тензорное исчисление. В результате работы получены замкнутые аналитические выражения сил и моментов.

Ключевые слова: кинематические цепи, робототехника, обратная задача динамики, динамика цепей тел.

Введение

При построении сложных робототехнических систем приходится решать ряд задач планирования движения и расчета динамики конкретного механизма. При этом обычно строится желаемое движение механизма, затем определяются силы и моменты, которые необходимы для реализации заданного движения, после чего выводятся уравнения движения. В реальном устройстве, с использованием уравнений движения и требуемого распределения сил и моментов, система стабилизируется около рабочей траектории. При этом должна быть решена задача нахождения сил, так же известная как обратная задача динамики. В данной работе рассмотрено решение данной задачи в приложении к кинематическим цепям абсолютно твердых тел со вращательными сочленениями. Важным аспектом повествования является применение тензорного исчисления.

Кинематика цепей тел

Многие механизмы могут быть представлены как соединения звеньев, которые приближаются абсолютно твердыми телами. В свою очередь базовым является механизм из последовательно соединенных звеньев. Рассмотрим кинематику подобной цепи. Введем следующие обозначения:

1. A_i — i -е звено цепи (абсолютно твердое тело),
2. n — длина кинематической цепи (количество тел, $i = \overline{1, n}$),
3. r_i — вектор положения i -го сочленения (неподвижной точки соединения),
4. v_i — скорость i -го сочленения (неподвижной точки соединения),
5. q_i — вектор положения сочленения i относительно $i - 1$, при этом q_n выбирается произвольно,
6. $q_0 = r_0$ — вектор положения начала кинематической цепи,
7. q_i^C — вектор центра масс тела i относительно i -го сочленения,
8. r_i^C — вектор положения центра масс тела i ,
9. v_i^C — вектор скорости центра масс тела i ,
10. ω_i — угловая скорость i -го сочленения,
11. $P_i(t)$ — тензор поворота (ориентации) i -го сочленения.

Предположим, что тензоры ориентации звеньев кинематической цепи выражаются последовательными поворотами: $P_i = Q_i P_{i-1} = Q_i \dots Q_1$. Тогда, в соответствии с теоремой сложения угловых скоростей в тензорном виде [5, 6], запишем угловую скорость звена i : $\omega_i = \omega^{(i)} + Q_i \omega_{i-1}$, где $\omega^{(i)} = -\frac{1}{2} [\dot{Q}_i Q_i^T]_{\times}$ — угловая скорость поворота Q_i (здесь и далее $[P]_{\times}$ — операция нахождения векторного инварианта тензора P [4, 7]). В соответствии с теоремой Эйлера [2, 3] можем записать линейную скорость произвольного сочленения: $v_i = v_{i-1} + \omega_i \times q_i$. Найдем теперь угловое ускорение звена i : $\dot{\omega}_i = \dot{\omega}^{(i)} + \frac{d}{dt} [Q_i \omega_{i-1}] = \dot{\omega}^{(i)} + \omega^{(i)} \times (Q_i \omega_{i-1}) + Q_i \dot{\omega}_{i-1}$. В соответствии с распределением ускорений в твердом теле [2, 3] запишем ускорение сочленения i : $\dot{v}_i = \dot{v}_{i-1} + \dot{\omega}_i \times q_i + \omega_i \times (\omega_i \times q_i)$. Аналогично для скоростей и ускорений центра масс тела A_i : $v_i^C = v_i + \omega \times q_i^C$, $\dot{v}_i^C = \dot{v}_i + \dot{\omega}_i \times q_i^C + \omega_i \times (\omega_i \times q_i^C)$. Таким образом найдены все необходимые скорости и ускорения звеньев цепи, выраженные через характеристики относительных поворотов Q_i .

Производные динамических характеристик

Пусть тензоры инерции Θ_i твердых тел заданы относительно центра масс. $\Theta_i = P_i \Theta_i^0 P_i^T$, где Θ_i^0 — тензор инерции i -го тела в отсчетный момент времени, а Θ_i — в текущий. $K_i^I = m v_i^C$ — количество движения i -го тела цепи, $K_i^{II} = \Theta_i \omega_i$ — кинетический момент тела i относительно центра масс. Тогда:

$$\begin{aligned} \frac{dK_i^I}{dt} &= m \dot{v}_i^C \\ \frac{dK_i^{II}}{dt} &= \frac{d(\Theta_i \omega_i)}{dt} = \frac{d(P_i \Theta_i^0 P_i^T \omega_i)}{dt} = \frac{d(P_i \Theta_i^0 \Omega_i)}{dt} = P_i [\Theta_i^0 \Omega_i + \Omega_i \times \Theta_i^0 \Omega_i] \\ \Omega_i &= P_i^T \omega_i \text{ — правый вектор угловой скорости.} \end{aligned}$$

Силы и моменты в кинематической цепи

Рассмотрим движение i -го тела кинематической цепи, пусть $i + 1$ тело цепи действует на тело силой $f_i = F(A_i, A_{i+1})$, тогда со стороны предыдущего тела действует сила $-f_{i-1} = F(A_i, A_{i-1})$, теперь можем записать силу, с которой окружение действует на тело:

$$F(A_i, A^{external}) = F(A_i, A_{i-1}) + F(A_i, A_{i+1}) + F(A_i, A^{earth}) = f_i - f_{i-1} + m_i g$$

Соответственно рассмотрим момент относительно центра масс, действующий на тело i :

$$M^C(A_i, A^{external}) = M^C(A_i, A_{i-1}) + M^C(A_i, A_{i+1}) + M^C(A_i, A^{earth}). \quad (1)$$

Известно, что любой момент может быть записан в следующем виде:

$$M^Q(A, A^{any}) = (R^Q - R^P) \times F(A, A^{any}) + L^P(A, A^{any}).$$

Здесь P — произвольная точка, называемая точкой приведения. При этом, если тело не сопротивляется поворотам около точки P вокруг какой-либо оси u , то проекция L^P на эту ось равна нулю. Разложим таким образом все члены в правой части (1), выбирая в качестве точки приведения неподвижную точку соответствующего соединения, а для силы тяжести — центр масс тела.

$$M^C(A_i, A^{external}) = (r_i^C - r_i) \times f_i - (r_i^C - r_{i-1}) \times f_{i-1} + L^{i-1}(A_i, A_{i-1}) + L^i(A_i, A_{i+1}).$$

Введем обозначения $l_i = L^i(A_i, A_{i+1})$, учтем определение вектора q_i и q_i^C , тогда выражение примет вид:

$$M^C(A_i, A^{external}) = (q_i - q_i^C) \times f_i + q_i^C \times f_{i-1} + l_i - l_{i-1}.$$

Теперь можем составить уравнения баланса кинетического момента и уравнение баланса количества движения для каждого звена на основе теорем об изменении количества движения и кинетического момента твердого тела [1, 3].

$$\begin{cases} \frac{dK_i^I}{dt} = f_i - f_{i-1} + m_i g \\ \frac{dK_i^{II}}{dt} = l_i - l_{i-1} + (q_i - q_i^C) \times f_i + q_i^C \times f_{i-1}. \end{cases} \quad (2)$$

Таким образом выведены динамические уравнения, которые с одной стороны позволяют приступить к решению обратной задачи динамики, а с другой стороны — вывести дифференциальные уравнения движения цепи в обобщенных координатах (для этого требуется параметризовать все тензоры ориентации обобщенными координатами).

Обратная задача динамики кинематической цепи

Рассмотрим систему (2), неизвестными в ней выступают $2n + 2$ вектора $f_i, l_i, i = \overline{0, n}$, при этом имеется всего $2n$ векторных уравнений, линейных относительно неизвестных. Таким образом решение системы (2) выражается через два векторных параметра. Для решения неоднозначности выберем в качестве параметров вектора f_n, l_n и найдем вид решения.

Теорема. Пусть задано движение кинематической цепи. Допустим, например, что в любой момент времени известны следующие характеристики:

$q_i^0, q_i^{0C}, \Theta_i^0, m_i, i = \overline{1, n}$ — константы кинематической цепи (вектора относительных положений сочленений, центров масс, тензоры инерции и массы звеньев в отсчетный момент времени),

$q_0(t), Q_1(t), \dots, Q_n(t)$ — определяющие движения (вектор положения начала цепи и тензоры последовательных поворотов звеньев).

Тогда силы и моменты $f_i, l_i, i = \overline{0, n-1}$ однозначно выражаются через вектора f_n, l_n . То есть решение обратной задачи динамики является двупараметрическим семейством сил и моментов векторных параметров.

Доказательство. Докажем теорему конструктивно. Для начала будем идти по возрастающему индексу i .

Прямой проход:

Исходя из описанной кинематики, последовательно для $i = \overline{1, n}$ находим производные динамических характеристик:

$$\begin{aligned} \frac{dK_i^I}{dt} &= m \dot{v}_i^C, \\ \frac{dK_i^{II}}{dt} &= P_i [\Theta_i^0 \Omega_i + \Omega_i \times \Theta_i^0 \Omega_i]. \end{aligned}$$

Обратный проход:

Используя (2) вычисляем силы, действующие в сочленениях для $i = \overline{n-1, 0}$:

$$f_{i-1} = f_i + m_i g - \frac{dK_i^I}{dt}.$$

И, аналогично, опираясь на второе равенство в системе (2), моменты в сочленениях:

$$l_{i-1} = l_i - \frac{dK_i^{II}}{dt} + q_i^C \times f_{i-1} + (q_i - q_i^C) \times f_i.$$

Раскрывая итеративные равенства, окончательно получаем:

$$f_i = f_n + \sum_{s=i+1}^n m_s g - \frac{dK_s^I}{dt},$$

$$l_i = l_n + \sum_{s=i+1}^n q_s^C \times \left(m_s g - \frac{dK_s^I}{dt} \right) + q_s \times \left(\sum_{k=s+1}^n m_k g - \frac{dK_k^I}{dt} + f_n \right) - \frac{dK_s^{II}}{dt}. \quad (3)$$

В силу однозначности всех выполненных операций — решение единственно при заданных векторных параметрах. Таким образом теорема полностью доказана, а решение — найдено.

Заключение

В работе использован аппарат тензорного исчисления, с помощью которого описана кинематика и динамика цепных механизмов. Также приведено подробное изложение процесса нахождения сил в системе. Таким образом, основным результатом работы является (3) — решение в явном виде обратной задачи динамики кинематической цепи с произвольными вращательными сочленениями.

Литература:

1. Пупышева Ю. Ю., Бабаджанянц Л., К., Пупышев Ю. А. Классическая механика. Издательство Санкт-Петербургского Университета, 2011.
2. Королев В. С., Потоцкая И. Ю., Ермолин В. С. Теоретическая механика. Кинематика. ВВМ СПбГУ, 2012.
3. Королев В. С., Потоцкая И. Ю., Ермолин В. С. Теоретическая механика. Динамика. ВВМ СПбГУ, 2013.
4. Вильчевская Е. Н. Тензорная алгебра и тензорный анализ. СПб.: Издательство Политехнического Университета, 2012.
5. Жилин П. А. Векторы и тензоры второго ранга в трехмерном пространстве. СПбГПУ, 2012.
6. Жилин П. А. Динамика твердого тела. СПбГПУ, 2014.
7. Leonid Lebedev, M.J. Cloud, and Victor Eremeyev. Tensor analysis with applications in mechanics, 2nd edition. World Scientific Pub Co Inc, 2010.

Нахождение сил и моментов в кинематических деревьях тел

Злобин Данил Юрьевич, студент;
 Желонкина Ольга Сергеевна, студент
 Санкт-Петербургский государственный университет

В работе рассматривается задача нахождения сил и моментов в кинематическом дереве произвольной структуры. Получены замкнутые аналитические выражения сил и моментов через динамические структуры тел.

Ключевые слова: кинематические деревья, робототехника, обратная задача динамики, динамика деревьев тел.

Введение

При построении робототехнических систем часто рассматриваются кинематические цепи тел, соединенных вращательными сочленениями, естественным обобщением данного типа систем тел является система типа кинематического дерева, то есть некоторое количество абсолютно твердых тел, связанных вращательными сочленениями в соответствии с некоторым ациклическим графом — деревом. В данной работе рассматривается задача нахождения сил и моментов, действующих между телами подобной системы.

Обозначения

Определим некоторые функции на графах, которые будем использовать:

1. $V(G)$ — множество вершин графа G ,
2. $inc_G(a)$ — множество ребер графа G , входящих в вершину $a \in V(G)$,
3. $leaves(G_{tree})$ — множество листьев дерева G_{tree} ,
4. $brd_{G_1 \rightarrow G_2}(a, b)$ — множество мостов (например — пустое) исходящих из вершины $a \in G_1$ и входящих в вершину $b \in G_2$; G_1, G_2 — подграфы G ,
5. $brd_{G_1 \rightarrow G_2}(a) = \bigcup_{b \in V(G_2)} brd_{G_1 \rightarrow G_2}(a, b)$ — множество мостов исходящих из вершины $a \in G_1$ и входящих в любую вершину графа G_2 ,
6. $d_G(a, b)$ — минимальная длина пути между вершинами $a, b \in G$.
7. $con_G(a)$ — связная компонента графа, в которую входит вершина a , для ориентированного графа предполагается сильная компонента связности,
8. $Vcon_G(a) = V(con_G(a))$ — вершины данной связной компоненты.

Уравнения баланса количества движения

Рассмотрим Λ — множество тел системы. Допустим, что структура связей между телами из множества Λ эквивалентна некоторому дереву $\bar{G}(\Lambda)$. То есть если $\{A, B\} \in \bar{G}(\Lambda)$ то между телами A, B имеется связь (сочленение) допускающее их относительное вращательное движение (шарнир). В сочленении действует некоторый момент и некоторая сила реакции. Рассмотрим изоморфный для $\bar{G}(\Lambda)$ ориентированный граф $G(\Lambda) = \{(A, B), (B, A) | \{A, B\} \in \bar{G}(\Lambda)\}$. Введем следующие обозначения:

K_A^I — количество движения тела $A \in \Lambda$, которое считаем заданным,

m_A — масса тела $A \in \Lambda$,

$f_{(A,B)}$ — сила реакции, действующая на тело $B \in \Lambda$ со стороны тела $A \in \Lambda$, при этом $(A, B) \in G(\Lambda)$,

f_A^{ext} — внешняя сила (по отношению ко всей системе), действующая на тело $A \in \Lambda$ (следует заметить, что, хотя сила тяжести является внешней силой, в данной работе под силой f_A^{ext} понимается внешняя сила за вычетом силы тяжести).

Запишем уравнение баланса количества движения для тела A в предположении, что внешние силы действуют только на тела, являющиеся листьями дерева $\bar{G}(\Lambda)$:

$$\frac{dK_A^I}{dt} = \sum_{\sigma \in inc_G(A)} f_\sigma + \delta_A f_A^{ext} + m_A g, \delta_A = \begin{cases} 1 & \text{if } A \in leaves(\bar{G}) \\ 0 & \text{if } A \notin leaves(\bar{G}) \end{cases} \quad (1)$$

Возьмем теперь произвольный лист $L \in leaves(\bar{G})$. Будем рассматривать подграф \bar{G}_h^{L+} дерева \bar{G} построенный следующим образом:

$$\bar{G}_h^{L+} = \{\{A, B\} \in \bar{G} | A, B \in \Lambda_h^{L+}\},$$

$$\Lambda_h^{L+} = \{A \in \Lambda | d_G(L, A) \geq h\}.$$

В граф \bar{G}_h^{L+} входят все вершины, расстояние до которых от заданного листа L не менее фиксированного числа h . Так же нам понадобится граф \bar{G}_h^{L-} расстояния до вершин которого менее h . Также определим изоморфные ориентированные графы G_h^{L+}, G_h^{L-} . Почти очевидно следующее равенство:

$$inc_G(A) = inc_{G_h^{L+}}(A) \cup brd_{G_h^{L-} \rightarrow G_h^{L+}}(A), \quad h = d_G(L, A).$$

Будем считать, что $f_{brd_{G_h^{L-} \rightarrow G_h^{L+}}(A)} = f_{\sigma \in brd_{G_h^{L-} \rightarrow G_h^{L+}}(A)}$ и $f_\emptyset = 0$. С учетом всех замечаний уравнение (1) переписывается в виде:

$$\frac{dK_A^I}{dt} - m_A g = \sum_{\sigma \in inc_{G_h^{L+}}(A)} f_\sigma + f_{brd_{G_h^{L-} \rightarrow G_h^{L+}}(A)} + \delta_A f_A^{ext}, \quad h = d_G(L, A), \quad (2)$$

На основе (2) получим замкнутую форму уравнений для внутренних сил. Просуммируем (2) по телам $Vcon_{G_h^{L+}}(D), D \in \Lambda, h = d_G(L, D)$:

$$\sum_{A \in Vcon_{G_h^{L+}}(D)} \left(\frac{dK_A^I}{dt} - m_A g \right) = \sum_{A \in Vcon_{G_h^{L+}}(D)} \sum_{\sigma \in inc_G(A)} f_\sigma + \sum_{A \in Vcon_{G_h^{L+}}(D)} \delta_A f_A^{ext}.$$

Преобразуем полученное уравнение:

$$\sum_{A \in Vcon_{G_h^{L+}}(D)} \left(\frac{dK_A^I}{dt} - m_A g \right) = \sum_{A \in Vcon_{G_h^{L+}}(D)} \sum_{\sigma \in inc_{G_h^{L+}}(A)} f_\sigma + f_{brd_{G_h^{L-} \rightarrow G_h^{L+}}(D)} + \sum_{A \in Vcon_{G_h^{L+}}(D)} \delta_A f_A^{ext},$$

При этом сумма внутренних сил в G_h^{L+} равна нулю:

$$\sum_{A \in Vcon_{G_h^{L+}}(D)} \sum_{\sigma \in inc_{G_h^{L+}}(A)} f_\sigma = \sum_{\sigma \in con_{G_h^{L+}}(D)} f_\sigma = 0.$$

Выразим силу, соответствующую мосту:

$$f_{brd_{G_h^{L^-} \rightarrow G_h^{L^+}}(D)} = \sum_{A \in Vcon_{G_h^{L^+}}(D)} \left(\frac{dK_A^I}{dt} - m_A g - \delta_A f_A^{ext} \right).$$

Рассмотрим теперь любое ребро $(C, D) \in G$, такое что $d(L, C) < d(L, D)$, тогда данное ребро является мостом от $G_h^{L^-}$ к $G_h^{L^+}$, $h = d(L, D)$, тогда $f_{(C,D)} = \sum_{A \in Vcon_{G_h^{L^+}}(D)} \left(\frac{dK_A^I}{dt} - m_A g - \delta_A f_A^{ext} \right)$. Если же $d(L, C) > d(L, D)$, то, используя третий закон Ньютона, получим: $f_{(C,D)} = -f_{(D,C)}$. Обобщая данный результат, получаем окончательную форму решения:

$$\forall \sigma \in G(\Lambda) \quad f_\sigma = \zeta_\sigma \sum_{A \in Vcon_{G_h^{L^+}}[I(\sigma)]} \left(\frac{dK_A^I}{dt} - m_A g - \delta_A f_A^{ext} \right), \quad h = d_G(L, I(\sigma)),$$

$$\zeta_{(A,B)} = \begin{cases} +1 & \text{if } d(L, A) < d(L, B), \\ -1 & \text{if } d(L, A) > d(L, B), \end{cases}$$

$$I((A, B)) = \begin{cases} B & \text{if } \zeta_{(A,B)} = +1, \\ A & \text{if } \zeta_{(A,B)} = -1. \end{cases}$$

А внешние силы связаны условием, которое не зависит от выбора L :

$$\sum_{A \in leaves(\bar{G})} f_A^{ext} = \sum_{A \in \Lambda} \left(\frac{dK_A^I}{dt} - m_A g \right).$$

Уравнения баланса кинетического момента

1. K_A^{II} — кинетический момент тела $A \in \Lambda$ относительно центра масс,
2. $l_{(A,B)}$ — момент в сочленении, действующий на тело $B \in \Lambda$ со стороны тела $A \in \Lambda$, $(A, B) \in G(\Lambda)$,
3. $q_{(A,B)}$ — радиус-вектор неподвижной точки сочленения тел $A, B \in \Lambda$ в теле B относительно центра масс тела B ,
4. q_A^{ext} — радиус-вектор относительно центра масс тела $A \in \Lambda$ произвольно выбираемой точки приведения внешнего собственно момента,
5. l_A^{ext} — внешний (по отношению ко всей системе) собственно момент [1], действующий на тело $A \in \Lambda$, суть которого заключается в том, что общее моментное действие окружения на тело A выражается посредством суммы $l_A^{ext} + q_A^{ext} \times f_A^{ext}$.

Сформулируем уравнение баланса кинетического момента для тела A :

$$\frac{dK_A^{II}}{dt} = \sum_{\sigma \in inc_G(A)} l_\sigma + \delta_A l_A^{ext} + \sum_{\sigma \in inc_G(A)} q_\sigma \times f_\sigma + \delta_A q_A^{ext} \times f_A^{ext}.$$

Повторяя те же действия, что и для уравнения баланса количества движения, приведем уравнение баланса момента к следующему виду:

$$\frac{dK_A^{II}}{dt} = \sum_{\sigma \in inc_{G_h^{L^+}}(A)} l_\sigma + l_{brd_{G_h^{L^-} \rightarrow G_h^{L^+}}(A)} + \delta_A l_A^{ext} + \sum_{\sigma \in inc_G(A)} q_\sigma \times f_\sigma + \delta_A q_A^{ext} \times f_A^{ext}, \quad h = d_G(L, A).$$

Аналогично предыдущему пункту суммированием по $Vcon_{G_h^{L^+}}(D)$, $D \in \Lambda$, $h = d_G(L, D)$ получаем:

$$l_{brd_{G_h^{L^-} \rightarrow G_h^{L^+}}(D)} = \sum_{A \in Vcon_{G_h^{L^+}}(D)} \left(\frac{dK_A^{II}}{dt} - \delta_A l_A^{ext} - \delta_A q_A^{ext} \times f_A^{ext} - \sum_{\sigma \in inc_G(A)} q_\sigma \times f_\sigma \right).$$

Выражаем решение в общей форме $\forall \sigma \in G(\Lambda)$, $h = d_G(L, I(\sigma))$:

$$l_\sigma = \zeta_\sigma \sum_{A \in Vcon_{G_h^{L^+}}[I(\sigma)]} \left(\frac{dK_A^{II}}{dt} - \delta_A l_A^{ext} - \delta_A q_A^{ext} \times f_A^{ext} - \sum_{\gamma \in inc_G(A)} q_\gamma \times f_\gamma \right),$$

$$\sum_{A \in leaves(\bar{G})} (l_A^{ext} + q_A^{ext} \times f_A^{ext}) = \sum_{A \in \Lambda} \left(\frac{dK_A^{II}}{dt} - \sum_{\sigma \in inc_G(A)} q_\sigma \times f_\sigma \right).$$

Заключение

Были найдены явные выражения для сил и моментов в кинематическом дереве абсолютно твердых тел. Подробно рассмотрен процесс решения задачи на основе теории графов. Таким образом основным результатом работы являются явные выражения сил и моментов в системе.

Литература:

1. Жилин П. А. Динамика твердого тела. СПбГПУ, 2014.
2. Жилин П. А. Векторы и тензоры второго ранга в трехмерном пространстве. СПбГПУ, 2012.
3. Бабаджанянц Л. К., Пупышева Ю. Ю., Пупышев Ю. А. Классическая механика. Издательство Санкт-Петербургского Университета, 2011.
4. Оре О. Теория графов. Наука, 1980.

Вид производных динамических структур кинематических деревьев

Злобин Данил Юрьевич, студент;
Желонкина Ольга Сергеевна, студент
Санкт-Петербургский государственный университет

В работе находится вид производных динамических структур кинематических деревьев тел (кинетического момента и количества движения). Данные структуры необходимы для решения динамических задач систем тел.

Ключевые слова: кинематические деревья, робототехника, кинематика деревьев тел, динамические структуры, кинетический момент, количество движения, тензорное исчисление.

Для практического решения задач динамики иногда требуется по заданному движению определить динамические структуры абсолютно твердых тел и их производные:

1. K_A^I — количество движения тела A ,
2. K_A^{II} — кинетический момент тела A относительно центра масс тела.

Пусть Λ — множество тел системы. Структура связей между телами из множества Λ эквивалентна неориентированному дереву [4] $\bar{G}(\Lambda)$. Если $\{A, B\} \in \bar{G}(\Lambda)$ то между телами A, B имеется связь (сочленение) допускающее их относительное вращательное движение. $G(\Lambda)$ — изоморфный для $\bar{G}(\Lambda)$ ориентированный граф:

$$G(\Lambda) = \{(A, B), (B, A) \mid \{A, B\} \in \bar{G}(\Lambda)\}.$$

Явный вид выражений динамических характеристик может быть достаточно громоздким. Для его нахождения введем следующие обозначения:

1. $path_G(A, B) = (\sigma_1, \dots, \sigma_k)$ — путь (последовательность ребер) из вершины $A \in V(G)$ в вершину $B \in V(G)$ ориентированного графа G ,
2. $Vpath_G(A, B) = (A, \dots, B)$ — упорядоченная последовательность вершин, соответствующая пути $path_G(A, B)$,
3. P_A — тензор ориентации тела $A \in \Lambda$,
4. Θ_A^0 — тензор инерции тела A в отсчетный момент времени,
5. ω_A — угловая скорость тела A ,
6. r_A^C — радиус-вектор центра масс тела A относительно неподвижной в данной инерциальной системе отсчета точки,
7. v_A^C — скорость центра масс тела A ,
8. $\forall \sigma \in G: \sigma^T = (A, B)^T = (B, A)$ — смена направления ребра графа.
9. $q_{(A,B)}$ — радиус-вектор неподвижной точки сочленения тел $(A, B) \in G$ в теле B относительно центра масс тела B .

Фиксируем тело K . Предполагая, что тензоры ориентации звеньев кинематического дерева выражаются последовательными поворотами, положим:

$$\forall A \in \Lambda: P_A = Q_A Q_{E_{n-1}} \cdot \dots \cdot Q_{E_2} Q_K,$$

$$Q_K = P_K, \quad Vpath_G(K, A) = (K, E_2, \dots, E_{n-1}, A).$$

Здесь Q_A — тензор относительной ориентации тела A относительно тела E_{n-1} . Таким образом записанное выражение является в совокупности неявным определением тензоров Q_A . Перепишем это определение в явной форме, учитывая, что тензор ориентации принадлежит собственно ортогональной подгруппе:

$$\forall A \in \Lambda: Q_A = P_A \cdot P_{prev_G^K(A)}^T. \quad (1)$$

Под $prev_G^K(A)$ понимается предыдущее по отношению к телу A тело в дереве G с корнем K . Выражение (1) допустимо так как у каждого тела существует единственное предшествующее тело в дереве G , кроме самого корня дерева. Однако, положим, что $P_{prev_G^K(K)}^T = E$ — единичный тензор. Тогда выражение допустимо для всех тел в кинематическом дереве.

Вычислим теперь кинематические характеристики тел, выраженные через характеристики относительных поворотов (далее $\omega^{(A)} = -\frac{1}{2}[\dot{Q}_A Q_A^T]_{\times}$ — угловая скорость относительного вращения; $[P]_{\times}$ — операция нахождения векторного инварианта тензора P [1, 2]). Положим $B = prev_G^K(A)$, для любого тела кинематического дерева, в соответствии с тензорной теоремой сложения угловых скоростей и теоремой о распределении скоростей в твердом теле [1,2,3], можем записать:

$$\begin{aligned} \omega_A &= \omega^{(A)} + Q_A \omega_B, \\ v_A^C &= v_B^C + \omega_B \times \varrho_{(A,B)} - \omega_A \times \varrho_{(B,A)}, \end{aligned} \tag{2, 3}$$

При этом положение центра масс задается выражением:

$$r_A^C = r_K^C + \sum_{\sigma \in path_G(K,A)} (\varrho_{\sigma T} - \varrho_{\sigma}).$$

Раскрывая итеративно (2, 3) вдоль пути $path_G(K, A)$, получаем явные выражения:

$$\begin{aligned} \omega_A &= \omega^{(A)} + \sum_{(Y,U) \in path_G(K,A)} \left(\prod_{N \in Vpath_G(A,U)} Q_N \right) \cdot \omega^{(Y)}, \\ v_A^C &= v_K^C + \sum_{(Y,U) \in path_G(K,A)} (\omega_Y \times \varrho_{(U,Y)} - \omega_U \times \varrho_{(Y,U)}). \end{aligned}$$

Продифференцируем полученные равенства:

$$\begin{aligned} \dot{\omega}_A &= \dot{\omega}^{(A)} + \sum_{(Y,U) \in path_G(K,A)} \left(\prod_{N \in Vpath_G(A,U)} Q_N \right) \cdot \dot{\omega}^{(Y)} + \sum_{(Y,U) \in path_G(K,A)} \frac{d}{dt} \left(\prod_{N \in Vpath_G(A,U)} Q_N \right) \cdot \omega^{(Y)} \\ \frac{d}{dt} \left(\prod_{N \in Vpath_G(A,U)} Q_N \right) &= \sum_{B \in Vpath_G(A,U)} Q_A \cdot \dots \cdot (\omega^{(B)} \times Q_B) \cdot \dots \cdot Q_U \\ \dot{v}_A^C &= \dot{v}_K^C + \sum_{(Y,U) \in path_G(K,A)} (\dot{\omega}_Y \times \varrho_{(U,Y)} - \dot{\omega}_U \times \varrho_{(Y,U)} + \omega_Y \times \omega_Y \times \varrho_{(U,Y)} - \omega_U \times \omega_U \times \varrho_{(Y,U)}) \end{aligned}$$

После вычисления кинематических характеристик стандартно вычисляются производные динамических структур и сами динамические характеристики тел системы [1] $\forall A \in \Lambda$:

1. $K_A^I = m v_A^C$,
2. $K_A^{II} = \Theta_A \omega_A$,
3. $\frac{dK_A^I}{dt} = m_A \dot{v}_A^C$,
4. $\frac{dK_A^{II}}{dt} = P_A [\theta_A^0 \Omega_A + \Omega_A \times \theta_A^0 \Omega_A]$.

$\Omega_A = P_A^T \omega_A$ — правый вектор угловой скорости.

Выполнив все изложенные шаги, приходим к такому виду, что $\frac{dK_A^I}{dt}, \frac{dK_A^{II}}{dt}$ оказываются однозначно параметризованными посредством $\dot{v}_K^C, Q_A, A \in \Lambda$. Таким образом с помощью задания данных тензорных параметров можно однозначно найти производную кинетического момента и количества движения всех твердых тел в системе. Для каждого конкретного механизма могут накладываться различные ограничения на тензоры относительных ориентаций тел. В этом случае количество независимых параметров оказывается меньше, чем количество указанных ранее параметров, в таком случае, по крайней мере локально, можно разрешить ограничения, наложенные на систему, и уменьшить количество переменных тензоров до числа независимых в локальной окрестности. Таким образом вид динамических структур и их производных найден.

Литература:

1. Жилин П. А. Динамика твердого тела. СПбГПУ, 2014.
2. Жилин П. А. Векторы и тензоры второго ранга в трехмерном пространстве. СПбГПУ, 2012.
3. Бабаджанянц Л. К., Пупышева Ю. Ю., Пупышев Ю. А. Классическая механика. Издательство Санкт-Петербургского Университета, 2011.
4. Оре О. Теория графов. Наука, 1980.

Сравнение принципов оптимальности для кооперативных игр на графах

Сорокин Виталий Андреевич, студент;
Сизов Никита Андреевич, студент;
Дурандин Даниил Павлович, студент;
Боган Максим Вадимович, студент
Санкт-Петербургский государственный университет

Введение

В обыкновенной теории кооперативных игр принято, что игроки не ограничены в кооперации и могут образовывать коалиции с любыми игроками. Но в реальной жизни не всегда такое возможно. Чаше существуют какие-либо ограничения на кооперацию. Эти ограничения удобно представлять в виде графа, в котором вершины это игроки, а ребра отражают связи игроков, по которым они могут кооперировать. В этой статье рассмотрены некоторые решения кооперативных игр, которые распределяют общий выигрыш с учетом ограничений посредством графа. Существует множество таких решений, многие из них достаточно хорошо изучены, но в данной работе взяты за основу АТ-решение [1] и на вектор Майерсона [2].

Кооперативная игра с ограниченной кооперацией

Обычная кооперативная игра — это игра нескольких лиц, у каждого из которых есть конечное множество стратегий и одна общая цель, как правило это всем вместе заработать как можно больше.

Итак, пусть N — непустое конечное множество игроков, $N = \{1, 2, \dots, n\}$. Любое объединение игроков (непустое подмножество $S \subset N$) называется *коалицией*. *Характеристической функцией* называется такая функция $v(S)$, если для любых непересекающихся коалиций T, S ($T \subset N, S \subset N$) выполняется:

$$v(T) + v(S) \leq v(T \cup S), \quad v(\emptyset) = 0.$$

Характеристическая функция ставит в соответствие каждой коалиции суммарный выигрыш, который получают участники данной коалиции. Таким образом пара (N, v) есть кооперативная игра в форме характеристической функции.

Графом на N является множество ненаправленных пар различных членов множества N . Эти пары называются *связями*, и обозначаются $\{i, j\}$ ($\{i, j\} = \{j, i\}$, так как связи не направлены). Пусть g — полный граф:

$$g = \{\{i, j\} \mid i \in N, j \in N, i \neq j\}.$$

Для $K \in 2^N$ граф g_K называется подграфом, если $g_K = \{\{i, j\} \in g \mid i, j \in K\}$. Последовательность из k различных узлов (i_1, \dots, i_k) называется путем в графе g , если $\{i_h, i_{h+1}\} \in g$ для $h = 1, \dots, k-1$. Две вершины i, j связаны в графе g , если $i = j$ или существует путь (i_1, \dots, i_k) с $i_1 = i$ и $i_k = j$. Граф g связный, если любые два узла $i, j \in g$ связаны в g . Набор узлов K называется связным подмножеством N , когда подграф g_K связан. Подмножество K из N является компонентом g , если подграф g_K максимально связан, т. е. g_K связан для любой j , а подграф $g_{K \setminus \{j\}}$ несвязный. Набор всех компонент g_K обозначается через K_g . Можно сказать, что K_g это набор маленьких коалиций, на которые распадается K , если игроки взаимодействуют только по связям, образованным графом g . Однако, если два игрока не имеют связи друг с другом, они могут состоять в одной коалиции, если между ними есть путь в графе коопераций. Компоненту, которая содержит игрока $i \in K$ будем обозначать $(K_g)_i$.

Тройка (N, v, g) называется *кооперативная игра с ограниченной кооперацией*. Решением такой игры является правило, которое каждой игре ставит в соответствие дележ. *Дележом* максимального выигрыша называется такой вектор $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_n)$, удовлетворяющий:

$$\alpha_i \geq v(\{i\}), i \in N$$

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = v(N),$$

где α_i — сумма, которую получит игрок i .

Вектор Майерсона

Введем вектор Майерсона, следуя [3], для этого необходимо определить вспомогательную характеристическую функцию v_g , зависящую от графа g :

$$\forall S \subset N, v_g(S) = \sum_{T \in Sg} v(T).$$

Согласно [2], вектор Майерсона это правило $Y: (N, v, g) \rightarrow R^N$, которое каждой игре с ограниченной кооперацией ставит в соответствие вектор распределения $Y_n(g) = (Y_n(g), \dots, Y_n(g))$. Таким образом $Y_i(g)$ — выигрыш, который получит игрок i если g является структурой соглашения между игроками. И этот выигрыш равен

$$Y_i [v, g] = \sum_{T|i \in T \subset N} \frac{(t-1)!(n-t)!}{n!} [v_g(T) - v_g(T \setminus \{i\})],$$

где $|T| = t, |N| = n$.

АТ-решение

Теперь определим АТ-решение, согласно работе [4].

Если ненаправленный граф g — дерево с корнем h , то для него определим направленный граф $T(h)$, в котором все ребра направлены от тех узлов, которые находятся ближе к корню h . Направленные ребра будем обозначать (i, j) . Если $(i, j) \in T(h)$, то узел j является *преемником* i , а i является *предшественником* j . Будем называть $j \neq i$ *подчиненным* i , если существует направленный путь из i в j . Обозначим множество подчиненных i в $T(h)$ через $S_{T(h)}^c(i)$ и обозначим $S_{T(h)}(i) = S_{T(h)}^c(i) \cup \{i\}$. Примем, что $L_{T(h)}(i)$ — это множество преемников i в дереве $T(h)$, т. е. $\{i | (j, i) \in T(h)\}$. Поэтому $L_{T(h)}(i) \subseteq S_{T(h)}(i)$.

АТ-решение $Z [v, g] = (Z_1 [v, g], \dots, Z_n [v, g])$ в кооперативной игре с коммуникационной структурой было введено в [1] для случая графов без циклов, и оно задается по следующему правилу:

$$Z_i [v, g] = \frac{1}{(N_g)_i} \sum_{j \in (N_g)_i} t_i^j [v, g], i \in N,$$

где $t_i^j [v, g] = v(S_{T(j)}(i)) - \sum_{k \in L_{T(j)}(i)} v(S_{T(j)}(k))$.

Можно сказать, что выигрыш игрока равен среднему среди всех $t_i^j [v, g]$ — вкладов игрока i в дерево от игрока j . Этот вклад в свою очередь равен ценности коалиции, состоящей из игрока i и всех его подчиненных в $T(j)$ за вычетом суммарной ценности коалиций, состоящих из любых преемников игрока i и всех подчиненных этого преемника в $T(j)$.

Пример.

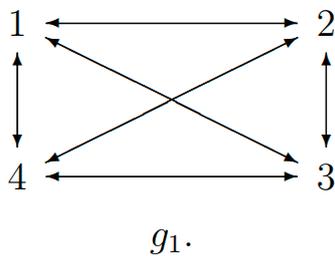
Пусть $N = \{1, 2, 3, 4\}$, характеристическая функция определена как:

$$v(1) = v(2) = v(3) = v(4) = 0,$$

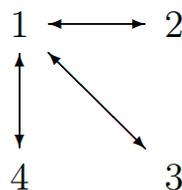
$$v(1, 2) = v(1, 3) = v(1, 4) = v(2, 3) = v(2, 4) = v(3, 4) = 10,$$

$$v(1, 2, 3) = v(1, 2, 4) = v(1, 3, 4) = v(2, 3, 4) = 30, v(N) = 100.$$

И пусть есть два графа g_1 и g_2



g_1 .



g_2 .

Первый граф представляет собой коалицию каждого с каждым. Поэтому и вектор Майерсона этого графа равен АТ-решению:

$$Y [v, g_1] = Z [v, g_1] = (25; 25; 25; 25).$$

Второй же граф интересней. Особенность в том, что 2, 3 и 4 игроки не могут кооперироваться друг с другом, все коалиции в этой игре проходят через первого игрока. Следовательно, у первого игрока наибольший вклад и наибольшая доля. Согласно вектору Майерсона выигрыши игроков равны:

$$Y [v, g_2] = (35; 21, (6); 21, (6); 21, (6)).$$

распределение, построенное согласно АТ-решению имеет вид:

$$Z [v, g_2] = (77,5; 7,5; 7,5; 7,5).$$

Не трудно заметить, что при одинаковых условиях решения дают разные ответы. Следовательно, для разных задач можно подобрать разные подходы к поиску решения.

Выводы

В данной статье рассматривается модель игры, в которой есть ограничения на кооперацию, эти ограничения можно представить как ненаправленный граф, где вершины — это игроки, а ребра это связи между игроками. Соответственно игроки могут взаимодействовать, только если между ними существует эта самая связь. Для этой модели рассмотрены два наиболее известных решения и проведен их сравнительный анализ.

Литература:

1. Herings P. J. J., Van der Laan G., Talman D., The average tree solution for cycle-free graph games // Games and economic behavior. 2008. NO 62. P. 77–92
2. Roger B. Myerson. Graphs and cooperation in games. mathematics of operations research. Vol. 2. No. 3, August 1977.
3. Козлов А. Д., Сорокин В. А. Принципы оптимальности распределения выигрыша в задачах теории кооперативных игр // Almanahul SWorld. 2019. № 1. С. 35–40.
4. Козлов А. Д., Сорокин В. А. Пример решения игры с иерархической схемой // Процессы управления и устойчивость. 2019. № 1. Т. 6. С. 466–470.
5. Петросян Л. А., Зенкевич Н. А., Шевкопляс Е. В. Теория игр. СПб.: БХВ-Петербург, 2012.

ХИМИЯ

Применение и основы получения кремнийорганических полимеров

Демидова Вероника Михайловна, студент
Санкт-Петербургский государственный технологический институт

Кремнийорганические полимерные продукты (силиконы) находят применение во многих отраслях промышленности: в машино- и приборостроении, в электротехнике, строительстве, медицине, фармацевтике, производстве косметики, одежды, бумаги. Промышленность выпускает различные кремнийорганические продукты: мономеры и полимеры в виде жидкостей, лаков, смол, каучуков, а также композиции на их основе — пасты, вазелины, смазки, эмульсии, пластмассы.

Широкому использованию силиконов в различных сферах жизни способствует разнообразие свойств, выгодно отличающее их от органических и неорганических полимеров. Силиконы инертны по отношению к различным материалам, работоспособны в широком интервале температур (от -100 до $+350^{\circ}\text{C}$), образуют на материалах атмосферно- и коррозионностойкие покрытия, обладают отличными диэлектрическими свойствами. Эти свойства определяются химическим составом и строением силиконов.

Наличие только силоксановых групп в силикатных полимерах обуславливает их твердость и жесткость, в то время как углеродные группы, характерные для органических полимеров, способны образовывать во многих случаях гибкие, пластичные и высокоэластичные материалы. Неполлярные боковые группы и симметричность макромолекул кремнийорганического полимера определяют его большую гидрофобность и хорошие диэлектрические свойства.

Силоксаны используются в качестве изоляционных материалов, антикоррозионных и антиадгезионных покрытий, приборных и гидрофобизирующих жидкостей, теплоносителей, покровных и защитных лаков и эмалей, смазочных материалов, пеногасителей и др. Применение их значительно улучшает качество материалов, увеличивает срок службы изделий и конструкций и в большинстве случаев дает заметный технико-экономический эффект.

Практическая ценность полисилоксановых жидкостей определяется их низкой температурой застывания (от -60 до -140°C) и малой зависимостью вязкости от температуры. Они растворимы в ароматических и хлорированных углеводородах, нерастворимы в низших спиртах и воде. Благодаря этому полисилоксаны могут быть использованы в качестве хладагентов, демпфирующих, приборных и амортизирующих жидкостей. Полиметилсилоксановые жидкости (ПМС) с высоким коэффициентом растекания и высокой адсорбционной способностью используются в качестве поверхностно-активных добавок, противопенных добавок, гидрофобизаторов.

