

№6

ИЮНЬ

2014

Научно-практический
журнал для специалистов

Республика Беларусь, г. Минск

информационный журнал

*Тема номера:
«Мобильные устройства
и приложения»*

Республика Беларусь, Минск, 9-12 июля 2014
7-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ



MILEX 2014

ООО «ФЭК»
220015, г. Минск, Республика Беларусь, пр. Пушкина, 29 Б
Тел./факс: +375 (17) 210 22 74, 210 23 21
E-mail: info@fek.by Сайт: www.fek.by

FEK
ЭЛЕКТРОННЫЕ
КОМПОНЕНТЫ

ПОДПИСКА В БЕЛАРУСИ (Белпочта):
индивидуальная — 00822,
Ведомственная — 008222

ISSN 1999-7515



9 771999 751006 1 4 0 0 6



ВСЁ НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ

Группа компаний **ЭЛТИКОН**

- Промышленные компьютеры, серверы, центры обработки и хранения данных;
- Встраиваемые и бортовые вычислительные системы, в т.ч. для жестких условий эксплуатации;
- ПЛК и микроконтроллеры, распределенные системы управления и сбора данных;
- Средства операторского интерфейса: мониторы, панели оператора, консоли управления, клавиатуры, трекболы, указательные устройства, информационные табло и мониторы для уличных применений;
- Устройства локального и удаленного ввода-вывода сигналов, АЦП, ЦАП, решения для управления движением, нормализаторы сигналов;
- Сетевое и коммуникационное оборудование для различных сетей, шлюзы данных, коммутаторы Ethernet, медиа-конвертеры, сетевые контроллеры, модемы, удлинители сетей, преобразователи интерфейсов, протоколов и т.п.;
- Датчики для различных применений;
- Источники вторичного электропитания для промышленных, медицинских, бортовых и специальных применений, инверторы электропитания, программируемые источники питания;
- Решения на основе полупроводниковых источников света для уличного освещения и архитектурной подсветки;
- Специализированные датчики, контроллеры и устройства для «умного дома»
- Корпуса, конструктивы, субблоки в стандарте евромеханика, шкафы, стойки, компьютерные корпуса;
- Крепежные элементы, клеммы, монтажный инструмент, провода и кабели, кабельные вводы, соединители;
- Программное обеспечение всех уровней АСУТП, SCADA-система Genesis, OPC-серверы и средства их разработки

ADVANTECH

ADLINK
TECHNOLOGY INC.

XP

ProSOFT
АВТОРИЗОВАННЫЙ ДИЛЕР

Akiwa Technology, Inc.
SUBSIDIARY OF GUANGSHING INDUSTRIAL - TAIWAN

iKey

OCTAGON
SYSTEMS

Getac

iconics

LITEMAX

BELDEN
SENDING ALL THE RIGHT SIGNALS

TDK-Lambda

APC
by Schneider Electric

iBASE

IEE

Transcend

PEPPERL+FUCHS
ELCON

EtherWAN

rttd

SCAIME
EMPLOYMENT PRECIS - INFINITE PRECISION

WEINTEK

INNO-DISK
Beyond your imagination

Schroff

CEHCO

ifm electronic

WAGO

PLANAR

XLight

Fastwel

DATAFORTH

men
mikro elektronik
gmbh - nürnberg

VIPA
art of automation

InduKey
Industrial Input Devices

TRI-M
ENGINEERING

- ✓ Более 50 вендоров в программе поставок
- ✓ Широкий диапазон продукции "из одних рук"
- ✓ Сервисный центр и послегарантийное обслуживание продукции

- ✓ Компетентный анализ технических решений с гарантией совместимости и работоспособности конфигурации
- ✓ Наличие сертификатов и ГТД

- ✓ Развитая система логистики, нестандартные схемы поставок, склады в Минске, Москве и Гамбурге
- ✓ Производство промышленных компьютеров, шкафов автоматики, сборка телекоммуникационных шкафов

**ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ ПРИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКЕ
ФАКУЛЬТЕТА РАДИОФИЗИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ БЕЛГОСУНИВЕРСИТЕТА.
ЖУРНАЛ ВКЛЮЧЕН В СПИСОК НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДАНИЙ ВАК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

электроника
инфо

**International magazine
of amateur and professional electronics
№6 (108) июнь 2014**

Зарегистрирован
Министерством информации
Республики Беларусь

Регистрационный №71
от 05 марта 2009 года

Главный редактор:
Раковец Леонид Иванович
electronica-info@yandex.ru

Заместитель главного редактора:
Асмоловская Ирина Михайловна
i.asmalouskaya@electronica.by

Редактор технический:
Бортник Ольга Викторовна

Редакционная коллегия:

Председатель:

Чернявский Александр Федорович
академик НАН Беларуси, д.т.н.

Секретарь:

Садов Василий Сергеевич, к.т.н.
e-mail: sadov@bsu.by

Члены редакционной коллегии:

Беляев Борис Илларионович, д.ф.-м.н.

Борздов Владимир Михайлович, д.ф.-м.н.

Голенков Владимир Васильевич, д.т.н.

Гончаров Виктор Константинович, д.ф.-м.н.

Есман Александр Константинович, д.ф.-м.н.

Ильин Виктор Николаевич, д.т.н.

Кугейко Михаил Михайлович, д.ф.-м.н.

Кучинский Петр Васильевич, д.ф.-м.н.

Мулярчик Степан Григорьевич, д.т.н.

Петровский Александр Александрович, д.т.н.

Попечиц Владимир Иванович, д.ф.-м.н.

Рудницкий Антон Сергеевич, д.ф.-м.н.

Отдел рекламы и распространения:

Антоневич Светлана Геннадьевна
тел./факс: +375 (17) 204-40-00
e-mail: s.antonovich@electronica.by

Учредитель:

ТЧУП «Белэлектрониконтракт»
220015, Республика Беларусь,
г. Минск, пр. Пушкина, 29 Б,
тел./факс: +375 (17) 210-21-89,
+ 375 (17) 204-40-00

© Перепечатка материалов, опубликованных
в журнале «Электроника инфо», допускается
с разрешения редакции

За содержание рекламных материалов редакция
ответственности не несет

Подписной индекс в РБ:
00822 (индивидуальная),
008222 (ведомственная)

Цена свободная

Подготовка, печать:

150 экз. отпечатано
тип. ООО «Полиграф»

г. Минск, ул. Кнорина, 50/4-401А

Лицензия №02330/0494199 от 03.04.2009 г.

Подписано в печать 09.06.2014 г.