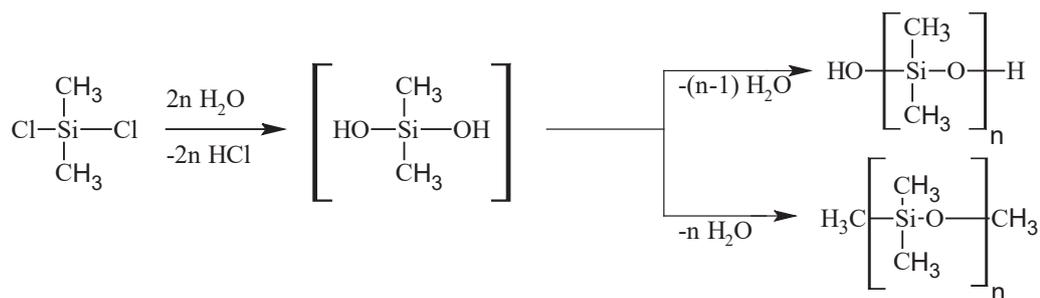
На основе кремнийорганических соединений готовят резины, предназначенные для работы в широком интервале температур, а также в условиях повышенной влажности, действия окислителей и при низком давлении.

Высокомолекулярные каучуки широко применяются в авиационной, автомобильной, судостроительной и электротехнической промышленности, в электронике, фармацевтике и медицине. Низкомолекулярные каучуки могут быть использованы как термо- и влагостойкие электроизолирующие заливки для электроприборов, а также как термо- и вибростойкие прокладки для различных устройств.

Кремнийорганические покрытия преимущественно применяют в строительстве для защиты кирпича, бетона, штукатурки от воздействия атмосферных факторов. Лаки и эмали используют для изоляции деталей оборудования в авиации, в радиотехнике и рентгеновском оборудовании, антеннах, аккумуляторных батареях и т.д.

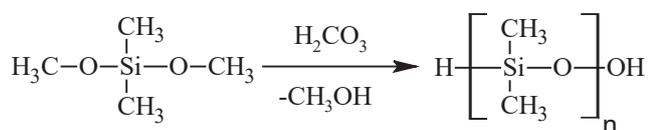
Полисилоксаны с линейными цепями молекул получают реакциями гидролитической поликонденсации или полисоконденсации дифункциональных органохлорсиланов.

Дифункциональные органохлорсиланы при гидролизе проявляют большую склонность к циклизации. Так, например, диметилдихлорсилан гидролизуетеся водой по конденсационно-полимеризационному механизму с образованием смеси диметилсилоксанов линейного и циклического строения:

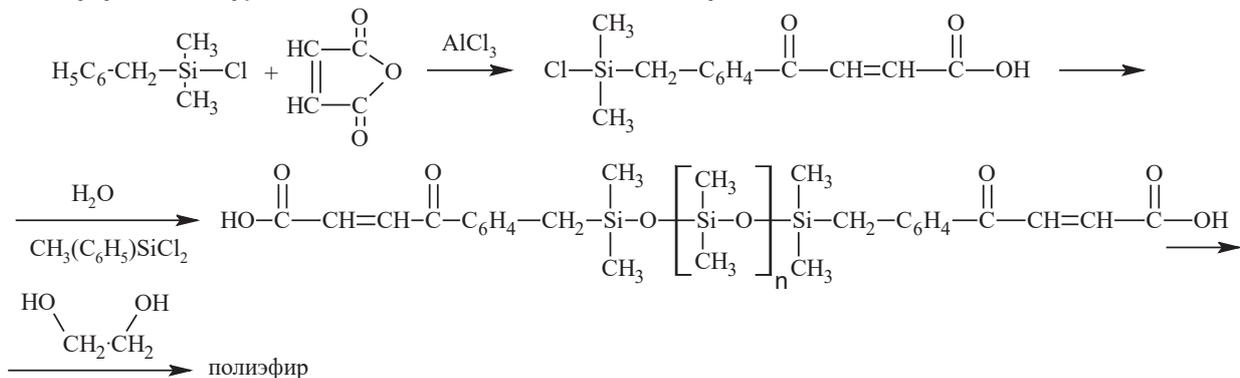


Образование циклических соединений возрастает с величиной органических радикалов, связанных с кремнием. При введении галогена в ароматическое кольцо тенденция к конденсации силанолов уменьшается, и соответственно уменьшается скорость основно- и кислотнo-катализируемой полимеризации циклосилоксанов. Добиться снижения образования циклических соединений можно, повысив pH среды.

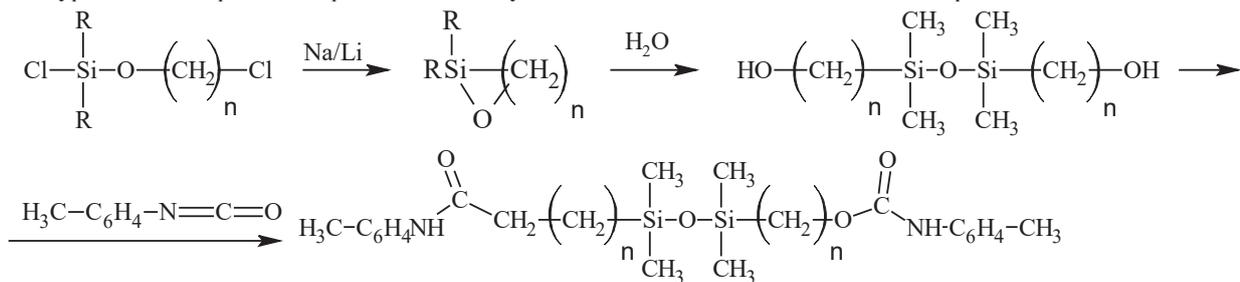
Известен способ получения полиорганосилоксанов путем гидролитической поликонденсации алкоксисиланов в активной среде, представляющей собой карбоновую кислоту.



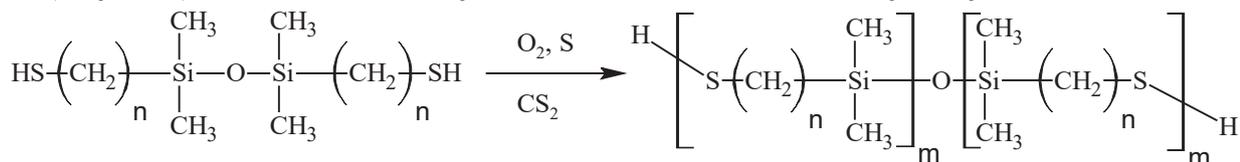
Полиэфир синтезируют конденсацией гликолей с силдидикарбоксилловыми кислотами:



Полиуретаны, содержащие кремний в молекуле, готовятся по последовательности реакций:



Серосодержащие полимеры получают действием кислорода и серы в среде CS₂ на [HS(CH₂)_nSi(CH₃)₂]₂O или Na₂S₄ на бис(хлорметил)диметилсилан, а также реакцией диаллилдиметилсилана с сероводородом.

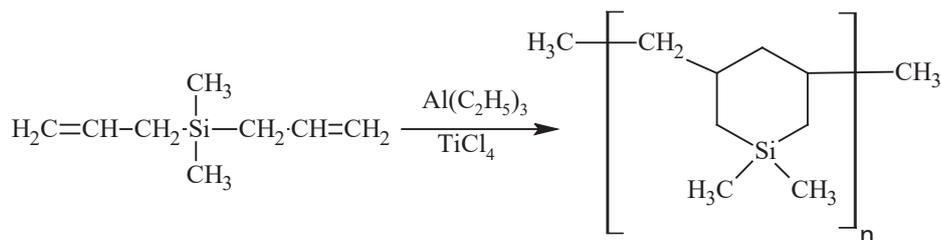


Меркаптоалкилсиланы могут быть полимеризованы в эмульсии с различными диенами.

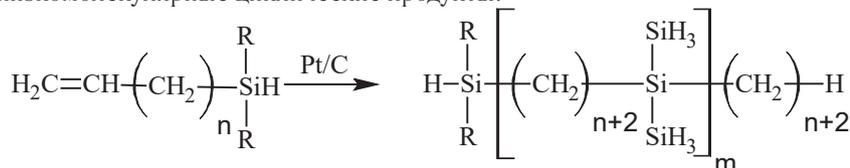
Способность алкилсиланов к полимеризации зависит от их структуры и условий полимеризации; благоприятное действие оказывает повышенное давление. Были полимеризованы винилтрихлорсилан, винилтриметилсилан и винилтриэтоксисилан. Винилкремниевые соединения сложнее полимеризовать, по-видимому, вследствие пространственных затруднений и характера связи Si-C.

Было обнаружено, что система (C₂H₅)₃Al-TiCl₃ пригодна для полимеризации аллилсиланов с получением высокомолекулярных кристаллических продуктов.

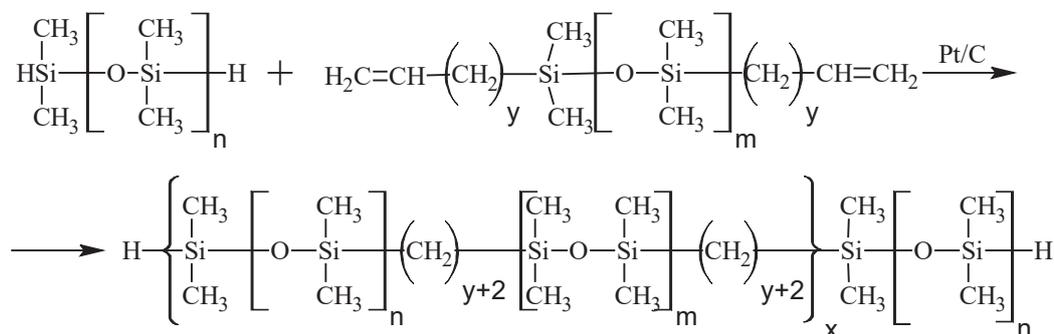
В результате полимеризации диаллилсиланов образуются продукты следующего типа:



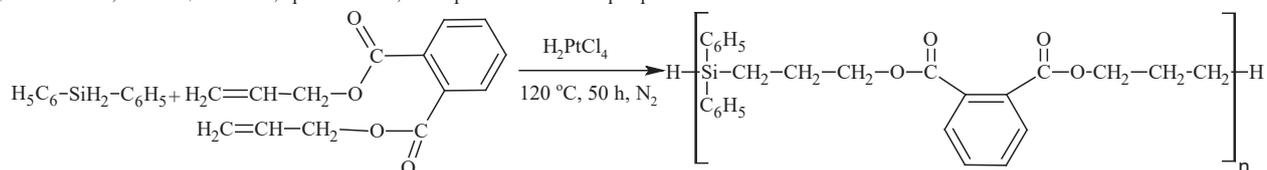
В результате реакции полиприсоединения ненасыщенных гидридов типа $\text{CH}_2=\text{CHSiR}_2\text{H}$ образуется полисилэтилен и низкомолекулярные циклические продукты.



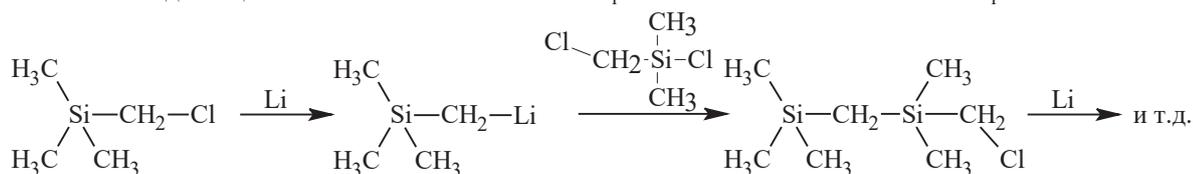
Моно- или дигидрополисилоксаны подлежали реакции поликонденсации с дивинил- и диаллилполисилоксанами [1]:



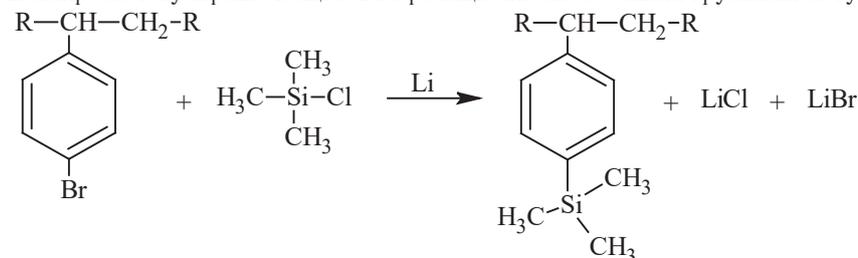
Была изучена реакция поликонденсации дифенилсилана и аллиловых эфиров шавелевой, малоновой, янтарной, адипиновой, себаценовой, фталевой, изофталевой и терефталевой кислот:



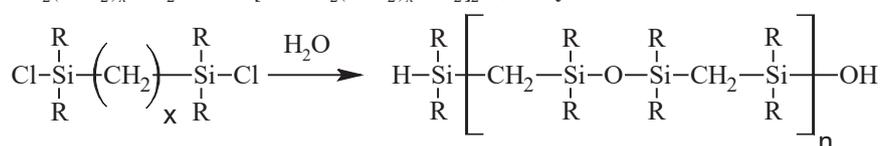
Полимеры могут синтезированы из хлорметилсилана постепенно по схеме Гриньяра или литиевого синтеза, а также поликонденсацией галогеналкил- или галогенарилсиланов с металлическим натрием:



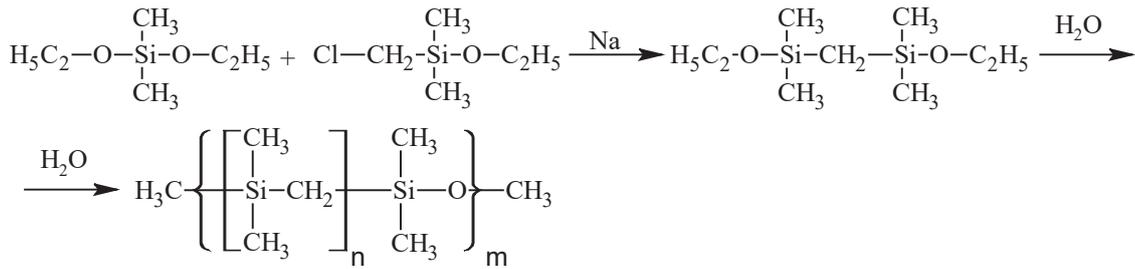
В макромолекулярные вещества с реакционноспособными группами могут быть введены силильные группы:



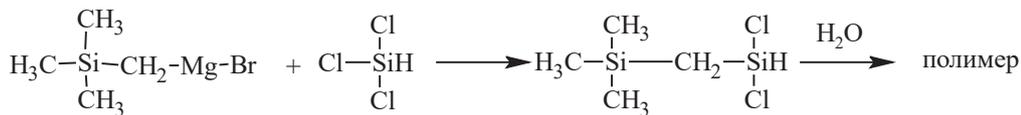
Полимеры с чередующимися цепями, например, $-\text{Si}-\text{C}-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-\text{C}-\text{Si}-$ получают при гидролизе соединений типа $\text{ClSiR}_2(\text{CH}_2)_x\text{SiR}_2\text{Cl}$ или $[\text{ClSiR}_2(\text{CH}_2)_x\text{SiR}_2]_2\text{O}$, полученных с помощью синтеза Гриньяра.



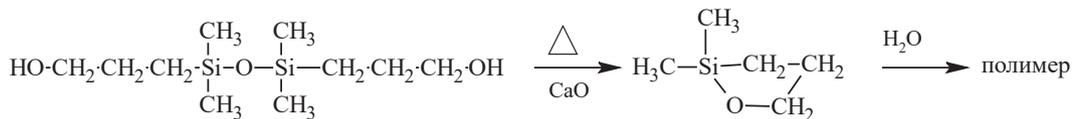
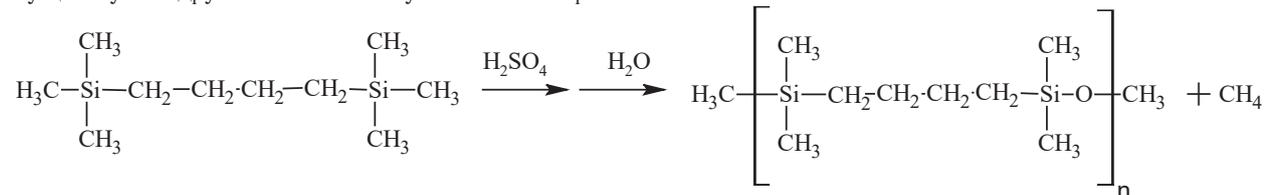
В реакцию могут вступать этоксисиланы:



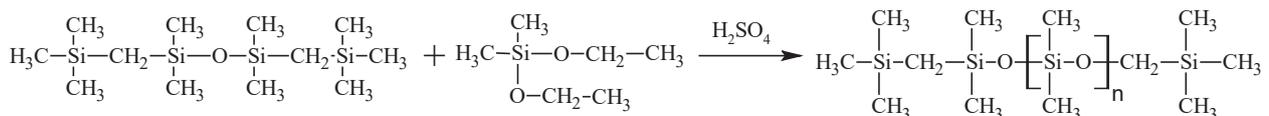
Разветвленные полимеры синтезируют по реакции:



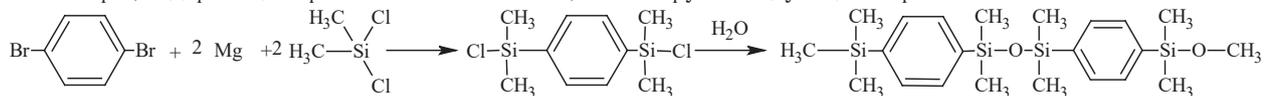
Существуют и другие способы получения полимеров:



В результате сополимеризации образуются силоксаны с группами -Si-C-Si-:



Полимеры, содержащие ароматические мостики, синтезируют следующим образом:



По этой методике было получено значительное количество разнообразно замещенных и даже полициклических полимеров.

Литература:

1. Воронков М. Г. Силоксановая связь / М. Г. Воронков, В. П. Милешкевич, Ю. А. Южелевский // Новосибирск: Наука. — 1976. — 413 с.
2. Рейхсфельд В. О. Кремнийорганические соединения и материалы на их основе / В. О. Рейхсфельд // Л.: Наука. — 1984. — 295 с.
3. Кахраманов, Н. Т. Состояние проблемы получения, исследования и применения кремнийорганических полимеров / Н. Т. Кахраманов, Р. В. Гурбанова,
4. Ю. Н. Кахраманлы // Евразийский Совет Ученых (ЕСУ). — 2016. — Т. 27, № 6, ч. 2. — С. 112–118.
5. Краев, И. Д. Перспективы использования кремнийорганических полимеров при создании современных материалов и покрытий различных назначений / И. Д. Краев, О. В. Попков, А. Е. Сорокин, Г. Ю. Юрков // Труды ВИАМ: электронный научный журнал. — 2017. — № 12.
6. Peter Jutzi, Ulrich Schubert. Silicon Chemistry. From the Atom to Extended Systems / Edited by Peter Jutzi and Ulrich Schubert // Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. — 2003. — 494 p.
7. N. Auner, J. Weis. Organosilicon Chemistry VI. / Edited by Norbert Auner, Johann Weis // Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. — 2005. — 1038 p.

БИОЛОГИЯ

Влияние антропогенного воздействия на процесс урбанизации сороки обыкновенной (*Pica pica, L.*) в г. Воронеже

Перетьяко Олеся Леонидовна, студент магистратуры
Воронежский государственный педагогический университет

В статье анализируются влияние антропогенных факторов на поведение и жизнедеятельность сороки обыкновенной в черте города Воронежа. Рассмотрены результаты исследований за предыдущие годы. Приведены результаты наблюдений за местами гнездования в настоящее время, за особенностями поведения.

Ключевые слова: сорока, синантропизация, врановые, антропогенное давление.

Процессы заселения животными, в частности птицами, населенных пунктов издавна привлекали внимание исследователей (Рябов, 1949, 1963; Мальчевский, 1950; Гладков, 1958, 1960; Новиков, 1964; Гладков, Рустамов, 1965, 1966; Строков, 1965; Дроздов, 1966, 1967; Голованова, 1969; Казаков, 1969; Рахилин, 1969; Харченко, 1969; Благодклонов, 1975). В сложившихся современных условиях населенных пунктов выжить могут только наиболее толерантные и приспособленные организмы. В связи с продолжающимся перманентным антропогенным воздействием на природные ландшафты в корне меняется естественная среда обитания большинства видов птиц. Особо наглядно такие изменения можно проследить в степных районах с интенсивным сельскохозяйственным производством, территория таких регионов подверглась тотальной трансформации, связанной с хозяйственной деятельностью человека. В настоящее время антропогенные ландшафты составляют до 90% всей площади регионов. И, естественно, чтобы выжить в такой среде обитания многие виды птиц, максимально проявляя свою экологическую пластичность, вынуждены пройти некоторые стадии синантропизации (урбанизации) и, таким образом, адаптироваться к жизни по соседству с человеком. В этом плане определенный интерес представляет процесс синантропизации и урбанизации птиц.

Многие врановые относительно быстро приспосабливаются к существованию по соседству с человеком, происходит их синантропизация. Синантропия и урбанизация — это биологические явления, вызванные возникновением городов и тесно связанные с их строительством и развитием. С появлением и развитием населенных пунктов уничтожаются естественные природные биоценозы и создаются новые со своеобразными экологическими нишами.

Степень синантропности отдельных видов врановых зависит от распространения антропогенных ландшафтов в различных ландшафтно — географических зонах. В связи с ростом городов и интенсификацией сельскохозяйственного производства в регионах происходит увеличение оседлости синантропных и урбанизированных популяций врановых птиц. Врановые птицы, обладая высоким уровнем развития нервной системы и сложным поведением, избегают преследования человеком и успешно сосуществуют с ним.

Всего за период исследований в городской черте зарегистрировано 128 гнездящихся видов птиц.

Для учета птиц в городе Воронеже мы использовали мелкое дробление квадратов: 1х1 км. Современная общая площадь города составляет около 600 км². Всего, таким образом, в зону учета включено 189 квадратов (1х1 км).

Сорока — *Pica pica (L.)* Статус С16. Принадлежит к Древне-лесостепному фаунистическому комплексу Евро-Китайского типа фауны. В Воронежской области — обычный оседлый вид. Обитает в поймах рек, по опушкам лесов, в ползащитных лесных полосах, степных балках с наличием древесно-кустарниковой растительности, фруктовых садах, в сельских населенных пунктах и городах. [1]

В последующие годы началось активное проникновение вида в городские кварталы. В центральной части города первую размножающуюся пару сорок обнаружил Л.Л. Семагов 1975 г. В 1980 г. Плотность населения почти на всей территории относительно невысока и укладывается в пределы 1–9 пар/км², обычно 3–5 пар.

По результатам учетов, проведенных в 2001–2012 гг., численность сорок и в городской черте составляет 1100–1300 ежегодно гнездящихся пар. В городе сорока начинает строить гнёзда, в среднем, 11 марта (крайние даты:

ранняя-08.02. 1995 г., поздняя-25.03.2005 г.). Это примерно на 7–10 дней раньше, чем в прилегающих сельскохозяйственных угодьях и природных местообитаниях. [2]

Мы выбрали квадраты, в которых ранее были зафиксированы гнездования сорок: F3; F4; (рядом ведется строительство ЖК); J14 (территория колледжа); H8 (набережная). Данные квадраты интересны для наблюдений из — за специфики антропогенного давления. Первое исследование проводилось в октябре 2017 года. 24. 10. 2017 нами было обнаружено 1 гнездо в квадрате F3 и три гнезда в квадрате F4. 26.10.2017 два гнезда в квадрате J14, 3.10. 2017 одно гнездо в квадрате H8.

В весенний период для нас было важно зафиксировать первую активность сорок при строительстве гнезд. В марте сороки начинают строить гнезда заново или ремонтировать прежние. Их гнездо обычно помещается в густых зарослях на высоте 2–3 м от земли. В квадрате H8 активность сороки была зафиксирована в первой половине дня 16.03.2018. Температура воздуха составила –3, облачно, северный ветер 3 м/с. Сорока восстанавливала прежнее гнездо. В квадрате J14 активность сорок у гнезд зафиксирована 15.03.2018. Температура воздуха +2, южный ветер 2 м/с. В квадрате F3 у прошлогоднего гнезда активности сорок не зафиксировано, в квадрате

F4, активность зафиксирована 22.03. 2018, при температуре –1, ясно, западный ветер 6 м/с. На момент наблюдения сороки восстанавливали 2 прежних гнезда. Особенностью врановых является заселение и восстановление прежних гнезд. Но не всегда врановые могут вернуться, так как их гнезда могут занять другие птицы, вытесняя их.

Вероятно, из — за погодных условий на момент 27.03.2018 гнезда во всех квадратах еще не готовы. Количество семей не увеличилось в квадрате F4 (3 семьи), увеличилось в квадрате J14 (2 семьи). Наличие шума от строительства, транспорта, большого количества людей, сороку не пугает, она чувствует себя комфортно. Гнездо в квадрате F3 (яблоневые сады) — не смотря, на большую удаленность от стройки и трассы, расположенное в глубине сада — брошено, следовательно, причиной стал другой фактор.

На основе полученных наблюдений и сравнением с данными 2012 годов, можно сделать вывод, что сороки, как представитель семейства врановых, в целом на территории города претерпели численные сокращения, вероятно из — за уничтожения мест гнездования. Но, стоит отметить, что география распространения не изменилась, соседство с человеком, у отдельных, одиночных видов — не вызывает неудобств для п.

Литература:

1. Атлас гнездящихся птиц города Воронежа / Нумеров А. Д., Венгеров П. Д., Киселев О. Г. И др. — Воронеж: Издательство «Научная книга», 2013. — 360 с.
2. Рахимов И. И. Птицы в условиях антропогенной трансформации природных ландшафтов / И. И. Рахимов. — LAP Lambert Academic Publishing, 2016. — 124 с
3. Куранов, Б. Д. Гнездовая биология птиц в урбанизированном и техногенно загрязненном ландшафте [Текст]: автореф. дис... докт. биол. наук / Б. Д. Куранов. — Томск, 2009. — 50 с

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Распознавание ключевых точек лица на изображении человека

Асташенкова Лада Константиновна, студент;
Рощупкина Снежанна Николаевна, студент;
Кудринская Ксения Вадимовна, студент
Санкт-Петербургский государственный университет

В данной статье рассматриваются методы, используемые в процессе локализации ключевых точек лица человека. Детектирование ключевых точек на изображении лица человека производится в 2 шага. На первом — производится поиск областей лиц. Для данного этапа рассматриваются метод Виолы-Джонса, нейронные сети и гистограмма направленных градиентов (HOG). На втором шаге найденные области обрабатываются и определяются ключевые точки, что может быть осуществлено HOG-дескриптором или дескриптором, основанным на локальных бинарных паттернах (LBP). В результате предложен метод определения ключевых точек лица, основанный на методе Виолы-Джонса и HOG-дескрипторе.

Ключевые слова: ключевые точки лица, метод Виолы-Джонса, гистограмма направленных градиентов.

Точки изображения, локальные окрестности которых обладают некоторыми отличительными особенностями по сравнению с окрестностями других точек изображения, называют ключевыми точками. На автоматическое определение ключевых точек лица влияют масштаб изображения, наличие шумов, качество освещения, поза человека, выражение лица и прочие факторы. Детектирование ключевых точек лица на изображении можно выполнить за 2 этапа. На первом этапе детектируются и локализуются области, относящиеся к лицам. На втором этапе найденные области обрабатываются, и происходит поиск ключевых точек. В данной статье предлагается модифицировать подход, используемый в [1].

Обнаружение лица на изображении

На первом этапе происходит обнаружение лица на изображении, что можно выполнить множеством способов, одним из которых является метод Виолы-Джонса, описанный в [2], его основные принципы следующие:

- интегральное представление изображения для быстрого вычисления необходимых объектов;
- признаки Хаара для поиска нужного объекта;
- бустинг для выбора наиболее подходящих признаков искомого объекта;
- классификаторы для отсеивания выбранных признаков;
- каскады признаков для быстрого исключения окон, в которых искомым объектом не найден.

У данного классификатора высокие точность и скорость обнаружения лиц на изображениях, но имеются и недостатки: долгое время обучения и требование большого объема данных для этого.

Детектировать лицо на изображении можно и с помощью нейронных сетей. Они основываются на идее, что за счет обобщающих способностей обученная нейронная сеть применяет полученный в процессе обучения опыт на неизвестные объекты. В процессе обучения путем решения задачи оптимизации методом градиентного спуска производится настройка весов связей между нейронами, таким образом, нейронная сеть автоматически извлекает ключевые признаки, определяет их важность и строит взаимосвязь между ними. Однако стоит учитывать, что нейронная сеть имеет недостатки. Во-первых, при внесении нового экземпляра в базу данных необходимо полностью ее переобучать, что является долгим процессом. Во-вторых, можно столкнуться с проблемой переобучения, т.е. явлением, при котором алгоритм обучения выработывает предсказания, слишком близко соответствующие конкретному набору данных, что делает алгоритм менее точным на дополнительных данных. И наконец, довольно затруднительно формализуется сам этап выбора архитектуры сети, на котором определяется количество нейронов и характер связей между ними.

Еще одним методом детектирования лиц является алгоритм, основанный на классификаторе, обученном на гистограмме направленных градиентов (HOG) и методе опорных векторов. Идея применения HOG-дескриптора

заключается в том, что внешний вид и форма объекта в рассматриваемой области изображения можно описать распределением градиентов интенсивностей пикселей, соответствующих не каждой точке конкретно, а всей этой области [3]. Т. к. работа HOG происходит локально, данный метод инвариантен к смещению, повороту, изменению масштаба и яркости изображения, но все равно чувствителен к перемене ориентации объекта. Таким образом, на первом этапе на изображении локализуются области, относящиеся к лицам, и можно перейти к этапу поиска ключевых точек.

Обнаружение ключевых точек

Найти и описать ключевые точки лица на изображении можно различными способами, например, при помощи гистограммы направленных градиентов, т.к. данный дескриптор широко распространен и имеет много реализаций. Упрощенное представление изображения или его части, в котором отброшена посторонняя информация, называют дескриптор-функцией, она, как правило, преобразует изображение в вектор. В качестве функции HOG-дескриптор использует распределение направлений градиентов, где суть состоит в том, что наибольшая величина градиентов соответствует краям и углам объекта, т.е. областям с резким изменением интенсивностей. Подробнее этапы для расчета дескриптора HOG таковы [3]:

1. Исходное изображение разбивается на ячейки;
2. С помощью фильтрации ячеек ядрами $[-1, 0, 1]$ и $[-1, 0, -1]^T$ вычисляются величины g_x и g_y , на основе которых находят величину и направление градиента ячейки соответственно по формулам

$$g = \sqrt{g_x^2 + g_y^2}, \theta = \arctg\left(\frac{g_y}{g_x}\right);$$

3. Ячейки группируются в более крупные блоки;

4. Для обеспечения более компактного представления значений градиенты преобразуются в гистограмму, каналы которой определяются направлением градиента;

5. Для того чтобы рассчитанная гистограмма была устойчива к изменениям освещения, градиенты локально нормируются, т.е. каждый элемент вектора гистограммы делится на величину вектора.

В итоге HOG — дескриптор является вектором компонент нормированных гистограмм ячеек из всех областей блока.

Существует также метод описания ключевых точек лица, основанный на локальных бинарных паттернах (Local Binary Pattern, LBP), который изначально был предложен в 1996 году Т. Ояла для распознавания текстур [4]. Метод на основе LBP описывает локальный текстурный паттерн при помощи бинарного кода, который зависит от интенсивностей соседних пикселей изображения. Принцип работы LBP следующий:

1) дескриптор применяется последовательно к каждому пикселю изображения и его окрестности из восьми пикселей;

2) яркость центрального пикселя принимается за порог, с которым сравниваются значения яркости каждого пикселя из окрестности;

3) пикселю из окрестности присваивается значение 1, если значение его интенсивности больше или равно пороговому значению, иначе присваивается 0.

В результате получается 8-битное число, характеризующее окрестность пикселя. По этим данным строится гистограмма подобных наборов для каждой области, так и описывается лицо. Можно заметить, что LBP эффективен в вычислительном плане благодаря работе только с целочисленной арифметикой, что повышает производительность. Также оператор инвариантен к изменениям яркости изображения, связанным с условиями освещения при съемке. Од-

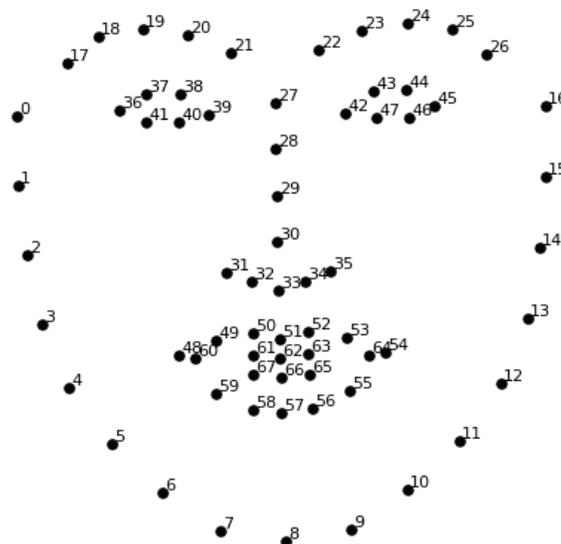


Рис. 1. Ключевые точки лица

нако при описании ключевых точек проявляется один из недостатков метода — его вычислительная сложность.

Модифицированный метод нахождения ключевых точек лица

Ключевые точки используются при решении различных задач, среди которых и проблема выравнивания изображений лиц, которая, например, решается в [1] при помощи поиска ключевых точек. Реализация этого метода содержится в библиотеках OpenCV и DLib и рассчитана на поиск 68 ключевых точек (рис. 1), но при необходимости количество точек можно изменить.

В итоге предлагается следующий модифицированный алгоритм:

1. Локализовать области лиц на изображении методом Виолы-Джонса, в результате чего определяется ограничивающий лицо прямоугольник;
2. Найти ключевые точки лица при помощи реализованного в библиотеке DLib подхода, основанного на ре-

шающих деревьях, для обучения которых необходимы: 1) обучающий набор помеченных вручную ключевых точек на изображении, окружающих каждую часть лица, 2) заданные вероятности расстояния между парами входных пикселей. Учитывая эти данные, по интенсивностям пикселей ансамбль решающих деревьев обучается оценивать положения ключевых точек.

Конечным результатом является высокоточный детектор ключевых точек лица, который можно использовать в режиме реального времени.

Заключение

В работе рассмотрены методы, которые можно использовать в процессе локализации ключевых точек лиц, и предложен алгоритм, объединяющий метод Виолы-Джонса и HOG-дескриптор, который позволяет повысить точность определения ключевых точек и увеличить скорость их нахождения.

Литература:

1. Kazemi V., Sullivan J. One millisecond face alignment with an ensemble of regression trees // The IEEE Xplore. 2014. P. 1867–1874.
2. Viola P., Jones M. Robust real-time face detection // International Journal of Computer Vision. 2004. Vol. 57. No 2. P. 137–154.
3. Dalal N., Triggs B. Histograms of oriented gradients for human detection [Электронный ресурс]: URL: \https://ieeexplore.ieee.org/document/1467360 (дата обращения: 25.07.05).
4. Ojala T., Pietikainen M., Harwood D. A comparative study of texture measures with classification based on feature distributions // Pattern Recognition. 1996. Vol. 29. No 1. P. 51–59.

Распознавание и извлечение 3D-моделей по двумерным изображениям

Ахремчик Ян Валерьевич, студент;
Горожанкин Ярослав Павлович, студент;
Иванов Алексей Олегович, студент;
Мионов Андрей Александрович, студент;
Целикова Светлана Олеговна, студент
Санкт-Петербургский государственный университет

В статье представлен подход к решению проблемы по извлечению трехмерных объектов из двумерных изображений, при условии, что таких объектов может быть несколько.

Ключевые слова: реконструкция трёхмерных изображений, нейронные сети.

Множество объектов окружают человека в реальном мире. У них разнятся форма, структура, цвет, размер. И, хотя, человек умеет взаимодействовать с всеми различными типами объектов, современные роботизированные системы весьма ограничены в этом плане. У роботизированных систем существует четкий набор инструкций при работе с предметами той или иной формы. Этим набором инструкций и ограничивается область применения конкретной системы. Умение же анализировать объект позволило бы расширить область применения той или иной роботизированной системы. Более того, так как взаимодействие с объектом происходит в трёхмерном пространстве, то и анализировать форму тоже необходимо в трёх измерениях.

Существует множество решений, позволяющих реконструировать трёхмерную модель по одному изображению, однако ни одно из этих решений не реализует принцип, позволяющий извлекать несколько трёхмерных моделей из одного изображения реального мира.

Обзор существующих подходов

Решение, выполняющее поставленную задачу должно включать в себя две составляющие:

- Решение, позволяющее производить детектирование и извлечение интересующих объектов из изображений реального мира
- Решение, реконструирующее трёхмерную модель из извлечённого изображения

Детектирование объектов

Для оценки качественной работы алгоритмов будет использоваться метрика средней точности (Average Precision, AP), где точность вычисляется как

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP+FP}$$

TP — истинно-положительное решение

FP — ложно-положительное решение

Faster R-CNN [1] (Region-based Convolutional Neural Networks)

Faster R-CNN представляет собой усовершенствованную версию архитектуры R-CNN.

R-CNN

Суть заключается в предсказании регионов, используя процесс, называемый выборочный поиск (Selective search). Данный процесс «смотрит» на изображение через «окна» разных размеров и для каждого размера пытается сгруппировать пиксели, основываясь на цвете, интенсивности, текстуре для того, чтобы идентифицировать объект.

AP архитектуры Faster R-CNN на датасете COCO составил 36.2

Реконструкция трёхмерной модели

Для оценки качества работы алгоритмов по извлечению трёхмерной модели будет использоваться за метрику будет взято Chamfer distance, которое характеризует схожесть двух облаков точек P_1, P_2

$$CD(P_1, P_2) = \frac{1}{|P_1|} \sum_{x \in P_1} \min_{y \in P_2} \|x - y\|_2 + \frac{1}{|P_2|} \sum_{x \in P_2} \min_{y \in P_1} \|x - y\|_2$$

В своём большинстве подходы представляют T-образные архитектуры типа (encoder-decoder) для обучения моделей и L-образные архитектуры для их тестирования.

Во время обучения происходит процесс минимизации двух функций потерь, одна функция отвечает за соответствие трёхмерной модели её скрытому представлению, другая функция отвечает за соответствие скрытого представления трёхмерной модели скрытому представлению, полученному из двумерного изображения.

AtlasNet [2]: A Papier-Mache Approach to Learning 3D Surface Generation

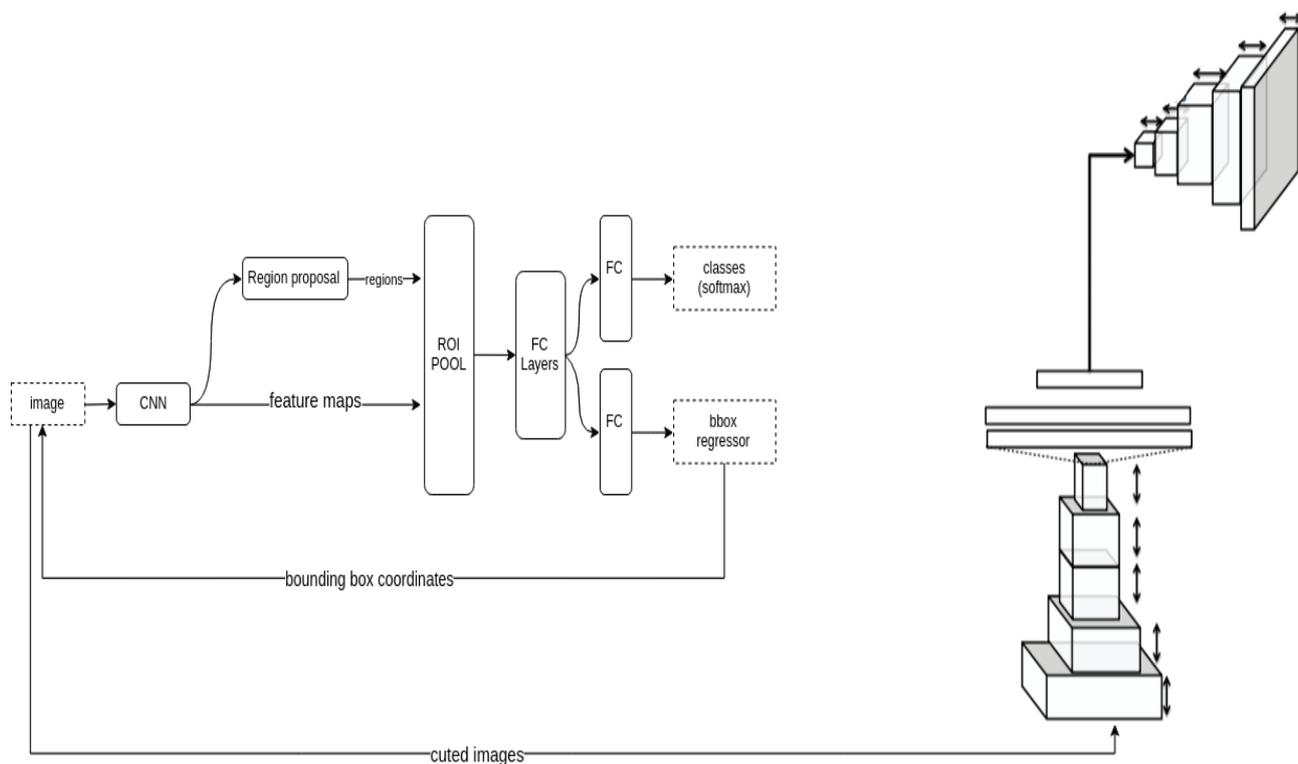
Алгоритм, главных особенностей данного подхода является представление объекта не в виде набора вокселей, а в виде полигональной сетки(меша), что упрощает восприятие формы глазом, а также является более продвинутым подходом. Авторы алгоритма представляют поверхность как топологическое пространство, которое локально напоминает Евклидову поверхность. Попыткой подхода является локальная аппроксимация целевой поверхности, путём отображения на неё множества прямоугольных элементов. Использование множества таких элементов позволяет моделировать сложные поверхности. Подобный подход применяется в технологии папье-маше, откуда и название у алгоритма.

Значение метрики Chamfer Distance при использовании данного подхода на датасете Pix3D [3] составило 0.126

Подход

В связи с меньшим значением метрики (меньше-лучше), а также более прогрессивным подходом к реконструкции модели объекта, было решено выбрать архитектуру AtlasNet, в качестве решения для SVR (Single View Reconstruction). Так же AtlasNet использует архитектуру ResNet в качестве энкодера для изображения, что будет полезным в дальнейшем.

В качестве детектора был выбран Faster-RCNN, а в качестве решения для SVR был выбран AtlasNet. Для реализации поставленного плана достаточно взять L-образную часть сети с весами, натренированными на необходимых данных. На вход же этой сети подать набор изображений, являющимися вырезанными участками исходного изображения, предоставленные детектором.



Такой подход является полностью рабочим, однако крайне затратным в плане вычислений и не оптимальным в архитектурном плане. Так как участки интересов (regions of interests, ROI) кодируются два раза. В первый раз энкодером Faster-RCNN (в составе целого изображения), а затем энкодером Atlasnet (как отдельные куски изображения). Принимая во внимание тот факт, что в обоих случаях используется архитектура ResNet, предобученная на ImageNet [4], то и особенности (features) извлекаются одни и те же на каждом этапе. Решением проблемы является отсечение энкодера в L-образной части и передача регионов интересов вместе с выделенными особенностями напрямую в декодер L-образной части.

Разработанное решение выполняет поставленные задачи, однако оно очень чувствительно к фону извлекаемого объекта, а также к пересечениям извлекаемого объекта с другими объектами. Это накладывает ограничения на область его применения. Проблема кроется в архитектурных особенностях сети AtlasNet, а также в типе данных, на которых эта сеть обучалась. Изображения, подаваемые на вход при обучении, были «идеальной версией» трёхмерных объектов, которые они представляли, с простым фоном, без наложений других объектов, под определёнными углами и так далее. Решением этой проблемы является модификация принципа генерации двумерных представлений трёхмерных объектов в угоду фотореалистичному качеству и построения сложных сцен из реального мира, а также внедрение дополнительного модуля, выполняющего семантическую сегментацию в процесс тестирования, для того чтобы с более высокой точностью определять границы объекта и тем самым увеличить точность реконструкции.

Литература:

1. Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks / Shaoqing Ren, Kaiming He, Ross B. Girshick, Jian Sun // CoRR. — 2015. — Vol. abs/1506.01497. — 1506.01497.

2. AtlasNet: A Papier-Mâché Approach to Learning 3D Surface Generation / Thibault Groueix, Matthew Fisher, Vladimir G. Kim et al. // CoRR. — 2018. — Vol. Abs/1802.05384. — 1802.05384.
3. Pix3D: Dataset and Methods for Single-Image 3D Shape Modeling / Xingyuan Sun, Jiajun Wu, Xiuming Zhang et al. // IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). — 2018.
4. ImageNet: A Large-Scale Hierarchical Image Database / J. Deng, W. Dong, R. Socher et al. // CVPR09. — 2009.

Обработка естественного языка

Горожанкин Ярослав Павлович, студент;
Иванов Алексей Олегович, студент;
Миронов Андрей Александрович, студент;
Целикова Светлана Олеговна, студент;
Ахремчик Ян Валерьевич, студент
Санкт-Петербургский государственный университет

В статье описываются процессы обработки естественного языка, виды шкал определения тональности, подходы к определению тональности текста и методы оценки качества тональности текста.

Ключевые слова: обработки естественного языка, анализ тональности.

Обработка естественного языка — направление машинного обучения и компьютерной лингвистики, направленное на изучение проблемы синтеза естественных языков и компьютерного анализа. Основными направлениями обработки естественного языка являются: распознавание речи, генерация естественного языка и понимание естественного языка.

В обработке естественного языка применяется предобработка текста в формат удобный для дальнейшей работы. К примеру:

- Перевод всех букв к верхнему или нижнему регистру;
- Удаление цифр;
- Удаление пунктуации;
- Удаление стоп-слов;

Стемминг — процесс выделения основы слова. Альтернатива для русского языка: лемматизация — приведение слова к одинаковой форме:

- для существительных — именительный падеж, единственное число;
- для прилагательных — именительный падеж, единственное число, мужской род;
- для глаголов, причастий, деепричастий — глагол в инфинитиве несовершенного вида.
- Векторное представление слов — для документа создается вектор размерности словаря, в него записывается насколько часто слово встречается в документе.

Анализ тональности

Анализ тональности — класс методов анализа текстовых данных, предназначенный для определения эмоциональной окраски текста и в нахождении эмоциональной оценки авторов по отношению к объектам, речь о которых идет в тексте.

Виды шкал для определения тональности

В области анализа тональности текста, как правило, используют одну из следующих шкал разделения текстов по тональности:

- 1) Бинарная шкала
- 2) Два класса оценок: позитивная и негативная. Минус данного подхода в том, что не во всех случаях удастся однозначно определить к какому классу относиться документ: текст может содержать признаки позитивной и негативной оценки одновременно.
- 3) Многополосная шкала
- 4) Расширение задачи классификации документов от оценки «положительный или отрицательный» в сторону трех и четырех бальной системы оценки.

- 5) Системы шкалирования
- 6) Словам ставится в соответствие числа по какой-то шкале, например, от
- 7) –10 до 10 (от резко негативного до резко положительного). Текст анализируется инструментами обработки естественного языка, затем найденные термины изучаются с целью понимания значения этих терминов.

Подходы к определению тональности текстов

В проблеме анализа тональности существует два основных подхода: лексический подход и подход машинного обучения. В лексическом подходе определение тональности основано на анализе отдельных слов, используются эмоциональные словари [1]: в тексте ищутся эмоциональные лексические элементы из словаря, веса их тональности уже подсчитаны, и применяется некоторая агрегированная весовая функция для определения тональности текста на основе всех элементов.

Задача извлечения тональности текста с помощью машинного обучения рассматривается как общая проблема классификации текста [2] — деятельность по маркировке текстов на естественном языке тематическими категориями из предопределенного набора, в ней применяются заранее размеченные по тональности корпуса данных, на которых происходит обучение модели, которая в дальнейшем используется для классификации.

Формальная постановка задачи классификации текста:

Имеется множество классов $C = \{c_1, \dots, c_{|C|}\}$

Имеется множество документов $D = \{d_1, \dots, d_{|D|}\}$

Неизвестная целевая функция $F: C * D \rightarrow \{0, 1\}$

Необходимо построить классификатор F^* , максимально близкий к F .

У каждого подхода есть свои преимущества и недостатки. Лексическому подходу не нужны размеченные по тональности корпуса данных и процедура обучения, следовательно, решения, принятые классификатором, легко объяснимы. Однако необходимы огромные лингвистические ресурсы, такие как эмоциональный словарь. Так же термины словаря должны иметь вес, адекватный предметной области документа. Например, слово «большой» по отношению к размеру мобильного телефона является отрицательной характеристикой, но положительной по отношению к объему памяти жёсткого диска.

При машинном обучении словарь не требуется, и на практике методы демонстрируют высокую точность классификации. Но классификатор, обученный для одной области, в большинстве случаев не работает в других.

Оценка качества анализа тональностей

Для того чтобы понять, насколько хорошо построенный алгоритм работает с данными, необходима численная метрика его качества. Для каждого класса отдельно составляется таблица классификации.

Категория i		Экспертная оценка	
		Положительная	Отрицательная
Оценка системы	Положительная	TP	FP
	Отрицательная	FN	TN

- 1) TP — истинно-положительное решение;
- 2) TN — истинно-отрицательное решение;
- 3) FP — ложноположительное решение;
- 4) FN — ложноотрицательное решение.

1. Полнота (Recall)

2. Полнота системы — это доля найденных классификатором документов, принадлежащих классу относительно всех документов этого класса в тестовой выборке.

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

3. Точность (Precision)

4. Точность системы в пределах класса — это доля документов, действительно принадлежащих данному классу относительно всех документов, которые система отнесла к этому классу.

5. F-мера (F-measure)

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

F-мера представляет собой гармоническое среднее между точностью и полнотой. Она стремится к нулю, если точность или полнота стремятся к нулю.

$$F - measure = 2 \frac{Precision * Recall}{Precision + Recall}$$

6. Cross-validation

7. Для оценки качества классификации используется метод кросс-валидации (cross-validation) — данные делятся на k частей. Затем на $k-1$ частях производится обучение модели, а оставшаяся часть используется для тестирования. Процедура повторяется k раз и в итоге каждая из k частей данных используется для тестирования.

Литература:

1. Pang, B., Lee, L. Opinion Mining and Sentiment Analysis // Foundations and Trends® in Information Retrieval. Vol. 2. 2008. P. 1–135.
2. Sebastiani F. (2002), Machine learning in automated text categorization, ACM Computing Surveys, Vol. 34, P. 1–47.

Сегментация типов местности на спутниковых снимках

Дурандин Даниил Павлович, студент;
Сизов Никита Андреевич, студент;
Сорокин Виталий Андреевич, студент;
Востротина Анастасия Владимировна, студент;
Омаров Руслан Зулфигарович, студент
Санкт-Петербургский государственный университет

Последнее время всё более важную роль занимают спутниковые дистанционные методы исследования земли. Это связано с ростом качества, количества и доступностью спутниковых снимков. В силу большого количества данных, эффективный анализ спутниковых снимков требует применения методов машинного обучения. С их помощью производится обработка, анализ и формирование пригодных для дальнейшего анализа специалистом данных. Такие данные необходимы для решения множества практических задач, в таких областях как экология, аграрный комплекс, бизнес и так далее.

Основным источником данных, для мониторинга местности являются цифровые изображения, полученные искусственными спутниками земли. Основной задачей, рассматриваемой в данной работе, является формирование цифровых карт с выделенными слоями картографической информации.

Для решения задачи классификации изображений можно выделить два основных подхода. Первый из них — это метод, основанный на пиксельном анализе интенсивности спектральных характеристик и признаках на них основанных, а второй основанный на пространственных характеристиках изображения реализованный с помощью свёрточных нейронных сетей.

В данной работе описываются особенности реализации обоих методов и производится сравнение результатов их работы.

В качестве обучающих данных используется набор снимков, сделанный в течение года, для выделения различных характеристик изображения специфичных для определённого времени года, а также набор с достоверными данными, для реализации алгоритмов обучения с учителем и проверки результатов.

Методы классификации земного покрова

В этой области можно выделить два основных подхода для классификации: обучение с учителем и обучение без учителя. Основным преимуществом первого, основанного на объединении пикселей в классы на основе схожести спектральных значений, является отсутствие необходимости в размеченных данных для обучения. Среди них можно вы-

делить такие, как метод главных компонент (PCA), его модификация PCANet была использована для классификации спутниковых снимков [1]. Метод k-means [2] даёт хорошие результаты, но зачастую для грубого разбиения на классы. Так же интересны результаты метода Bag of Visual Words, применённые для схожего типа задач, основанного на алгоритме k-means, применённого для классификации спутниковых снимков [3].

Методы распознавание с учителем в большинстве современных работ реализованы с помощью свёрточных нейронных сетей, архитектура которых хорошо подходит для обработки изображений в различных задачах дистанционного зондирования, таких как обнаружение геопространственных объектов [4] и классификация земных покровов [5–7].

Подготовка данных

Одной из главных задач для методов машинного обучения является поиск и подготовка исходных данных в пригодном для машинного обучения виде. Для этого необходимо определить необходимые характеристики, на основании анализа которых, алгоритм будет принимать решение и обработать их таким образом, чтобы алгоритм принял наиболее точное решение.

Основными характеристиками для данной задачи являются — спектральные свойства. Спектральные свойства — это свойства объекта, которые характеризуют его способность поглощать, пропускать и отражать электромагнитные волны.

Исходные данные представляют собой изображения в нескольких спектральных диапазонах с пространственным разрешением 10 метров, сделанные спутником Sentinel-2. Данные были загружены с помощью сервиса со свободным доступом SentinelHub со следующими спектральными диапазонами: Red, Green, Blue, NIR, SWIR. Так же, в силу схожести многих типов земного покрова, для данного типа задач используются спектральные индексы, это числовые признаки, основанные на спектральных характеристиках. В данной работе были использованы такие индексы как: NDVI, EVI и MNDWI. Первые два помогают выделять и различать различные типы растительности, а последний, служит для выделения водных поверхностей.

Для обработки, исходные данные были разделены на зоны интереса, изображения, охватывающие интересующую область, покрывающие площадь примерно 3 на 3 километра.

Большой проблемой при исследовании поверхности земли со снимков спутника, являются — облака, так как они часто могут покрывать довольно большую площадь поверхности. Для устранения облачных пикселей с изображения, была применена маска значимых пикселей, где значимым, считается пиксель, для которого вероятность того, что он облачный ниже определённого порога, вероятности для таких пикселей получены с помощью классификатора, реализованного сервисом SentinelHub. Для

того, чтобы не удалять из выборки изображения с пикселями, признанными не значимыми, эти пиксели восстанавливаются за счёт пикселей не покрытых облаками изображений, полученных в ближайшее время, с помощью метода линейной интерполяции.

Для обучения свёрточной нейронной сети исходные изображения, были разбиты на более мелкие зоны интереса, охватываемые изображениями небольших размеров, для ускорения обучения. Для получившегося набора изображений была проведена корректировка яркости и контрастности.

Для реализации метода, основанного на анализе спектральных характеристик, был выбран алгоритм Random Forest, так как с его помощью можно получить карту важности признаков, влияющих на принятие алгоритмом решения, что полезно для дальнейшего анализа. Для реализации пространственного подхода была выбрана архитектура свёрточной сети U-Net, показывающая хорошие результаты даже при малом количестве исходных данных.

Классификация производилась в соответствии с эталонными данными, содержащим достоверную информацию о следующих типах покрытия местности: сельскохозяйственные насаждения, лес, мелкая растительность, кустарники, водоёмы, искусственные постройки (здания и дороги).

Результаты эксперимента

Для алгоритма, основанного на спектральном анализе данных, был проведён ряд экспериментов. Были проанализированы различные спектральные признаки, поставлены эксперименты для различных входных данных. Исследованы результаты работы алгоритма для наблюдений земного покрова в различные временные промежутки: летний, зимний сезоны, круглогодичное наблюдение, так же были проведены эксперименты для данных, полученных с различной частотой наблюдения земной поверхности: 8 дней, 16 дней и 1 месяц. Были поставлены эксперименты для различных значений покрытия поверхности облаками.

Для наилучшего подбора параметров — круглогодичного наблюдения, с периодом в 16 дней и с порогом облачности не превышающем 20% общая точность составила 88%. Для большинства типов классифицируемых объектов точность превысила 90%, за исключением кустарников, для которых точность составила 39%, что объясняется низким присутствием данного покрытия в исходных данных и схожести их спектральных характеристик с лесными насаждениями. Эксперименты с иной частотой наблюдений, показали более низкие результаты 87.1% для частоты в 8 дней, 86.2% для месяца. Результаты наблюдений только определённого сезона, так же оказались чуть более низкими: 87.3% для летнего периода и 86.9% для зимнего. Так же метод показал устойчивость к увеличению порога облачности до 40%, снизив точность всего на 0.7%, что делает его потенциально применимым к таким задачам как фильтрация облаков.

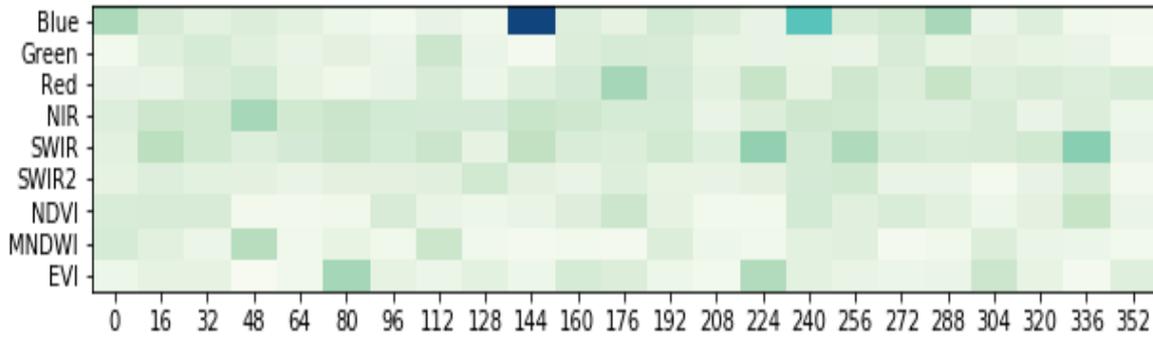


Рис. 1. Карта важности признаков классификатора Random Forest

Анализируя карту признаков (Рис. 1), отражающую важность признака для обучения в определённый момент времени, можно сделать вывод, что наиболее важную роль в течение целого года играют спектральные признаки NIR и SWIR, так же можно увидеть закономерность роста важности признаков отражающих состояние растительности (EVI, SWIR) в определённые даты, исследовав изображения полученные в это время, выяснилось, что

скорее всего рост важности признаков обусловлен солнечной погодой в этот период времени.

Для свёрточной нейронной сети были проведены эксперименты с различными размерами изображения, подаваемых на вход: 64x64, 128x128 и 256x256 пикселей. Самый высокий результат получился для изображений 128x128 пикселей, для этого метода точность составила 83.7%. Для данного алгоритма сохранилась невысокая

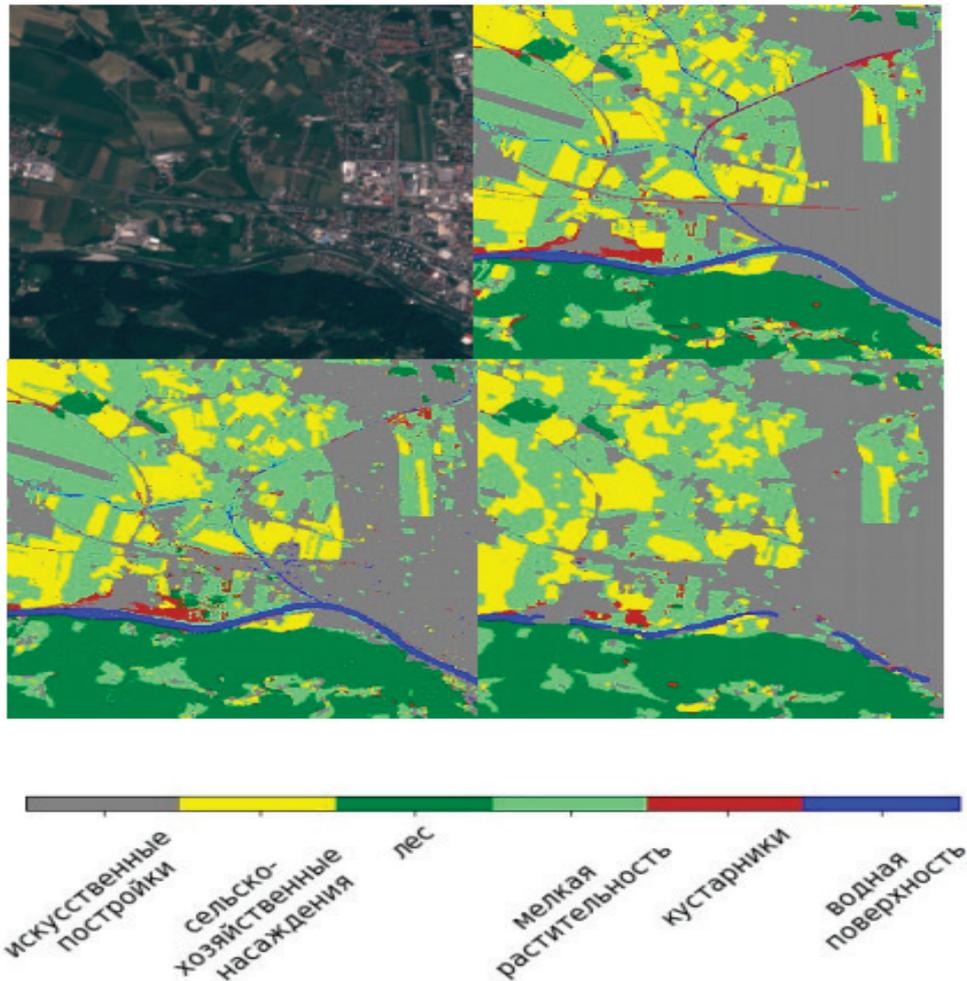


Рис. 2. Визуализация результата

точность распознавания кустарниковых насаждений, но также была получена более низкая точность для распознавания водных поверхностей, порядка 58%. Наиболее высокая точность для обоих методов достигнута для лесного покрова, она составила 98–99%.

На (Рис 2) представлена визуализация результата работы алгоритмов, вверху слева снимок исследуемой области, вверху справа представление эталонных данных земного покрова. Внизу слева результат работы алгоритма Random Forest, внизу справа результат работы свёрточной сети.

Литература:

1. Chaib S., Gu Y., Yao H. An informative feature selection method based on sparse PCA for VHR scene classification // IEEE Geosci. Remote Sens. Lett., vol. 13, no. 2, pp. 147–151, 2016
2. Gurudatta V., Anuja A. K-Means Clustering Algorithm with Color-based Thresholding for Satellite Images // International Journal of Computer Applications (0975–8887) Volume 105 — No. 11, pp 17–20, November 2014
3. Zhu Q., Zhong Y., Zhao B., Xia G. — S, Zhang L. Bag-of-Visual-Words Scene Classifier With Local and Global Features for High Spatial Resolution Remote Sensing Imagery // IEEE Geosci. Remote Sens. Lett., vol. 13, no. 6, pp. 747–751, 2016.
4. Samal D. R., Gedam S. S. Monitoring land use changes associated with urbanization: An object based image analysis approach // Eur. J. Remote Sens. 2015, 48, 85–99
5. Zhang F., Du B., Zhang L., Xu M. Weakly Supervised Learning Based on Coupled Convolutional Neural Networks for Aircraft Detection // IEEE Trans. Geosci. Remote Sens., vol. 54, no. 9, pp. 5553–5563, 2016.
6. Luus F., Salmon B., Van Den Bergh F., Maharaj B. Multiview deep learning for land-use classification // IEEE Geosci. Remote Sens. Lett., vol. 12, no. 12, pp. 2448–2452, 2015.
7. Zhong Y., Fei F., Zhang L. Large patch convolutional neural networks for the scene classification of high spatial resolution imagery // J. Appl. Remote Sens., vol. 10, no. 2, pp. 025006–025006, 2016.

Создание инструментов для анализа текстов

Иванов Алексей Олегович, студент;
 Горожанкин Ярослав Павлович, студент;
 Миронов Андрей Александрович, студент;
 Целикова Светлана Олеговна, студент;
 Ахремчик Ян Валерьевич, студент
 Санкт-Петербургский государственный университет

В статье описывается сравнение и выбор информационно-поискового сервиса и описание подходов, улучшающих метрики информационного поиска.

Ключевые слова: информационный поиск, информационно-поисковые сервисы, solr.

Задача поиска подходящего инструмента для хранения и поиска данных — является важной частью разработки любого программного продукта. В данной работе рассмотрены популярные библиотеки и архитектурные подходы, описаны основные характеристики и особенности, а также рассмотрены преимущества и недостатки. На основе этого принято решение, какое программное обеспечение для хранения и поиска информации использовать и как улучшить качество информационного поиска.

Для выбора наилучшего способа хранения информации необходимо провести качественный анализ библи-

Заключение

Точность для обоих подходов, составила более 80%, что является хорошим показателем для такого типа задач. Несмотря на более низкие результаты, полученные с помощью свёрточных нейронных сетей, данный подход является перспективным, при увеличении количества исходных данных и более тонкого подбора характеристик.

отек и СУБД, имеющих функцию полнотекстового поиска. С этой целью были выбраны самые популярные open source поисковые платформы по версии db-engines.com — Elasticsearch, Solr, Sphinx, а также реляционная СУБД PostgreSQL. По результатам исследования был сделан вывод, что Sphinx обладает весьма ограниченным функционалом для обработки текста в отличии от программных продуктов на базе Lucene, а также низкой скоростью обновления данных. PostgreSQL Fulltext Search требует большое количество памяти для хранения инвертированного индекса и не подходит для частого обнов-

ления полей документа. Полнотекстовый поиск в PostgreSQL весьма гибок, для него можно писать библиотеки при помощи официального API клиента на C++. То есть доработка функционала, который есть по умолчанию в других программных продуктах полнотекстового поиска, возможна, но это очень трудозатратно, а как следствие — трудно поддерживаем. В статье «Об эффективности поиска данных в веб-приложениях» сравнивалась эффективность выполнения полнотекстовых запросов с ранжированием в СУБД MySQL, PostgreSQL и Oracle. По результатам исследования были сделаны следующие выводы:

— При малом количестве данных рассматриваемые СУБД характеризуются схожими временными затратами при выполнении поисковых запросов.

— СУБД PostgreSQL незначительно уступает СУБД Oracle и имеет большое преимущество перед СУБД MySQL.

В статье «An Analysis on the Comparison of the Performance and Configuration Features of Big Data Tools Solr and Elasticsearch» 2016 года исследуются и анализируются различия между Solr и Elasticsearch, а также обсуждаются результаты производительности этих инструментов. Критериями анализа являются их скорости запросов и индексирования, простота и сложность использования, конфигурационные формы и архитектура. По результату тестирования были сделаны следующие выводы:

— Solr и Elasticsearch являются аналогичными инструментами с точки зрения технических характеристик.

— Solr использует меньше дискового пространства, учитывая размер данных после индексирования.

— Что касается продолжительности индексирования, Elasticsearch показал лучшую производительность в коротких данных, в то время как Solr лучше показал себя на длинных данных.

— Близкие результаты работы были получены во многих различных исследованиях

— Solr и Elasticsearch могут иметь совершенно разные характеристики производительности в определенных случаях.

— Скорость QPS (query per second) может варьироваться в зависимости от типа данных.

— Довольно трудно предсказать, какой инструмент будет иметь более высокую производительность.

Одно из сравнений Solr и ElasticSearch было проведено независимым Java консультантом Kelvin Tan, который рекомендует использовать Solr в случае, если поиск является центральной частью продукта и UX, а также если приложение имеет конкретные и нюансные требования к релевантности поиска. Основываясь на вышеуказанных статьях, можно сделать вывод, что Solr и ElasticSearch яв-

ляются лучшими программными продуктами для хранения и поиска информации. Непосредственный выбор зависит от архитектуры и накладываемых к информационно-поисковому сервису ограничений и требований.

Предлагаемое решение по улучшению качества поиска

Результат работы поисковой системы может оцениваться по-разному. Исторически основными метриками оценки качества информационного поиска являются полнота и точность. Полнота — отношение числа найденных релевантных документов, к общему числу релевантных документов в базе. Точность определяется как отношение числа найденных релевантных документов, к общему числу найденных документов

Для того чтобы добиться баланса между этими метриками необходимо разработать дополнительную функциональность вместо обычного полнотекстового поиска — проверка орфографии, применение концептного поиска и поэтапного поиска.

Концептный поиск является одним из методов интеллектуального анализа текста, который используется для извлечения слов, которые могут быть важны с точки зрения описания содержания документа. Это могут быть как ссылки на другие юридические документы, название суда, географических мест, а также другие термины предметной области. Задача концептного поиска состоит в том, чтобы наиболее точно выделять по заданному слову категорию, к которой оно относится, и как следствие поле, в котором можно это слово найти. Данный подход, повышающий метрику точности поискового запроса, был впервые описан в докладе «Concept Search for eCommerce with Solr» Михаила Хлуднева на конференции «Lucene/Solr Revolution 2013» и за последнее время получил широкое распространение среди крупных E-Commerce платформ.

Даже с учетом проверки орфографии и других средств анализа текста может возникнуть ситуация, когда пользовательский запрос настолько сложный, что нет документов, которые удовлетворяли бы всем ограничениям, введенными пользователем. В этом случае применим поэтапный поиск, который используется для улучшения метрики полноты. Основной задачей поэтапного поиска является вернуть пользователю хотя бы один или несколько документов (в зависимости от ограничений на минимальное количество возвращаемых документов поискового сервиса). Чтобы достичь этой цели необходимо разделить поиск на несколько этапов:

1. Обычный поиск
2. Поиск с проверкой орфографии
3. Поиск с исключением каких-то слов

Литература:

1. Mustafa Ali AKCA, Tuncay AYDOĞAN, Muhammed İLKUÇAR. «An Analysis on the Comparison of the Performance and Configuration Features of Big Data Tools Solr and Elasticsearch» 2016 URL: <https://www.researchgate.net/publication/311111111>

net/publication/311916747_An_Analysis_on_the_Comparison_of_the_Performance_and_Configuration_Features_of_Big_Data_Tools_Solr_and_Elasticsearch.

Различие терминов «коммуникативные технологии» и «коммуникационные технологии»

Леньшина Анна Алексеевна, студент магистратуры
Российский государственный гуманитарный университет (г. Москва)

В статье рассмотрены различия в содержании близких по смыслу понятий — «коммуникативные технологии» и «коммуникационные технологии», а также охарактеризовано место указанных технологий в деятельности органов государственной власти. При этом определены основные виды коммуникативных технологий, их цели и задачи в работе государственных структур, а также описаны наиболее популярные коммуникационные технологии, которые используются в государственном и муниципальном управлении.

Ключевые слова: коммуникация, коммуникативные технологии, коммуникационные технологии, органы государственной власти, PR-коммуникации, информационно-коммуникационные технологии (ИКТ).

Современный этап развития общества характеризуется значительной ролью информации в жизнедеятельности каждого человека, а также и в работе различных объектов, в т.ч. и в работе органов государственной власти. Поэтому информация сегодня выступает важным ресурсом, от которого зависит результативность работы государственных структур. Управление информационными ресурсами органов государственного и муниципального управления предусматривает несколько главных направлений: обеспечение информирования населения других госструктур, журналистов и т.д.; сбор, организация и обеспечение безопасности передачи информации по каналам связи. Реализация указанных целей достигается с помощью коммуникативных и коммуникационных технологий. Но при этом в научной литературе отсутствует четкое разграничение указанных терминов, что приводит к проблемам их интерпретации и делает актуальным сравнительный анализ их содержания.

Результаты исследования. В основе терминов «коммуникативные технологии» и «коммуникационные технологии» лежит общее родовое понятие — «комму-

никация», которое происходит от латинского слова communication (связь, сообщение) и обозначает «тип активного взаимодействия между объектами любой природы, предполагающий информационный обмен» [3].

Исходя из общего происхождения, зачастую указанные термины используются в научных источниках в качестве синонимов, но все же понятие «коммуникативные технологии» чаще встречается в социологии и управлении, тогда как термин «коммуникационные технологии» чаще используется при описании компьютерных систем, систем связи, телекоммуникациях и трактуется как «информационно-коммуникационные технологии (ИКТ)». Так, согласно ГОСТ Р 52653–2006 «Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Термины и определения» информационно-коммуникационная технология — это информационные процессы и методы работы с информацией, осуществляемые с применением средств вычислительной техники и средств телекоммуникации [2].

В соответствии с таким подходом к разграничению сущности исследуемых терминов выделим их главные отличия (табл. 1).

Таблица 1. Основные отличия терминов «коммуникативные технологии» и «коммуникационные технологии»

Характеристика	Коммуникативные технологии	Коммуникационные технологии
Цель	Обеспечение взаимосвязи, обмена информацией	Обеспечение высокого качества и безопасности передачи информации по различным каналам связи
Главные объекты	Люди, организации как объекты коммуникации	Материальные предметы, осуществляющие обработку, передачу информации
Главные действия	Обмен информацией, решение проблемы, улучшение взаимодействия	Формирование информационного канала связи, размещение информации в информационном канале, передача информации по информационному каналу
Канал реализации	Любой (личный контакт, публичные выступления, СМИ и т.д.)	Компьютерные сети, аппаратные каналы связи (телефон, факс), телекоммуникации и т.д.

В сфере государственного и муниципального управления под социально-коммуникативной технологией принято понимать опирающуюся на определенный план (программу действий) целенаправленную системно организованную деятельность по управлению коммуникацией социального субъекта, направленную на решение какой-либо социально-значимой задачи [5].

Как правило, в рамках деятельности органов государственной власти коммуникативные технологии изучаются в контексте связей с общественностью, в рамках PR-коммуникаций.

В основе коммуникативной деятельности современных органов государственной власти лежит взаимодействие с различными группами общественности (рис. 1).



Рис. 1. Схема PR-коммуникаций [4, с. 11]

Так, субъект PR-коммуникации (государственная структура) взаимодействует с такими объектами PR: население; общественные организации, союзы, фонды и т.д.; СМИ; политические оппоненты; собственный персонал и т.д. В зависимости от объекта коммуникативного воздействия все коммуникативные технологии органов государственной власти могут быть классифицированы на две основные группы:

- 1) внешние коммуникативные технологии (направленные на общественность, СМИ);
- 2) внутренние коммуникативные технологии (направленные на собственный персонал).

Коммуникационные технологии органов государственной власти базируются на информационно-коммуникационной инструментари, который включает в себя технические средства, программное обеспечение и/или информационные ресурсы. В технические средства входят компьютерные, коммуникационные средства и/или средства аудиовизуальной фиксации. В программное обеспечение входит не только программы функционирования компьютера, но и телекоммуникационных средств, а также прикладные программы [6].

В соответствии с назначением информационно-коммуникационных технологий органов государственной власти их подразделяют на:

- технологии поддержки принятия решений — разработка управленческих решений, автоматизированное принятие или их отклонение,
- технологии автоматизации процесса выбора альтернатив;
- технологии обработки данных — для задач или информации, которая постоянно повторяется;
- технологии управления;
- экспертные системы — для решения проблем, которые возникают, во избежание конфликтных ситуаций,

информация о возможных путях решения, получения определенных консультаций, советов;

— технологии автоматизированного офиса — для связи работников органов государственной власти, для передачи, обработки, хранения информации.

В научной литературе подчеркивается, что главный потенциал роста эффективности государственного управления напрямую связан именно с внедрением новых информационно-коммуникационных технологий, в первую очередь, с концепцией «электронного правительства», или «электронного государства» [1, с. 9].

В целом, сегодня эффективность коммуникативных технологий во многом зависит от степени внедрения информационно-коммуникационных технологий. Это еще больше сближает исследуемые термины, их сущность, цели и механизмы. Так, коммуникативная деятельность государственных структур сегодня не может быть эффективной без использования новых коммуникационных технологий, основанных на передаче информации по каналу сети Интернет.

Заключение. Таким образом, проведенное исследование показало, что термины «коммуникативная технология» и «коммуникационная технология» тесно связаны и поэтому зачастую используются как синонимы. При этом в ходе исследования выделен ряд отличий указанных понятий. Так, целью коммуникативных технологий является обеспечение взаимосвязи, обмена информацией, тогда как коммуникационные технологии направлены на обеспечение высокого качества и безопасности передачи информации по различным каналам связи. Соответственно, главными объектами коммуникативной деятельности выступают люди и организации как объекты коммуникации, тогда как в коммуникационных технологиях главными являются материальные предметы, осуществляющие обработку, передачу информации. В коммуникативной де-

тельности используются любые каналы реализации взаимодействия (личные контакты, публичные выступления, СМИ и т.д.), тогда как в коммуникационных технологиях используются компьютерные сети, аппаратные каналы связи (телефон, факс), телекоммуникации и т.д.

Вместе с тем, сегодня эффективная коммуникативная деятельность государственных органов невозможно без внедрения современных информационно-коммуникационных технологий, что значительно сближает исследуемые понятия.

Литература:

1. Булгатова Ю.С. Информационные технологии как средство модернизации государственного управления в современном обществе / Ю.С. Булгатова, А.В. Дырхеев [Текст] // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. — 2018. — Вып.1. — С. 8–15.
2. ГОСТ Р 52653–2006 «Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Термины и определения» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-52653-2006>
3. Гуманитарная энциклопедия [Электронный ресурс] / С.А. Азаренко, Г.И. Рузавин, А.Я. Флиер, В.С. Бернштейн, А.В. Александров. — Режим доступа: <https://gtmarket.ru/concepts/7132> (дата обращения 24.06.2019)
4. Козлов С.В. Связи с общественностью в органах власти: учеб. пособие / С.В. Козлов [Текст] — Новосибирск: Изд-во СибАГС, 2014. — 198 с.
5. Конспект лекций по дисциплине «Коммуникативные технологии в управленческой практике» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://kpfu.ru/portal/docs/F1682885099/Kommunikativnye.tehnologii.v.upravlencheskoj.praktike.pdf>
6. Нестеров А.В. Информационно-коммуникационные технологии и системы / А.В. Нестеров [Электронный ресурс]. — М.: НИУ ВШЭ. — Режим доступа: <https://www.hse.ru/data/2014/08/13/1313880484/ИКТ.pdf>

Использование Join-layer neural networks для решения задачи извлечения ключевых фраз из постов социальной сети «Твиттер»

Миронов Андрей Александрович, студент;
Горожанкин Ярослав Павлович, студент;
Иванов Алексей Олегович, студент;
Целикова Светлана Олеговна, студент;
Ахремчик Ян Валерьевич, студент
Санкт-Петербургский государственный университет

В статье описан метод извлечения ключевых фраз из постов социальной сети «Твиттер», основанный на построении и обучении нейронной сети с архитектурой Joint-layer.

Ключевые слова: обработка естественного языка, нейронные сети, ключевые слова, ключевые фразы.

С постоянным увеличением потоков информации, наполняющих сеть Интернет, всё более актуальной становится задача извлечения из единицы контента некоторой ключевой части, позволяющей с высокой точностью определить основную мысль данного текста. Эту ключевую часть обычно называют ключевой фразой (keyphrase).

С помощью ключевых фраз конечный пользователь может получить концентрированную и исчерпывающую информацию об основных мыслях или тематике того или иного текста. Такую задачу постоянно вынуждены решать поисковые системы, новостные агрегаторы и ресурсы, анализирующие мнение пользователей социальных сетей по какому-либо вопросу. Существует множество видов контента, из которого можно извлечь ключевую часть: это могут быть веб-страницы, научные статьи, книги или даже фильмы. В данной работе будут рассмотрены методы извлечения ключевых фраз из коротких (объёмом до 140 символов) текстов, в частности постов, размещаемых в социальной сети Twitter.

В то время как методы извлечения ключевых фраз из текстов на английском языке достаточно глубоко изучены (как для текстов большого объёма, так и для небольших текстов, например твитов), подобных исследований для русскоязычных текстов по-прежнему очень немного. Следует обратить внимание на то, что мы отделяем задачу извлечения ключевых фраз от таких задач как извлечение ключевых слов (на эту тему есть достаточно исследований для русского языка, например [1, 2, 3]), извлечения терминологии предметной области и задачи извлечения коллокаций (словосочетаний, имеющих признаки синтаксически и семантически целостной единицы).

Описание Joint-layer neural networks

Рекуррентная нейронная сеть с совмещёнными слоями (Joint-layer Recurrent Neural Networks) является модификацией сложенной рекуррентной нейронной сети (Stacked Recurrent Neural Network) с двумя скрытыми слоями, т.к такая архитектура позволяет лучше приспособиться к поставленной выше задаче. Joint-Layer RNN имеет 2 выходных слоя и результирующий слой, учитывающий результаты, получаемые на обоих выходных слоях.

Рассмотрим Stacked RNN, состоящую из L слоёв и имеющую выходной слой для каждого скрытого слоя. В этом случае l-й слой определяется как:

$$h_t^l = f_h(\mathbf{h}_t^{l-1}, \mathbf{h}_{t-1}^l) = \phi_l(\mathbf{U}^l \mathbf{h}_{t-1}^l + \mathbf{W}^l \mathbf{h}_t^{l-1}),$$

где h_t^l является состоянием скрытого слоя l в момент времени t. \mathbf{U}^l и \mathbf{W}^l являются матрицами весов для данного слоя в момент времени t — 1 и для предыдущего слоя в момент времени t соответственно. При l = 1 это значение вычисляется как:

$$\mathbf{h}_t^0 = x_t.$$

ϕ_l это поэлементная нелинейная функция, например сигмоид. Значения для выходного слоя с номером l вычисляются как:

$$\mathbf{y}_t^l = f_o(\mathbf{h}_t^l) = \phi_l(\mathbf{V}^l \mathbf{h}_t^l),$$

где \mathbf{V}^l это матрица весов для скрытого слоя h_t^l . ϕ_l также может быть поэлементной нелинейной функцией, например softmax.

Joint-layer RNN (рис.1) это расширение для Stacked RNN с двумя скрытыми слоями. В момент времени t тренировочное значение x_t является совокупностью значений для элементов, находящихся внутри рассматриваемого окна(window-size). В данной работе в качестве таких значений используются векторные представления слов, составленные с помощью метода word2vec [1].

Выходные значения y_t^1 и y_t^2 , сообщают нейронной сети о том, является ли рассматриваемое слово ключевым или является ли оно частью ключевой фразы соответственно. y_t^1 может иметь одно из 2-х значений: True или False, в зависимости от того, является ли данное слово ключевым или нет. y_t^2 может иметь одно из 5-ти возможных значений: Single, Begin, Middle, End или Not, сообщаящих нейронной сети о том, является ли рассматриваемое слово одиночным ключевым, началом ключевой фразы, её серединой (т.е стоящим в ней не первым и не последним), концом фразы или вообще не является ключевым для рассматриваемого отрывка.

Т.к решаемой задачей является извлечение ключевых фраз из последовательности слов, авторы адаптировали архитектуру нейронной сети для одновременного нахождения ключевых слов, и извлечения ключевых фраз. Значения скрытых слоёв определяются как:

$$\mathbf{h}_t^1 = f_h(\mathbf{x}_t, \mathbf{h}_{t-1}^1)$$

$$\mathbf{h}_t^2 = f_h(\mathbf{h}_t^1, \mathbf{h}_{t-1}^2)$$

Значения выходного слоя определяются как:

$$\mathbf{y}_t^1 = f_o(\mathbf{h}_t^1)$$

$$\mathbf{y}_t^2 = f_o(\mathbf{h}_t^2).$$

Обучение нейросети

Обозначим параметры обучения как θ .

$$\theta = \{\mathbf{X}, \mathbf{W}^1, \mathbf{W}^2, \mathbf{U}^1, \mathbf{U}^2, \mathbf{V}^1, \mathbf{V}^2\},$$

где X это векторные представления слов, а остальные переменные описаны в предыдущем пункте. В одних и тех же выражениях размечаются как ключевые слова, так и ключевые фразы (фразы состоят из ключевых слов). На выходе первого скрытого слоя мы получаем из модели информацию о ключевых словах, на втором — о ключевых фразах. Затем результаты, полученные на выходе из этих слоёв, комбинируются в финальный результат, вычисляемый как:

$$J(\theta) = \alpha J_1(\theta) + (1 - \alpha) J_2(\theta),$$

где α - линейный фактор веса. Для данных N тренировочных последовательностей $D = \{(x_t, y_t^1, y_t^2)_{n=1}^{T_n}\}_{n=1}^N$ значения $J_1(\theta)$ и $J_2(\theta)$ определяются как:

$$J_1(\theta) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \sum_{t=1}^{T_n} d(\mathbf{y}_t^1, \mathbf{y}_t^1)$$

$$J_2(\theta) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \sum_{t=1}^{T_n} d(\mathbf{y}_t^2, \mathbf{y}_t^2),$$

где $d(a, b)$ это некоторая мера близости (например евклидово расстояние или перекрёстная энтропия). Данные формулы демонстрируют, что мы вычисляем ключевые слова и извлекаем ключевые фразы на разных уровнях одновременно, что позволяет достигнуть более высоких результатов, по сравнению с другими методами решения задачи извлечения ключевых фраз [2].