Заказ №

СЛАВНЫЕ ИМЕНА

ЖИЗНЬ КАК ЧУДО: ИСТОРИЯ УСПЕХА ОСНОВАТЕЛЯ WhatsApp ЯНА КУМА.....2

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ

ЭВОЛЮЦИЯ СОТОВЫХ МОБИЛЬНЫХ ТЕЛЕФОНОВ.....6

НАШИ ИНТЕРВЬЮ

А. КНЫРОВИЧ: «НА МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ В БЕЛАРУСИ
МОЖНО БУДЕТ ЗАРАБАТЫВАТЬ ЧЕРЕЗ 3–4 ГОДА».....11

ОБЗОР

10 ГЛАВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕНДОВ 2014 ГОДА.....13

КОНФЕРЕНЦИИ

РОБОТЫ НАСТУПАЮТ. ОБЗОР ИНДУСТРИИ РОБОТОТЕХНИКИ.....18

МОБИЛЬНЫЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РОБОТОТЕХНИКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ
Г.А. Прокопович, В.А. Сычев, С.Л. Герасюто.....25

ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА
ПО РОБОТОТЕХНИКЕ
С.Л. Герасюто, Е.И. Печковский, Г.А. Прокопович, В.А. Сычев.....27

РЕЦЕНЗИРУЕМЫЕ СТАТЬИ.....30-47

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ОБУЧЕНИЕ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОКОЛЕСНЫМ МОБИЛЬНЫМ РОБОТОМ
В.В. Демин, А.С. Кабыш, В.А. Головкин.....30

СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ МАНИПУЛЯТОРОМ РОБОТА НА ОСНОВЕ ГЕТЕРОАССОЦИАТИВНОЙ
ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ
Г.А. Прокопович.....36

СИСТЕМА ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ГРУППОВОГО УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМИ РОБОТАМИ
В.А. Сычев.....40

О РЕШЕНИИ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ КИНЕМАТИКИ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА SCARA
МЕТОДОМ НАХОЖДЕНИЯ БАЗИСА ГРЕБНЕРА
С.Л. Герасюто.....44

ТЕХНОЛОГИИ

МОБИЛЬНЫЕ CMOS-КАМЕРЫ. ТРЕХМЕРНАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ
С. Сысоева.....49

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ

ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ, РАБОТАЮЩИЕ НА ОСНОВЕ РАДИОЧАСТОТНОГО АККУМУЛИРОВАНИЯ
Дж. Толлефсон.....59

ПРАЙС-ЛИСТ.....64

СПИСОК РЕКЛАМОДАТЕЛЕЙ

«Алнар».....64
«АльфаЛидер групп».....64
«БелПлата».....48
«Вектор Технологий».....43
«ГорнТрейд».....39
«Минский часовой завод».....24
«Нанотех».....47
«Приборостроительная компания».....64
«Промтехсервиснаб».....24
«СветЛед решения».....64
«Тиком».....47
«ФЭК».....64

«Чип электроникс».....64

Обложки, цветные вставки

Microchip..... IV вст.
«Альфачип ЛТД»..... III вст.
«Радиоаптека»..... II обл.
«Радэл»..... II вст.
«Рейнбоу»..... IV обл.
«ФЭК»..... I обл., I вст.
«Фаворит-ЭК»..... III обл.
«Элтикон»..... II обл.

ЖИЗНЬ КАК ЧУДО: ИСТОРИЯ УСПЕХА ОСНОВАТЕЛЯ WhatsApp ЯНА КУМА

Как уроженец Украины, иммигрировав в США, за 20 лет прошел путь от выживания на пособие до создания самого популярного в мире мобильного мессенджера, купленного Facebook за 19 млрд долл. США.

Ян Кум выбрал символическое место для заключения соглашения о продаже мессенджера WhatsApp социальной сети Facebook. Вместе со вторым основателем сервиса Брайаном Эктоном и

партнером венчурного фонда Sequoia Capital Джимом Гетцем Кум отправился в неприметное нежилое белое здание в нескольких кварталах от штаб-квартиры WhatsApp в калифорнийском Маунтин-Вью. Здесь раньше располагался офис некоммерческой организации North County Social Services, куда 37-летнему Куму в свое время приходилось обращаться, чтобы получать еду по социальным талонам. Теперь три ключевых для WhatsApp фигуры поставили в историческом здании подписи под документом, утвердив сделку, которая в одночасье сделала основателей мессенджера миллиардерами. За проект со скромной выручкой 20 млн долл. США крупнейшая мировая соцсеть 19 февраля 2014 года выложила рекордные 19 млрд долл. США.

Кум, которому, по оценке Forbes, принадлежит 45 % WhatsApp – доля стоимостью 6,8 млрд долл. США, родился и вырос в маленькой деревне под Киевом.

Он был единственным ребенком в семье домохозяйки и строителя, возводившего здания больницы и школ. В доме Кума не было электричества и горячей воды. Его родители старались пореже говорить по телефону, опасаясь, что чиновники отключат линию. Звучит пугающе, но Кум, как ни странно, до сих пор скучает по деревенскому детству. Спартанские условия, в которых был воспитан будущий миллиардер, – вероятно, одна из причин, по которым он категорически не приемлет засилья рекламы в своем бизнесе.

В 16 лет Кум вместе с матерью иммигрировал в Маунтин-Вью, опасаясь политической нестабильности и роста антисемитских настроений на Украине после развала СССР. По программе социальной поддержки они получили маленькую квартиру с двумя спальнями. Его отец перебраться за океан так никогда и не смог. Мать Кума перевезла чемоданы, набитые ручками, карандашами и кипой из 20 советских тетрадей, чтобы не тратиться на канцелярию в США. На первых порах она подрабатывала няней, а Ян подметал полы в продуктовом магазине. Семья еле сводила концы с концами.



Брайан Эктон и Ян Кум
Photo: Robert Gallagher for Forbes

Когда матери Кума диагностировали рак, им приходилось выживать за счет ее пособия по инвалидности. Ян научился свободно общаться на английском, но никак не мог привыкнуть к поверхностному стилю общения американских студентов, постоянно вспоминая об украинских друзьях, с которыми бок о бок провел десять школьных лет. «Там ты успеваешь узнать о человеке практически все», – говорит он.

В школе Кум имел репутацию хулигана, но к 18 годам остепенился, увлекшись программированием. Он был самоучкой и информацию выуживал из учебников, которые брал «в прокат» в букинистических лавках. Вскоре Ян присоединился к хакерской группировке w00w00 и не раз взламывал серверы компании Silicon Graphics, а также много общался с другим известным выходцем из w00w00, сооснователем музыкального сервиса Napster Шоном Фэннингом.