Создание модели и обучение

На данном этапе создание модели и её обучение проводилось в полном соответствии с [2], чтобы проверить насколько точно данный алгоритм, изначально предназначенный для английского языка, может быть применён к русскоязычным твитам без каких-либо изменений (в качестве русскоязычного корпуса твитов был взят корпус Юлии Рубцовой, находящийся в свободном доступе по адресу <https://study.mokogon.com>). В качестве переменных обучения были взяты следующие значения:

Window size:	3
Learning rate:	0.1
Нейронов первого скрытого слоя:	300
Нейронов второго скрытого слоя:	300
Batch size:	16
α :	0.5

Все переменные были взяты из [2], т. к. модель, представленная авторами статьи, показала наилучшие результаты именно при таких параметрах обучения. В качестве функции потерь (*loss function*) использовалась *softmax cross-entropy* (перекрёстная энтропия). Функция Softmax вычисляется как:

$$p_i = \frac{e^{a_i}}{\sum_{k=1}^N e^{a_k}},$$

где вектор вещественных чисел размерности N преобразуется в вектор той же размерности, но каждая компонента p_i вектора p представлена числом в интервале $[0,1]$ и сумма координат равна 1. Перекрёстная энтропия между двумя распределениями вероятностей измеряет среднее число бит, необходимых для опознания события из некоторого набора если используемая схема кодирования базируется на заданном распределении вероятностей y , вместо «истинного» распределения p , где y является вектором получающимся в результате преобразования с помощью функции Softmax. Функция потерь в таком случае выглядит так:

$$E(y, p) = - \sum_j y_j \log p_j,$$

где p — является предположением нейронной сети, а y — вектором меток, преобразованным с помощью Softmax. Результаты обучения нейросети, представлены на рис. 2.

Результаты

Окончательный результат после 150 эпох обучения составил 68% accuracy, 78.6% precision, 71.7% recall и 74% f-measure (рис. 1). Если взглянуть на результаты, полученные в [2] (Precision — 80,74%, Recall — 81,19%, F-Measure — 80,97%), можно заметить, что значения аналогичных метрик довольно близки к результатам, полученным в настоящей работе, откуда можно сделать вывод о том, что результаты работы алгоритма для русскоязычных твитов стоит признать удовлетворительными. Также необходимо пояснить, что мы извлекаем слова из фраз с указанием их позиции во фразе, так что, если задача решена качественно, то с высокой вероятностью фраза будет восстановлена корректно. Менее высокие результаты в сравнении с англоязычными текстами можно объяснить множеством сложностей, с которыми связаны как в целом задачи из области NLP (Natural Language Processing), так и конкретно задача извлечения ключевых слов и фраз из коротких текстов.

Одной из главных проблем является строгий порядок слов в английских предложениях, в то время как в русском языке автор имеет большую свободу в конструировании предложений. В связи с этим предложения имеют менее структурированный вид и сложнее поддаются формализации и обработке и использованием математических моделей [3].

Таким образом данная методика построения нейронных сетей действительно может быть успешно применена и для анализа коротких текстов в русскоязычных социальных сетях.

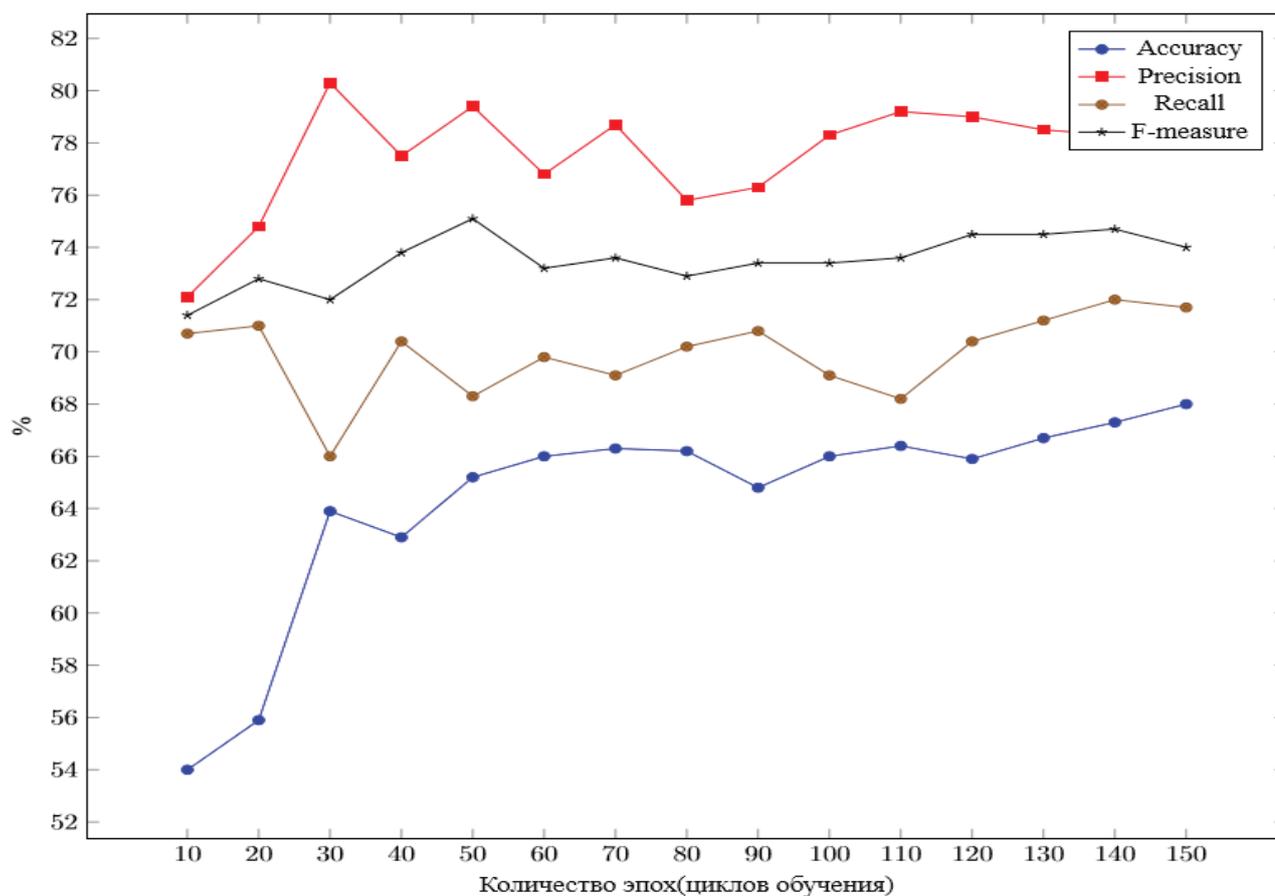


Рис. 1. Результаты обучения нейросети

Литература:

1. Ванюшкин А. С. Методы и алгоритмы извлечения ключевых слов / А. С. Ванюшкин, Л. А. Гращенко // Новые информационные технологии в автоматизированных системах, 2016
2. Соколова. Е. В. Автоматическое извлечение ключевых слов и словосочетаний из русскоязычных текстов с помощью алгоритма KEA./ Е. В. Соколова, О. А. Митрофанова// Компьютерная лингвистика и вычислительные онтологии. Выпуск 1 (Труды XX Международной объединенной научной конференции «Интернет и современное общество», IMS-2017, Санкт-Петербург, 21–23 июня 2017 г. Сборник научных статей).
3. Шереметьева, С. О. Методы и модели автоматического извлечения ключевых слов / С. О. Шереметьева, П. Г. Осминин // Вестник ЮУрГУ. Серия «Лингвистика». — 2015. — Т. 12, № 1. — С. 76–81.
4. Tomas Mikolov, Distributed Representations of Words and Phrases and their Compositionality / T. Mikolov, I. Sutskever, K. Chen, G. Corrado, J. Dean // In Proceedings of NIPS.
5. Qi Zhang, Keyphrase Extraction Using Deep Recurrent Neural Networks on Twitter / Qi Zhang, Yang Wang, Yeyun Gong, Xuanjing Huang // Proceedings of the 2016 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing, pages 836–845, Austin, Texas, November 1–5, 2016.

Анализ SIP-сообщений на локальной сети кафедры АЭС Сибирского государственного университета телекоммуникаций и информатики

Петрашов Александр Николаевич, студент
Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики (г. Новосибирск)

Протокол SIP

1. Общие принципы и возможности протокола SIP

1.1 Принципы протокола SIP

SIP — протокол передачи данных, описывающий способ установления и завершения пользовательского интернет-сеанса, включающего обмен мультимедийным содержимым (IP-телефония, видео и аудио конференции, мгновенные сообщения, онлайн-игры). [4]

Основной особенностью протокола SIP является его независимость от транспортных технологий. В качестве транспорта могут выступить такие протоколы как X.25, Frame Relay, IPX и др. Структура сообщений SIP не зависит от избранной транспортной технологии.

Протокол инициирования сеансов — Session Initiation Protocol (SIP) протокол прикладного уровня и предназначается для организации, модификации и завершения сеансов связи: мультимедийных конференций, телефонных соединений и распределения мультимедийной информации. [5]

Пользователи могут принимать участие в существующих сеансах связи, приглашать иных пользователей и быть приглашенными ими к новому сеансу связи. Приглашения могут быть адресованы определенному пользователю, группе пользователей или всем пользователям. Протокол SIP был разработан комитетом IETF (Internet Engineering Task Force), а спецификации протокола представлены в документе RFC2543. В основу протокола заложены следующие основы:

Персональная мобильность пользователей. Пользователи могут передвигаться без ограничений в пределах сети, в следствие этого услуги связи обязаны предоставляться им в любом месте этой сети. Пользователю присваивается уникальный идентификатор, а сеть предоставляет ему услуги связи вне зависимости от того, где он в конкретный момент времени располагается. [4]

Для этого пользователь с помощью специального сообщения информирует сеть о своих перемещениях.

Расширяемость протокола характеризуется вероятностью дополнения протокола функциями при внедрении новых услуг и его адаптации к работе с разными приложениями. Расширение функций протокола SIP может быть выполнено за счет введения дополнительных заголовков и типов сообщений.

1.2 SIP в стеке протоколов

Структура сообщений SIP не зависит от выбранной транспортной технологии.

Сигнальные сообщения SIP могут переноситься не только протоколом транспортного уровня UDP, но и протоколом TCP (рисунок 1.1).

В свою очередь, протокол TCP упрощает работу с межсетевыми экранами, а ещё гарантирует надежную доставку данных. При использовании протокола TCP всевозможные сообщения, относящиеся к определенному вызову, могут передаваться по одному TCP-соединению, или для каждого запроса и ответа на него может открываться свое TCP-соединение.

Протокол инициирования сеансов связи (SIP)	Прикладной уровень
Протоколы TCP и UDP	Транспортный уровень
Протоколы IPv4 и IPv6	Сетевой уровень
PPP, ATM, Ethernet	Уровень звена данных
UTP5, SDH, DDH, V.34 и др.	Физический уровень

Рис. 1. Стек протоколов

1.3 Адресация в сетях SIP

Для организации взаимодействия с существующими приложениями IP-сетей и для обеспечения мобильности пользователей протокол SIP применяет адрес, такой же, как и у электронной почты.

В качестве адресов рабочих станций применяются особые универсальные указатели ресурсов — URL (Universal Resource Locators), именуемые SIP URL. SIP-адреса различаются на четыре типа:

- имя@домен,
- имя@хост,
- имя@IP-адрес,
- №телефона@шлюз.

Таким образом, адрес включает в себя две части. Первая часть — это имя пользователя, зарегистрированного в домене или на станции. Если вторая половина адреса определяет какой-нибудь шлюз, то в первой пишется телефонный номер пользователя. Во второй части адреса указывается имя домена, рабочей станции или шлюза. Для определения IP-адреса устройства нужно запросить данные из службы доменных имен — Domain Name Service (DNS). Если же во второй части SIP-адреса находится IP-адрес, то с рабочей станцией возможно установить связь напрямую. [5]

В начале SIP адреса ставится текст «sip:», указывающее, собственно, что это как раз SIP-адрес, т.к. есть и другие (например, «tel:»). Ниже приводятся примеры SIP-адресов:

- sip: Alexander@niits.ru.
- sip: user1@192.168.0.215
- sip: 387-75-47@sip-gateway.ru

1.4 Сообщения протокола SIP

1.4.1 Общая структура SIP-сообщений

Согласно архитектуре «клиент — сервер» все сообщения разделяются на запросы, передаваемые от клиента к серверу, и на ответы сервера клиенту.

Все сообщения протокола SIP (запросы и ответы), предполагают собой очередность текстовых строк, закодированных в соответствии с RFC2279. Структура и синтаксис сообщений SIP, как уже говорилось раньше, такие же как и используемые в протоколе HTTP. На рисунке 1.2 представлена структура сообщения.

Стартовая строка является начальной строкой каждого SIP-сообщения. В случае если сообщение — запрос, в данной строке указываются тип запроса, адресат и версии протокола. А если сообщение является ответом на запрос, в стартовой строке указываются версия протокола, тип ответа и его краткая расшифровка, предназначенная только для пользователя.

Заголовки сообщений содержат сведения об отправителе, адресате, пути следования и др., в общем, переносят информацию, необходимую для обслуживания данного сообщения. О типе заголовка можно узнать по его имени. Оно не зависит от регистра (т.е. буквы могут быть прописные и строчные), но обычно имя пишут с большой буквы, за которой идут строчные.

Сообщения протокола SIP могут содержать так называемое тело сообщения. В запросах ACK, INVITE и OPTIONS тело сообщения содержит описание сеансов связи, например, в формате протокола SDP. Запрос BYE тела сообщения не содержит, а ситуация с запросом REGISTER подлежит дальнейшему изучению. С ответами дело обстоит иначе: любые ответы могут содержать тело сообщения, но содержимое тела в них бывает разным.

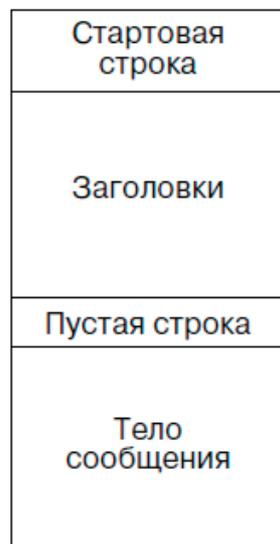


Рис. 2. Структура сообщений протокола SIP

1.4.2 Заголовки сообщений

В протоколе SIP определено четыре вида заголовков:

- Общие заголовки, присутствующие в запросах и ответах;
- Заголовки содержания, переносят информацию о размере тела сообщения или об источнике запроса (начинаются со слова «Content»);

- Заголовки запросов, передающие дополнительную информацию о запросе;

- Заголовки ответов, передающие дополнительную информацию об ответе.

Заголовок состоит из названия, после которого, отделенное двоеточием, следует значение заголовка. В поле значения находится передаваемые данные. Следует отметить, что если сервер принимает сообщения с заголовками, которые ему не известны, то эти заголовки игнорируются.

Литература:

1. Величко В.В. Основы инфокоммуникационных технологий: учебное пособие / В.В. Величко, Г.П. Катунин, В.П. Шувалов. — Москва: Горячая линия—Телеком, 2009. 712 с.
2. RFC2543. SIP: Session Initiation Protocol. M. Handley, H. Schulzrinne, E. Schooler, J. Rosenberg. March 1999
3. RFC3261. SIP: Session Initiation Protocol. M. Handley, H. Schulzrinne, E. Schooler, J. Rosenberg. 2002
4. Multicom, Asterisk [Электронный ресурс]. URL: http://www.mcm.ru/ip_ats_asterisk (дата обращения: 22.10.2018)
5. OMG. OMG Unified Modeling Language (OMG UML), Superstructure, Object Management Group, 2016.
6. R. Gotzhein, F. Khendek: Conception avec Micro-Protocoles, Colloque Francophone sur l'Ingenierie des Protocoles (CFIP'2002), Montreal, Canada, May 27–30, 2002
7. ITU-T. Extended Object Definition Language (eODL): Techniques for distributed software component development — Conceptual foundation, notations and technology mappings. ITU-T Recommendation Z.130, International Telecommunication Union — Telecommunication Standardization Sector, 2003
8. ISO. Information processing systems — Open Systems Interconnection — Estelle: A formal description technique based on an extended state transition model. ISO 9074:1989, International Organization for Standardization, 1989.
9. TommasoBolognesi and Ed Brinksma. Introduction to the ISO Specification Language LOTOS. ComputerNetworksand ISDN Systems, 1987. 44
10. Протоколы транспортного уровня UDP, TCP и SCTP: достоинства и недостатки / А. Лейкин // Первая миля. — 2013. — № 5.
11. ITU-T Recommendation Z.100 (11/99): Specification and Description Language (SDL), International Telecommunication Union (ITU), 1999
12. 12., В. Гойхман, А. Савельева. Аналитический обзор протоколов Интернета вещей. // Технологии и средства связи. — 2016. № 4. С. 32–37
13. Гольдштейн, Б. С. Сети связи пост-NGN / Б. С. Гольдштейн, А. Е. Кучерявый. — СПб.: БХВ, 2013.

Построение карты диспаратности по неоткалиброванной паре изображений

Рощупкина Снежанна Николаевна, студент;
 Асташенкова Лада Константиновна, студент;
 Булгакова Виктория Сергеевна, студент;
 Кудринская Ксения Вадимовна, студент
 Санкт-Петербургский государственный университет

Построение карт диспаратности (disparity map, карта смещений) является предварительным этапом в задачах компьютерного зрения, в частности, в автоматической трехмерной реконструкции сцен по набору изображений. Существует множество алгоритмов построения трехмерных моделей, но все они предполагают наличие стереопары изображений и откалиброванных камер. Для калибровки необходимо знать внутренние параметры камер и их взаимное расположение в пространстве.

В таком случае эта задача решается через тривиальные преобразования. В данной статье предложен метод построения карты смещений на основе метода «слабой» калибровки (когда параметры камеры неизвестны) для ректификации изображений, поиска соответствий и нахождения трехмерных координат для неоткалиброванной пары изображений.

Постановка задачи. По двум изображениям одного объекта, снятых с разных ракурсов, требуется построить

карту смещений для последующего восстановления глубины и 3D реконструкции. При этом считается, что параметры камеры являются неизвестными. Для решения данной задачи предлагается следующий алгоритм:

- Определение особых точек и сопоставление изображений;
- Вычисление фундаментальной матрицы;
- Ректификация изображений;
- Построение карты смещений.

Реализация алгоритма. Основой для расчета карты смещений является метод ограничения пространства по-

иска для нахождения соответствующих точек в эпиполярной плоскости между левым и правым изображениями. Эпиполярная плоскость — это плоскость, образованная точкой на сцене и оптическими центрами левой и правой камер. В пересечении эпиполярной плоскости и плоскости изображения формируется эпиполярная линия. Это линия, которая соединяет точки изображения с эпиполю. Эпиполи — это точки, где линия между двумя оптическими центрами пересекает плоскость изображения (см. рис. 1).

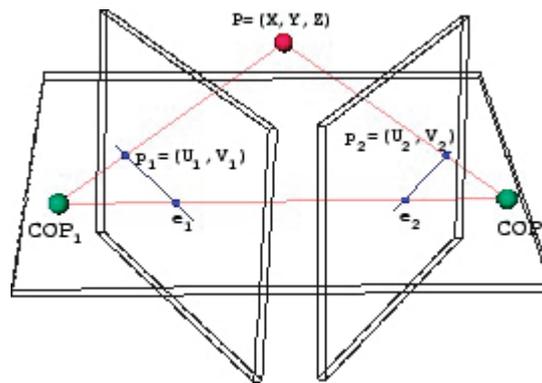


Рис. 1. Эпиполярная геометрия

Известно, что каждой точке на изображении одной камеры соответствует эпиполярная линия на изображении второй камеры и пара для точки обязательно лежит на этой эпиполярной линии. В случае, когда изображения откалиброваны, эпиполярные линии располагаются горизонтально и параллельно друг другу (такие изображения называют ректифицированными). Поэтому поиск парных точек для построения карты смещений осуществляется по одной горизонтали.

Чтобы найти соответствующие точки для построения карты смещений в данной задаче, необходимо каким-то образом ректифицировать изображения. Так как известно, что две камеры смотрят одну и ту же сцену, можно предположить, что две точки $p1$ и $p2$ могут быть изменены матрицей параметров камеры K на две точки $p1$ и $p2$ (преобразование: $p1 = Kp1$ и $p2 = Kp2$). Поскольку уравнения работают для точек $p1$ и $p2$, мы можем утверждать, что $(p1) F p2 = 0$, где F — фундаментальная матрица [1]. Данная матрица имеет размер 3×3 и определяется с точностью до константы, поэтому восемь пар точек соответствия будет достаточно для определения всех коэффициентов матрицы. Далее с помощью ФМ можно определить эпиполярные линии: $l2 = Fp1$ для точки $p1$, и $l1 = Fp2$ для точки $p2$. Этот процесс определения фундаментальной матрицы с использованием набора известных соответствий известен как метод «слабой» калибровки.

Такой метод калибровки требует заранее известный набор соответствующих точек для нахождения фунда-

ментальной матрицы. Для нахождения и сопоставления особых точек на изображениях был выбран алгоритм ORB (Oriented FAST and Rotated BRIEF) [2]. Этот алгоритм является модификацией детектора FAST и дескриптора BRIEF и эффективной альтернативой методам SIFT и SURF, которые являются запатентованными.

Как было сказано ранее, для определения фундаментальной матрицы необходимо как минимум восемь пар точек соответствия. Для вычисления фундаментальной матрицы предлагается использовать алгоритм RANSAC [3], который позволяет выбрасывать «недоверенные» точки, так как они приводят к существенным ошибкам в расчетах.

Для ректификации необходимо установить связь между фундаментальной матрицей и желаемым преобразованием одного изображения в другое. Такая связь существует, поскольку целью преобразования является отображение эпиполярных линий на линии развертки изображений, а фундаментальная матрица характеризует эпиполярные линии. В работе [4] представлены средства определения ректификационных гомографий из фундаментальной матрицы. Результатом работы являются выровненные изображения так, что все эпиполярные линии параллельны сторонам изображения (обычно горизонтальны).

Для построения карты смещений по паре изображений для каждой точки на одном изображении выполняется поиск парной ей точки на другом. По паре таких точек

можно выполнить триангуляцию, то есть определить координаты прообраза уже в трехмерном пространстве. Зная эти координаты, глубина вычисляется как расстояние до плоскости камеры. Поиск парных точек теперь происходит на одной эпиполярной линии. Для каждого пикселя первого изображения с координатами $(u1, v1)$ выполняется поиск пикселя на втором изображении, предполагая, что пиксель на втором изображении имеет координаты $(u1-d, v1)$, где d — это несоответствие/смещение (disparity). Для поиска смещений рассматривался алго-

ритм Semi — Global Matching [5]. Алгоритм состоит из 3х шагов: вычисление попиксельной стоимости, суммирование попиксельных стоимостей и вычисление карт диспаратности. Преимущества этого подхода состоит в том, что он дает очень неплохие результаты с точки зрения качества и результат достигается за приемлемое время.

Результаты. Алгоритм был реализован на языке Python 3.6 с использованием библиотеки OpenCV. Ниже приведены исходная пара изображений (см. рис. 2) и результат работы алгоритма — карта смещений (см. рис. 3).



Рис. 2. Исходная пара изображений

Визуально оценивая получившуюся карту диспаратности, можно сказать, что она подойдет для дальнейшего 3D моделирования.

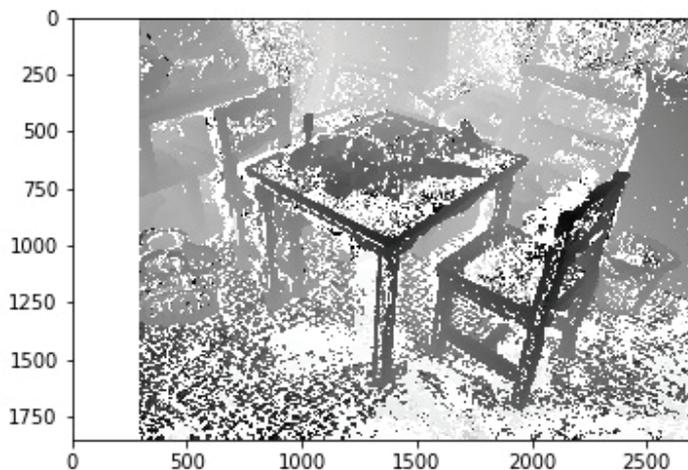


Рис. 3. Карта диспаратности.

Литература:

1. Hartley R. I., Zisserman A. Multiple View Geometry in Computer Vision. Second Edition. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2004. 655 с.
2. Rublee E., Rabaud V., Konolige K., Bradski G. ORB: An efficient alternative to SIFT or SURF // International Conference on Computer Vision. 2011. С. 2564–2571.
3. Fischler M., Bolles R. Random Sample Consensus: A Paradigm for Model Fitting with Applications to Image Analysis and Automated Cartography // Comm. of the ACM. 1981. No 24. С. 381–395.

4. Loop C., Zhang Z. Computing rectifying homographies for stereovision // Computer Vision and Pattern Recognition. 1999. С. 125–131.
5. Hirschmuller H. Accurate and Efficient Stereo Processing by Semi-Global Matching and Mutual Information // Computer Vision and Pattern Recognition. 2005. No 2. С. 807–814.

Использование сверточных нейронных сетей для определения кровного родства по фотографии

Сугоняев Андрей Дмитриевич, студент
Санкт-Петербургский государственный университет

Определение родства по фотографии — довольно молодая область компьютерного зрения, и своим развитием она во многом обязана другим областям, таким как распознавание лица и верификация личности. В статье приводится архитектура сверточной нейронной сети, предназначенной для автоматического определения родства двух людей по их фотографиям, а также описываются техники, которые помогают эффективно обучать данную нейронную сеть.

Ключевые слова: сверточная нейронная сеть, сиамская нейронная сеть, распознавание лиц.

Кровные родственники часто имеют схожие черты лица. Несмотря на это, исследования задачи автоматического определения родства двух людей по фотографии долгое время не давали достаточно надежных результатов для реализации ее решения на практике. Причиной этому служило то, что базы данных изображений для задач распознавания родственных связей были недостаточно велики, а алгоритмы не обладали достаточной обобщающей способностью, чтобы отразить все скрытые факторы, влияющие на соотношение черт лица у разных членов семьи. С появлением и популяризацией сверточных нейронных сетей, которые после победы в соревновании ImageNet в 2012 году [1] показали крайнюю эффективность в задачах классификации изображений и распознавания лиц, это изменилось — сверточные нейронные сети предоставили мощный инструмент для сбора и разметки огромных наборов данных, так и для построения достаточно дискриминативных моделей.

Целью данной работы является построение системы для автоматического определения кровного родства двух людей по их фотографиям.

Алгоритм решения. В качестве основы для данной системы используется архитектура нейронной сети под названием «сиамская сеть» [2]. Такая сеть строится из двух идентичных нейронных сетей, имеющих одинаковые веса (кодировщиков). Сиамская сеть принимает на вход две фотографии и возвращает значение меры близости, выученной в ходе обучения.

Обучающая выборка. В качестве обучающей выборки используется набор данных Families In the Wild [3]. Он содержит фотографии 2316 человек из одной из 470 семей, а также список, указывающий, кто из этих людей состоит в кровном родстве. Этот набор разбивается на обучающее и валидационное (проверочное) множество в соотношении 90%/10%.

Архитектура нейронной сети. Предлагаемая архитектура представлена на рис. 1.

В качестве кодировщика используется сеть FaceNet [4], предобученная на большом наборе лиц VG-GFace2 [5]. Эта сеть применяется к обоим изображениям, чтобы получить их векторное представление. Затем эти векторные представления передаются в полносвязные слои, которые предсказывают вероятность родства.

Обучение. Сеть обучается методом обратного распространения ошибки с использованием оптимизационного алгоритма Adam [6]. Во время обучения сэмпляется одинаковое количество позитивных и негативных примеров. В качестве позитивного примера выбирается случайная пара из списка людей, находящихся в родстве. В качестве негативного примера выбираются два случайных человека, не находящихся в родстве. Затем для каждого из них из множества фотографий, на которых представлен этот человек, выбирается случайная фотография.

В качестве функции потерь используется бинарная кросс-энтропия. График изменения значения функции потерь на обучающем и валидационном множестве представлен на рис. 2, график изменения точности — на рис. 3.

Результаты. Для оценки работы сети использовалась тестовая выборка, которая содержит 5310 пар изображений людей как состоящих, так и не состоящих в кровном родстве. Точность сети оценивалась по площади под ROC-кривой [7]. На тестовой выборке значение этой характеристики составило 0,82.

Заключение. В работе описана архитектура сверточной нейронной сети, предназначенной для решения задачи автоматического определения кровного родства двух

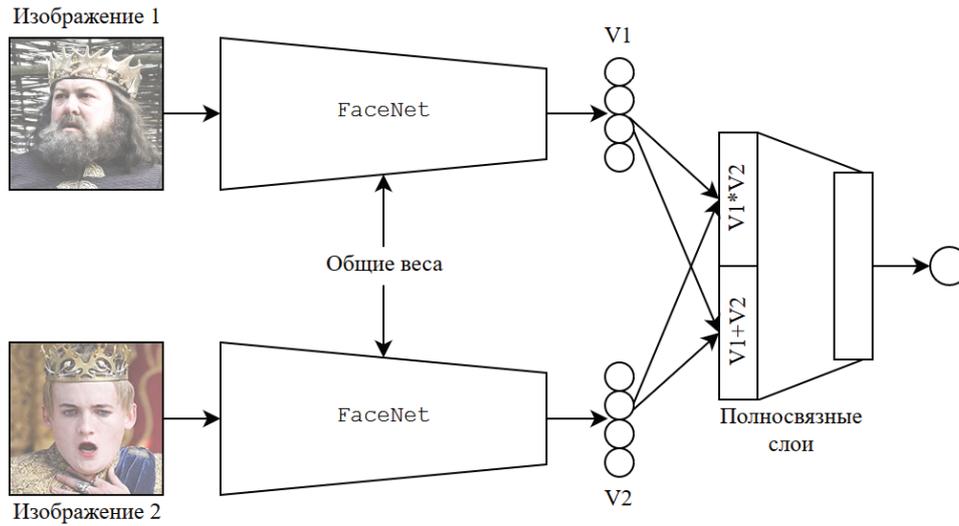


Рис. 1. Архитектура нейронной сети

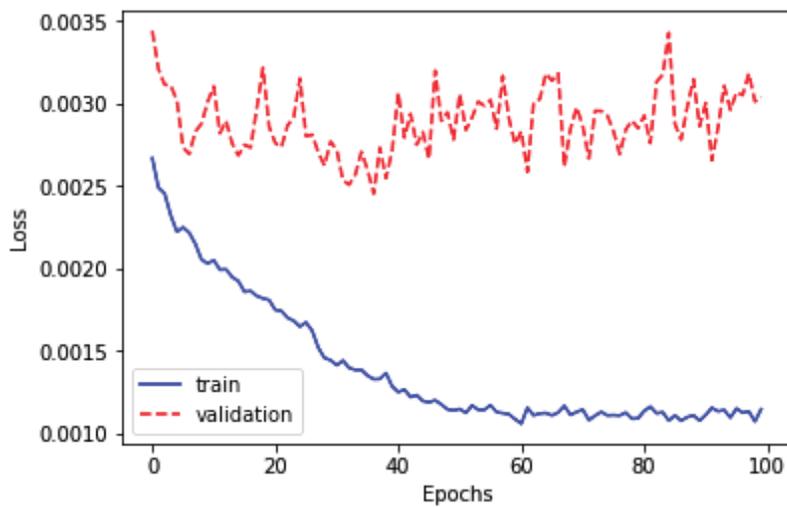


Рис. 2. График зависимости ошибки от количества эпох обучения

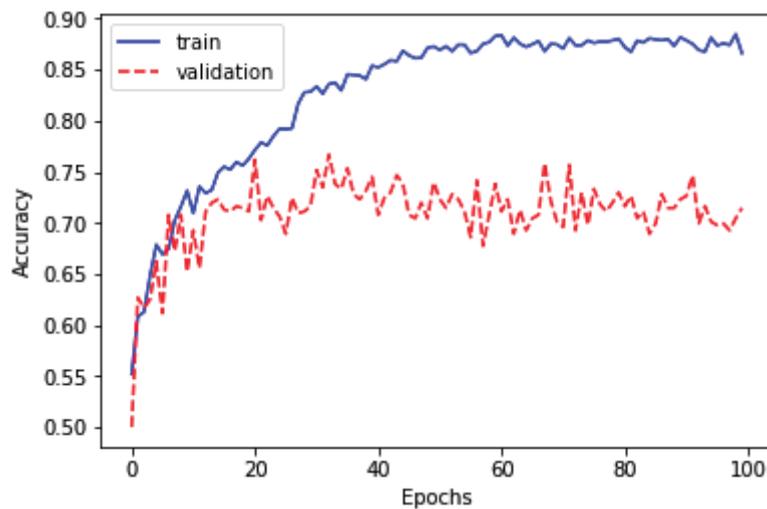


Рис. 3. График зависимости точности от количества эпох обучения

людей по их фотографиям. Представлены техники, которые позволяют эффективно обучать данную сеть. Полу-

ченные результаты показывают работоспособность и эффективность данной нейронной сети.

Литература:

1. Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G. E. ImageNet classification with deep convolutional neural networks // Communications of the ACM. 2017. Vol. 60(6). P. 84–90.
2. Chopra S., Hadsell R., LeCun Y. Learning a similarity metric discriminatively, with application to face verification // IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2005. Vol. 1. P. 539–546.
3. Robinson J. P., et al. Visual kinship recognition of families in the wild // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 2018. Vol. 40(11). P. 2624–2637.
4. Schroff F., Kalenichenko D., Philbin J. FaceNet: A unified embedding for face recognition and clustering // IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2015. P. 815–823
5. Cao Q., et al. VGGFace2: A dataset for recognising faces across pose and age // IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition. 2018. P. 67–74.
6. Diederik K., Ba J. Adam: a method for stochastic optimization // International Conference on Learning Representations (ICLR). 2015.
7. Fawcett T. An introduction to ROC analysis // Pattern Recognition Letters. 2006. Vol. 27. P. 861–874.

Создание открытой сетевой информационной системы дистанционного обучения

Трунова Людмила Владимировна, преподаватель;

Кружков Константин Игоревич, студент

Котовский промышленно-экономический техникум (Волгоградская обл.)

Данная статья содержит основные этапы исследовательской работы в области создание открытой сетевой информационной системы дистанционного обучения.

Дистанционное обучение — это образовательная технология, способ передачи знаний обучаемым, который может быть применен для любой формы образования (очной, очно-заочной (вечерней), заочной и экстерната). Дистанционное обучение не является новой технологией обучения. Дистанционное обучение существует десятки лет. При этом основным способом доставки знаний учащимся была обычная почта.

Современные информационные технологии активно внедряются в учебно-образовательный процесс. Учебные заведения оснащаются разнообразным сетевым оборудованием и компьютерной техникой, позволяющих их интегрироваться во всемирную сеть Интернет. Все это изменило дистанционное обучение и сделало его действительно эффективным в современном мире. Дистанционное обучение занимает всё большую роль в модернизации образования. Согласно приказу 137 Министерства образования и науки РФ от 06.05.2005 «Об использовании дистанционных образовательных технологий», итоговый контроль при обучении с помощью ДОТ (дистанционных образовательных технологий) можно проводить как очно, так и дистанционно.

Актуальность темы определяется тем, дистанционная форма обучения дает сегодня возможность создания систем массового непрерывного самообучения, всеобщего обмена информацией, независимо от временных и пространственных поясов. Помимо этого, системы дистанционного образования дают равные возможности всем людям вне зависимости от социального положения и состояния здоровья.

Существует большое разнообразие целей внедрения в образовательный процесс систем ДО, основными из которых являются:

- привлечение новых студентов посредством внедрения новой формы обучения;
- предоставление школьникам, студентам, гражданским и военным специалистам, безработным, самым широким кругам населения равных образовательных возможностей в любых районах страны и за ее рубежами;
- улучшение качества образовательных услуг путем предоставления новых, более удобных путей доступа к учебным материалам;
- повышение качества обучения за счет применения современных средств, объёмных электронных библиотек и т.д.;
- повышение качественного уровня образования за счет более активного использования научного и образовательного потенциала ведущих университетов, академий, институтов, лидирующих отраслевых центров подготовки и переподготовки кадров, институтов повышения квалификации, других образовательных учреждений;

- возможность получения как базового, так и дополнительного образования параллельно с основной деятельностью;
- интеграция с очной и заочной формами обучения, совершенствуя и развивая их;
- создание условий для непрерывного образования;
- предоставление обучающимся возможности освоения образовательных программ, непосредственно по месту жительства обучающегося или его временного пребывания, а также возможности самостоятельно может планировать время, место и продолжительность занятий;
- снижение затрат на проведение обучения (не требуется затрат на аренду помещений, поездок к месту учёбы, как учащихся, так и преподавателей и т.п.);
- создание единой образовательной среды (особенно актуально для корпоративного обучения);
- расширение образовательной среды в России на наиболее полное удовлетворение потребностей и прав человека в области образования;
- обеспечение принципиально нового уровня доступности образования при сохранении его качества.

На основании вышеизложенного в исследовательской работе разработаны критерии выбора платформы для организации СДО. К ним относятся такие как:

- Функциональность. Подразумевает наличие у платформы необходимых опций, в числе которых чаты, форумы, управление курсами, анализ активности обучаемых и т.п.
- Стабильность, т.е. степень устойчивости работы при различных режимах работы и нагрузке в зависимости от степени активности пользователей.
- Удобство использования. Один из важнейших параметров, влияющий на качество учебного процесса.
- Удобство и простота администрирования и обновления контента.
- Стоимость. Складывается из стоимости покупки платформы и дальнейшего сопровождения.
- Масштабируемость. Система должна быть гибкой и способной расширяться как в связи с приростом количества обучаемых, так и путем добавления новых программ и курсов.
- Мультимедийность. Системы должны предоставлять возможность использования в качестве инструментов обучения не только текстовые и графические файлы, а также видео, аудио, 3D-графику и т.п.
- Качество техподдержки.

Ввиду разнообразия программного обеспечения и Интернет-сервисов для создания СДО, необходимо проанализировать имеющиеся на рынке СДО. Результаты анализа сведены в таблицу 1.

Для проектирования системы ДО был выбран сервис iSpring Online

Организация образовательного пространства специальности 09.02.02 Компьютерные сети по средствам системы ДО

На подготовительном этапе выполнялся сбор материалов специальности 09.02.02 Компьютерные сети для размещения на Интернет-сервисе.

Этап 1. Определение основных целей создания СДО.

Целью создания СДО является формирование образовательного пространства для взаимодействия преподавателей со студентами специальности 09.02.02 Компьютерные сети.

Задачи СДО:

1. Обеспечить открытость обучающего пространства для обучающихся.
2. Обеспечить возможность обучения в привычной комфортной обстановке, не выходя из дома или офиса с установкой индивидуальных сроков обучения с учетом личных особенностей каждого студента.
3. Развить способности к самоорганизации и самостоятельности, необходимой для обучения, при этом есть возможность связаться с преподавателем и получить необходимую консультацию.
4. Экономить денежные средства для обучающихся, поскольку дистанционное образование стоит дешевле, чем очное в учебном заведении.

Этап 2. Создание технического задания.

Платформа СДО должен удовлетворять следующим требованиям:

- Мощный инструмент разработки учебных материалов и облачной СДО. не требующей специальной подготовки, с интерфейсом, который выглядит современно и интуитивно понятен.
- Мобильное обучение. Учебный курс можно запустить с любого устройства: ноутбука, планшета и телефона. Специальное мобильное приложение обеспечивает доступ к учебным материалам даже без подключения к интернету, например, в самолете или поезде.
- Вебинары. Живые онлайн-трансляции позволяют одновременно обучать студентов из разных городов. Записи всех вебинаров сохраняются, и их можно посмотреть в любое время.
- Безлимитное облачное хранилище. В СДО можно загрузить любое количество курсов, видео.

– Детальная статистика. Система собирает детальную статистику и помогает вам отслеживать, кто действительно учится, а кто нет. С ее помощью удобно контролировать уровень подготовки в каждом подразделении и оценивать успеваемость сотрудников.

– Контроль качества курсов. Отчеты по учебным материалам покажут, какие темы в курсе слишком легкие для пользователей, а какие вызывают серьезные трудности.

Структура портала СДО должен иметь следующие элементы:

1. Административный элемент. Стартовая страница системы до регистрации, носит презентационный характер: представляет систему дистанционного обучения посетителю, информирует о возможности зарегистрироваться для полноценного доступа к ресурсам системы, открывает список курсов, выполненных проектов и т.д.

2. Элемент «Деканат» выступает как представитель деканата в традиционном обучении с соответствующим набором задач: объединение студентов в учебные группы, подгруппы; проведение контроля успеваемости, ведение автоматизированного журнала посещений, составление расписания.

3. Информационно-знаниевая подсистема позволяет разрабатывать и поддерживать различные виды курсов (по структуре, формату, срокам). Данная подсистема позволяет создавать учебно-методические курсы преподавания различных дисциплин учебного плана, разрабатываемые преподавателями.

4. Элемент «Лабораторные практикумы» содержит три основных компонента:

– коллекцию фото- и видеоматериалов лабораторных практикумов (различного формата — фото, видео, флэш). Материалы могут быть встроены в систему либо представлены в формате ссылок на ресурсы Сети. Соответствующее видео может оцениваться и комментироваться.

– комплект имитационных лабораторных работ;

– список лабораторных работ, который можно провести в кооперации с партнерами из других учебных заведений и научных организаций.

По результатам исследования делаем следующие выводы:

1. Ключевой функцией преподавателя дистанционного курса является обеспечение конструктивных обсуждений материала.

2. Активное вовлечение участников в критический анализ происходящего является залогом формирования учебного сообщества курса. Основным средством достижения этого являются дискуссионные форумы.

Этап 3. Заполнение СДО материалами и проверка возможностей контроля выполнения.

Шаг 1. Реализация административного элемента. Для входа на сервер в адресную строку указываем ссылку www.ispring.ru. В соответствии с рисунком 1.

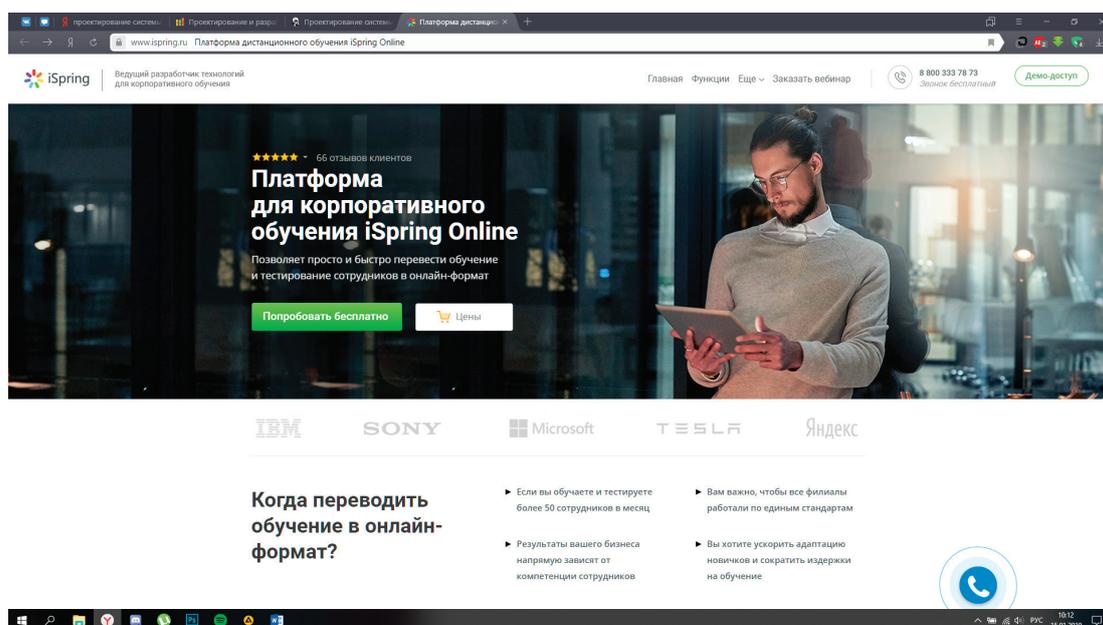


Рис. 1. Главная страница сервиса iSpring Online

Шаг 2. Регистрация. Для регистрации заполняем следующее поле Email, фамилия, логин, пароль, в соответствии с рисунками 2, 3, 4.

Шаг 3. Указываем основную информацию о компании в соответствии с рисунком 3.

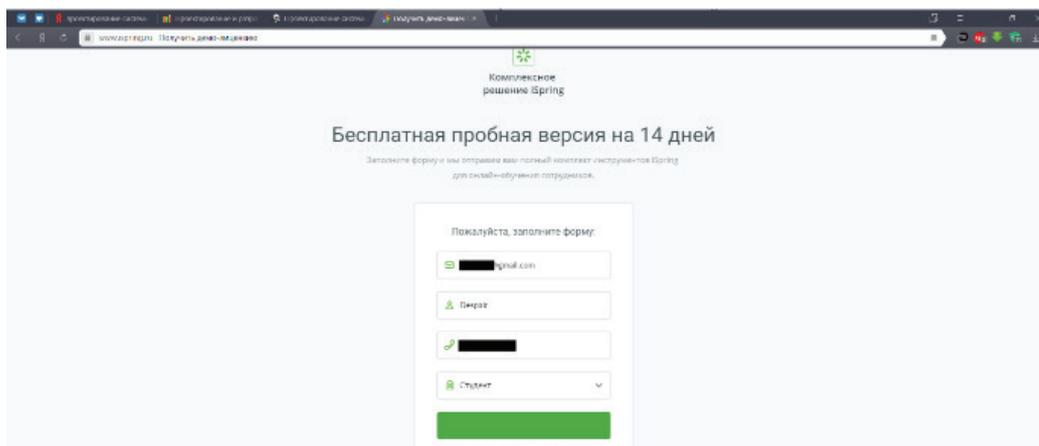


Рис. 2. Регистрация в сервисе iSpring Online

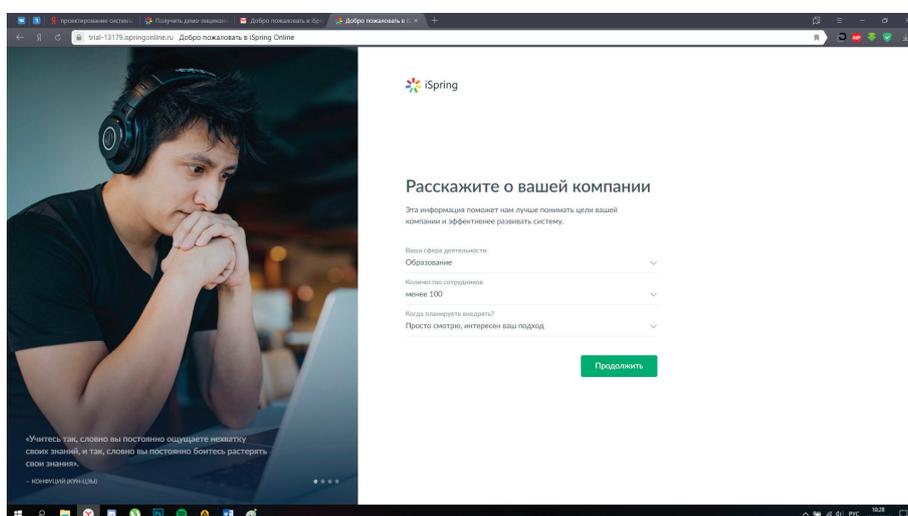


Рис. 3. Указание информации о компании

Шаг 4. Реализация деканата в соответствии с рисунком 5.

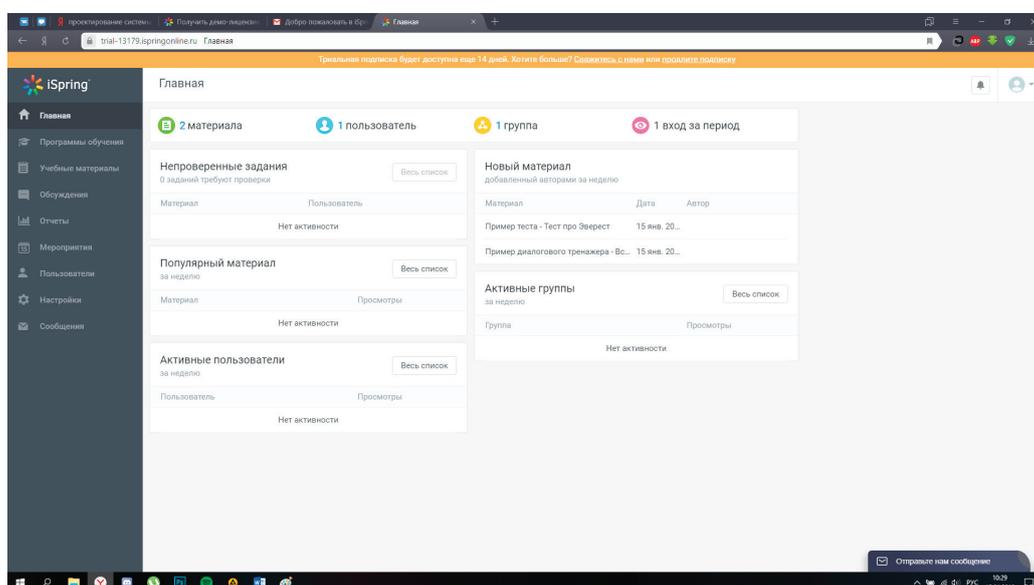


Рис. 5. Личный кабинет сервиса iSpring Online

Шаг 5. Реализация информационно-знаниевой системы. Создаем задание для учеников. Рисунок 6.

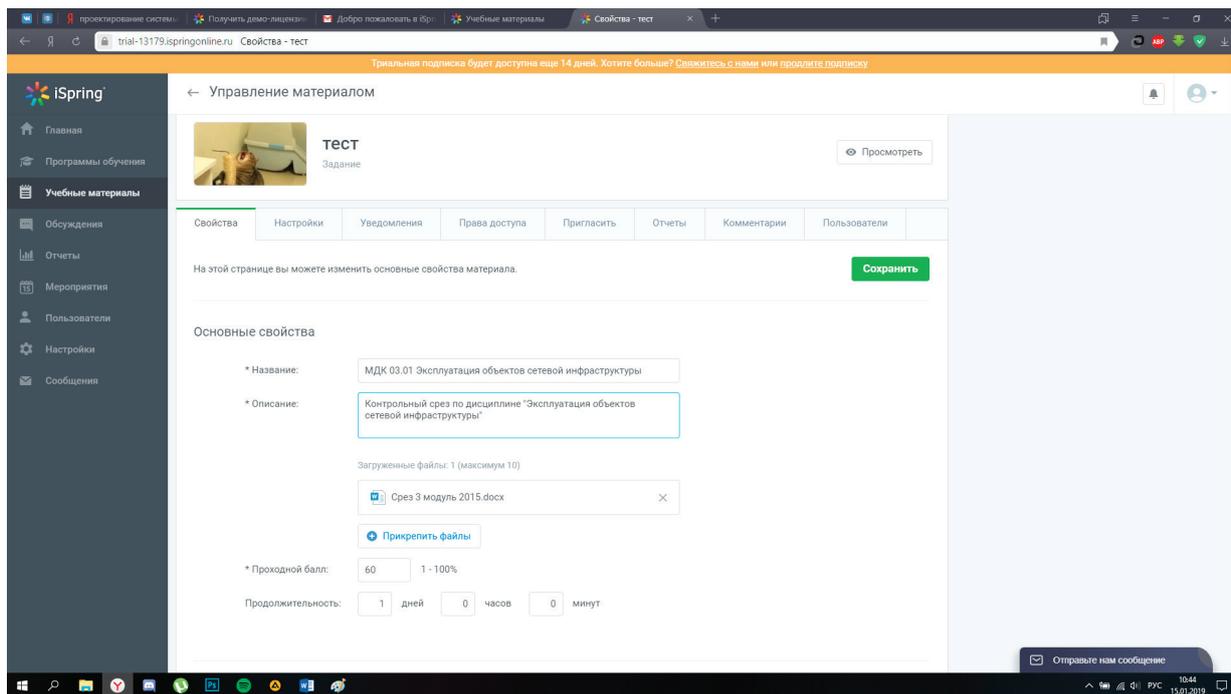


Рис. 6. Создание задания для учеников

Шаг 6. Проверяем доступность решения заданий учениками. Рисунки 7, 8.

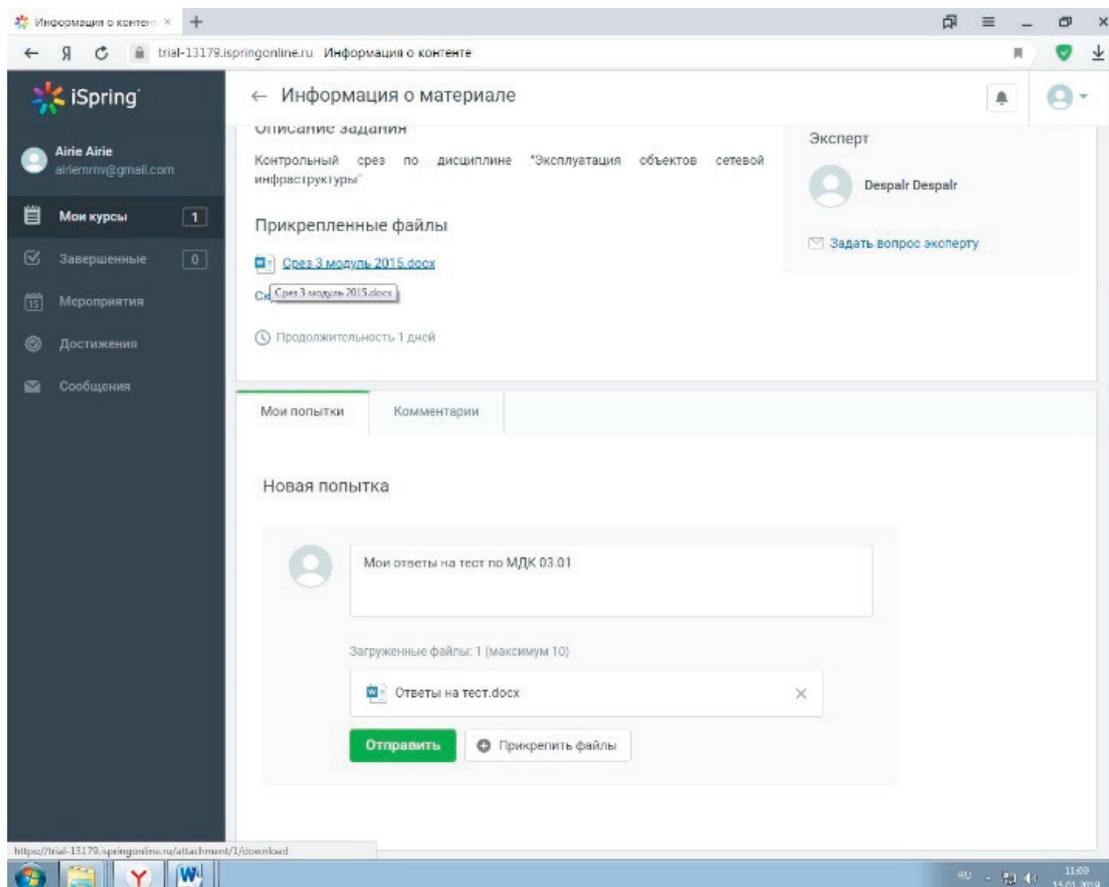


Рис. 7. Окно отправки результатов на тест

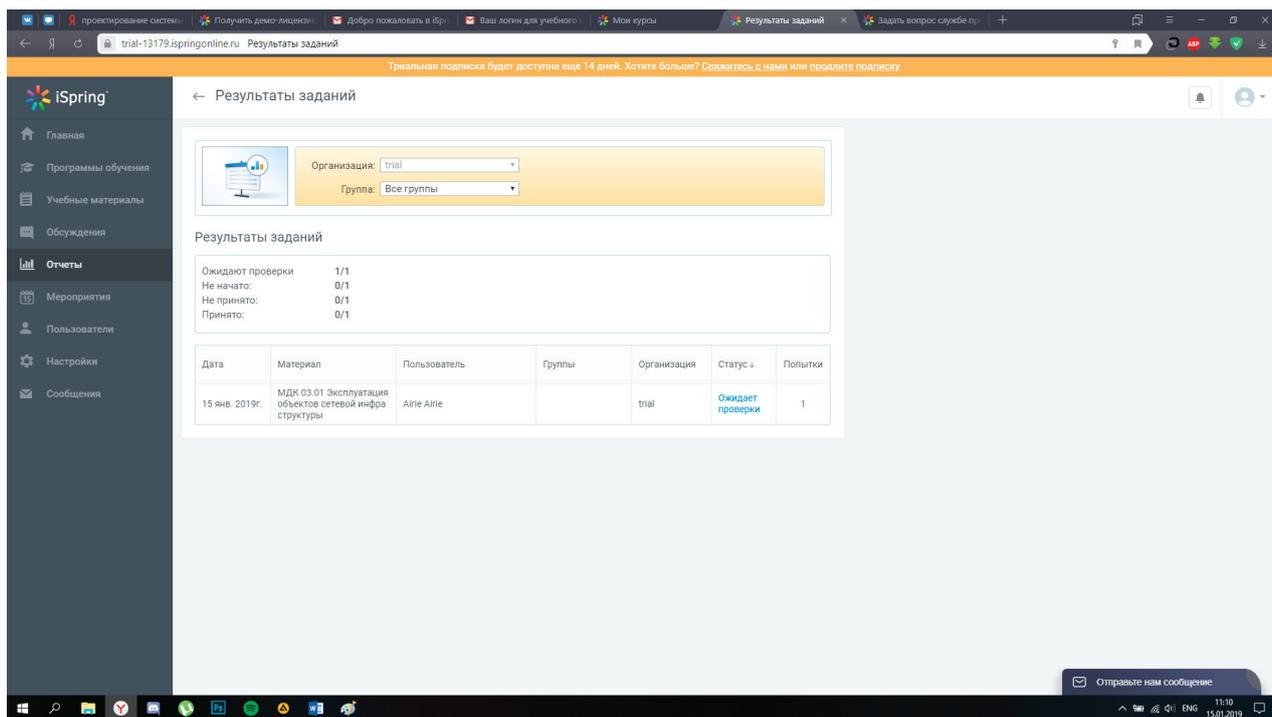


Рис. 8. Список пользователей, выполнивших работу

Шаг 7. Проверяем возможность проверки преподавателем работ учеников. Рисунок 9.

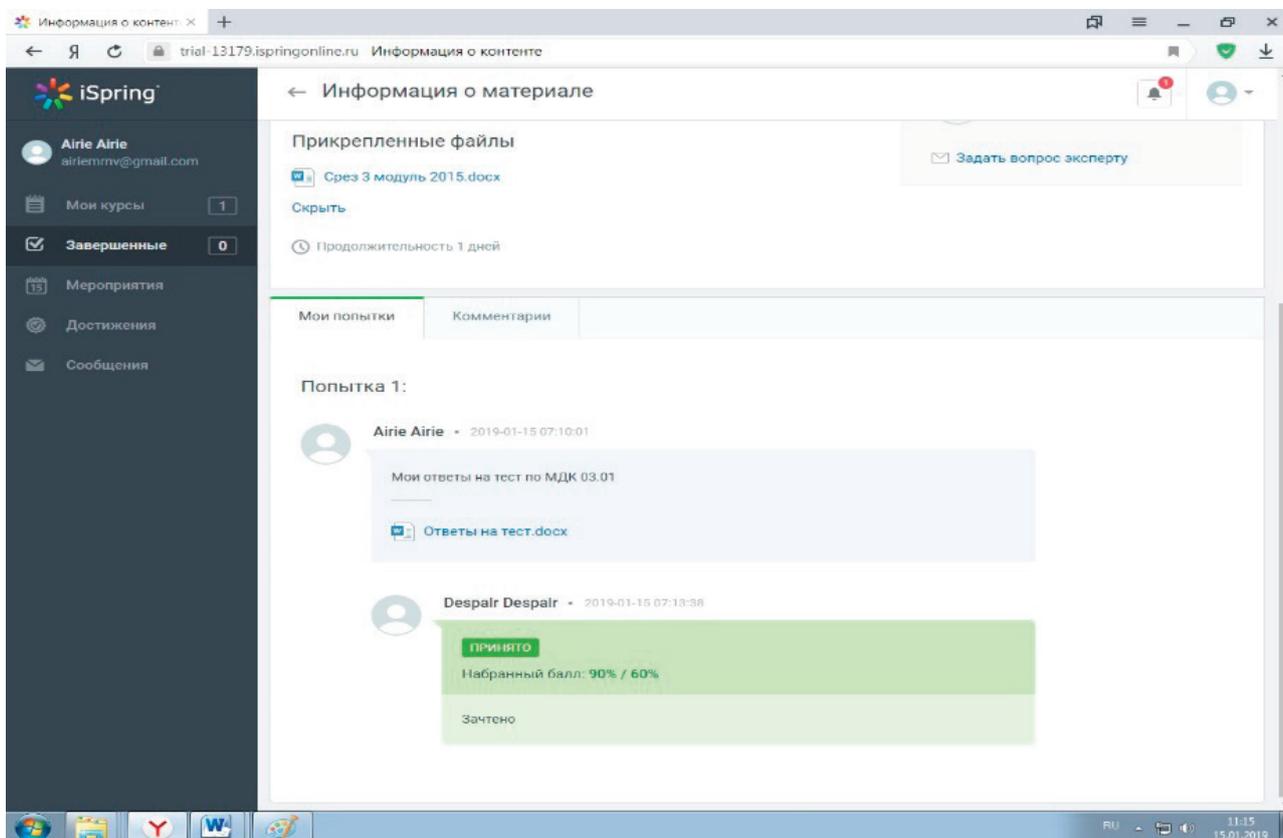


Рис. 9. Окно проверки работ преподавателем

Шаг 8. Реализация «Лабораторных практикумов» Проверяем возможность загрузки лекций на портал. Рисунок 10.

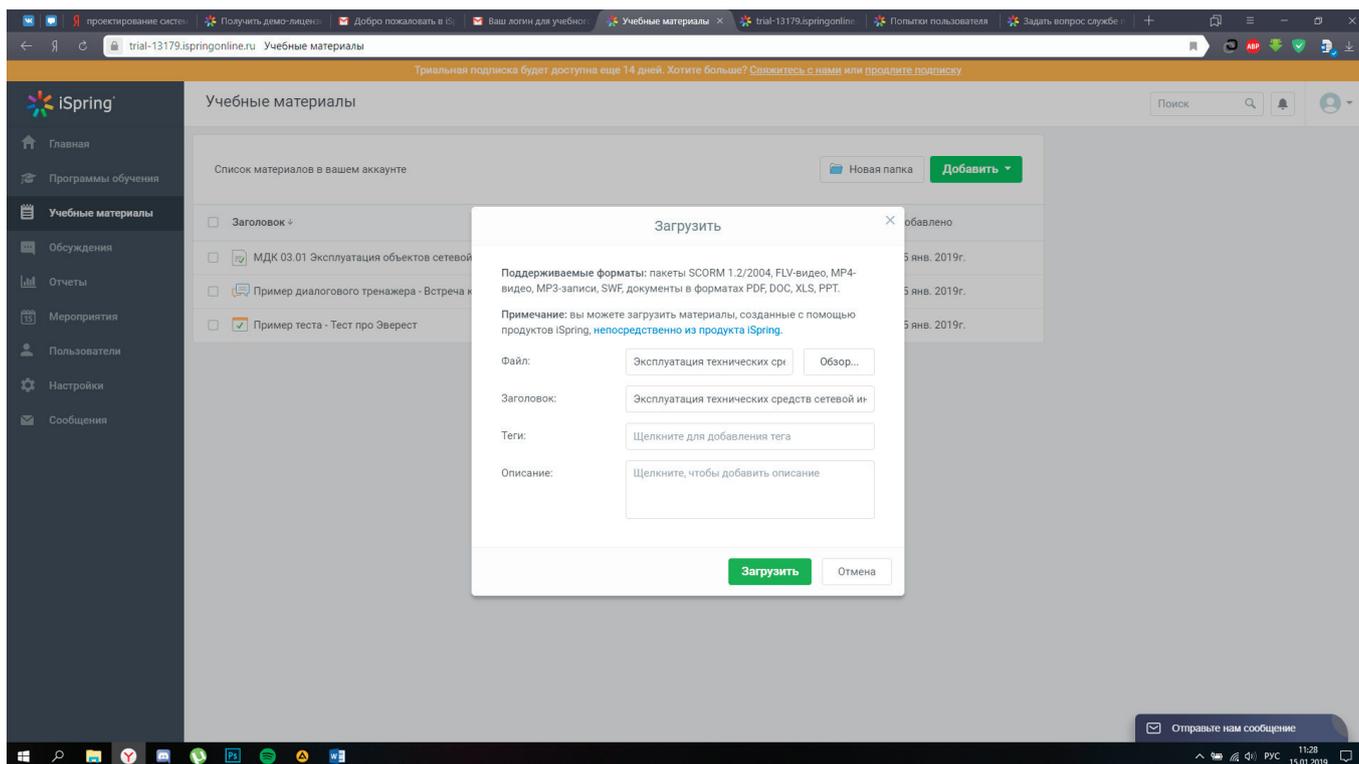


Рис. 10. Добавление лекций на учебный портал

Шаг 9. Проверяем возможность создания отчетов. Рисунок 5.11

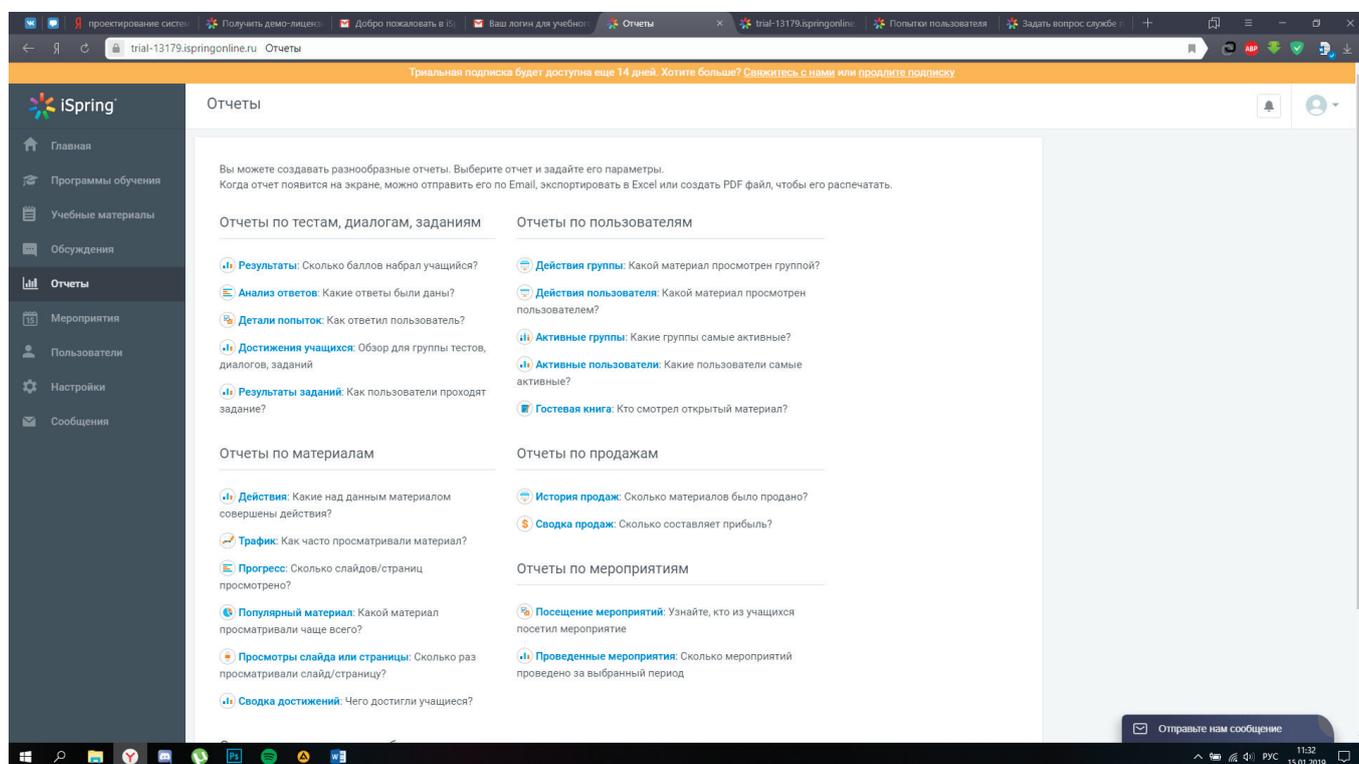


Рис. 11. Создание отчетов

Этап 4. Организация вебинаров

Шаг 1. Создание вебинара. Во вкладке вебинар нажимаем кнопку добавить вебинар, в соответствии с рисунком 12

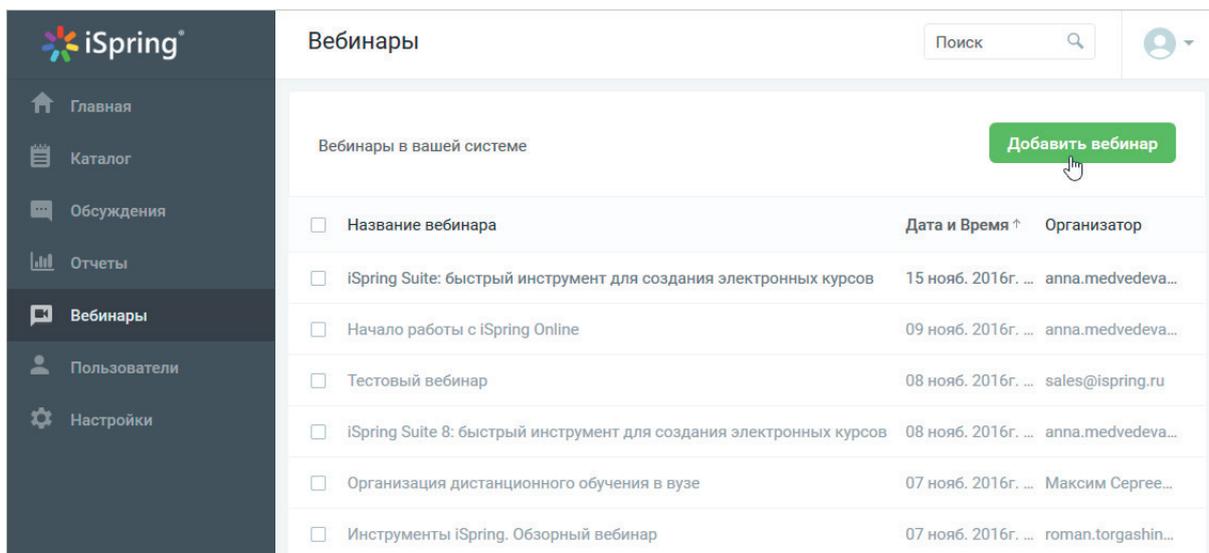


Рис. 12. Создание вебинара

Шаг 2. Ввод настроек и применение их к вебинару. Заполняем основные поля: Название вебинара; Дата и время; Часовой пояс; и т.д., в соответствии с рисунком 13.

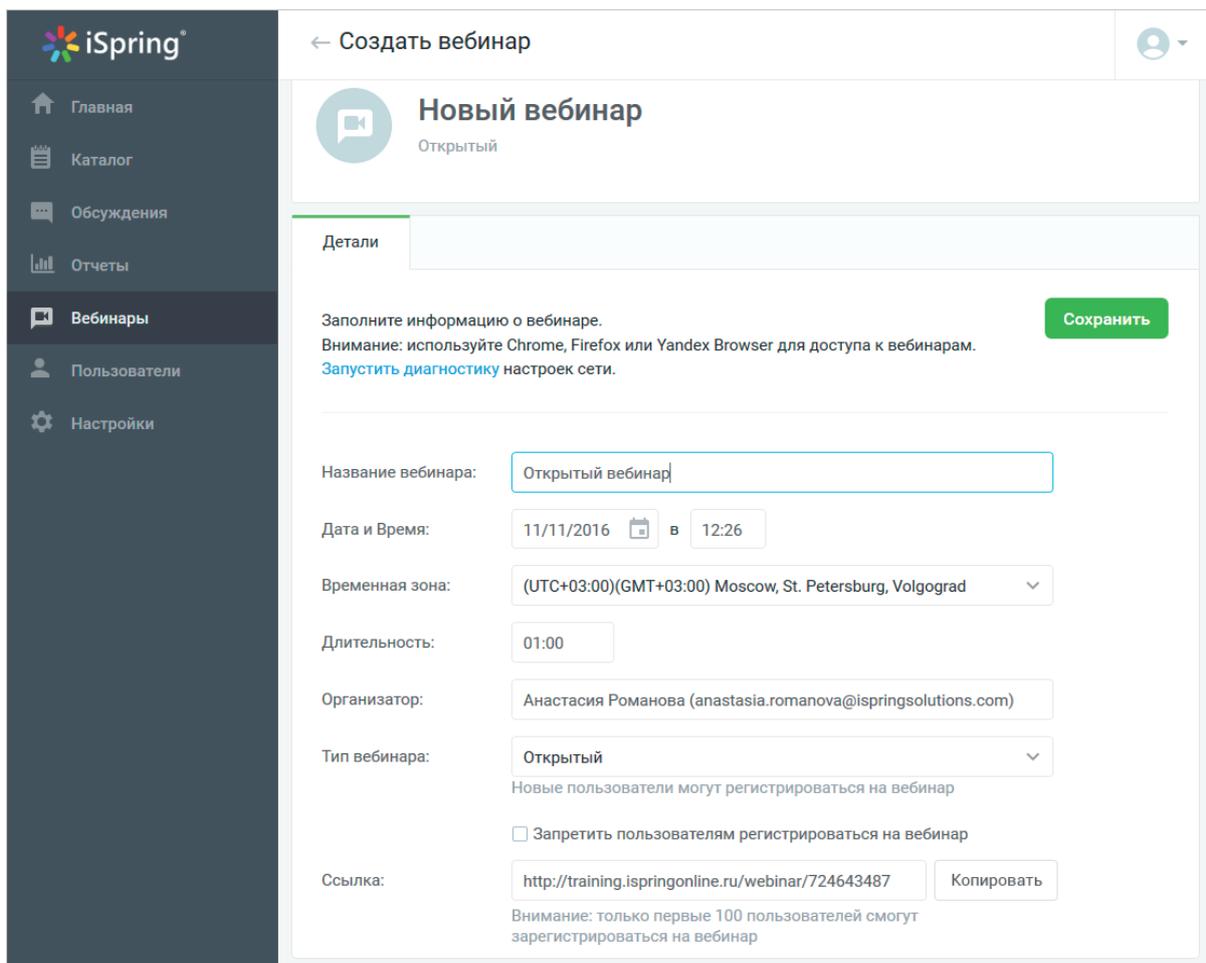


Рис. 13. Ввод и применение настроек вебинара

Шаг 3. Приглашение пользователей на вебинар, в соответствии с рисунком 14.

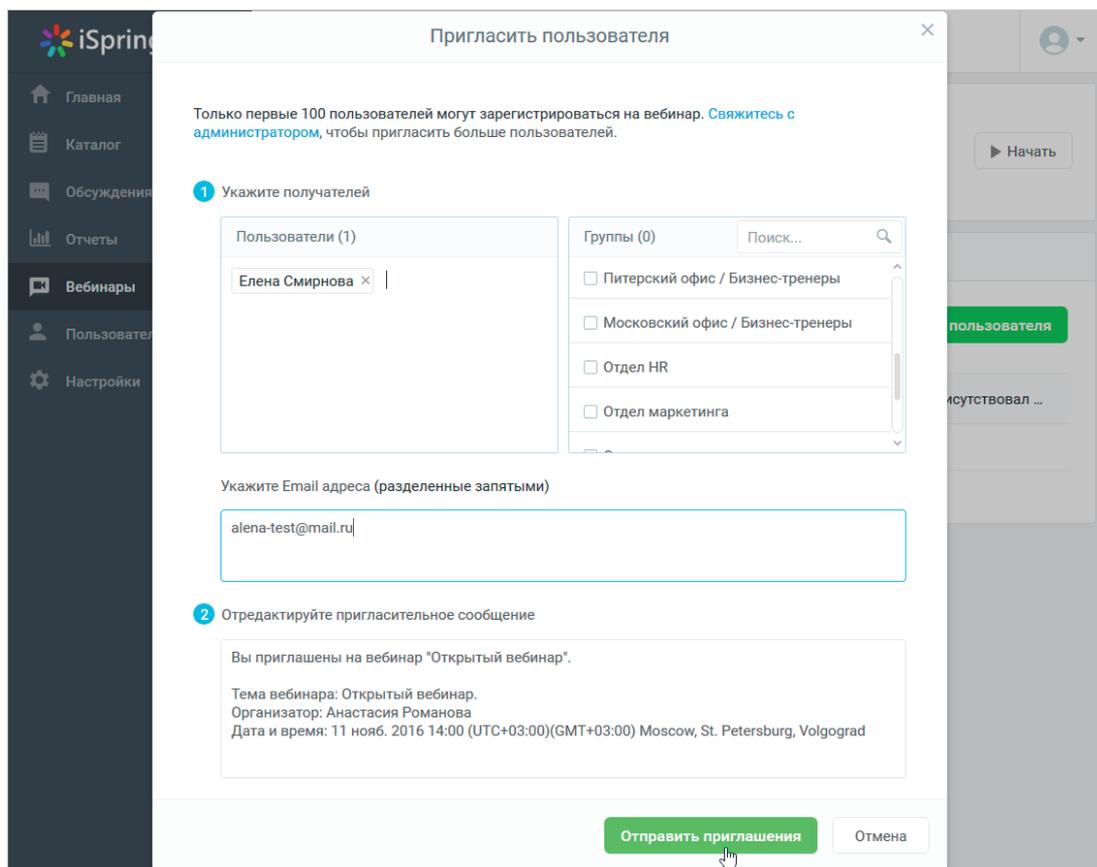


Рис. 14. Приглашение пользователей на вебинар

Шаг 4. Регистрация пользователем участия в вебинаре, в соответствии с рисунком 15.

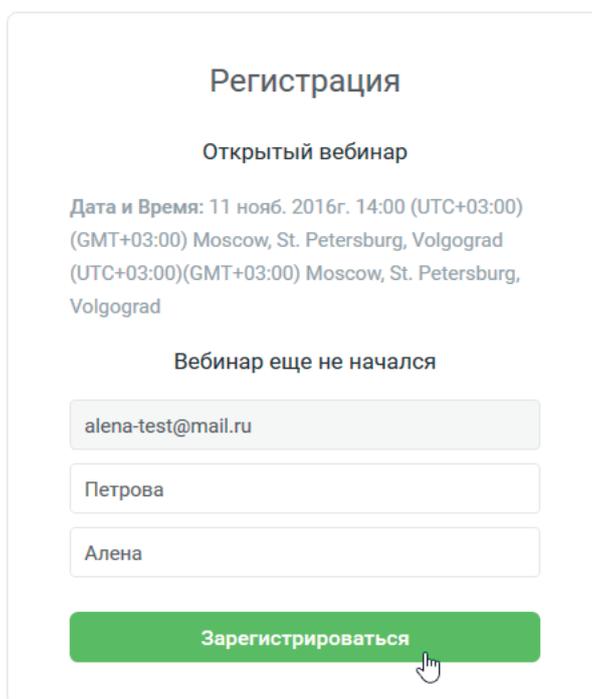


Рис. 15. Регистрация пользователем участия в вебинаре

Шаг 5. Просмотр страницы работы вебинара. Демонстрация страницы вебинара рисунок 16.

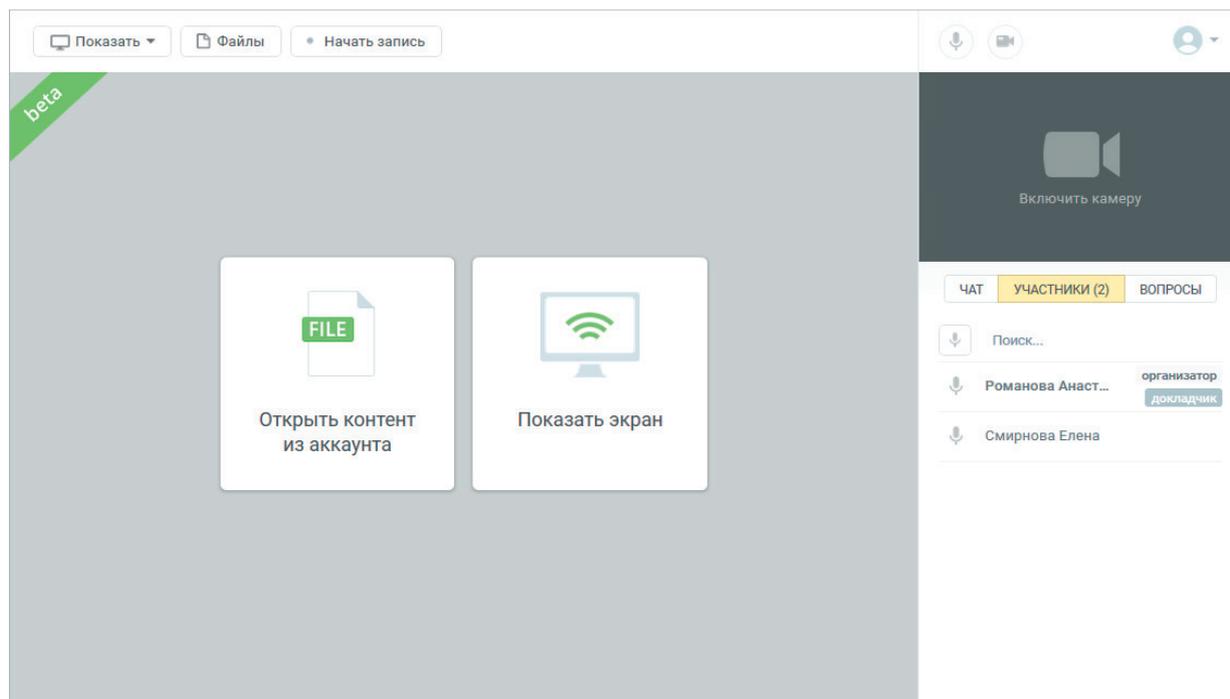


Рис. 17. Просмотр станции работы вебинара

Организация открытой сетевой информационной системы по формированию образовательного пространства для взаимодействия преподавателя со студентами специальности 09.02.02 Компьютерные сети по средствам системы ДО закончена и готова к использованию.

Заключение

Проведенная работа позволяет сделать вывод: современное профессиональное образование нуждается в принципиально новых технологиях, отвечающих реалиям времени. Актуальность этой темы доказательно обоснована. Информационные системы дистанционного образования могут быть инструментом педагогического взаимодействия как коллективов преподавателей, так и отдельных преподавателей, и студентов. Создание СДО открывает для педагогической деятельности новую среду и новые возможности. СДО становится рабочим инструментом преподавателя и постепенно начинает использоваться в учебной деятельности для организации взаимодействия педагогов, студентов.

Литература:

1. Сухомлин, В.А. (ред.) Современные технологии и ИТ образование. М.: МАКС Пресс, 2006. 496 с.
2. Сухомлин, В. А. Создание Виртуального национального университета ИТ-образования. М.: МАКС Пресс, 2007 г. 60 с.
3. Трайнев, В. А. Дистанционное обучение и его развитие. Обобщение методологии и практики использования. — М.: Дашков и К, 2007. — 294 с.
4. Филиппов, С.А., Гусева, А.И. Инструментальные среды разработки обучающих модулей многократного применения. // Научная сессия МИФИ-2005 Т. 2 Технологии разработки программных систем. Информационные технологии. М.: МИФИ, 2005. С. 143–144.
5. Хуторской, А. Дистанционное обучение и его технологии // Компьютерра. 2002. № 36. С. 26–30.
6. Шахмаев, Н. М. Технические средства дистанционного обучения. М. — «Знание», 2000. — 276 с.
7. LMS Moodle [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://moodle.org>
8. Atutor [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://atutor.github.io>
9. FormaLMS [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://libreportal.net/education-cai-edadministration-cms/forma.html>
10. iSpring Online [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.ispring.ru/ispring-online>
11. Ё-СТАДИ [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://your-study.ru>
12. Sakai [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://sakaiproject.org>

Использование нейросетевых технологий в задаче автоматического распознавания эмоций

Целикова Светлана Олеговна, студент;
Горожанкин Ярослав Павлович, студент;
Иванов Алексей Олегович, студент;
Миронов Андрей Александрович, студент;
Ахремчик Ян Валерьевич, студент
Санкт-Петербургский государственный университет

В статье представлены основные этапы разработки системы автоматического распознавания лицевых эмоций на основе нейронных сетей. Описываемая система способна распознать шесть базовых типов эмоций (удивление, страх, отвращение, злость, радость, грусть) на статическом изображении.

Ключевые слова: распознавание эмоций, нейронные сети.

Задача автоматического распознавания лицевых эмоций является актуальной в наши дни, имеет большое количество применений в различных сферах человеческой деятельности и привлекает внимание исследователей со всего мира. Так, распознавание эмоциональных реакций может использоваться в маркетинге, для повышения общественной безопасности, для улучшения степени эффективности взаимодействия человека и компьютера. Ежегодно в рамках международной конференции АСМ проводится соревнование «Emotions recognition in the wild», в рамках которого участникам необходимо разрабатывать решения задач связанных с автоматическим распознаванием эмоций.

Обзор существующих подходов

Алгоритм работы большинства методов, используемых в рамках решения задачи распознавания лицевых эмоций, состоит из следующих этапов: сбор и предобработка данных, извлечение и выбор признаков, классификация и принятие решения.

При использовании некоторых современных методов машинного обучения, таких как глубокое обучение, на вход алгоритму подается само изображение, а не набор признаков: выбор признаков и дальнейшее определение преобладающей на снимке эмоции происходит непосредственно внутри нейронной сети. В других подходах извлечение признаков и последующая классификация являются отдельными, не связанными между собой задачами, каждая из которых может быть решена одним из возможных способов. Так, для извлечения признаков в подобных подходах могут использоваться такие методы как: Active Shape Model, Local Binary Pattern, вейвлеты Габора. Решение задачи классификации же может быть осуществлено с помощью метода опорных векторов, случайного леса и других.

В рассматриваемой системе решение задачи автоматического распознавания эмоций осуществляется сверточной нейронной сетью.

Обучающая выборка

При обучении нейронной сети применялись снимки из следующих датасетов: Fer2013 [1], CK+ [2], JAFFE [3].