Кум поступил в Университет штата Сан-Хосе и устроился в отдел информационной безопасности Ernst & Young. В 1997 году он познакомился с менеджером Yahoo Брайаном Эктоном (тот был 44-м по счету сотрудником Yahoo) в рамках инспекции рекламной системы интернет-гиганта. «Тогда он выглядел совсем иначе, – вспоминает Эктон. – Весь такой из себя серьезный, вроде: «Так, какая у вас политика в этом направлении?». Кум сильно отличался от других аудиторов E&Y, которые использовали тактику доверительного общения и не брезговали подарить важным клиентам бутылочку хорошего вина. «Хорошо, давайте перейдем сразу к делу», – Эктон быстро перенял деловой стиль Кума.

У Яна похожие воспоминания о первой встрече: «Мы оба не хотели заниматься этой корпоративной фигней». Через полгода он прошел собеседование в Yahoo на позицию сетевого инженера. Кум был в университете, когда спустя две недели после его трудоустройства в Yahoo серверы компании вышли из строя. Сооснователь Yahoo Дэвид Файло набрал мобильный Яна, но в ответ на просьбу срочно разобратся с проблемой услышал в трубке шепот: «Я сейчас на занятиях». У Yahoo на тот момент был скромный штат инженеров, так что каждая боевая единица была на вес золота. «В любом случае я ненавижу учебу», – пожимает плечами Кум. Вскоре он бросил университет.

Когда мать Яна умерла от рака в 2000 году, молодой уроженец Украины остался совсем один (отец скончался еще в 1997-м). В тяжелый момент на выручку пришел Эктон.

«Он запросто приглашал меня в гости», — рассказывает Кум. Коллеги вместе катались на лыжах, играли в футбол и фрисби.

Следующие семь лет они строили карьеру внутри Yahoo, которая за это время пережила целый ряд взлетов и провалов. Эктон неудачно инвестировал свои накопления во время бума «доткомов» на рубеже «нулевых» и потерял несколько миллионов долларов. Несмотря на то, что он тоже недолго любит рекламу, Брайан сыграл важную роль в запуске масштабной рекламной платформы Project Panama, одной из ключевых разработок Yahoo, в 2006 году. «Меня любое соприкосновение с миром рекламы вгоняет в тоску, — объясняет Эктон. — Вы не делаете ничью жизнь лучше, когда совершенствуете рекламные объявления на своем сайте». Он был эмоционально истощен необходимостью постоянно исполнять нелюбимую работу. «Я видел это, встречая его в коридоре», — подтверждает Кум. Сам он, впрочем, тоже перестал получать от рабочих будней удовольствие. В своем профайле на LinkedIn Кум скуп и без энтузиазма описывает последние три года в Yahoo: «Выполнял какую-то работу».

В сентябре 2007 года будущие создатели WhatsApp наконец порвали с утомившей их корпорацией и устроили себе реабилитационный отпуск длиной в год. Они путешествовали по Южной Америке, играли в любимый командный фрисби и наслаждались свободой. Оба попытались устроиться в Facebook — и провалились. «Да, мы члены клуба отказников Facebook», — смеется Эктон, чья оптимистичная реакция на решение руководства соцсети сохранилась в анналах его Twitter-аккаунта.

Кум «проедал» 400 000 долл. США своих накоплений времен Yahoo и не слишком задумывался над будущим, пока в январе 2009 года не купил iPhone. Он сразу же почувствовал фантастический потенциал устройства, а точнее, магазина App Store, которому тогда было семь месяцев от роду, и индустрии мобильных приложений в целом. Кум

в тот период часто заходил в гости к своему русскому приятелю Алексу Фишману, который устраивал у себя дома на западе Сан-Хосе посиделки с пиццей и просмотром киноновинок для местной русской общины. Собиралось по 40 человек. Двое из них обычно отходили в сторону и за чашкой чая на кухне обсуждали идею нового приложения — это были Кум и Фишман.

«Ян показывал мне свой список контактов в смартфоне, — вспоминает Фишман. — И объяснял, что было бы здорово сделать приложение, в котором именам людей присваивались бы отдельные статусы». Статусы, в понимании Кума, должны были сообщать вашему списку контактов, что вы сейчас разговариваете по телефону, что у вашего iPhone скоро разрядится батарея или что вы не можете взять трубку, потому что находитесь в спортзале. Чтобы компенсировать недостаток опыта, он искал разработчика мобильных приложений. Фишман свел его с Игорем Соколенниковым — специалистом из России, найденным на сайте RentACoder.com.

Кум быстро придумал название WhatsApp — врезавшуюся в память отсылку к вопросу «Как дела?» (What's up?). Через неделю после своего дня рождения, 24 февраля 2009 года, он учредил компанию WhatsApp Inc. в Калифорнии. «Он все предусмотрел», — говорит Фишман. Само приложение на момент регистрации юрлица еще не было готово, Кум сутками дописывал код, чтобы WhatsApp научилось синхронизироваться с любым телефонным номером по всему миру, для этого он прочесывал страницу Wikipedia с полным списком международных префиксов. На учет региональных нюансов у основателя компании ушло несколько месяцев рутинного труда.

Первоначальная версия WhatsApp много сбоила и тормозила. Когда Фишман скачал приложение, из сотен номеров в его списке контактов WhatsApp было установлено у единиц — в основном у местных русских, знакомых с Кумом.

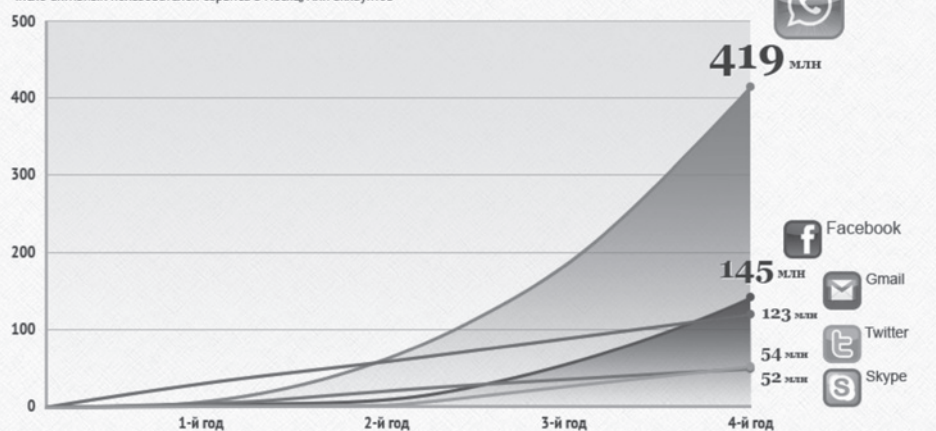
За обедом в стейкхаусе Tony Roma's в Сан-Хосе Фишман подсчитывал баги сервиса, пока сидящий напротив Кум скрупулезно фиксировал все жалобы «испытателя» в одной из тех советских тетрадок, что его мать привезла с собой в США, — Ян сохранил нехитрый иммигрантский скарб, чтобы делать самые важные в своей жизни записи.