Перед передачей данных нейронной сети для обучения, необходимо осуществить их предобработку. На первом этапе на снимках обучающей выборки с помощью метода Виолы-Джонса осуществляется детектирование лиц: изображения, на которых не найдено лицо, удаляются из набора данных, а оставшиеся обрезаются по области лица. Кроме того, из выборки удаляются искаженные и размытые изображения, а также снимки, на которых часть лица закрыта очками или руками. На следующем этапе выполняется масштабирование изображений и приведение их к единому размеру 64x64. Такой размер с одной стороны — не искажает изображения, а с другой — позволяет сети достаточно быстро обучаться. На последнем этапе ко всем снимкам применяется метод глобальной нормализации контраста, который преобразует изображение таким образом, чтобы значение контраста на нем было постоянным.

Нейронная сеть

Для решения задачи автоматического распознавания эмоций в рассматриваемой системе используется сверточная нейронная сеть. Это особая архитектура нейронных сетей, основным предназначением которой является эффективное распознавание образов.

В процессе разработки системы была выбрана следующая архитектура сети: нейронная сеть состоит из 6 сверточных слоев. После второго, четвертого и шестого сверточных слоев находятся слои пулинга с фильтром размера 2x2, обеспечивающие уплотнение карт признаков. Перед полносвязным расположен слой выравнивания, являющийся соединительным узлом между слоями. Для борьбы с переобучением при обучении нейронной сети применялись следующие методы: Dropout [4], L2-регуляризация. Кроме того, для ускорения обучения применялся метод батч-нормализации [5].

Последний слой имеет функцию активации softmax:

$$\sigma(z)_i = \frac{e^{z_i}}{\sum_{k=1}^K e^{z_k}}, \text{ где}$$

Z — исходный вектор,

K — размерность исходного вектора.

Благодаря данной функции сеть возвращает распределение вероятностей по классам.

В качестве функции потерь использовалась перекрестная энтропия: $-\sum_{i=1}^n (x_i \log(y_i))$. Функция опреде-

ляет расстояние между распределениями вероятности на выходе нейронной сети и фактическим распределением меток.

Точность работы нейронной сети на тестовом наборе данных составила 82%. Наилучшие результаты сеть демонстрирует при распознавании таких классов эмоций, как радость, удивление и злость: 98, 93, 85 процентов соответственно. Несколько хуже результаты при распознавании снимков с метками грусть, отвращение, страх: 77, 71, 65 процентов соответственно.

Литература:

1. База фотографий fer2013 [Электронный ресурс]: URL: <https://www.kaggle.com/c/challenges-in-representation-learning-facial-expression-recognition-challenge/data> (дата обращения 27.01.2019).
2. Lucey, P., Cohn, J. F., Kanade, T., Saragih, J., Ambadar, Z., & Matthews, I. The Extended Cohn-Kanade Dataset (CK+): A complete expression dataset for action unit and emotion-specified expression. Proceedings of the Third International Workshop on CVPR for Human Communicative Behavior Analysis (CVPR4HB2010), San Francisco, USA, 2010, P. 94–101
3. M. J. Lyons, S. Akemastu, M. Kamachi, J. Gyoba. Coding Facial Expressions with Gabor Wavelets, 3rd IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, 1998, P. 200–205
4. N. Srivastava, G. Hinton, A. Krizhevsky, I. Sutskever and R. Salakhutdinov. Dropout: A Simple Way to Prevent Neural Networks from Overfitting. Journal of Machine Learning Research, 2014.
5. S. Ioffe, C. Szegedy. Batch Normalization: Accelerating Deep Network Training by Reducing Internal Covariate Shift. In International Conference on Machine Learning, pages, 2015.P. 448–456

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Современные средства компенсации реактивной мощности

Борисовский Андрей Петрович, кандидат технических наук, доцент;

Литвинов Владислав Владимирович, студент магистратуры

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина

В настоящее время экономия энергетических ресурсов является одной из важнейших задач.

Элементы системы электроснабжения и электроприемники переменного тока, обладающие индуктивностью, потребляют наряду с активной и реактивной мощностью, необходимую для создания электромагнитного поля. [1]

К таким элементам можно отнести электродвигатели, трансформаторы, преобразователи напряжения, линии электропередач, лампы накаливания и т.д.

Передача реактивной мощности негативно сказывается на работе энергосистемы в целом. В частности, это влияет на пропускную способность линий электропередач, трансформаторов и т.д.

Таким образом, реактивная мощность — часть полной мощности, затрачиваемая на электромагнитные процессы в нагрузке, имеющей емкостную и индуктивную составляющие. Не выполняет полезной работы, вызывает дополнительный нагрев проводников и требует применения источника энергии повышенной мощности. [2]

Из-за реактивной мощности появляются дополнительные потери активной мощности и напряжения, что напрямую ведет к увеличению денежных затрат. Следовательно, на этапе проектирования необходимо учесть наличие реактивной мощности и предпринять всевозможные меры для оптимизации значения данного параметра.

В настоящее время проблемы компенсации реактивной мощности прекрасно решаются при помощи различных компенсационных установок (УКРМ).

При использовании местных источников реактивной мощности осуществляется:

- Повышается пропускная способность элементов системы электроснабжения
- Снижаются потери мощности
- Снижаются потери энергии
- Повышаются уровни напряжения

Основными средствами компенсации реактивной мощности на промышленных предприятиях являются конденсаторные установки (КУ) и высоковольтные синхронные двигатели.

Конденсаторной установкой называется электроустановка, состоящая из конденсаторов, относящегося к ним вспомогательного электрооборудования (выключателей, разъединителей, разрядных резисторов, устройств регулирования, защиты и т.п.) и ошиновки. Конденсаторная установка может состоять из одной или нескольких конденсаторных батарей или из одного или нескольких отдельно установленных единичных конденсаторов, присоединенных к сети через коммутационные аппараты. [3] ПУЭ 7.

Важным элементом конструкции установки компенсации реактивной мощности являются контакторы. Их основной функцией является включение и отключение конденсаторной батареи.

На промышленных предприятиях применяются конденсаторные батареи напряжением до 1 кВ и 6,3–10,5 кВ.

Конденсаторные установки имеют следующие преимущества:

- малые удельные потери активной мощности;
- не имеют в конструкции вращающихся частей;
- просты в монтаже и эксплуатации;
- экономически выгодны
- имеют возможность подбора любой необходимой мощности компенсации;
- бесшумны;

Компенсация реактивной мощности может производиться индивидуальным, групповым и централизованным способом.

При индивидуальном способе мощность компенсируется только в месте её возникновения (происходит разгрузка подводящих проводов отдельных электроприемников).

Компенсация при групповом способе похожа за индивидуальный, но используется для группы электроприемников. Так же происходит разгрузка подводящих проводов, но мощность на отдельных элементах группы уже не компенсируется.

Централизованная компенсация производится в больших энергосистемах. Управление выполняется на основе анализа изменяющейся нагрузки. [2]

Место установки конденсаторной установки необходимо выбирать для каждого случая индивидуально. Необходимо грамотно выбрать конденсаторную установку (или несколько конденсаторных ветвей) учитывая её стоимость и способность разгрузки энергосистемы.

Компенсационная установка состоит из отдельных модулей, которые расположены в шкафах. При конструировании данных шкафов необходимо учитывать, что каждый элемент должен быть заменен таким же элементом установки. Вся сборка производится на заводах, а непосредственно на месте подключения конденсаторной установки производится монтаж и подключения в электросети. Чаще всего в сети не большой мощности используются установки, которые монтируются на стены, при этом при подключении в первую очередь необходимо соблюдать правила устройства электроустановок.

Конденсаторные установки приобрели широкое применение за счет своей экономичности.

В зависимости от реализуемых задач можно выделить различные типы конденсаторных установок:

- Регулируемые конденсаторные установки КРМ (АУКРМ)
- Нерегулируемые конденсаторные установки КРМ (УКРМ)
- Тиристорные конденсаторные установки КРМТ (АУКРМТ)

Регулируемые конденсаторные установки идеально подходят в тех случаях, когда реактивная мощность полностью известна. В таком случае компенсацию производят индивидуальным способом.

Нерегулируемые конденсаторные установки оптимальны для электрических двигателей (преимущественно асинхронных), трансформаторов, промышленного оборудования, а также кондиционеров и насосов.

Автоматические конденсаторные установки чаще всего используют для групповой компенсации, где имеется большое количество разнообразных источников реактивной мощности. В зависимости от реактивной нагрузки включается определенное количество установок компенсации.

В отдельную группу можно отнести тиристорные конденсаторные установки КРМТ. Их используют, когда необходима компенсация в сети, где реактивная нагрузка резкопеременная.

Преимущества тиристорных конденсаторных установок:

- Быстродействие;
- Время повторного включения минимально;
- Снижение потерь в электролиниях и трансформаторах;
- Предотвращение падения напряжения;

Так как тиристорная конденсаторная установка компенсирует реактивную мощность практически мгновенно,

то силовой трансформатор работает на активную нагрузку, что увеличивает его срок службы. Статические тиристорные контакторы не имеют ограничений по числу коммутаций. [2]

Тиристорные конденсаторные установки нашли свое применение на объектах лифтового хозяйства, плавильных заводов, промышленных химических заводов, целлюлозных фабриках. А также используются для крановых установок, аппаратов сварки, компрессорных установок, в робототехнике.

В настоящее время наблюдается увеличение количества нелинейных нагрузок на различных предприятиях. К таким нагрузкам можно отнести инверторные приводы, блоки питания, электроустановки с фазным управлением и т.д. Нелинейная нагрузка в свою очередь приводит к повышению высших гармоник напряжения сети а, следовательно, к изменению угла сдвига между фазами. Для уменьшения уровня гармоник и стабилизации напряжения сети вместе с тиристорными конденсаторными установками необходимо применять систем непрерывной динамической компенсации.

Одним из преимуществ тиристорных компенсаторов является их бесшумность, что позволяет их применять на объектах, для которых данный критерий важен — это гостиницы, супермаркеты, больницы, банки, жилые и офисные дома.

Но в сети не всегда присутствует синусоидальная составляющая напряжения. При появлении высших гармоник конденсаторные установки необходимо защитить. Для этого применяют различные фильтрующие устройства, чаще всего дроссели.

Одним из значимых преимуществ использования конденсаторных установок является возможность автоматического контроля изменения реактивной мощности нагрузки в электросети и регулирование коэффициента мощности до положенных значений. [2]

В итоге конденсаторные установки снижают загрузку трансформаторов, обеспечивают питание электроприемников по кабелю меньшего сечения, позволяют подключить дополнительную нагрузку за счет разгрузки сети, позволяет предотвратить просадку напряжения для удаленных потребителей, исключает появления перенапряжений, обеспечивают пуск и остановку электрического двигателя и т.д.

Таким образом, можно сделать вывод, что в настоящее время применение установок компенсации реактивной мощности является неотъемлемой частью процесса передачи электроэнергии. Чаще всего для этих целей используются конденсаторные установки, хотя существуют и тиристорные установки которые не уступают конденсаторным в функциональности.

С развитием науки будет появляться все больше способов компенсации реактивной мощности.

Литература:

1. Проектирование систем электроснабжения В. Н. Радкевич. Минск НПООО «Пион» 2001.

2. <https://www.nucon.ru/catalog/reguliruemye-i-nereguliruemye-kondensatornye-ustanovki-krm/>
3. Правила устройства электроустановок 7 издание.

Автоматизация перепродаж между организациями

Востротина Анастасия Владимировна, студент;
 Омаров Руслан Зулфигарович, студент;
 Ли Анна Дмитриевна, студент;
 Дурандин Даниил Павлович, студент;
 Боган Максим Вадимович, студент
 Санкт-Петербургский государственный университет

В данной статье описывается способ автоматизации перепродаж между организациями в системе «1С: Предприятие — Альфа-Авто: Автосалон+Автосервис+Автозапчасти ПРОФ».

Ключевые слова: внешняя обработка, нетиповое решение.

Система «1С: Предприятие» [1] является стандартом для работы различных организаций разных направлений бизнеса. Рассмотрим отраслевое решение «1С: Предприятие — Альфа-Авто: Автосалон+Автосервис+Автозапчасти ПРОФ» (1С: АА здесь и далее) [2], которое предназначено для комплексной автоматизации учета на предприятиях автобизнеса. Основная деятельность таких фирм представляет собой оказание услуг по ремонту и обслуживанию автомобилей и реализацию автозапчастей.

Перепродажи между организациями

Представим, что стандартный учет по реализации товаров [3] в фирме ООО «Ромашка» происходит следующим образом:

1. если ООО «Ромашка» произвела продажу товара юридическому лицу, то операция происходит стандартно;
2. если товар был реализован ФЛ (физическому лицу), то в учет необходимо внести изменения:

Первый этап: ООО «Ромашка» продает товар ИП (индивидуальному предпринимателю), который является константой.

Второй этап: ИП реализовывает товар ФЛ.

Обработки для автоматической перепродажи товаров другой организации не существует — каждый документ нужно обрабатывать вручную.

Для автоматизации процесса создадим внешнюю обработку [4]. В первую очередь выясняем, какие товары были проданы за определенный период, а затем осуществляем перепродажу, то есть сначала происходит второй этап, а затем первый. Поскольку склад к организации не привязан, отрицательных остатков не возникает.

Внешняя обработка содержит два реквизита:

- Дата1 (тип Дата) — начало периода, за который осуществляются перепродажа;
- Дата2 (тип Дата) — окончание периода, за который осуществляется перепродажа.

Внешняя обработка состоит из одной формы, на которую выведены реквизиты (рис. 1).

Модуль формы внешней обработки (рис. 2) содержит следующие элементы.

1. ПолучитьНоменклатуруИзСостава(ВариантыОтбораТовара, СписокИсключений = Неопределено) — в данной процедуре с помощью языка запросов получаем всю номенклатуру, которую можно перепродать.

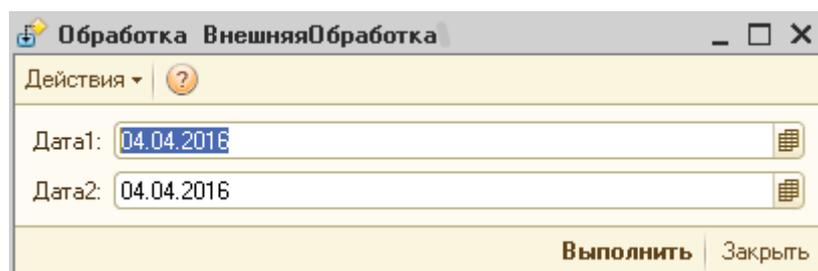


Рис. 1: Форма внешней обработки для осуществления перепродаж в пользовательском режиме

2. КнопкаВыполнитьНажатие(Кнопка) — в процедуре с помощью языка запросов собирается вся номенклатура с документов «Реализация товаров» и «Перемещение товаров в производство», что была продана за заданный период. Затем создается и записывается новый документ «Реализация товаров» и/или «Счет-фактура выданный», в зависимости от того, существуют ли эти документы в системе, где реквизит «Контрагент» — это ИП. В итоге имеем документ «Реализация товаров» с датой на последнюю секунду заданного периода.

- ▣ Функция ПолучитьНоменклатуруИзСостава (ВариантыОтбораТовара, СписокИсключений = Неопределено) []
- ▣ Процедура КнопкаВыполнитьНажатие (Кнопка) []

Рис. 2: Модуль формы внешней обработки для осуществления перепродаж

В пользовательском режиме результат операции выглядит следующим образом (рис. 3). Документ записан, но не проведен.



Операция	Номер	Дата	Регл.	Контрагент	Сумма	Сумма скидки	Валюта	Склад	Организация
Реализация товаров	ИЧ00000051	30.01.2019	✓	Самое...	110 267,17		Руб	Основной склад	Инком-Урал

Рис. 3: Документ, созданный внешней обработкой для осуществления перепродаж

Заключение

С помощью встроенного языка программирования и языка запросов были осуществлены перепродажи. Доработка позволила сократить трудозатраты работников организации и упростила ведение оперативного и бухгалтерского учета. Операция перепродаж товаров между ООО «Ромашка» и ИП необходима только для нужд бухгалтерии.

Сравнительный анализ времени работы (в процентном соотношении) типового решения и разработанного приведен на диаграмме (рис. 4). Новое решение работает почти в 10 раз быстрее, чем типовое.

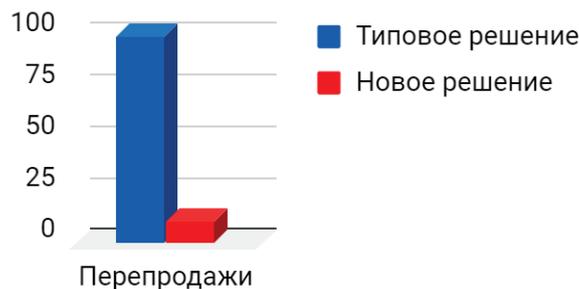


Рис. 4: Сравнительный анализ времени работы (в процентном соотношении) типового решения и разработанного.

Литература:

- 1С: Предприятие // ru.wikipedia.org URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/1С: Предприятие](https://ru.wikipedia.org/wiki/1С:_Предприятие) (дата обращения: 10.06.2019)
2. Альфа-Авто: Автосалон+Автосервис+Автозапчасти ПРОФ, редакция 5. Практическое применение типовой конфигурации / — М.: 1С-Рарус, 2017. 92 с.
3. Информационно-технологическое сопровождение пользователей 1С: Предприятия // URL: <https://its.1c.ru> (дата обращения: 10.06.2019)
4. Радченко, М. Г. 1С: Предприятие 8.3. Практическое пособие разработчика. Примеры и типовые приемы / М. Г. Радченко, Е. Ю. Хрусталева / — М.: ООО «1С-Паблишинг», 2017. 965 с.

Результаты экспериментальных исследований процесса очистки днища кузова автомобиля от лакокрасочных покрытий и продуктов коррозии при подготовке к выполнению окрасочных работ

Гончарук Алексей Иванович, кандидат технических наук, доцент;
Гончарук Оксана Валентиновна, кандидат технических наук, доцент;
Ковалевский Вячеслав Николаевич, кандидат технических наук, доцент;
Шангареев Эдуард Рифатович, студент магистратуры;
Ашрапов Бохир Джурабоевич, студент
Дальневосточный государственный аграрный университет (г. Благовещенск)

В технологии подготовки кузова автомобилей к покраске удаление старых лакокрасочных покрытий и продуктов коррозии является одной из сложнейших задач. В связи с этим удалению сильносвязанных загрязнений при техническом обслуживании и ремонте машин посвящены труды многих учёных [1,2]. Предложены эффективные методы, предусматривающие использование различных машин и устройств для механической, абразивной, воздушно — абразивной, гидроабразивной и химической очистки. Наиболее эффективными признаны комбинированные методы очистки.

С развитием рыночной экономики в нашей стране наибольшую популярность получили наиболее эффективные и недорогие способы очистки. Одним из таких способов является пескоструйная очистка загрязнений. Данный способ удаления сильносвязанных загрязнений предусматривает подачу абразивного материала в потоке сжатого воздуха. Производительность отчистки металлических поверхностей данным способом увеличивается при использовании мощных компрессоров и многогранных абразивных материалов. На сегодняшний день широкое применение в пескоструйной отчистке получили такие абразивные материалы как электрокорунд, карборунд (карбид кремния), стеклянная, керамическая и пластиковая дробь разного размера, а также минеральные абразивные материалы такие как: купершлак, никельшлак, гарнет (гранатовый песок), кварцевый песок.

Следует отметить, что стоимость абразивного материала составляет более 1000 рублей за мешок массой 20 кг. В связи с этим на большинстве предприятий Амурской области используют кварцевый песок, просеянный через сито с диаметром отверстий 2 мм. Стоимость непросеянного кварцевого песка в Амурской области составляет менее 1000 рублей за одну тонну с доставкой, что делает его экономически выгодным абразивным материалом. Однако при применении в качестве абразивного материала кварцевого песка образуется мелкодисперсная пыль, попадание которой в лёгкие вызывает силикоз, а также приводит к абразивному износу оборудования в зоне выполняемых работ. Поэтому пескоструйная очистка сухим кварцевым песком запрещена. Использование гидropескоструйных установок в России не получило широкого распространения в авторемонтных мастерских из — за дороговизны и сложности применяемого

оборудования, а также снижения эффективности очистки в сравнении с пескоструйной очисткой сухим кварцевым песком.

Наиболее сложным процессом при выполнении пескоструйной очистки кузова автомобиля является очистка днища. Этот процесс выполняется после установки автомобиля на осмотровую канаву или после вывешивания автомобиля на подъёмнике. Исполнитель работ в процессе очистки подвергается воздействию летящих абразивных частиц, пыли, шума. Выполнение работ по очистке днища выполняется в полном защитном костюме и шлеме. Это вызывает преждевременное утомление рабочего, что приводит к снижению производительности труда.

С целью снижения негативных факторов при выполнении пескоструйной очистки днища сухим кварцевым песком, предлагается устройство, состоящее из трубки, в которую встроена пескоструйная магистраль с соплом на конце трубки, а также магистраль подачи воды с форсункой на конце трубки и кабель с эндоскопом. К корпусу трубки присоединен монитор, лазерный дальномер с зеркалом, шланг отбора абразивной пыли с воронкой, соединенный с пылесосом, а также светодиодный фонарь (рис. 1).

Выполнение очистки днища с помощью предлагаемого устройства предусматривает наблюдение за очищаемой поверхностью с помощью монитора, соединённого с эндоскопом. Эндоскоп с целью защиты от повреждений стекла помещён в защитный корпус. Освещение очищаемой поверхности осуществляется светодиодным фонарём. Дистанция от сопла до поверхности определяется с помощью лазерного дальномера с зеркалом, расположенным под углом 45 градусов к трубке и отражающим луч дальномера под углом 90 градусов на очищаемую поверхность. С помощью водяной магистрали и форсунки происходит смачивание пола под очищаемой поверхностью кузова автомобиля. Ножка, закреплённая на конце трубки, позволяет устанавливать оптимальную дистанцию до очищаемой поверхности (50—100 мм) с помощью сменных пластин разной толщины, прикрепляемых к отверстиям ножки. Данная конструкция позволяет исполнителю находиться на дистанции от выполняемых работ, контролируя процесс по монитору.

В результате экспериментальных исследований было выявлено, что стекло защитного корпуса эндоскопа под-



Рис. 1. Устройство для удаления коррозии и отслаивающейся краски с днища автомобилей

вергается абразивному воздействию отражённых от днища частиц, тем самым снижая светопропускание стекла и чёткость изображения на мониторе (рис. 2).

Светопропускание стекла проверялось прибором для измерения светопропускания стёкол ИСС-1. При изменении угла наклона сопла пескоструйной магистрали относительно оси трубки было достигнуто резкое снижение повреждения стекла. Угол наклона определялся цифровым уклономером ЗУБР 34745. Исследования пока-

зали, что при наклоне сопла от 90 до 70 градусов, светопропускание стекла возрастает от 38 до 68%, а при последующем уменьшении угла наклона сопла светопропускание стекла корпуса эндоскопа практически не изменяется (рис. 3).

В связи с необходимостью выполнения наклона сопла, было исследовано время удаления загрязнений от угла атаки воздушно-абразивной струи на очищаемую поверхность. Удаление загрязнений определялось визуально,



Рис. 2. Снижение чёткости изображения в результате повреждения стекла абразивными частицами

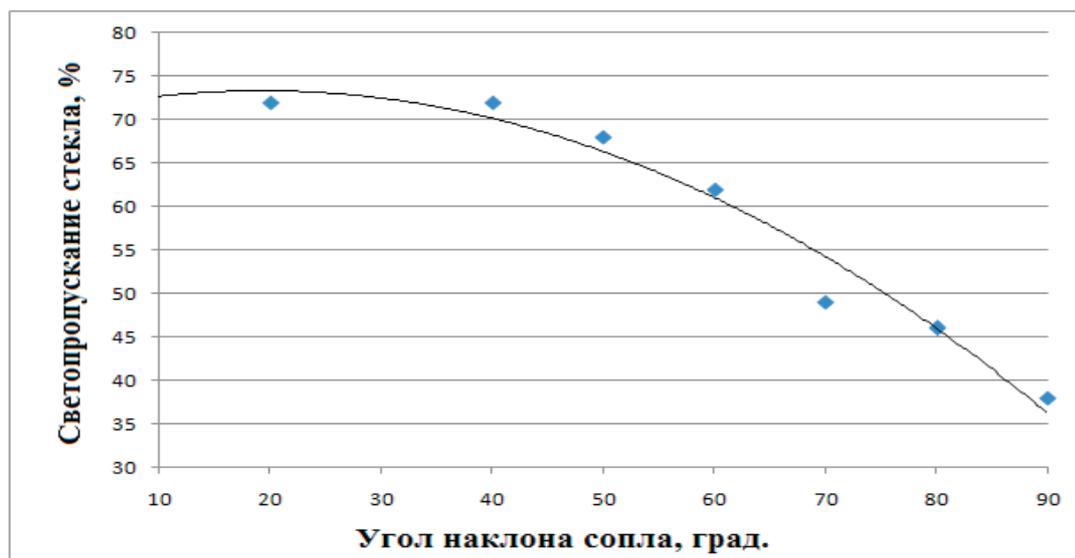


Рис. 3. Изменение светопропускания стекла от угла наклона сопла устройства для удаления загрязнений

а время фиксировалось секундомером СОппр-2а-3-000. Так, при изменении угла атаки воздушно-абразивной струи на очищаемую поверхность с 90 до 70 градусов, время удаления старой краски со слоем грунтовки не изменилось и составляло 3 секунды. При выполнении под углом 40–60 градусов время удаления краски увеличилось до 4 секунд, а при снижении угла атаки до 20 градусов, время удаления краски увеличилось до 5 секунд (рис. 4).

Распыление воды по полу под обрабатываемой поверхностью днища позволяет очищать отражённые от днища воздушно — пыле — абразивные потоки за счёт прилипания частиц к мокрому полу или к мокрым абра-

зивным частицам, образовавшим слой мокрого песка на полу (рис. 5). Для оценки эффективности очищения воздушно — пыле — абразивных потоков на мокром полу было проведено исследование по выявлению массы пыли, образующейся на открытых поверхностях через 12 часов после выполнения пескоструйных работ в течение 30 минут в закрытом помещении. С этой целью на разном расстоянии от очищаемой поверхности были разложены пластины одинакового размера, которые взвешивались на весах POCKET SCALE MH-100 с точностью измерения до 0,01 грамма. Пластины взвешивались до раскладывания по полу и через 12 часов после выполнения пескоструйной отчистки днища со смачиванием

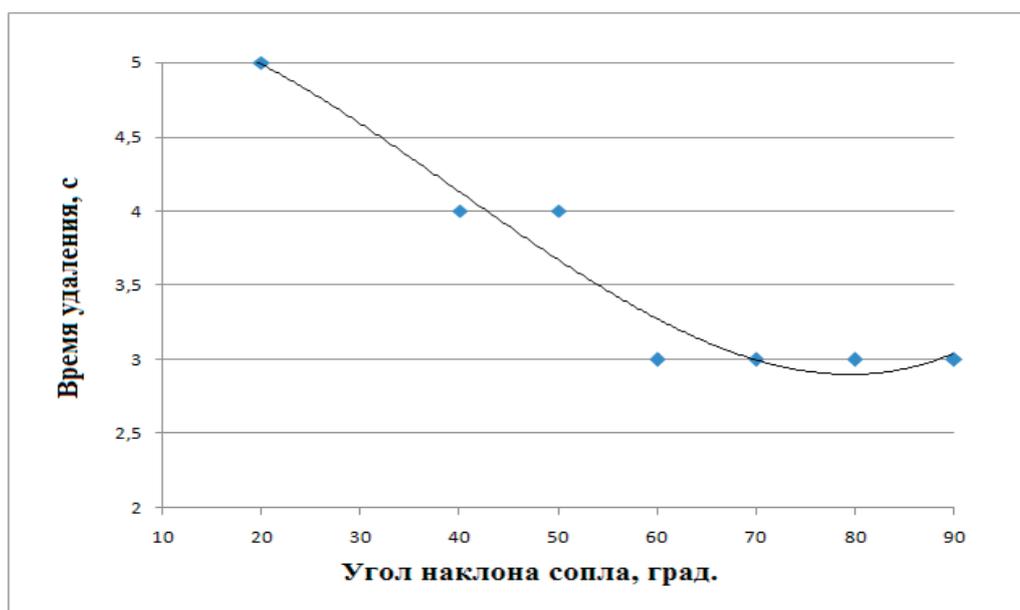


Рис. 4. Изменение времени удаления старой краски с днища автомобилей от угла наклона сопла устройства для удаления загрязнений



Рис. 5. Процесс удаления старой краски с очищением воздушно-пыле-абразивных потоков на мокром полу

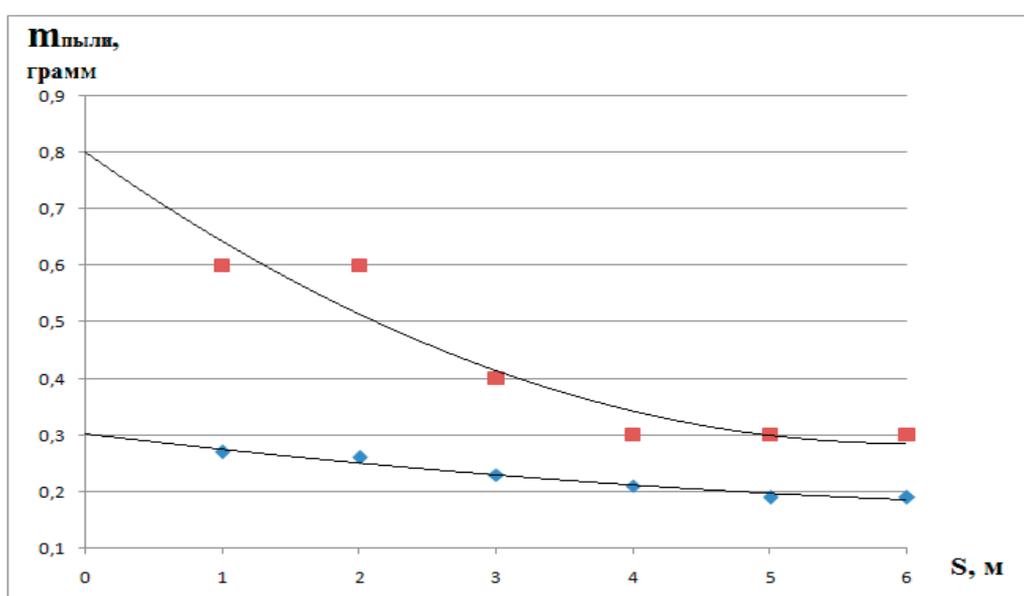


Рис. 6. Изменение массы осадочной пыли от расстояния до рабочей зоны

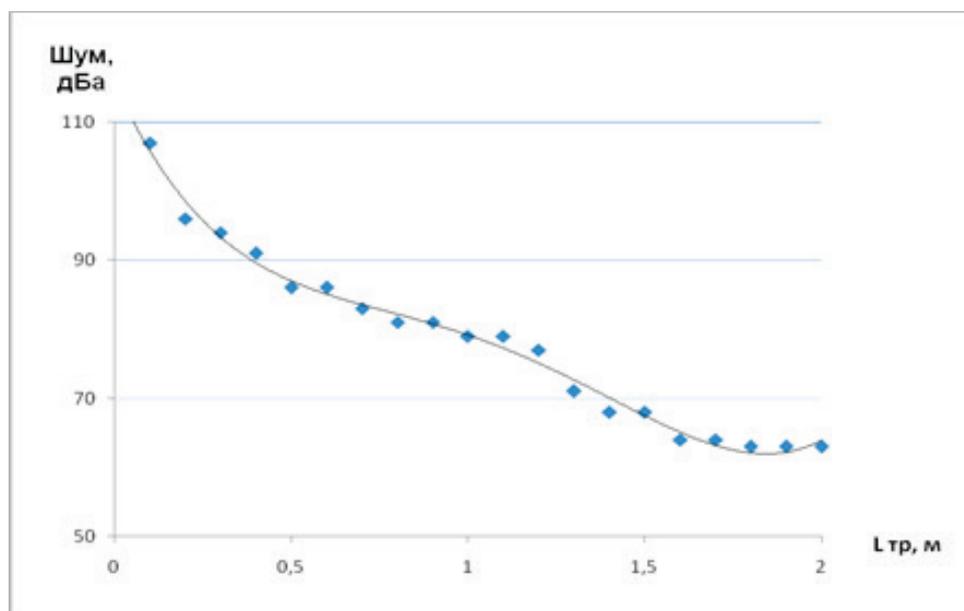


Рис. 7. Изменение уровня шума процесса удаления старой краски при изменении расстояния до зоны очистки

и без смачивания пола. Результаты исследования показали, что скопление пыли на пластинах при смачивании пола более чем в четыре раза снижает массу пыли на пластинах (рис. 6).

С помощью шумомера Victor-824С проводилось исследование снижения шума при увеличении расстояния от очищаемой поверхности с целью определения оптимальной длины трубки (рис. 7). Снижение шума наблюдалось при увеличении дистанции от 0,1 м до 1,6 м с 107 дБа до 64

дБа. При дальнейшем увеличении дистанции шум не изменялся.

Экономический эффект от внедрения данного устройства будет получен за счёт снижения абразивного воздействия на оборудование в зоне очистки, улучшения условий труда, исключения операций на подъём и опускание автомобиля, уменьшения затрат на средства защиты дыхания, повышения производительности вследствие снижения утомляемости рабочих.

Литература:

1. Коваленко Н.А. Организация технического обслуживания и ремонта автомобилей [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Электрон. дан. — Минск: Новое знание, 2014. — 229 с. — Режим доступа: http://e.lan-book.com/books/element.php?pl1_id=64772
2. Проволоцкий А.Е. Струйно-абразивная обработка деталей машин. / Проволоцкий А.Е. — Киев: Техника, 1989. — 276 с.

Геодезический мониторинг за состоянием несущих строительных конструкций аттракциона «Колесо обозрения» на территории развлекательного центра «Думан» в г. Нур-Султан

Жумадилова Нагима Жоламановна, инженер-геодезист

Научно-исследовательский, экспертный и проектно-изыскательский Казахстанский многопрофильный институт реконструкции и развития (г. Караганда)

Хмырова Елена Николаевна, кандидат технических наук, доцент;

Аханов Мейрхан Жумаканулы, ведущий инженер-геодезист

Карагандинский государственный технический университет (Казахстан)

Имранова Наталья Александровна, младший научный сотрудник, инженер-геодезист

Научно-исследовательский, экспертный и проектно-изыскательский Казахстанский многопрофильный институт реконструкции и развития (г. Караганда)

Касимов Нариман Нурланович, инженер-геодезист, магистр

ТОО Гормонтажпроект (г. Караганда, Казахстан)

Архитектурно-конструктивное решение сооружения

Сооружение представляет собой металлическую конструкцию в виде большого колеса на опоре. Высота оборудования — 65м; диаметр колеса — 60м; количество кабинок — 36 шт. Конструкция сооружения состоит из опорной части (пространственная рама) и вращающейся части в виде решетчатого диска. Опорная часть представляет собой трехгранную многоуровневую пространственную раму, состоящую из центральных и наклонных стоек, опирающихся на монолитные железобетонные фундаменты столбчатого типа, а также поперечин, раскосов и связей.

Конструкция круглого колеса (диска) состоит из внешнего направляющего стального обода (круга) и 36 спиц, каждая из которых представляет собой плоскую решетчатую трапециевидную ферму, состоящую из основных элементов (поясов), выполненных из труб, между которыми расположены поперечные элементы — распорки из труб и связи из уголков.

Геодезические измерения проводились по двум сериям наблюдений. По периметру, в основании опорных стоек сооружения, были заложены геодезические осадочные марки в количестве 8-ми штук.

На территории Объекта были установлены стенные репера в количестве 2 шт., на которые были переданы абсолютные отметки и взяты за основу для дальнейшего использования в качестве исходных реперов (вид стенного репера см. рисунок 2). Нивелирование было выполнено при двух горизонтах прибора, в прямом и обратном направлениях. Длина визирного луча допускалась не более до 20 м, его высота над поверхностью земли или пола — не менее 0,5 м. Нивелирование производилось при благоприятных условиях видимости и достаточно отчетливых, спокойных изображениях штрихов рейки. Полученные результаты были тщательно обработаны: выполнена оценка фактической точности и сравнение ее с заданной, уравнивание. Получены высотные отметки осадочных марок, а по разности их в циклах — осадки, построены графики осадок. Промежуток между первой и второй сериями со-

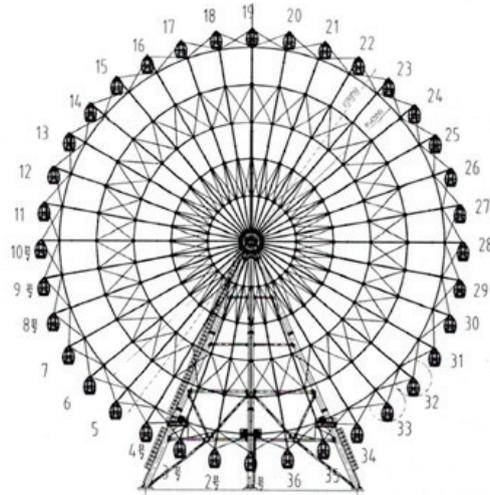


Рис. 1. Общий вид колеса обозрения

ставил менее месяца. Нивелирование осуществлялось при помощи современного цифрового нивелира фирмы Leica Geosystems серий DNA03.

При проведении мониторинга для определения движения сооружения в вертикальной плоскости использовались осадочные марки (см. рисунок 2).



Рис. 2. геодезическая осадочная марка

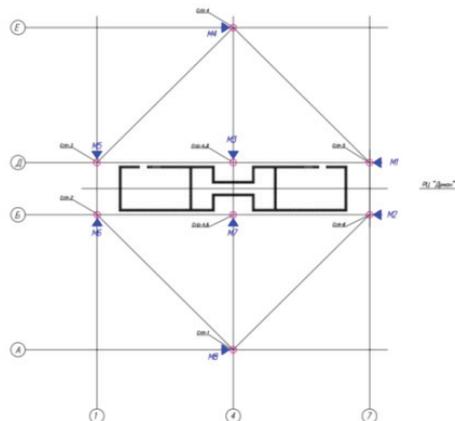


Рис. 3. Схема расположения геодезических осадочных марок на опорных стойках сооружения

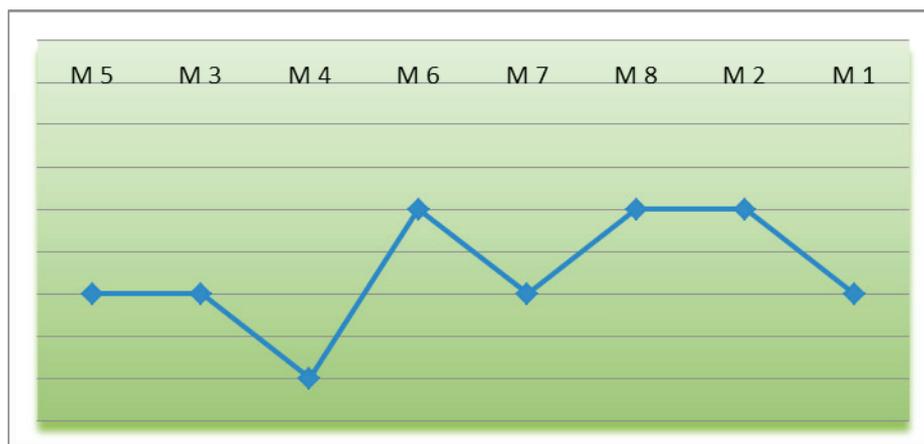


Рис. 4. График оседания осадочных марок

Таблица 1. Результаты геодезической съемки осадочных марок в период с 1 по 3 цикл

№ , Ось осадочной марки, согласно расположению на плане	Оседание между 1-м и 2-м циклом	Оседание между 1-м и 3-м циклом
	Н, мм	Н, мм
1	2	3
Rp1	0	0
M1	-0,46	-1,96
M2	-0,50	-2,00
M3	-0,70	-1,68
M4	-0,49	-0,99
M5	-0,60	-1,88

Вместе с геодезическими наблюдениями были также выполнены работы по обследованию конструкций в соответствии с, которым присвоены категории технического состояния; фиксировались дефекты и повреждения конструкций и велись работы по наблюдению за изменением состояния конструкций и возникновением новых дефектов.

В течение всего периода наблюдения Объект находится под влиянием естественных природных факторов.

Максимальные величины оседания конструкций сооружения, установленные между циклами геодезического мониторинга, полученные за весь период геодезических наблюдений, объясняются совместным влиянием снеговой нагрузки и температурой окружающей среды в момент геодезической съемки, влияние близлежащих объектов нового строительства, которое может вызвать дополнительные напряжения и перемещение грунта в активной зоне фундаментов существующих зданий и сооружений.

Литература:

1. Технический отчет института КазМИРР «По результатам выполненных работ по техническому обследованию с оценкой технического состояния несущих конструкций аттракциона «Колесо обозрения» на территории развлекательного центра «Думан» в г. Нур-Султан. Караганда-2017 г.
2. МРДС 02–08 Пособие по научно-техническому сопровождению и мониторингу строящихся зданий и сооружений, в том числе большепролетных, высотных и уникальных. — Москва, 2008 г.
3. ГОСТ 21778–81 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. — М.: Изд-во стандартов, 1981.

Оценка коррозионной стойкости интерметаллидного покрытия на поверхности стали 12Х18Н10Т

Канубриков Николай Николаевич, аспирант;
Куликов Станислав Андреевич, аспирант;
Парфенов Владимир Андреевич, студент магистратуры
Волгоградский государственный технический университет

Исследована коррозионная стойкость алюминидного покрытия на поверхности стали 12Х18Н10Т при воздействии 3% раствора хлористого натрия, имитирующего морскую воду. Показано, что коррозионная стойкость образца с интерметаллидным покрытием в 3 раза превышает таковую в композите алюминий АД1 + сталь 12Х18Н10Т.

Ключевые слова: сварка взрывом, коррозия, композиционные материалы, покрытия.

В настоящее время важное место в области создания композиционных материалов занимают слоистые интерметаллидные материалы и получаемые на их основе интерметаллидные покрытия, применяемые в различных отраслях промышленности [1–3]. Цель создания таких материалов заключается в защите основного металла от воздействия агрессивных сред (кислот, щелочей) и от износа в результате трения [1–2].

Интерметаллидные фазы системы алюминий-нержавеющая сталь имеют высокую твердость, поэтому покрытия на их основе представляют большой интерес с точки зрения износостойкости [1, 4–5]. Однако коррозионные свойства данных интерметаллидов изучены плохо. Что и стало целью настоящего исследования.

Материалами для данного исследования служили: в качестве эталона — биметалл АД1 + сталь 12Х18Н10Т полученный сваркой взрывом (Образец № 1) и слоистый композит сталь 12Х18Н10Т + интерметаллидное покрытие (Образец № 2). Для получения опытного образца с интерметаллидным покрытием, сваренные сваркой взрывом биметаллические образцы АД1+12Х18Н10Т подвергали двухступенчатой термической обработке при температурах 660–1000°C. Температура 660° соответствует температуре жидкофазного взаимодействия. Повышение температуры до 1000°C применялось для трансформации интерметаллидного слоя.

Коррозионную стойкость оценивали согласно ГОСТ 9.913–90 путем циклических погружений на компьютеризированном стенде в 3%-ный раствор хлористого натрия при температуре 18–25°C в течение 90 суток с оценкой промежуточных стадий коррозионного поражения каждые 15 суток.

Структуры образцов после коррозионного воздействия 3% раствора хлористого натрия, имитирующего морскую воду представлены на рисунках 2–4.

У образца 1 в процессе испытания алюминий покрывался пленкой в результате реакции более активного алюминия с хлористым натрием. На месте пленки появлялись язвы, которые с течением времени поражались все больше (рис. 2).

По границе покрытия и подложки по ходу испытания проявлялась тонкая желтоватая сетка к концу эксперимента переросшая в плотное ярко-оранжевое образование (рис. 3). Такой вид поражения на границе связан с разными показателями электрохимических потенциалов отдельных фаз покрытия. На поверхности образцов сразу же появились желто-оранжевые участки местной коррозии, постепенно поглотившие за ход испытания практически всю поверхность (рис. 4).

Анализ количественных характеристик коррозионной стойкости образцов показал, что исследуемое покрытие менее подвержено воздействию морской воды, чем биметалл АД1+12Х18Н10Т (рис. 5).

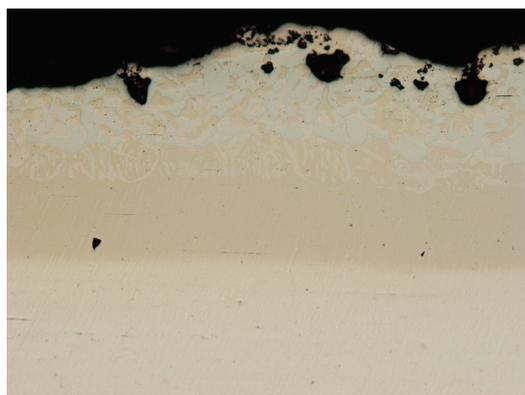


Рис. 1. Микроструктура покрытия после Т0 660° 20ч + 1000° 20ч (x100)

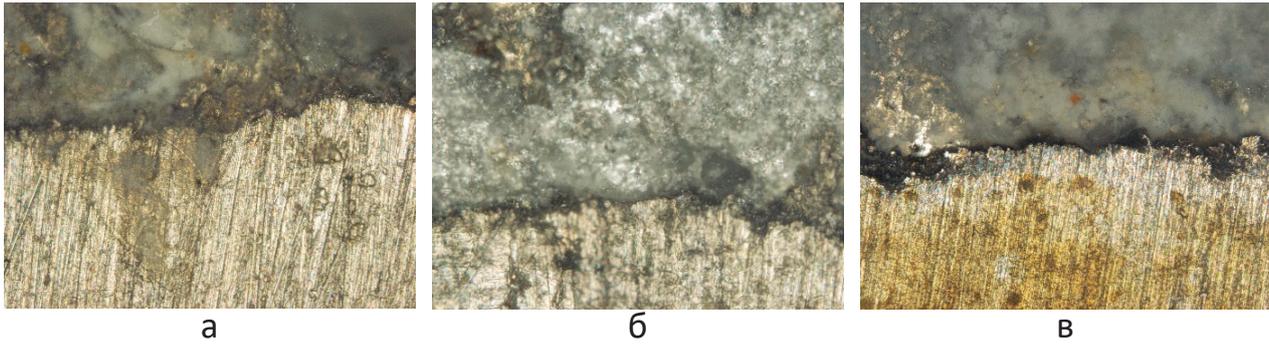


Рис. 2. Микроструктура границы соединения образца № 1 после воздействия коррозионной среды в течение: а — 15 суток; б — 45 суток, в — 90 суток (x200)

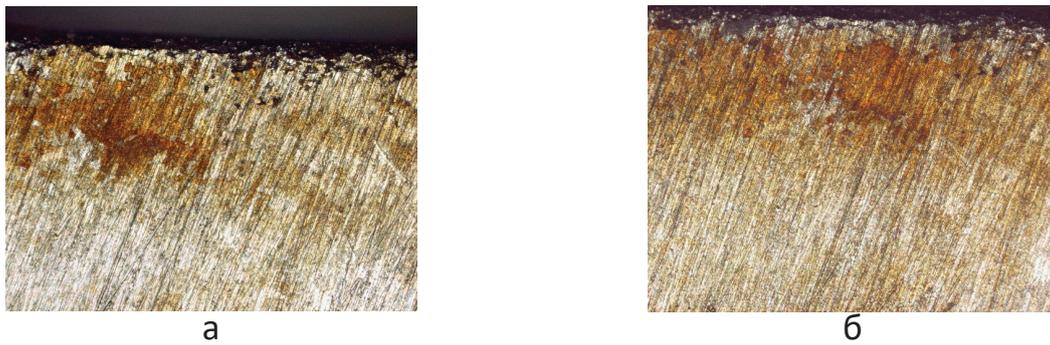


Рис. 3. Микроструктура границы покрытия и подложки образца № 2 после воздействия коррозионной среды в течение: а — 45 суток; б — 90 суток (x50)

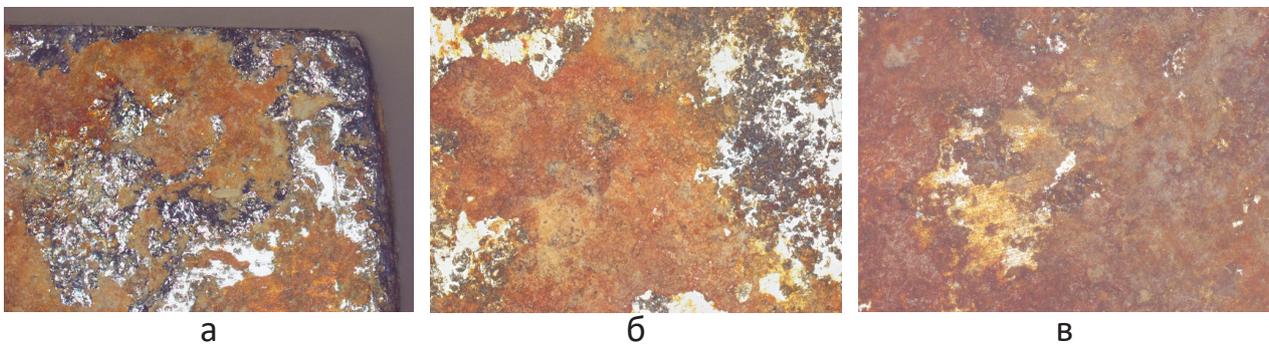


Рис. 4. Микроструктура поверхности покрытия образца № 2 после воздействия коррозионной среды в течение: а — 15 суток; б — 45 суток, в — 90 суток (x50)

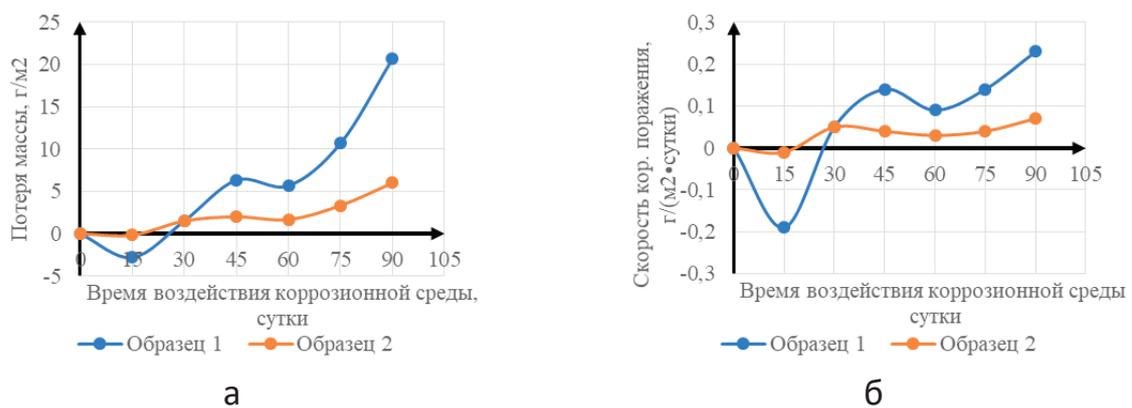


Рис. 5. Зависимость потери массы (а) и скорости коррозионного поражения (б) в композите в исследуемых образцах от времени воздействия коррозионной среды

Таким образом в настоящем исследовании установлено, что композиционные материалы с интерметаллидным покрытием на поверхности стали 12Х18Н10Т, полученный по комплексной технологии, включающей сварку

взрывом алюминия со сталью и последующую двухступенчатую термообработку, вместе с высокой износостойкостью, обладает высокой коррозионной стойкостью в морской воде.

Литература:

1. Рябов, В. Р. Алитирование стали / В. Р. Рябов. — Москва: Металлургия, 1973. — 240 с.
2. Миркин, И. Л. Испытания и свойства жаропрочных материалов / И. Л. Миркин // Сб. ЦНИИТМАШ. — 1957. — № 79. — С. 51–54.
3. Зейтц, Ф. Современная теория твердого тела / Ф. Зейтц; ГИТТЛ. — Москва — Ленинград, 1949. — 631 с.
4. Трыков, Ю. П. Особенности изготовления кольцевых переходников из свариваемых взрывом сталеалюминиевых заготовок / Ю. П. Трыков, Ю. Г. Долгий, Проничев, Д. В. // Сварочное производство. — 2000. № 7. — С. 33–37.
5. Сироватка, В. Л. Интерметаллиды системы Fe — Al: методы получения, свойства, покрытия / В. Л. Сироватка, В. Е. Оликер, М. С. Яковлева // Материаловедение. — 2013. — № 3. — С. 46–52.

Гидроочистка как метод очистки нефтепродуктов от гетероатомных соединений

Ломанов Даниил Константинович, студент
Санкт-Петербургский государственный технологический институт

Гидроочистка — процесс химического превращения веществ под воздействием водорода при высоком давлении и температуре.

Основная цель гидроочистки — это снижение содержания сернистых соединений в целевом продукте. Используют для очистки бензиновой, дизельной, газойлевой фракций. У данного процесса есть побочные результаты: уменьшения количества смол, кислородосодержащих соединений в конечном продукте [1].

Установки могут быть как самостоятельными, так и входить в состав других установок. Принципиальная технологическая схема установки гидроочистки представлена на рисунке 1.

В качестве сырья подходят фракции с содержанием серы не выше 2,5%. Сырье поступает в теплообменник Т-1 и трубчатую печь П-1, где разогревается до 380 °С. На пути к Т-1 к сырью добавляется водородосодержащий газ. После подогрева смесь газа и сырья поступает в реактор Р-1, в котором находится катализатор и фарфоровые шарики, обеспечивающие равномерное прохождение смеси по реактору [2].

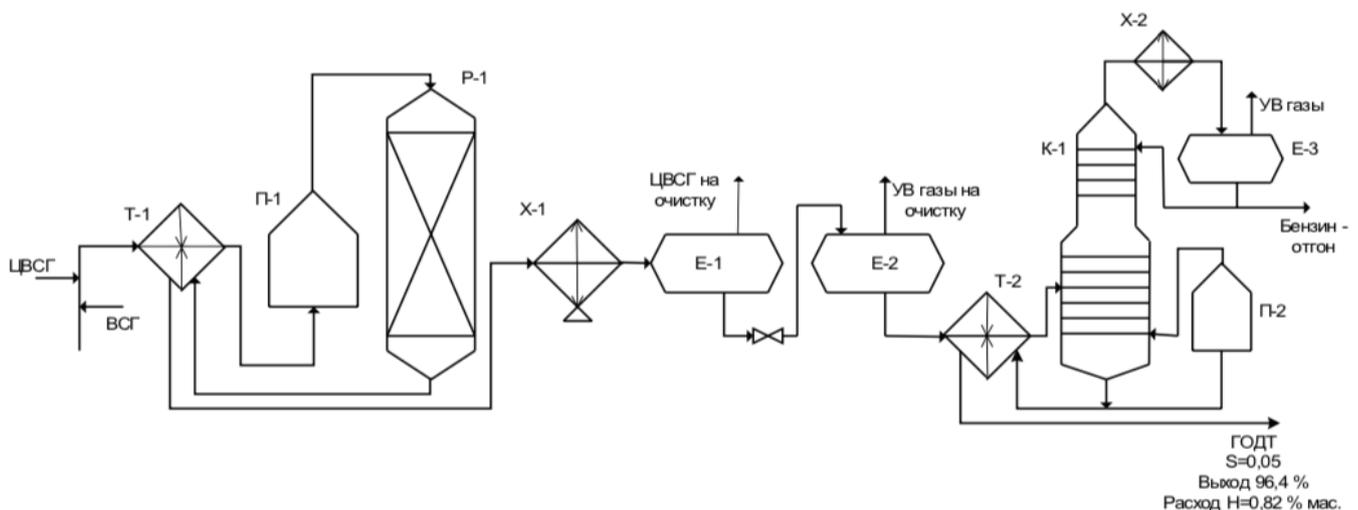


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема установки гидроочистки:

Т-1, Т-2 — теплообменники; П-1, П-2 — печи; Р-1 — реактор; Х-1, Х-2 — холодильники; Е-1, Е-2 — сепараторы; К-1 — стабилизационная колонна; Е-3 — рефлюксная емкость

Продукт, пройдя через реактор, отдает тепло в Т-1 и охлаждается в холодильниках Х-1. В сепараторе Е-1 происходит отделение водородосодержащего газа, обогащённого сероводородом, от продукта реакции. Затем продукт переходит в сепаратор низкого давления Е-2. Благодаря перепаду давления, из раствора выделяется углеводородного газа, который из сепаратора Е-3 уходит на очистку. На данном этапе продукт все еще содержит некоторые растворы газов, поэтому его подают в Т-2, а затем в К-1, температура в которой управляется П-2. Отгон выходит из Е-3. Выход готового топлива ~96%, отгона 2%, углеводородных газов 0,75%, сероводорода 0,65%. Для тяжелого сырья могут использоваться несколько реакторов последовательно.

В сравнении с другими гидрогенизационными процессами гидроочистка выделяется мягкими условиями, влияющими только на неуглеводородные компоненты.

Содержание серы в бензиновой фракции после гидроочистки составляет $1,2 \cdot 10^{-4} - 2 \cdot 10^{-6} \%$, в дизельной фракции $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-1} \%$, а в реактивном топливе $2 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-3} \%$.

Во время процесса гидроочистки происходят следующие химические реакции:

1) Насыщение непредельных углеводородов



При температуре от 350°C до 450°C с непредельными углеводородами происходит гидрирование, но при использовании алюмокобальтмолибденового катализатора нет видимого насыщения бензольного кольца [3].

2) Гидроизомеризация алканов



3) Гидрогенолиз сернистых соединений

Все соединения, содержащие в своем составе серу, превращаются в соответствующие углеводороды и сероводород. Чем сложнее структура, тем большей устойчивостью обладает сернистое соединение, так же на скорость обессеривания влияет молекулярная масса вещества, чем она больше, тем медленнее скорость реакции.

Меркаптаны:



Сульфиды:



Дисульфиды:



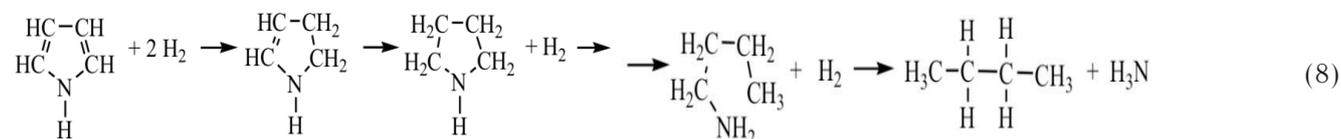
Тиофаны (моноциклические сульфиды):



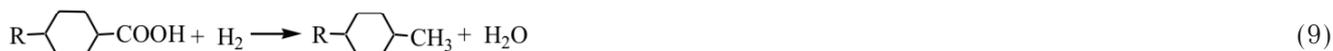
Реакции, протекающие с разрывом связи С-S, почти не затрагивают связи С-С.

4) Гидрогенолиз азотосодержащих и кислородосодержащих соединений

На очистительных производствах чаще всего азот встречается в виде производных пиррола и пиридина. В химической реакции с ними происходит гидрирование, так же как и с сульфидами, с выделением аммиака.



Гидрогенолиз кислородосодержащих соединений протекает легче азотосодержащих.



5) Разрушение металлоорганических соединений

Металлические части после разрушения сырья, в состав которого они входили, остаются на катализаторе.

Тип и состав обрабатываемого сырья сильно влияет на расход водорода. К примеру, бензиновые фракции легко поддаются очистке, так как в своем составе имеют лишь меркаптаны и сульфиды, а также обладают относительно низкой молекулярной массой. При увеличении количества и сложности сернистых соединений или при увеличении молекулярной массы вещества, процесс гидроочистки заметно усложняется [4].

Основное влияние на процесс оказывают: температура, давление, объемная скорость подачи сырья, кратность циркуляции водородосодержащего сырья и его концентрация.

Если температура опускается ниже 340 °С, то процесс обессеривания опускается ниже 56%.

При повышении температуры эффективность процесса возрастает, но также возрастает расход водорода и так же ускоряется дезактивация катализатора. Исходя из этого, температура должна быть как можно меньше, но достаточной, чтобы обеспечивать необходимый процент чистоты продукта.

Увеличение давления благополучно влияет на скорость гидрирования, качество очистки сырья, насыщения непредельных углеводородов, а также допустимый срок эксплуатации катализатора.

Объемную скорость подачи сырья нужно находить опытным путем, так как при уменьшении ее увеличивается степень обессеривания, но понижается производительность установки.

Лучше всего поддерживать максимальную концентрацию водорода в газе, так как водород является одним из реагентов, то повышение его содержания приведет к ускорению реакции и уменьшению коксования катализатора.

Для достижения очищения сырья от серы в 75% используют общее давление в системе 5 МПа, но для минимизации вреда окружающей среде и увеличения сроков эксплуатации двигателей необходимо достигать ~ 98,5% очищения сырья, для чего необходимо увеличение давления до 9 МПа.

Кратность циркуляции водородосодержащего сырья зависит от состава сырья и концентрации водорода. Чем больше молекулярный вес у сырья, тем больше будет требоваться кратность циркуляции для необходимой очистки, но повышение концентрации водорода позволяет уменьшить необходимую кратность циркуляции, за счет ускорения химических реакций.

Литература:

1. Солодова, Н.Л. Химическая технология переработки нефти и газа /Н. Л. Солодова, Г.Н. Шайдуллина./ учебное пособие — Казань: Изд-во Каз.гос.технол.ун-та, 2006. — 124 с
2. Танатаров, М.А. Технологические расчеты установок переработки нефти / М.А. Танатаров [и др.].— М.: Химия, 1987. — 325 с.
3. Гайле, А.А. Процессы разделения и очистки продуктов переработки нефти и газа / А.А. Гайле, В.Е. Сомов. — СПб.: Химиздат, 2012. — 375 с.
4. Магарил, Р.З. Теоретические основы химических процессов переработки нефти / Р.З. Магарил. — М.: Химия, 1985. — 279 с.

Диагностика автомобильного двигателя на основе нейронной сети

Нгуен Минь Тиен, кандидат технических наук, преподаватель
Вьетнамский государственный технический университет имени Ле Куй Дона (г. Ханой)

Рассмотрен метод определения технического состояния автомобильной двигателя, использующий технологии искусственного интеллекта и основанный на применении нейронных сетей. Отмечено, что данный метод должен содержать четыре основных этапа. Показана структура системы диагностирования, реализующей данный метод. Приведен пример идентификации неисправностей в системе управления механической коробки передач.

Ключевые слова: нейронная сеть, механическая коробка передач, диагностирование.

Введение

Двигатель — одна из наиболее нагруженных систем военных машин, работающая в сложных эксплуатаци-

онных условиях Вьетнама, поэтому для него очень высока вероятность поломок. В этой статье автор предлагает методики диагностирования МКП на основе интеллектуальных искусственных технологий.

Сущность метода заключается в анализе причин возникновения переходных режимов работы механизмов бротанковой техники, основанном на оценке соотношений между изменениями параметров векторов входа X и выхода Y некоторой системы.

Основная часть

Нейронечеткая сеть идентифицирует конкретные неисправности объекта при условии, что она была предварительно обучена распознавать тот или иной отказ либо неисправность. Для обучения используются классические математические принципы обучения нейронных или нейронечетких сетей. Метод содержит несколько этапов.

Этап 1. Сбор экспертной информации по отказам и неисправностям и формирование базы знаний. На данном этапе на основе экспериментальных данных, заключений экспертов и посредством других достоверных источников информации формируется база знаний. Она представляет собой совокупность обучающих выборок, характеризующих признаки и проявления неисправностей; эти выборки в дальнейшем подаются на вход нейронечеткой сети.

Итак, ставится задача определения технического состояния элементов механической коробки передачи военных машин, который эксплуатируется в условиях Вьетнама. Исходная информация о функционировании МКП,

поведении ее параметров, возможных неисправностях и причинах их возникновения формируется в виде экспертной базы знаний на основе достоверных данных, полученных от различных источников. В качестве дополнительных источников формирования базы знаний могут служить результаты экспериментальных исследований в стендовых условиях и в процессе ходовых испытаний, а также статистические данные по отказам.

Сформированная база знаний используется при обучении нейронечетких сетей для распознавания неисправностей. Количество продукционных правил подобной базы знаний составляет несколько десятков для описания технического состояния отдельного механизма или несколько сотен для машины в целом.

Этап 2. Создание нейронечеткой модели. Нейронечеткая модель образуется на математической основе теории нейронных сетей и средств нечеткой логики (рис. 3). Входами сети служат информационные переменные X (диагностические параметры), описанные функциями принадлежности $i = 1, N, J = 1, M$ (N — число информационных переменных, M — лингвистических переменных по каждому параметру). В качестве выхода сети — вектора Y_i — выступают различные критерии, определяющие показатели эффективности, качества и безопасности функционирования МКП (коэффициент передаточного числа, вибрации, пульсации давления, утечки и т.д.).

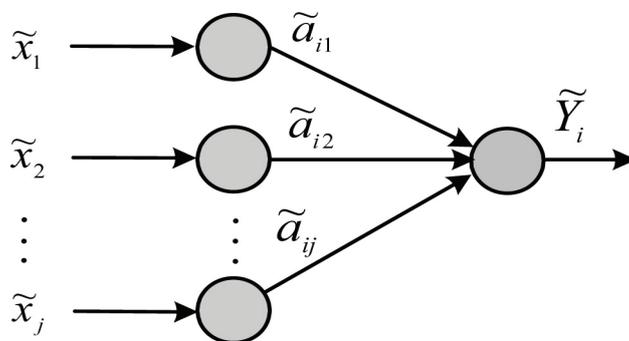


Рис. 1. Нейронечеткая сеть

Для преобразования четких сигналов в нечеткий вид диагностические параметры фаззифицируются. Каждый из диагностических параметров \tilde{a}_{ij} описывается несколькими (три-пятью) терминами лингвистической переменной. Как правило, для этих целей используются треугольные или гауссовские функции принадлежности.

Для нейронечеткого моделирования используют специализированное программное обеспечение (например, программу Fuzzy Logic Toolbox программного обеспечения MATLAB7.0). Аппроксимирующая модель включает в себя программу с расширением *.fis, основанную на представлении входных параметров базы нечетких правил нечеткими переменными, и программы формирования тестирующих и обучающих данных *.m на основании реальных процессов функционирования МКП. При использовании

модели в режиме реального времени исходные данные об изменении параметров МКП поступают от регистратора — микропроцессора или бортового компьютера.

Структура адаптивной нейронечеткой сети ANFIS, аппроксимирующей выход диагностической системы, показана на рис. 4. При этом число входов сети равно количеству используемых диагностических параметров.

Этап 3. Обучение нейронечеткой сети. При обучении сети на ее вход подают совокупность пар обучающих выборок, характеризующих сочетание диагностических параметров для разных видов технического состояния механизмов МКП. Значение, получаемое на выходе сети, соответствующим образом интерпретируется.

Время обучения модели, приведенной на рис. 4, с использованием компьютера с операционной системой Win-

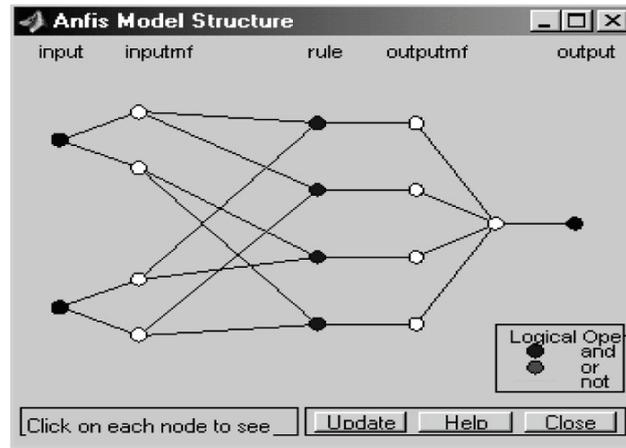


Рис. 2. Структура модели ANFIS

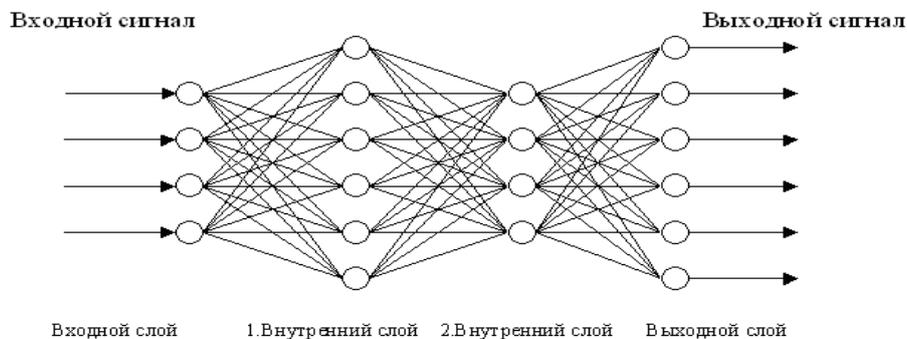


Рис. 3. Адаптивная нейронечеткая сеть ANFIS

dows XP Professional и установленной вычислительной системой MATLAB7.0 составляет всего 10 с. Результат обучения сети был достигнут в течение 10 эпох.

Этап 4. Нейронечеткая идентификация и вывод заключения. Этот этап является заключительным в процессе определения технического состояния элементов МКП.

При этом для получения технического диагноза используют обученную нейронечеткую сеть, а на вход сети поставляется информация о параметрах, характеризующих реальные процессы в МКП. Для удобства пользователя диагностической системы числовая информация, получаемая на выходе сети, подвергается дополнительной интерпретации и выдается, к примеру, в вербальном виде (лингвистической форме).

Здесь используются специальные окна интерпретатора, в котором информация экспертной системы о техническом состоянии механизмов МКП для выбранного режима функционирования выводится в визуально-вербальном виде. В окне просмотра экспертной системы просматривают графическую информацию о поведении параметров на режиме управления или режиме диагностирования. В специальных строках выводятся разные сообщения: виды и наименования диагностических параметров, их текущие значения, предупреждения о возник-

новении нештатных ситуаций либо достижении параметров критических значений и др.

Элементы интерфейса экспертной системы могут быть достаточно легко изменены в соответствии с пожеланиями пользователя. Экспертная система для диагностирования МКП, реализующая созданный метод, сопровождается программным обеспечением, разработанным на современных языках программирования с привлечением средств визуальной разработки.

Предложенный метод обеспечивает получение расширенной достоверной базы знаний, быстроту обработки информации, точность получаемого технического диагноза и возможность оперативного определения технического состояния МКП в режиме реального времени.

Преимущества предложенного метода заключаются в следующем:

- возможность использования расширенной достоверной базы знаний;
- высокая скорость обработки информации;
- большая точность технического диагноза;
- возможность оперативного диагностирования в режиме реального времени;
- удобство нормативного диагностирования на специализированных постах, станциях техобслуживания, на горно-обогачительных предприятиях и т.д.

Таблица 1. Входные и выходные значения системы

№	Входные значения	Обозначение	Выходные значения	Обозначение
1	Мощность двигателя (кВт)	Мощность	Техническое состояние двигателя грузового автомобиля КАМАЗ	Тех. состояние
2	Температура охлаждающей жидкости (Град)	Температура		
3	Давление масла (Мпа)	Давление		
4	Расход топлива (Г/км.ч)	Расход		
5	Шум (дБ)	Шум		
6	Давление в конце такта сжатия (Мпа)	Давление в конце		
7	Выхлопные газы (%)	Выхлопные газы		

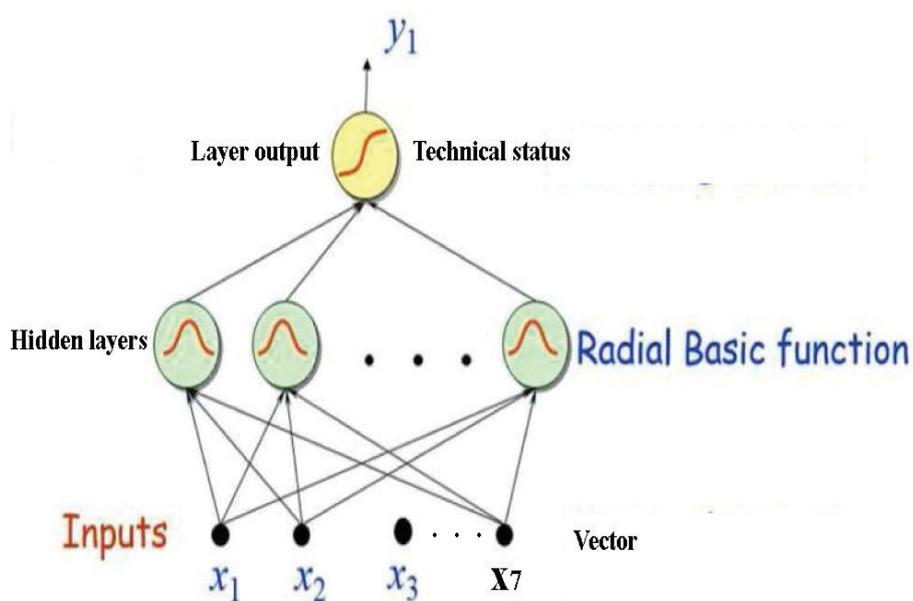


Рис. 4. Структуры нейронной сети для диагностирования автомобильной двигателя

Таблица 2. Зависимые значения

Выходные/входные	Языковые значения	Параметры зависимых функции			
Мощность двигателя (Квт)	низкая	110	110	120	125
	слабая	120	125	130	135
	нормальная	130	135	140	145
	достаточная	140	145	150	154
Темпераура ождающей жидкостей (Н)	нормальная	70	73	77	80
	достаточная	77	80	83	85
	высокая	83	85	90	90
Давление масла (МПа)	слабое	1	1,5	2	2,5
	нормальное	2	2,5	3	3,5
	хорошее	3	3,5	4	4,5
Расход топлива (г/км.час)	нормальный	224	226	228	230
	нормальный	227	230	234	237
	высокий	234	237	240	242
Стук, шум (дБ)	немногий	10	10	30	40
	нормальный	20	40	50	70
	многий	50	70	80	80
Давление в конце такта сжатия (МПа)	низкое	180	180	184	188
	нормальное	184	188	190	192
	достаточное	190	192	195	195

Выходные/входные	Языковые значения	Параметры зависимых функции			
Выхлопные газы (%)	наименьшие	20	22	26	30
	нормальные	28	32	36	40
	наибольшие	38	42	46	50
Техническое состояние двигателя (%).	хорошее	85	95	100	100
	нормальное	65	75	85	95
	нехорошее	45	55	65	75
	Легкий отказ	25	35	45	55
	Сильный отказ	0	15	25	35

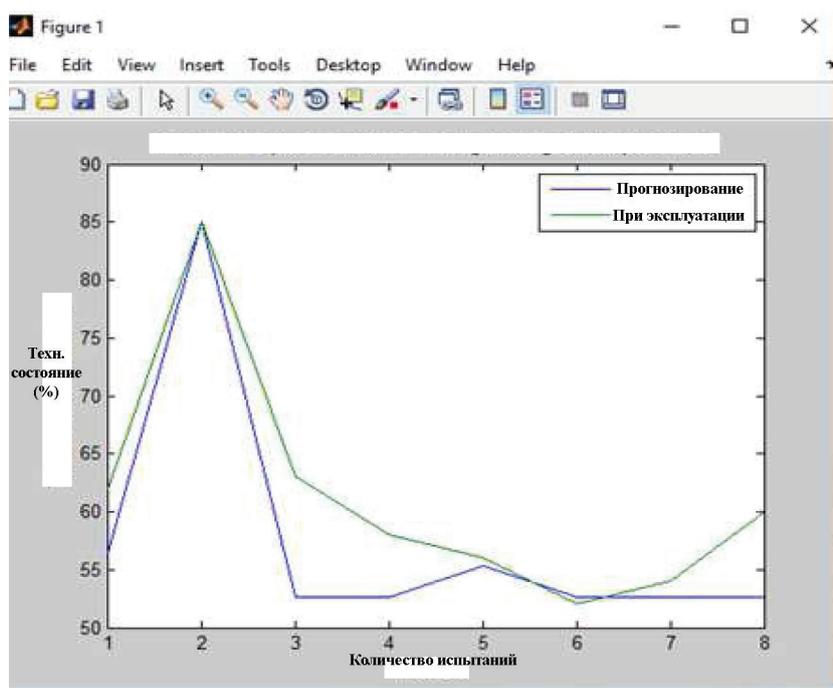


Рис. 5. Сравнительный результат прогнозирования и при эксплуатации

Заключение

Диагностирование сложных технических объектов, заключающийся в том, что среди параметров сложного технического объекта выделяют отдельные параметры, которые являются признаками его технического состояния, сравнивают их с эталонными признаками исходного алфавита классов. Перспективными направлениями развития методов и средств диагностики являются методы, основанные на нечеткой логике или нечетких множествах,

экспертные системы и нейронные сети. Искусственные нейронные сети (ИНС) используют для идентификации объектов контроля, распознавания образов и прогнозирования состояния технической системы. Применение ИНС позволит получить повышение быстродействия средств диагностирования за счет распараллеливания потоков обработки диагностической информации. Метод диагностирования сложных технических объектов, основанные на применении нейронечетких сетей, адаптированы к задачам диагностирования автомобильной двигателя.

Литература:

1. Биргер И.А. Техническая диагностика. — М.: Машиностроение, 1978. — 240 с.
2. Викторова Е.В. Применение нечетких нейронных сетей для технической диагностики дорожных машин/ Е.В. Викторова // Вестник ХНАДУ, — 2012, — вып. 56. — С. 98–102.
3. Хаханов, В.И., Щерба, О.В. Применение искусственных нейронных сетей для диагностирования цифровых сетей/ В.И. Хаханов, О.В. Щерба// Радиоэлектронные и компьютерные системы. — 2010. — № 5 (46), — С. 15–20.
4. Руководство по материальной части и эксплуатации Т-55. Ордена трудового красного знаний. Военное издательство. — Москва 1969, — 665 с.

5. Уоссерман, Ф. Нейрокомпьютерная техника: теория и практика / Ф. Уоссерман; пер. с англ. Ю.А. Зуева, В.А. Точенова. — М: Мир, 1992. — 196 с.
6. Мыльнев, В.Ф. Шум и вибрации поршневых двигателей. Источники, методы исследования: учеб. пособ. / В.Ф. Мыльнев, А.Б. Гасанов А.Б. — Новочеркасск: Изд-во ЮРГТУ, 2000. — 92 с.

Нейронная сеть при диагностике механической коробки передач гусеничных машин

Нгуен Минь Тиен, кандидат технических наук, преподаватель
Вьетнамский государственный технический университет имени Ле Куй Дона (г. Ханой)

Рассмотрен метод определения технического состояния механической коробки передач, использующий технологии искусственного интеллекта и основанный на применении нейронечетких сетей. Отмечено, что данный метод должен содержать четыре основных этапа. Показана структура системы диагностирования, реализующей данный метод. Приведен пример идентификации неисправностей в системе управления механической коробки передач.

Ключевые слова: нейронечеткая сеть, механическая коробка передач, диагностирование.

Neural Network for Diagnostics of a Mechanical Transmission of Tracked Machines

The method of determining the technical condition of a manual gearbox using artificial intelligence technology and based on the use of neuro-fuzzy networks is considered. It is noted that this method should contain four main stages. The structure of the diagnostic system that implements this method is shown. An example of identifying faults in a manual transmission control system is given.

Keywords: neuro-fuzzy network, manual transmission, diagnostics.

Введение

Механическая коробка передач и трансмиссия в целом — одна из наиболее нагруженных систем военных машин, работающая в эксплуатационных сложных условиях, поэтому для нее очень высока вероятность поломок. В этой статье автор предлагает методики диагностирования МКП на основе интеллектуальных искусственных технологий.

Основание

Для получения информации, необходимой для формирования производственных правил нечеткой логики, строят функциональные зависимости одних диагностических параметров от других вида

$$d_k = f(d_l); k, l = \overline{1, m}, k \neq l \quad (1)$$

где d_k, d_l — диагностические параметры; m — их количество.

Эти зависимости позволяют выявить влияние одних диагностических параметров

С целью оценки влияния диагностических параметров на характеристики механизмов и элементов объекта диагностирования получают зависимости вида

$$y_j = f(d_k); j = \overline{1, n}; k = \overline{1, m} \quad (2)$$

где y_j — характеристики объекта; n — количество характеристик.

Далее строится экспертная система, предназначенная для определения характера и степени неисправностей МКП. Этапы проведения технической идентификации МКП включают комплекс научно-технических и исследовательских работ на стендах и лабораториях.

По методу диагностирования, основанном на нечеткой логике, получили результаты, изображенные на рис. 1.

Нейронечеткая сеть идентифицирует конкретные неисправности объекта при условии, что она была предварительно обучена распознавать тот или иной отказ либо неисправность. Для обучения используются классические математические принципы обучения нейронных или нейронечетких сетей. Метод содержит несколько этапов.

Этап 1. Сбор экспертной информации по отказам и неисправностям и формирование базы знаний. На данном этапе на основе экспериментальных данных, заключений экспертов и посредством других достоверных источников информации формируется база знаний. Она представляет собой совокупность обучающих выборок, характеризующих признаки и проявления неисправностей; эти выборки в дальнейшем подаются на вход нейронечеткой сети.

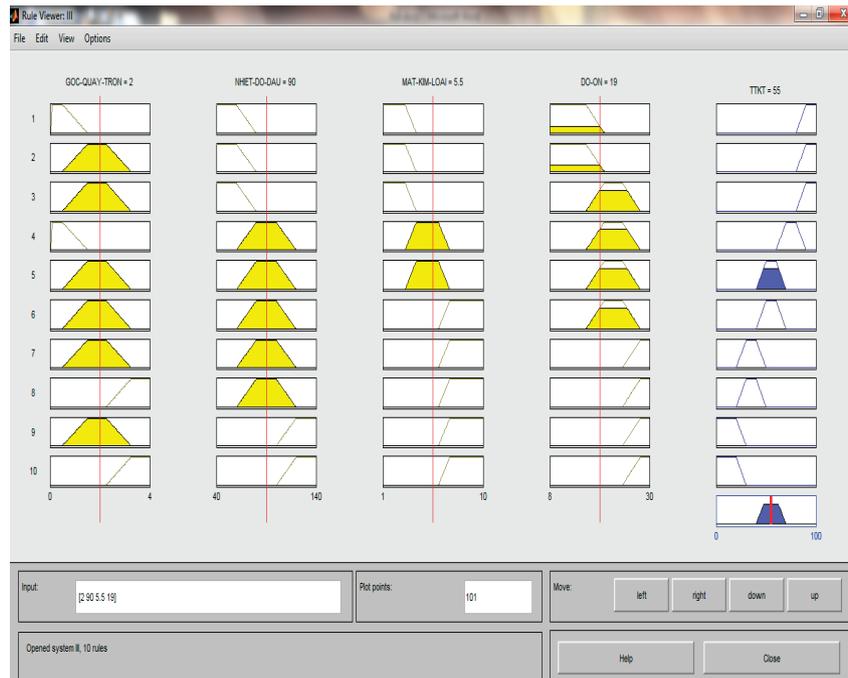


Рис. 1. Изображение результатов по типам диаграммы

Итак, ставится задача определения технического состояния элементов механической коробки передач военных машин, который эксплуатируется в условиях Вьетнама. Исходная информация о функционировании МКП, поведении ее параметров, возможных неисправностях и причинах их возникновения формируется в виде экспертной базы знаний на основе достоверных данных, полученных от различных источников. В качестве дополнительных источников формирования базы знаний могут служить результаты экспериментальных исследований в стендовых условиях и в процессе ходовых испытаний, а также статистические данные по отказам.

Сформированная база знаний используется при обучении нейронечетких сетей для распознавания неисправностей. Количество продукционных правил подобной базы знаний составляет несколько десятков для описания технического состояния отдельного механизма или несколько сотен для машины в целом.

Этап 2. Создание нейронной модели. Нейронная модель образуется на математической основе теории нейронных сетей. Входами сети служат информационные переменные X (диагностические параметры), описанные функциями принадлежности $i = 1, N, j = 1, M$ (N — число информационных переменных, M — лингвистических переменных по каждому параметру). В качестве выхода сети — вектора Y_i — выступают различные критерии, определяющие показатели эффективности, качества и безопасности функционирования МКП (коэффициент передаточного числа, вибрации, пульсации давления, утечки и т.д.).

Для преобразования четких сигналов в нечеткий вид диагностические параметры фазсифицируются. Каждый из диагностических параметров \tilde{a}_{ij} описывается несколькими (тремя-пятью) термами лингвистической пере-

менной. Как правило, для этих целей используются треугольные или гауссовские функции принадлежности.

Для нейронного моделирования используют специализированное программное обеспечение (например, программу Neural network Toolbox программного обеспечения MATLAB7.0). Аппроксимирующая модель включает в себя программу с расширением *.fis, основанную на представлении входных параметров базы нечетких правил нечеткими переменными, и программы формирования тестирующих и обучающих данных *.m на основании реальных процессов функционирования МКП. При использовании модели в режиме реального времени исходные данные об изменении параметров МКП поступают от регистратора — микропроцессора или бортового компьютера.

Структура нейронной сети, аппроксимирующей выход диагностической системы, показана на рис. 2. При этом число входов сети равно количеству используемых диагностических параметров.

Этап 3. Обучение нейронечеткой сети. При обучении сети на ее вход подают совокупность пар обучающих выборок, характеризующих сочетание диагностических параметров для разных видов технического состояния механизмов МКП. Значение, получаемое на выходе сети, соответствующим образом интерпретируется.

Время обучения модели с использованием компьютера с операционной системой Windows XP Professional и установленной вычислительной системой MATLAB7.0 составляет всего 10 с. Результат обучения сети был достигнут в течение 10 эпох.

Этап 4. Нейронечеткая идентификация и вывод заключения. Этот этап является заключительным в процессе определения технического состояния элементов МКП.