Через месяц, после очередной игры в фрисби, стартапер в разговоре с Эктоном, скрепя сердце, признал, что затея с WhatsApp не удалась и пришла пора устраиваться на работу. Но старый друг снова выручил — на этот раз

Быстрее Facebook: рекордные темпы роста аудитории WhatsApp

Рост числа пользователей известных социальных сервисов в первые четыре года существования

Число активных пользователей сервиса в месяц, млн аккаунтов



©Forbes.ru

Источники: comScore Media Metrix, данные компаний

правильным советом: «Ты будешь полным идиотом, если бросишь все сейчас. Потерпи еще хотя бы пару месяцев».

Помощь утопающему пришла с неожиданной стороны: в июне 2009 года Apple запустила опцию уведомлений, так чтобы приложения смогли напоминать о себе, даже когда владелец iPhone не пользовался ими. Ян оперативно обновил WhatsApp – теперь всякий раз, когда пользователь менял свой статус (например, на «Не могу говорить, я в зале»), сервис оповещал об этом весь список его контактов. Русские друзья Фишмана тут же взяли за правило в шутку уведомлять друг друга о «каждом чихе», устанавливая статусы вроде «Проснулся поздно» и «Уже еду».

«В какой-то момент WhatsApp превратился в средство общения, – говорит Фишман. – Мы начали использовать его, чтобы спросить: «Эй, как дела?». И кто-то немедленно отвечал». Ян наблюдал, как меняются статусы пользователей, на экране своего Mac Mini в таунхаусе в Санта-Кларе, и все более отчетливо понимал, что непреднамеренно создал удобный сервис-мессенджер. «Меня заворожила идея постоянно быть на связи с кем-то, кто находится от тебя за тысячи километров, с помощью устройства, которое всегда носишь с собой», – говорит Кум.

Единственным бесплатным текстовым мессенджером на рынке на тот момент был BBM от Research In Motion, который работал только на смартфонах BlackBerry канадского производителя. Развивались также G-Talk от Google и Skype, но у WhatsApp на их фоне было конкурентное преимущество – логином сервиса был ваш телефонный номер. Кум вскоре представил версию 2.0 с опцией обмена сообщениями и получил отдачу в виде резкого роста численности аудитории, подскочившей до 250 000 пользователей. Тогда Ян решил пригласить в проект Эктона, который никак не мог найти работу и безуспешно пытался запустить очередной стартап.

Друзья сидели на кухне дома у Эктона и отправляли друг другу сообщения по WhatsApp, тестируя ставшую позднее знаменитой функцию появления под сообщением двойной галочки после того, как получатель просматривает его. Брайан уже тогда понял: перед ним – настоящая альтернатива SMS и вещь более эффективная, чем так и не обретшая популярность технология MMS для обмена фотографиями и другим нетекстовым контентом. «Перед нами была вся безграничная интернет-вселенная, которую предстояло завоевать», – говорит он.

Скоро Кум и Эктон оккупировали Red Rock Café – кафе для стартаперов на оживленном перекрестке Маунтин-Вью. Второй этаж заведения и сегодня под завязку набит уткнувшимися в ноутбуки людьми, в тишине пишущими код для своих приложений. Основатели WhatsApp часенек сидели за одним из расшатанных столиков кафе – Эктон с записной книжкой и Кум с ноутбуком. В октябре Брайан привлек для сервиса первые посевные инвестиции: 250 000 долл. США в проект вложили пять его знакомых – бывших сотрудников Yahoo. Эктон получил статус сооснователя и долю в WhatsApp. Он официально стал работать в компании 1 ноября 2009 года (вплоть до сделки с Facebook Кум и Эктон сохраняли совокупную долю 60 %, что для технологических стартапов очень высокий показатель. Ян на правах автора идеи и единственного разработчика на протяжении первых девяти

месяцев существования сервиса имел большую долю. Первые сотрудники также совокупно контролировали сравнительно крупную долю – около 1%. Официально в компании эти цифры не комментируют).

Кум и Эктон постоянно получали фидбэк от владельцев iPhone, заинтригованных удобным функционалом бесплатного мессенджера, но расстроенных невозможностью общаться с друзьями-пользователями Nokia и BlackBerry. Поскольку операционная система Android тогда находилась в зачаточной стадии, Кум нанял старого друга Криса Пайффера из Лос-Анджелеса для разработки BlackBerry-версии приложения. «Я был настроен скептически, – вспоминает Пайффер. – Разве SMS не было достаточно для общения?». Кум возражал: SMS «запирают» пользователей внутри страны. «Это вчерашний день, – говорил он разработчику. – Это мертвая технология, дойная корова для сотовых операторов, которая уйдет в прошлое, как в 70-х ушел факс». Выслушав аргументы Кума и взглянув на галопирующие темпы роста аудитории WhatsApp, Пайффер присоединился к команде.

Через связи в Yahoo стартап подыскал себе помещение под офис – несколько комнат на бывшем складе на Эвелин-авеню в Сан-Хосе. Вся остальная часть здания была занята сервисом Evernote, который в конечном итоге «выжил» скромных соседей со своей территории. Зимой сотрудники WhatsApp кутались в теплые одеяла, чтобы согреться, а работать им приходилось за дешевыми столами из Ikea. В офисе не было даже фирменного логотипа сервиса. «Они так объясняли схему проезда: «Найдите здание Evernote. Обойдите его. Сзади увидите дверь без таблички. Стучитесь», – вспоминает свое собеседование один из первых разработчиков BlackBerry-версии WhatsApp Майкл Донохью.

Кум и Эктон первые несколько лет работали бесплатно, а их крупнейшей статьей расходов стала рассылка текстовых уведомлений. И без того ограниченный бюджет WhatsApp разоряли SMS-брокеры, вроде Click-A-Tell, организовывавшие отправление одного сообщения американскому пользователю за 2 цента, а пользователю на Ближнем Востоке – уже за 64 цента. Сегодня компания тратит на уведомления около 500 000 долл. США в месяц. В 2009 году эта сумма была значительно меньше, но и ее хватало, чтобы истощить банковский счет Кума. К счастью, WhatsApp аккурат к началу 2010-го научился генерировать первую выручку – выходило примерно 5000 долл. США в месяц, и этого хватало на покрытие административных издержек. Основатели экспериментировали, делая сервис то бесплатным, то платным, чтобы понять, насколько аудитория заинтересована в функционале приложения. Переломный момент наступил, когда в декабре 2009 года обновленный WhatsApp научился отправлять фотографии, несмотря на ценник в 1 долл. США, приток новых пользователей вновь резко ускорился. «Думаю, мы можем оставить его платным», – выразил общее мнение Эктон.

К началу 2011 года WhatsApp взобрался на вершину рейтинга самых популярных приложений в американском App Store. Однажды за корпоративным ланчем один из сотрудников спросил у Кума, почему тот не привлекает к проекту внимание прессы. «Маркетинг и пресса поднимают пыль, – ответил основатель сервиса. – А пыль

попадает в глаза. И вы больше не можете фокусироваться на продукте».

Для венчурных капиталистов, впрочем, внимание журналистов – не главный критерий перспективности стартапа. А WhatsApp своими успехами на тот момент уже наделал шуму в Кремниевой долине. Кум и Эктон только и успевали, что отмахиваться от назойливых предложений о переговорах. Брайан относился к идее привлечения венчурных инвестиций как к кредитному ярму. Переубедить его удалось лишь партнеру Sequoia Джиму Гетцу. Упрямый инвестор восемь месяцев обхаживал основателей WhatsApp, ему пришлось задействовать все свои многочисленные связи в отрасли. За это время Гетц встречался с десятком команд-разработчиков других мессенджеров – Pinger, Tango, Baluga и др., но эти поиски лишь укрепляли партнера Sequoia во мнении: WhatsApp – настоящие лидеры сегмента. Для Гетца стало сюрпризом, что сервис уже платил налог на прибыль. «Это единственный прецедент в моей венчурной карьере», – говорит он. Судьбоносная встреча состоялась в том же Red Rock Café. Инвестору пришлось выдержать перекрестный допрос своенравных стартаперов и пообещать никогда не давить на них с требованием внедрения рекламных моделей. За право вложить в WhatsApp деньги Sequoia Гетц согласился стать «стратегическим советником» компании. Фонд инвестировал в мессенджер 8 млн долл. США.

Через два года, в феврале 2013 года, когда аудитория WhatsApp выросла почти до 200 млн активных пользователей, а штат компании разросся до 50 человек, Кум и Эктон сошлись во мнении, что настало время для нового раунда инвестиций. «Чтобы подстраховаться», – объясняет Брайан их мотивы. Он вспоминает, как его мать, у которой был свой небольшой бизнес по доставке грузов, мучилась от бессонницы, опасаясь наделать долгов по зарплате: «Вы ни за что не захотите оказаться в ситуации, при которой будете не в состоянии рассчитаться с сотрудниками». Второй раунд инвестиций был проведен непублично. Sequoia вложил

в сервис еще 50 млн долл. США, оценив мессенджер в 1,5 млрд долл. США. Незадолго до этого Эктон послал Гетцу скриншот банковской выписки WhatsApp: на счету компании лежало 8,257 млн долл. США – больше, чем проект получил от фонда парой лет раньше.

Твердо встав на ноги, сервис обзаводится соответствующей новому статусу инфраструктурой. Эктон договорился о долгосрочной аренде строящегося трехэтажного офисного здания. Хотя владелец недвижимости и не знал, кто такие WhatsApp, их готовность платить стала решающим аргументом. Летом 2014 года команда въедет в новую просторную штаб-квартиру всем штатом в 100 человек.

В начале февраля 2014 года Кум проносится мимо будущего офиса на своем Porsche по пути на тренировку по боксу, которые часто пропускает из-за сильной загруженности. Опаздывает он и сегодня. Появится ли в новом здании логотип WhatsApp? «Не вижу в этом никакого смысла. Просто попытка повысить самооценку, – усмехается он. – Мы все и так знаем, где работаем». Ян подъезжает к неприметному кирпичному зданию в Сан-Хосе, хватает спортивную сумку и входит в зал, где на частное занятие его уже ждет жующий жвачку невысокий тренер. Из колонок грохочет рэп. «Ему нравится Канье», – улыбается тренер. В спарринге Кум медлителен, но наносит несколько мощных ударов. Каждые пару минут он прерывается, снимает перчатки и проверяет, нет ли сообщений от Эктона насчет работы серверов WhatsApp. Кум боксирует очень сконцентрированно, описывает его стиль тренер: он не хочет заниматься в секции кикбоксинга, как большинство других посетителей зала, предпочитая прямые размеренные боксерские удары. То же можно сказать о сервисе Яна, который стремится быть простым и понятным настолько, насколько это вообще возможно.

Правильное сравнение, соглашается краснолицый Кум, собирая вещи после тренировки. «Я хочу делать одну вещь – и делать ее хорошо».

forbes.ru

НОВОСТИ

267 МИЛЛИОНОВ СМАРТФОНОВ ПРОДАНО ЗА ПЕРВЫЙ КВАРТАЛ 2014 ГОДА

Согласно данным аналитического агентства TrendForce, за первые три месяца текущего года в мире было продано 266,9 миллионов смартфонов. С января по март уровень продаж вырос на 1,13 %, при этом во втором квартале ожидается еще большее увеличение продаж: TrendForce прогнозирует рост продаж на 6,7 %, а число проданных телефонов достигнет 284,5 миллионов устройств. Что касается данных по производителям, на первое место ожидаемо вышел южнокорейский производитель Samsung, которому принадлежит порядка 30 % рынка, при этом лидерами продаж являются не флагманы Samsung Galaxy S5 и

Samsung Galaxy Note 3, как можно было бы подумать, а недорогие устройства в начальном и среднем ценовом диапазоне. Что касается Apple, она расположилась на ступень ниже Samsung, однако, во второй половине года после выхода iPhone 6 с 4,7-дюймовым экраном ситуация может резко измениться.

Не отстают от двух технологических гигантов и китайские производители. Как показывает статистика, Huawei, Xiaomi и Lenovo замыкают пятерку лидеров – им принадлежит более 20 % рынка, и их доля, судя по всему, продолжит расти.

mdforum.ru

ЭВОЛЮЦИЯ СОТОВЫХ МОБИЛЬНЫХ ТЕЛЕФОНОВ

1983 год

Первый сотовый телефон был произведен в 1983 году компанией Motorola, с чего и начнем обзор развития мобильных телефонов. Называлась эта модель DynaTAC 8000X. Вот только через 10 лет первый сотовый телефон Motorola DynaTAC 8000X появился на прилавках магазинов. Это устройство связи стоило баснословную сумму – «счастливый» обладатель диковинки должен был выплатить 3995 долл. США. Интересно, а сколько стоила минута разговора в то время?



1989 год

И вот, наконец, кто-то понял, что важным параметром мобильного телефона является его портативность. Мало того, что сотовый телефон Motorola MicroTAC получил много хвалебных отзывов о своем размере, но также восхвалялись его длительность автономной работы (около 75 минут) и «дешевая» стоимость (всего 2995 долл. США).



Motorola MicroTAC

1994 год

Хотя термин «смартфон» в эти годы еще даже и не придумали, а вот первое упоминание о коммуникаторе появилось именно в 1994 году. Это был IBM Simon Personal Communicator по цене 1100 долл. США без контракта.