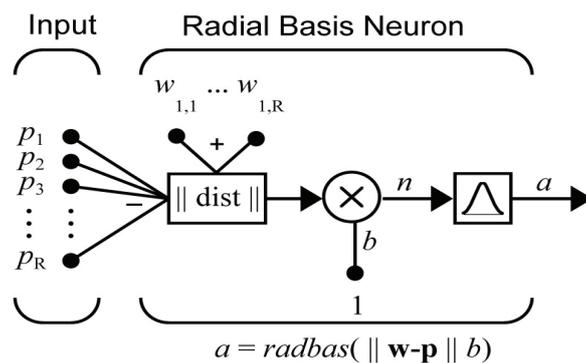


Рис. 2. Структура нейронной сети

При этом для получения технического диагноза используют обученную нейронечеткую сеть, а на вход сети поставляется информация о параметрах, характеризующих реальные процессы в МКП. Для удобства пользователя диагностической системы числовая информация, получаемая на выходе сети, подвергается дополнительной интерпретации и выдается, к примеру, в вербальном виде (лингвистической форме).

При этом используются специальные окна интерпретатора, в котором информация экспертной системы о техническом состоянии механизмов МКП для выбранного режима функционирования выводится в визуально-вербальном виде. В окне просмотра экспертной системы просматривают графическую информацию о поведении параметров на режиме управления или режиме диагностирования. В специальных строках выводятся разные сообщения: виды и наименования диагностических параметров, их текущие значения, предупреждения о возникновении нештатных ситуаций либо достижении параметров критических значений и др.

Элементы интерфейса экспертной системы могут быть достаточно легко изменены в соответствии с пожела-

ниями пользователя. Экспертная система для диагностирования МКП, реализующая созданный метод, сопровождается программным обеспечением, разработанным на современных языках программирования с привлечением средств визуальной разработки.

Предложенный метод обеспечивает получение расширенной достоверной базы знаний, быстроту обработки информации, точность получаемого технического диагноза и возможность оперативного определения технического состояния МКП в режиме реального времени.

Преимущества предложенного метода заключаются в следующем:

- возможность использования расширенной достоверной базы знаний;
- высокая скорость обработки информации;
- большая точность технического диагноза;
- возможность оперативного диагностирования в режиме реального времени;
- удобство нормативного диагностирования на специализированных постах, станциях техобслуживания, на горно-обогатительных предприятиях и т.д.

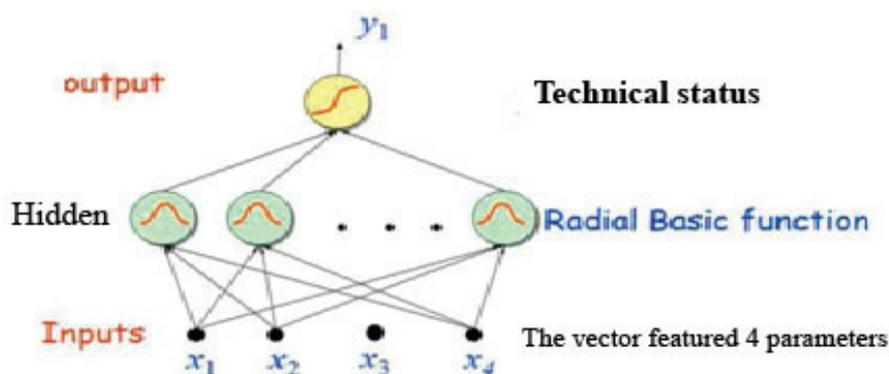


Рис. 3. Структура нейронной сети для диагностирования МКП,

где x_1 — Плавный угол поворота ведомого вала (градус)

x_2 — Температура масла ($^{\circ}\text{C}$)

x_3 — Уровень шума (дБ)

x_4 — Металлические опилки (г)

Таблица 1. Диагностические параметры МКП

ТТ	Входные параметры	Обозначение	Выходные параметры	Обозначение
1	Плавный угол поворота ведомого вала (градус)	угол	Техническое состояние (%)	ТС
2	Температура масла (0С)	Температура		
3	Уровень шума (дБ)	шум		
4	Металлические опилки (г)	Опилки		

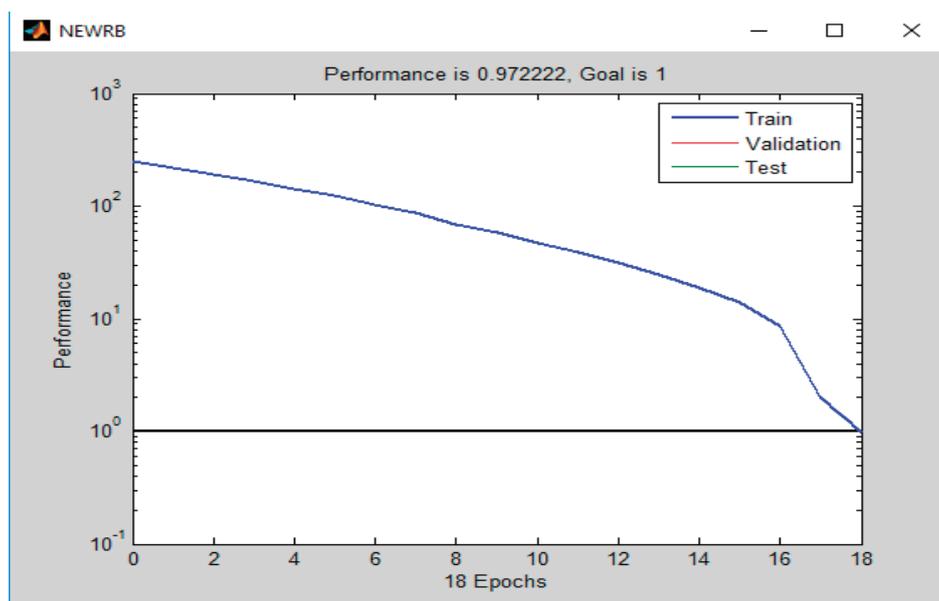
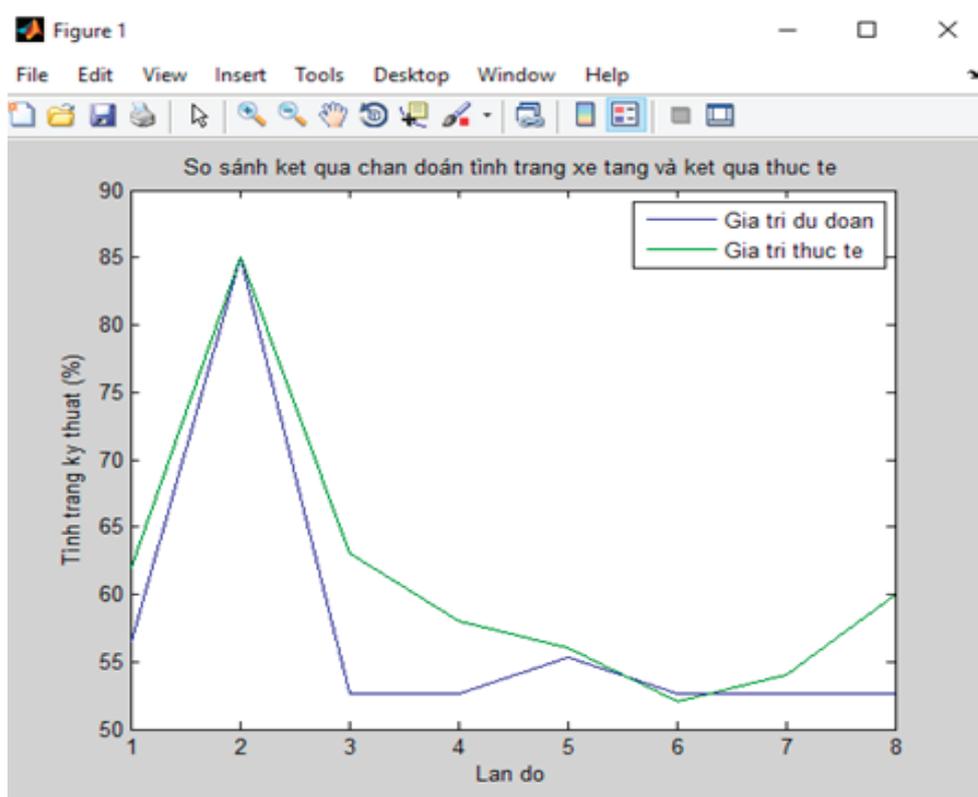
Рис. 4. Цель обучения нейронной сети *RBF* для МКП

Рис. 5. Результат прогнозирования и результат в эксплуатации МКП

После обучения сети с использованием модели Train и предоставления тестового образца мы имеем ТТКТ $(y) = \hat{f}_x(x_1, x_2, x_3, x_4, \dots)$. Это стандартная функция, у нас есть функция ТТКТ $(y) = \varphi_x(x_1, x_2, x_3, x_4, \dots)$. Мы обучаем сеть, то есть меняем веса $w_1, w_2, w_3, w_4, \dots$ так что целевая функция $\varphi_x \hat{f}_x = 100$.

Заключение

Искусственные нейронные сети (ИНС) используют для идентификации объектов контроля, распознавания образов и прогнозирования состояния технической системы.

Применение ИНС позволит получить повышение быстродействия средств диагностирования за счет распараллеливания потоков обработки диагностической информации. Метод диагностирования сложных технических объектов, основанные на применении нейронечетких сетей, адаптированы к задачам диагностирования механических коробки передач военных машин. В статье используется метод нейронной сети RBF и набор инструментов Neural Network Toolbox от Matlab для диагностики технического состояния механической коробки передач. Применение вышеуказанного метода позволяет диагностировать аналогичные системы и конструкции на гусеничных машинах.

Литература:

1. Биргер И. А. Техническая диагностика. — М.: Машиностроение, 1978. — 240 с.
2. Викторова Е. В. Применение нечетких нейронных сетей для технической диагностики дорожных машин/ Е. В. Викторова // Вестник ХНАДУ, — 2012, — вып. 56. — С. 98–102.
3. Хаханов, В. И., Щерба, О. В. Применение искусственных нейронных сетей для диагностирования цифровых сетей/ В. И. Хаханов, О. В. Щерба// Радиоэлектронные и компьютерные системы. — 2010. — № 5 (46), — С. 15–20.
4. Руководство по материальной части и эксплуатации Т-55. Ордена трудового красного знаний. Военное издательство. — Москва 1969, — 665 с.
5. Lại Như Hiền, Lại Khắc Lãi. Hệ mờ và noron trong kỹ thuật điều khiển. Nhà xuất bản khoa học tự nhiên và công nghệ, Hà Nội 2007.
6. Martin T. Hagan, Howard B. Demuth, and Mark Hudson Beale. Neural Network Toolbox™ 7 User’s Guide/www.mathworks.com.

Проблема «холодного старта»

Омаров Руслан Зулфигарович, студент;
 Востротина Анастасия Владимировна, студент;
 Ли Анна Дмитриевна, студент;
 Дурандин Даниил Павлович, студент;
 Боган Максим Вадимович, студент
 Санкт-Петербургский государственный университет

В данной работе рассказывается о проблеме «холодного старта» в рекомендательных системах.

Ключевые слова: бандитский алгоритм, машинное обучение, АСМ, СТР.

Каждый день мы сталкиваемся с различными сайтами и социальными сетями. Все эти сервисы, предоставляя интересный контент, стремятся максимально угодить пользователям. Такие ресурсы изменяют свое содержание и наполнение, подстраиваясь к предпочтениям каждого конкретного пользователя. Одним из решений задач персонализации контента являются рекомендательные системы.

На сегодняшний день существует несколько подходов к построению таких систем: коллаборативная фильтрация [1], МАВ (Multi-Armed Bandits) [2], графовые

методы [3] и т.д. Так или иначе многие из этих подходов сводятся к задачам машинного обучения по имеющейся истории взаимодействий, выбирающих наиболее релевантный контент. Однако во многих ситуациях такой истории нет, например, для новых пользователей, и рекомендательная система не может дать качественный прогноз для данного пользователя. Это и называется проблемой «холодного старта». Далее будут рассмотрены некоторые вышеперечисленные методы в контексте проблемы «холодного старта». Необходимо для данной группы пользователей и ресурсов построить адекватные рекомендации.

Бандитские алгоритмы

Подробнее остановимся на алгоритмах многоруких бандитов из-за их малоизученности и специфичности применения.

Представим, что перед нами стоит N различных игровых автоматов. При нажатии на ручку мы получаем какой-то выигрыш. Необходимо максимизировать суммарную прибыль всех нажатий на ручки. Задача заключается в нахождении оптимального способа выбора ручки на очередном шаге. Математически это можно записать так:

A — множество доступных действий («ручек»);

$x_t \in R^d$ — контекст (информация об объектах и/или пользователях) на определенном шаге. Он определяется средой, в которой рассматриваются многорукие бандиты;

$p_{t,a,x}$ — ожидаемые выплаты для ручки a , которые можно получить в момент времени t при заданном контексте x_t ;

r_t — реальная награда, наблюдаемая на шаге t .

$$a_t = \operatorname{argmax} p_{t,a,x}, \text{ где } a \in A,$$

$$R_T = \sum_t r_t \rightarrow \max, \text{ при } t = 1, 2, \dots$$

В данной работе рассмотрены некоторые виды алгоритмов многоруких бандитов, а именно UCB1 и ϵ -greedy [4], disjoint-linUCB и hybrid-linUCB [2]. Проверка их эффективности проводилась на примере задачи Yahoo! [5] по рекомендации новостей пользователям. При этом использовалась метрика CTR (отношение числа кликов к числу показов). Результаты приведены на рисунках 1, 2.

При этом во время работы алгоритмов считалось, что изначально все объекты и пользователи являются новыми для системы, т.к. до старта алгоритмов не использовалась никакая информация об истории показов. Вся работа методов основана на статистических данных и признаковых представлениях объектов и пользователей (только для контекстных алгоритмов).

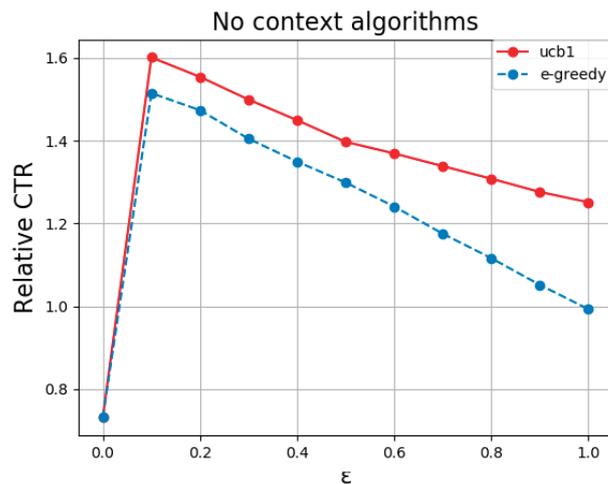


Рис. 1: Бесконтекстные алгоритмы

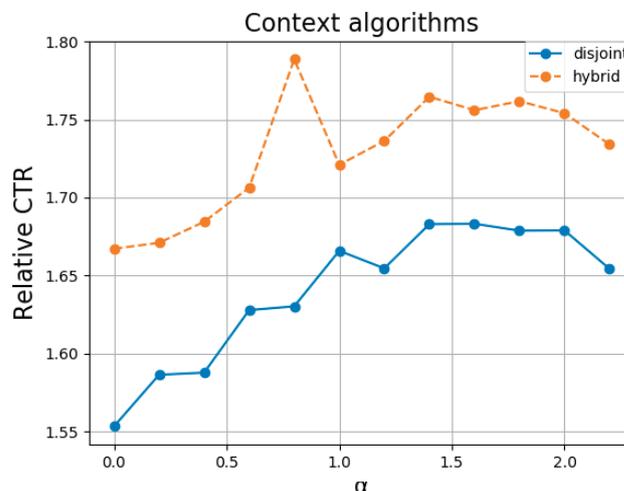


Рис. 2: Контекстные алгоритмы

«Холодный старт» в рекомендательных системах

Как уже упоминалось ранее, проблема «холодного старта» является одной из основных задач, возникающих при построении рекомендательных систем: что рекомендовать новым пользователям и кому показывать новые объекты. В бесконтекстных алгоритмах эта задача решается с помощью накопленной статистической информации. В частности, новому пользователю чаще всего будут показаны наиболее популярные объекты (с большим значением x_a) и с некоторой вероятностью, которая определяется значениями параметров ε и α для ε -greedy и UCSB1 соответственно, новые объекты. В случае, когда в систему попал новый объект *item*, алгоритм UCSB1 из-за особенностей определения показываемых ручек (в формуле

$$\underline{x}_a + \alpha \sqrt{\frac{2 \ln n}{n_a}}$$

второе слагаемое будет стремиться к бес-

конечности из-за малости n_a для новых объектов) будет некоторое время показывать именно *item* для сбора информации о нем. При этом, ε -greedy будет по-прежнему использовать наиболее популярные ручки, но с вероятностью $\frac{\varepsilon}{k}$, где $k = |A|$, покажет очередному пользователю

item. Контекстные алгоритмы, в свою очередь, для новых элементов используют начальные данные о них. Для пользователя, например, это могут быть его пол, возраст, регион, род деятельности и т.д. По этим данным строятся некоторые вектора контекстов $x_{i,a}$ и $z_{i,a}$ и осуществляется действие алгоритма. В этих контекстах будут только те компоненты, которые определяются по начальным данным, о которых говорилось выше. Остальные будут нулевыми. При этом будет собираться статистика и выявляться зависимость между объектами и пользователями, которая хранится во время исполнения алгоритма внутри различных матриц и векторов. Далее если встретится очередной новый пользователь user с контекстом, похожим на тот, который уже видела система, то рекомендация будет

строится уже с учетом информации, полученной во время предыдущего взаимодействия пользователя, похожего на user. В отличие от алгоритмов многоруких бандитов прочие методы такие, как коллаборативная фильтрация и графовые методы, не имеют встроенных возможностей для решения задачи «холодного старта». С этой целью разработаны различные методики для доработки функциональности этих алгоритмов. В методах коллаборативной фильтрации для пользователя/объекта строится некое усредненное представление по схожим элементам. Для пользователей, например, рассматриваются их демографические признаки такие, как пол, возраст, семейное положение, регион и т.д. Для объектов рассматриваются схожести по жанру, автору (новая книга известного автора скорее всего будет рекомендоваться гораздо чаще остальных) и т.д. в зависимости от сущности объектов. Для графовых методов согласно [3] используются различные эвристики популярности объектов и пользователей с введением разнообразных функций релевантности $rel(v)$. При этом рекомендации осуществляются с помощью различных способов обхода графа вкусов с использованием этих функций релевантности (например, random walk из вершины, для которой необходимо составить рекомендацию).

Заключение

В результате проведенного исследования выявлено, что бандитские алгоритмы достаточно хорошо справляются с проблемой холодного старта. Это видно на рисунках, демонстрирующих эффективность алгоритмов. Также стоит заметить, что данные методы работают хорошо и для старых объектов. В дальнейшем будет продолжено исследование в области применения класса многоруких бандитов с более сложными моделями как для задач рекомендации, так и в новых областях науки и человеческой деятельности.

Литература:

1. MachineLearning.ru — профессиональный информационно-аналитический ресурс, посвященный машинному обучению, распознаванию образов и интеллектуальному анализу данных. [Электронный ресурс]: URL: <http://www.machinelearning.ru> (дата обращения: 17.06.19).
2. Li L., Chu W., Langford J., Schapire R. E. A contextual-bandit approach to personalized news article recommendation // Proceedings of the 19th International Conference on World Wide Web. 2010. P. 661–670.
3. Musical recommendations and personalization in a social network // Proceedings of the 7th ACM Conference on Recommender Systems. 2013. P. 367–370.
4. Auer P., Cesa-Bianchi N., Fischer P. Finite-time analysis of the multiarmed bandit problem // Machine Learning. 2002. Vol. 47. No 2–3. P. 235–256.
5. Yahoo! Front page today module user click log dataset, version 1.0 (1.1 GB) [Электронный ресурс]: URL: <https://webscope.sandbox.yahoo.com/catalog.php?datatype=r&did=49> (дата обращения: 17.06.19).

Моделирование полумостового последовательного резонансного инвертора с обратными диодами

Павлов Олег Павлович, ассистент

Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова (г. Чебоксары)

В работе представлена модель полумостового последовательного резонансного инвертора с обратными диодами, которая была реализована в среде моделирования *Simulink Matlab*. По предварительным расчетам найдены параметры схемы, произведено моделирование и получены временные диаграммы работы инвертора.

Ключевые слова: полумостовой последовательный инвертор, IGBT, индукционный нагрев, *Simulink* — моделирование.

Резонансные инверторы нашли широкое применение в разных областях промышленности в составе индукционных установок, сварочных аппаратов, генераторов

плазмы, ультразвукового оборудования, систем электропитания многоканальных лазеров, также известно об их применении в медицинской и бытовой технике.

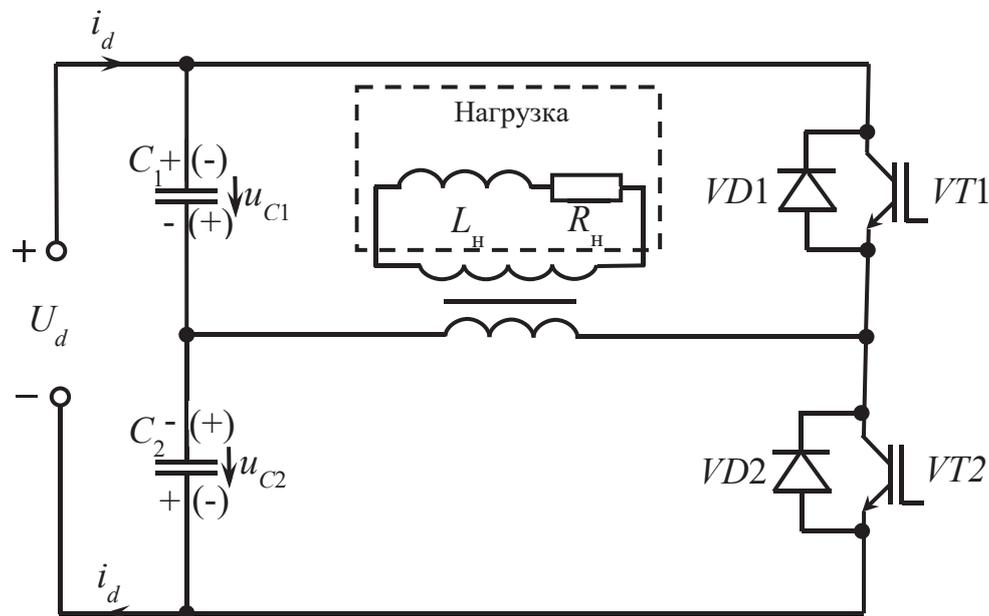


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема полумостового последовательного резонансного инвертора с обратными диодами

Рассмотрим схему полумостового последовательного резонансного инвертора с обратными диодами исходя из экономической выгоды по сравнению с мостовой схемой, что связано с меньшим количеством транзисторов в схеме. Также отмечается, что рассматриваемая схема является более надежной и технологичной по сравнению со схемой резонансного инвертора с выводом нулевой точки. Во избежание возможных перегрузок транзисторов по напряжению для ограничения на них напряжения включаются обратные диоды. С помощью обратных диодов накопленная на этапе проводимости транзисторов энергия в конденсаторах C_1 и C_2 возвращается либо в источник питания, либо в другой накопитель энергии [2].

Произведен автоматизированный расчет схемы при помощи программного комплекса [1]. Расчет позволил

определить параметры колебательного контура схемы, а также параметры трансформатора.

При моделировании (рис. 2) в качестве силовых ключей схемы инвертора используются биполярные транзисторы с изолированным затвором (IGBT).

На рис. 3 показаны временные диаграммы инвертора, на которых при двух разных частотах можно наблюдать токи транзисторов, входной ток, ток нагрузки, напряжения на обоих конденсаторах, а также напряжение на одном из двух транзисторов схемы.

Разомкнутая система управления, заключенная в блоке *Subsystem*, осуществляет генерацию импульсов с частотой 20 кГц до момента времени $3 \cdot 10^{-3}$ с, после чего начинает генерировать импульсы с частотой 30 кГц, что позволяет снять переходную характеристику схемы

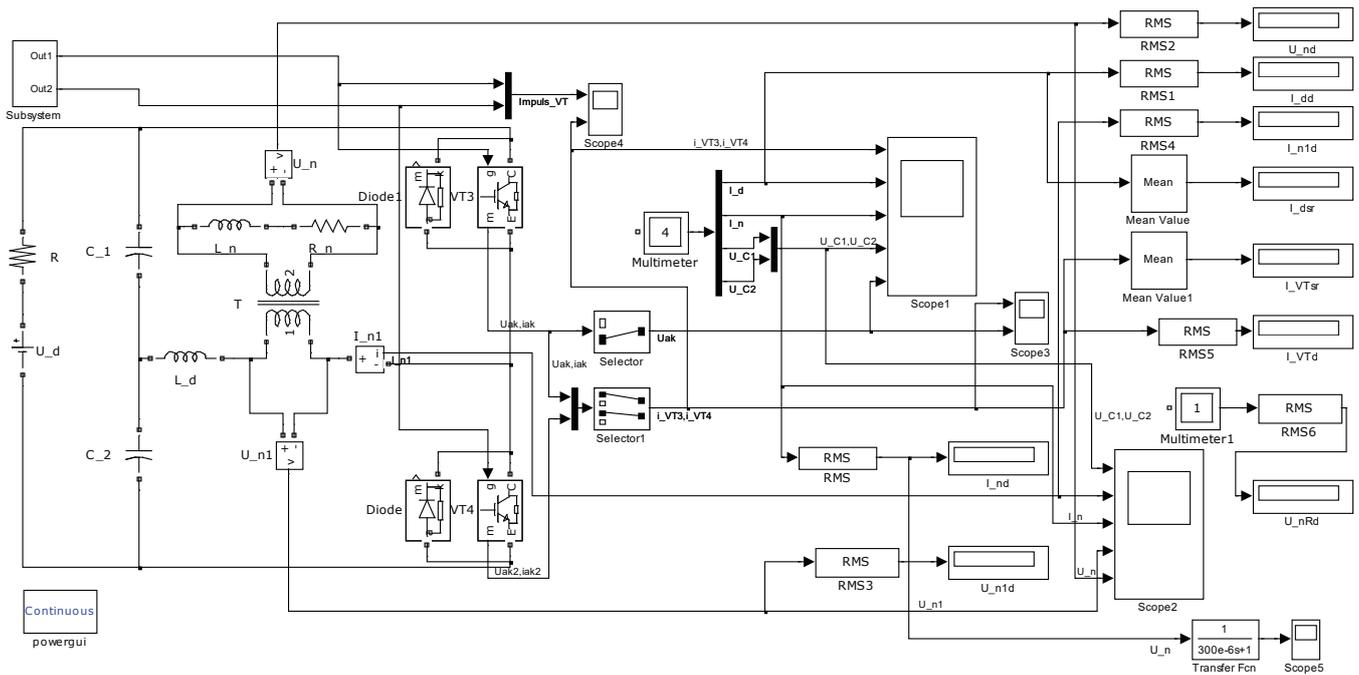


Рис. 2. Модель полумостовой схемы последовательного резонансного инвертора с обратными диодами

как реакцию на изменение частоты импульсов, подаваемых на ключи. Переходная характеристика позволяет составить передаточную функцию, по которой в свою очередь могут быть определены частотные характеристики для последующего синтеза замкнутой системы управления.

Моделирование показывает, что полученные в результате автоматизированного расчета параметры силовой части схемы позволяют обеспечить корректную работу инвертора при заданном режиме работы исходя из относительной длительности открытого состояния ключей.

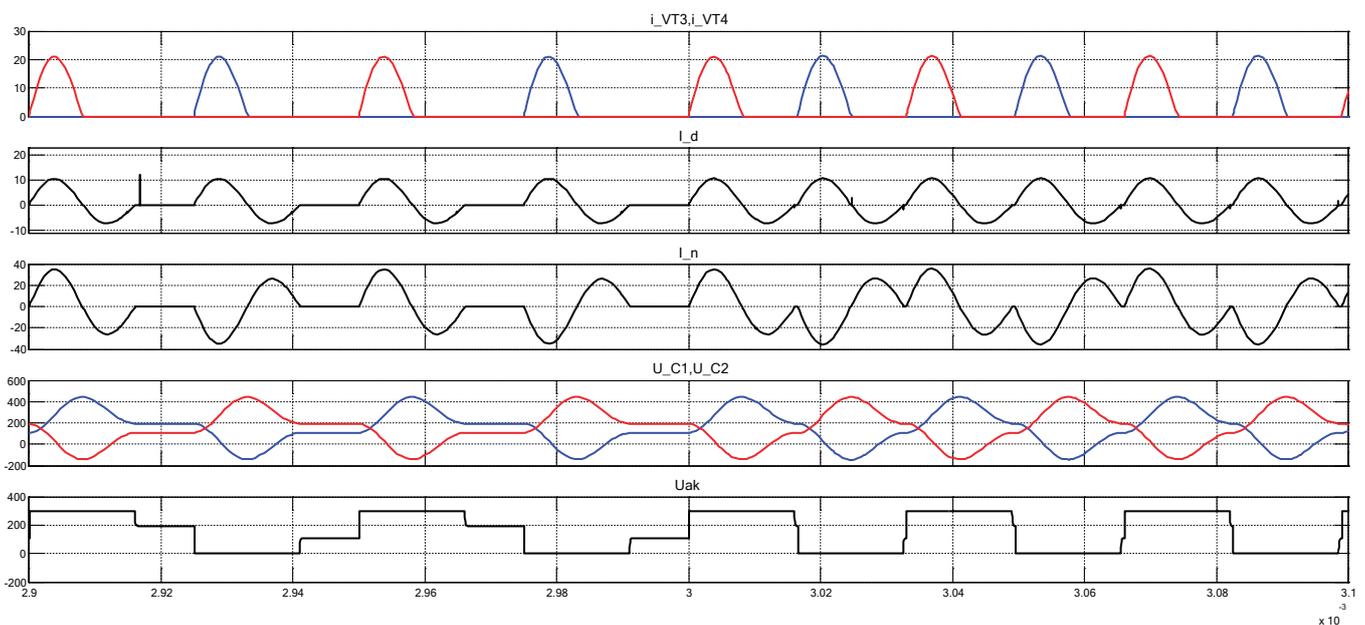


Рис. 3. Временные диаграммы работы последовательного полумостового резонансного инвертора с обратными диодами

Литература:

1. Лазарева Н. М., Павлов О. П., Яров В. М. Программный комплекс расчёта и анализа последовательных резонансных инверторов // Материалы Всероссийской научно-технической конференции «Динамика нелинейных дискретных электротехнических и электронных систем». — 2017.
2. Яров В. М. Полупроводниковые преобразователи частоты для установок индукционного нагрева: Учеб. пособие / В. М. Яров, В. П. Терехов, А. Н. Ильгачев. — Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2005. — 228 с.

Разработка автоматической системы парковки для автопоезда

Петров Николай Викторович, студент магистратуры
Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

В статье изложено исследование проблемы процесса движения автопоезда задним ходом в ограниченном пространстве. Проведен Customer Development. Исследуя рынок услуг, было представлено возможное решение. Ведется разработка математической модели движения автопоезда.

Ключевые слова: парктроник, система парковки, автопоезд, автоматическая система, автопилот.

Автопоезд — это крупногабаритное транспортное средство, требующее предельной осторожности и концентрации внимания при вождении.

Проведя Customer development было выявлено, что выполнение маневра задним ходом довольно сложный процесс, который требует владения соответствующими профессиональными навыками и компетенциями на очень высоком уровне не только у водителей новичков, но и очень опытных водителей.

Растет количество автопоездов участвующих в транспортировке грузов. Квалификация водителей не повышается (даже снижается). Система автоматической пар-

ковки автопоезда позволит автоматизировать процесс движения автопоезда задним ходом при постановке под погрузку/разгрузку (маневрировании автопоезда в условиях ограниченного пространства, что существенно снизит время на выполнение данных маневров и повысит безопасность движения. В настоящее время имеется задел в виде структурной схемы автоматической парковки автопоезда и программы расчета кинематики движения автопоезда. В дальнейшем требуется разработка алгоритма управления системой автоматической парковки, выбор компонентной базы и апробация работы системы на макете.

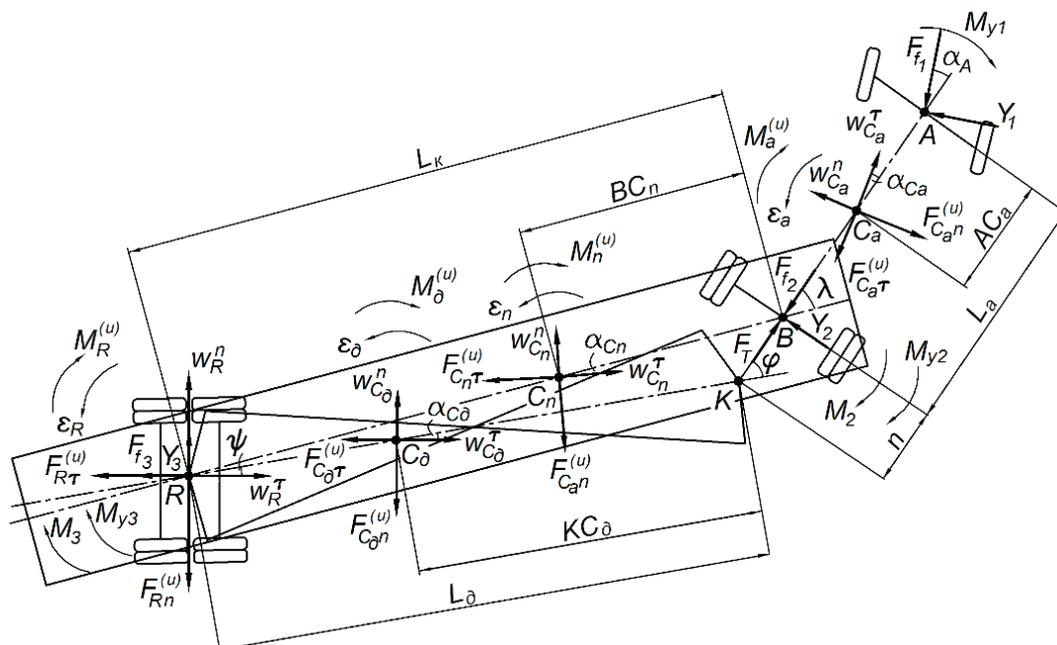


Рис. 1. Математическая модель автопоезда

Научная новизна предлагаемых в проекте решений объясняется разработкой структурной схемы и алгоритма управления системой автоматической парковки автопоезда. Систему планируется предлагать в виде дополнительной опции (Помощник при парковке) или же внедрять систему в автопилот автомобиля. Данного продукта

нет на рынке услуг. На данный момент ведутся разработки автопилота для автомобиля «КАМАЗ», так же немецкая фирма «ZF» продемонстрировала на выставке IAA опытный образец автопоезда с системой автоматической парковки. Другой информации не имеется.

Обоснование необходимости разработки

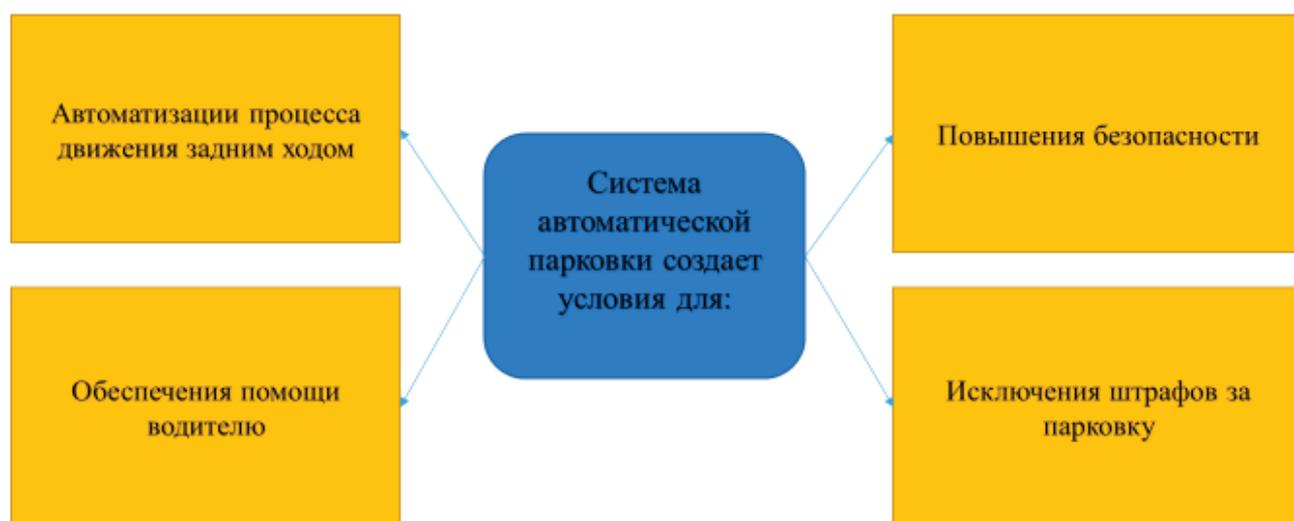


Рис. 2. Почему нужна данная разработка?

В ходе исследований и разработки системы автоматической парковки требует выполнения следующих задач:

- Разработка принципиальной схемы системы автоматической парковки;
- Разработка математической модели автопоезда (рис. 1) и алгоритма управления системой;
- Выбор и приобретение датчиков для системы автоматической парковки;
- Разработка и изготовление макета автопоезда;
- Проведение макетных испытаний системы автоматической парковки автопоезда;
- Оптимизация алгоритма работы и параметров системы управления.

Для решения поставленных задач были подобраны оптимальные датчики, такие как лазерный дальномер, датчик складывания и т.п.

Используя программы для расчетов, создается математическая модель, по которой, впоследствии, будет запрограммирован контроллер.

Время парковки автопоезда может быть сокращено в 2 раза при этом увеличивается безопасность движения в ограниченных условиях движения. Снижается время простоев автопоезда. Снижаются требования к квалификации водителя.

Аналоги в серийном производстве отсутствуют.

В сопоставлении с аналогами стоит отметить разработку новых алгоритмов, которые позволят минимизировать или удалить следующие несрабатывания датчиков:

- Острые предметы;
- Предметы, поглощающие ультразвуковое излучение (одежда, пористые материалы, снег);
- Небольшие предметы (менее 1 метра);
- Объекты, отражающие звук в сторону от датчиков;
- Система не может обнаружить провалы в асфальте, открытые колодцы, разбросанные мелкие острые предметы и прочие опасные объекты, находящиеся вне поля зрения датчиков.

Это позволит привлечь большее количество потребителей и производителей в т.ч.

На данном этапе развития проекта имеются компании, которые позволят проводить разработки и исследования с использованием своих производственных мощностей.

Ведется разработка 3D моделей испытательного стенда.

Рассматривая статистику, предполагается, что разработка будет актуальна для отечественных автомобилей включительно, т.к. по данным аналитического агентства «Автостат» и статистике ДТП с сайта stat.gibdd.ru/ видно, что 4 из 5 позиций заняты автомобилями Российского производства.

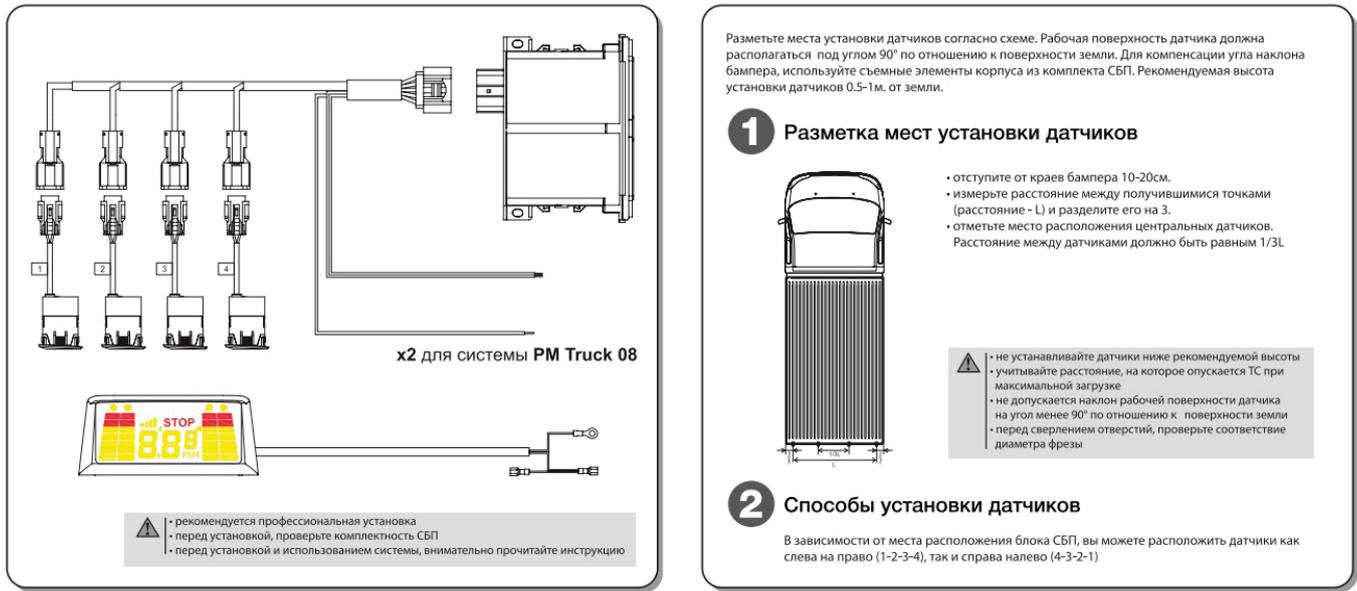


Рис. 3. Мануал по установке датчиков

Также разработка решает проблему порчи имущества при выполнении маневра задним ходом.

Система автоматической парковки так же позволит снизить количество ДТП, ввиду помощи водителю, путем использования соответствующих датчиков и камер на автопоезде. Это позволит обеспечить видимость слепых зон и покажет нужный угол при выполнении маневра задним ходом.

Рассматривается вариант использования «Помощника» в автошколах для обучения водителей соответствующей категории, т.к. значительно упрощается процесс парковки и вообще заднего хода в целом, что положительно скажется на результатах.

Данный проект выиграл грант в программе «УМНИК» и нуждается в дальнейшей разработке и выходе на рынок.

В перспективе сотрудничество с крупными грузоперевозчиками.



Рис. 4. Результат

Литература:

1. Официальный сайт «Автостат» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.autostat.ru/news/>
2. Официальный сайт статистики ДТП ГИБДД [Электронный ресурс]. URL: stat.gibdd.ru/

Молодой ученый

Международный научный журнал
№ 26 (264) / 2019

Выпускающий редактор Г. А. Кайнова
Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга
Художник Е. А. Шишков
Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянов, О. В. Майер

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.
За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.
При перепечатке ссылка на журнал обязательна.
Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ №ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г.
ISSN-L 2072-0297
ISSN 2077-8295 (Online)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый»
Номер подписан в печать 10.07.2019. Дата выхода в свет: 17.07.2019.
Формат 60 × 90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

Почтовый адрес редакции: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.
Фактический адрес редакции: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.
E-mail: info@moluch.ru; <https://moluch.ru/>
Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.