IBM Simon Personal Communicator

1995 год

Повальным внедрением мобильной сотовой связи можно назвать 1995 год. Правда размеры девайсов того времени шокировали бы сегодняшнее поколение.

Только посмотрите на мобильный телефон образца 1995 года. Это просто «громдная трубка» с длинной антенной. С виду раритет слегка напоминает беспроводный телефон нынешнего времени. Даже тот небольшой функционал, который разработчики внедряли в сотовые телефоны начала 90-х, не смог бы поместиться в корпуса мобильных устройств нашего времени. Причина тому – и низкий уровень технологий элементной базы, и отсутствие густой сети базовых станций сотовых операторов. Поэтому была необходимость использовать повышенную мощность передающих модулей и соответственно увеличенных антенн для уверенной связи. То, что кажется не реальным сейчас, в те годы было предметом роскоши и символом обеспеченности владельца «мобильного телефона».



Сотовый телефон образца 1995 года

1996 год

Спустя год, в 1996, мобильные телефоны немного усовершенствовались и стали выглядеть симпатичнее. Да и длина антенны существенно сократилась. На рисунке ниже показан сотовый телефон Nokia 9000, который был одним из самых популярных телефонов того времени.



Сотовый телефон Nokia 9000

1997 год

Год выделяется нововведением: разработчики стали устанавливать внутренние антенны в мобильные телефоны, что явно улучшило внешний вид сотовых девайсов. Смотрите сами: на фото показан типичный телефон 1997 года.



Мобильный телефон образца 1997 года

1998 год

Хотя и пошла массовая тенденция по удалению наружных антенн с мобильных девайсов, но производители сотовых телефонов некоторую часть своей продукции продолжали выпускать с небольшими антеннами. Также на смену черным корпусам пришли яркие цвета. На фото ниже видим мобильный телефон Nokia 5110, который появился на прилавках магазинов в 1998 году и был доступен в различной цветовой гамме.



Мобильный телефон Nokia 5110

1999 год

В 1999 году мобильным телефонам стали придавать более компактный вид. На фото ниже показан телефон Nokia 3210, имеющий строгий дизайн, внутреннюю антенну и улучшенную графику. Все это заметно выделяет этот телефон на фоне предыдущих моделей сотовых телефонов.



Мобильный телефон Nokia 3210

2000 год

Переломный год в эпохе мобильных гаджетов. В этом году мир увидел первый сенсорный телефон. Хотя это и не передовые технологии, какие доступны сегодня, но для того времени это был огромный трамплин для начала внедрения новейших, перспективных технологий. На снимке показан мобильный телефон Motorola, который снабжен черно-белым сенсорным экраном. Использование сенсора заметно упростило пользователю доступ к различным функциям устройства.



Первый сенсорный телефон Motorola

2001 год

2001 год стал годом рождения первого в мире сотового телефона с монохроматическим дисплеем. Как альтернативу скучным, черно-серым дисплеям, разработчики предложили пользователям дисплеи с цветной подсветкой. На изображении показан Nokia 8250, один из первых телефонов, оборудованный цветным монохроматическим дисплеем. Например, голубой фон подсветки дисплея вместе с компактным дизайном сделали этот телефон желаемой моделью для многих людей того времени.



Nokia 8250 – первый телефон с монохроматическим дисплеем

2002 год

В 2002 году высокие технологии свершили гигантские, переломные события в истории мобильных телефонов:

- в мобильных телефонах появился большой полноцветный дисплей;
- интеграция видеокамер в мобильные телефоны.

Первым в мире камерофоном стала Nokia 7650, показанная ниже на фото. На этом девайсе установлен большой цветной дисплей и камера 0,3 Мп.



Первый телефон с цветным дисплеем – Nokia 7650

2003 год

В 2003 году появились телефоны-раскладушки.

Рассмотрим это событие на примере телефона Samsung S300, который не ограничился одним экраном.

Эта модель имеет небольшой наружный экран, с помощью которого можно было видеть входящие звонки и текстовые сообщения, и большой внутренний экран для пользователя, чтобы набирать сообщения и выполнять другие функции телефона.



Один из первых телефонов-раскладушек Samsung S300

2004 год

Во время развития мобильных телефонов у производителей шла гонка по созданию самых миниатюрных телефонов. Самые малогабаритные телефоны были очень дорогими и приобрести их мог не каждый. Модно было стоять около крутого автомобиля, держа руку с миниатюрным мобильным телефоном около ушной раковины, при этом довольно громко болтать, обращая на себя внимание окружающих. Сейчас это вызывает снисходительную улыбку, а тогда это был показатель достатка и крутизны.

Так вот, 2004 год преподнес нам сюрприз, в виде одного из самых тонких мобильных телефонов того времени, созданный компанией Motorola. На фото ниже показан мобильный телефон Motorola V3, который был лучшим в своем классе, имел потрясающий внешний вид, тонкие формы, двойной экран, VGA камеру и много других функциональных особенностей.



Тонкий телефон Motorola V3

2005 год

В 2005 году компания Sony представила первый в мире Walkman-телефон. И действительно, мобильный телефон Sony W800i был удивительным аппаратом в своем роде и был разработан для меломанов. Девайс отличался прекрасным воспроизведением музыкальных композиций и имел отдельные кнопки для управления проигрывателем, поддержку Memory Stick. Все эти нововведения сделали его отличным гаджетом для наслаждения музыкой в любое время. Кстати, он по-прежнему поддерживал основную цель мобильных телефонов – по нему можно было даже совершать звонки.



Первый Walkman-телефон Sony W800i

2006 год

В 2006 году мобильный телефон был преобразован в стильный гаджет. Ему стала отводиться новая основная роль. Мобильное устройство стало аксессуаром, служащим для подчеркивания личности владельца. Примером тому, как дизайнеры мобильных телефонов ставят на первое место именно стиль, служит мобильный телефон LG Chocolate.

Эволюция мобильных телефонов продолжается: наступает эра смартфонов.



LG Chocolate – стильный телефон 2006 года

2007 год

В 2007 компания Apple Inc представила миру первый iPhone, который стал первым в мире смартфоном с сенсорным экраном, использующим передовые технологии. Также он стал первым телефоном с установленной операционной системой IOS, которая позволила работать в телефоне различным приложениям. С этого момента iPhone стал источником гордости и имиджа для их владельцев.



Первые смартфоны: Apple iPhone

2008 год

В 2008 году появилась необходимость иметь под рукой телефон с полноценной клавиатурой и при этом с не очень маленьким экраном. На помощь пришли слайдеры. Например, у флагмана того времени, смартфона-слайдера HTC G1, полная QWERTY-клавиатура пряталась под его большим экраном. Сам HTC G1 работал под управлением Android OS.



HTC G1 с полноценной QWERTY-клавиатурой

2009 год

В 2009 году мобильные телефоны все еще могут поместиться на ладони, но их экраны становятся все больше и имеют более высокое разрешение для высокого качества

воспроизведения. Motorola Milestone – яркий тому пример: большой сенсорный дисплей с полной клавиатурой QWERTY и работает на Android OS.



Смартфон Motorola Milestone

2010 год

В 2010 году эволюция мобильных телефонов пошла вспять. Никто даже представить не мог, что после преобразования огромных первых телефонов в миниатюрные, мы на прилавках увидим снова огромных размеров устройства? И опять это имиджевые, дорогие модели.

Кстати, появляются и новые разработки корпусов. На изображении видим телефон Motorola Backflip, представляющий собой трансформер, который позволяет пользователю перевернуть экран на задней панели телефона для удобной работы.



Motorola Backflip

2011 год

2011 год ознаменовался повальным насыщением мирового мобильного рынка смартфонами с сенсорными экранами, которые стали доминировать в мобильных гаджетах. Эти коммуникаторы-смартфоны с мощными аппаратными характеристиками со стильным гладким внешним видом.

На рисунке ниже показан Samsung Galaxy S II, который имеет почти все, что нужно от мобильного телефона для его владельца в наше время. Он оснащен 8 Мп камерой

и AMOLED дисплеем, работает на Android OS, с толщиной корпуса менее 1 см, поддерживает просмотр веб-страниц и имеет встроенный GPS. Этот телефон признан лучшим в 2011 году.



2012 год

В 2012 году появилась Nokia Lumia 800, которая работает на операционной системе Windows 7 Mobile Edition OS.



Итоги обзора развития мобильных телефонов

Никто не мог предположить, что за такое короткое время эволюции мобильный телефон сделает скачок от простой альтернативы стационарному телефону, к полноценному мини-компьютеру с GPS-модулем и FM-радио, имеющий возможность серфинга сайтов в интернете, и при этом спокойно помещается в вашем кармане.

Да, мобильные телефоны мощно эволюционировали с точки зрения их формы, производительности и функционала и будут продолжать развиваться далее и далее в будущем. Остается ждать и удивляться.

smartphone-portal.ru

В статье использованы материалы с сайтов:

hongkiat.com

globalgrind.com

А. КНЫРОВИЧ: «НА МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ В БЕЛАРУСИ МОЖНО БУДЕТ ЗАРАБАТЫВАТЬ ЧЕРЕЗ 3-4 ГОДА»

Белорусских мобильных приложений и в AppStore, и в Google Play пока немного. Впрочем, в ближайшее время ситуация может меняться благодаря Александру Кныровичу и другим инвесторам из ассоциации БАВИН, готовым инвестировать в белорусские мобильные приложения.



— Скажите, как получилось так, что бизнесмен, работающий в сфере стройматериалов, решил инвестировать в мобильные приложения?

— На сегодняшний день ни к ИТ, ни к мобильным приложениям я никакого отношения не имею. Вы правильно заметили, что мой основной бизнес — Холдинг «Сармат», который занимается строительными материалами и инженерными коммуникациями. Но при этом я ношу гордое имя инвестора и финансирую стартапы — некие молодые команды и перспективные проекты. Это бутик элитного шоколада Shocos, недавно открывшийся Арт-Хостел TRAVELER и другие. В год я готов инвестировать в них до 50 000 долл. США. Некоторое время назад в БАВИН обратился молодой человек с идеей мобильных приложений, основанных на местном контенте. Я провел два месяца, активно общаясь с ним и с теми, кого я считал профессионалами в данной области, чтобы понять, хочу я вкладывать личные средства на реализацию этого проекта. К сожалению, в данном случае мы не нашли взаимопонимания как инвестор и руководитель проекта. Но меня привлек тот объем полезной информации, который я получил. Я понял, что у нас есть компании, которые достаточно сильны в ИТ-секторе. Есть компании, работающие на западный рынок, сильные и большие. Но как только все они пытаются что-то сделать с местным контентом на мобильных телефонах, у них почему-то получается не то, что нужно пользователям. Более того, в нашей стране до сих пор нет ни одного человека, который разобрался бы в мобильной рекламе. А ведь перспективы роста этого рынка — в разы за год.

— А почему именно мобильные приложения?

— Каждый раз, когда говорю о своем интересе как инвестора к подобным проектам, я подчеркиваю, что хочу сделать что-то в сегменте B2C, то есть, для конечного пользователя. На мой взгляд, это чем-то похоже на СМИ, только работающее внутри мобильного приложения. Я не разбираюсь в ИТ, просто хочу инвестировать в то, что мне кажется сегодня перспективным и необходимым с точки зрения конечного пользователя.

— А Вы сами активно пользуетесь смартфонами, планшетами?..

— Планшетом пользуюсь регулярно. Как только мне подарили планшет, я полностью забросил свой большой ноутбук Sony Vaio. 90% времени я пользуюсь планшетом, для меня это очень удобно. А телефон выполняет функцию «набрать номер».

— На Ваш взгляд, есть ли уже рынок для подобных инициатив?

— Тут ситуация такая: в стране живет 9,5 миллионов человек. Средняя зарплата в среднем 300 долл. США, и чуть больше 30 миллиардов — это все, что зарабатывает наша страна за год сегодня. Хотим мы или нет, но мы будем расти до уровня окружающих стран, то есть, где-то до 1000 долл. США в месяц. И мы вырастем до 100 миллиардов в год располагаемого дохода населения. На этом фоне будет расти, в первую очередь, рынок потребительских товаров. А маркетинг потребительских товаров будет требовать непосредственной коммуникации с потребителем. Поэтому, закладывая фундамент для этого сегодня, мы можем получить результаты через пять или семь лет. На самом деле, моя задача даже не столько «отбить» вложенные деньги, сколько сделать «волну», которая даст результаты в перспективе.

— Ваш прогноз: через сколько лет в Беларуси можно будет зарабатывать на мобильных приложениях?

— Думаю, года через три-четыре белорусские граждане будут готовы платить за это деньги. Даже такая проблема, как способы оплаты, решится, они подтянутся вслед за рынком. Этот прогноз основан на мнении одного авторитетного и уважаемого мной человека, и я с ним полностью согласен.

— Инвестиции представителей традиционного бизнеса в «хай-тек» — это тренд?

— Нет, я думаю, тут скорее я — герой-одиночка. Если заглянуть внутрь любого рынка, то там окажется огромное количество свободных ниш, в том числе, и в строительстве. И гораздо удобнее инвестировать в то, в чем разбираешься, в чем уже есть опыт, компетенции. А компаниям из сферы «хай-тека» гораздо проще привлекать деньги с Запада, которые будут гораздо дешевле, чем местные деньги.

— Помогает ли Вам в поиске проектов Сообщество бизнес-ангелов БАВИН?

— Безусловно, помогает. В БАВИН приходит большое количество инвестиционных проектов и, как и должно быть, большинство из них — достаточно сырые. Только

пятая часть способна быть реализованной как сами идеи. Но видя проект, ты смотришь на человека, который к тебе с ним пришел, и либо ты начинаешь его «тянуть», местами работая за него, или говоришь «приходи, когда научишься тому-то и тому-то». Если человек контактен, ему можно объяснить, в чем его ошибки и заблуждения.

– Можете ли вы назвать какие-то общие ошибки белорусских стартаперов, которые мешают им добиваться успеха?

– Ошибок довольно много. Самая первая – люди пытаются лезть в те сферы, в которых ничего не понимают и в которых у них опыта. Есть множество нюансов в каждом деле, о которых невозможно узнать заранее до того, как сам начнешь этим заниматься. Во-вторых, народ просит сразу кучу денег. К примеру, стартаперы любят сразу просить деньги на всевозможное оборудование, которое можно на первых порах арендовать, или вовсе отдать данный бизнес-процесс на аутсорсинг. Естественно, что когда такой стартапер придет в БАВИН, где тоже сидят умные люди (бизнес-ангелы), ему скажут: вот тебе необходимый минимум, сделай первые шаги, а когда ты покажешь, что у тебя уже есть мелкий прибыльный бизнес, тогда и приходи к нам за второй частью. 90% из тех бизнесов, которые заявляют, способны масштабироваться с точки зрения финансов, то есть, финансирование можно разбить на несколько этапов. В-третьих, стартаперы редко готовы к конкретике. Какой у

них рынок, кто уже на нем есть, к чему хотят прийти через полгода, через год; какая для этого нужна команда. Меня, как инвестора, это интересует в первую очередь. Каждый стартапер приходит, и где-то у него есть белые пятна. Часто, например, в производственных проектах выпадает часть, связанная с сертификацией, с охраной окружающей среды. Стартаперу, увлеченному своей идеей, просто не до этого.

– А может быть, есть какая-то специфика ИТ-проектов, с которыми вы познакомились?

– Есть такая беда, как завышенные требования. Люди приходят и говорят: «У меня будет новый Фейсбук, давайте мне за один процент десять тысяч долларов». Или были веселые ребята, которые просили 80 000 долл. США на продвижение в интернете. Только на продвижение. Надо более трезво оценивать и себя, и возможности белорусских инвесторов.

– Для Вас деятельность инвестора – хобби или работа?

– Пожалуй, мне это интересно с точки зрения какой-то социальной самореализации. Я чувствую себя преподавателем-ментором, который учит чему-то новому студентов-стартаперов, и, вкладывая деньги в новые проекты, я способствую развитию малого частного бизнеса в Республике Беларусь.

kv.by

НОВОСТИ

ГЛАВНЫЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ ЛЕТА 2014

Бал роботов в Москве

Время проведения: 15 мая – 15 июня 2014 г.

Место: Москва, центр дизайна ArtPlay.

Сайт мероприятия: balrobotov.ru

С 15 мая по 15 июня в Москву приехали самые известные роботы мира. Международный слет роботов впервые проходит в столице России и обещает стать самым захватывающим зрелищем года, интересным как детям, так и взрослым.

Торговая выставка Automatica в Мюнхене

Время проведения: 3–6 июня 2014 г.

Место: Мюнхен, Германия.

Сайт мероприятия: www.automatica-munich.com

На 6-ой Международной торговой выставке автоматизации и мехатроники AUTOMATICA: Optimize Your будут представлены инновации в области сборочных и обрабатывающих технологий. Одна из секций AUTOMATICA посвящена промышленным и обслуживающим роботам. Около 30 компаний покажут свои разработки роботов – это роботы-руки и роботы-змеи нового поколения, мобильные роботы, роботы для высокоточных операций, транспортные роботы, бионические роботы и еще множество устройств для повышения эффективности производства.

Фестиваль робототехники Touch Tomorrow в Массачусетсе

Время проведения: 14 июня 2014 г.

Место: Вустер (Worcester), Массачусетс, США, Политехнический институт Вустера.

Сайт мероприятия: wp.wpi.edu/touchtomorrow

Touch Tomorrow (прикоснись к будущему) – это фестиваль науки, технологий и робототехники, на котором можно будет встретиться с известными роботами MARC Bot Rover, Be-a-Bot 2.0 и Mark III Suit. Особый пункт в программе – надувная модель Куриосити в натуральную величину. Также можно пройти Луно-квест с симулятором лунной поверхности и увидеть, что происходит с человеком в вакууме.

Роботы-спасатели на ELROB в Варшаве

Время проведения: 23-27 июня 2014 г.

Место: Варшава, Польша.

Сайт мероприятия: www.elrob.org

ELROB – Европейские робототехнические испытания, на которых демонстрируются и сравниваются возможности современных технологий в реальных ситуациях и реальной местности. ELROB проводится на свежем воздухе!

Динара Гагарина
edurobots.ru

10 ГЛАВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕНДОВ 2014 ГОДА

2014 год в сфере технологий обещает стать не менее интересным, чем прошлый. Мобильные устройства продолжат наращивать «интеллектуальность» и научатся еще точнее предугадывать желания владельца. Пользователям придется распрощаться с ощущением «невидимки» в интернете, который все чаще будет демонстрировать, насколько хорошо «знает» посетителей. 3D-печать, робототехника, интеллектуальные устройства обещают качественно изменить промышленный и потребительский рынок.



Настольные компьютерные системы

Гибридные компьютеры, или устройства «2-в-1»

Гибридные компьютеры появились на свет в 2013 году. Это планшеты с отделяющимся блоком-клавиатурой, которые в собранном состоянии напоминают прежние настольные компьютеры. На рынке немало подобных моделей, но до сих пор они были слишком дороги для массового спроса.

В 2014 году цены на гибриды должны стать ниже, а сами устройства – популярнее. Ими будут пользоваться как те, кто привык к настольным компьютерам, так и те, кто предпочитает планшеты, но хочет иметь что-то большее. В компании Intel, например, считают, что именно гибридные модели займут в 2014 году доминирующее положение на рынке компьютеров.

Apple

Apple готовится предложить концептуально новую модель настольного компьютера – MacPro. У него будет цилиндрический корпус, мощный процессор с 12 ядрами и тактовой частотой более 4 ГГц, предусмотрена возможность вывода на монитор изображения с разрешением 4K – как на самых современных телевизорах. В нем предусмотрены возможности для создания персонального хранилища данных.

Цена на MacPro будет близка к нынешнему премиальному сегменту рынка. Минимальная версия MacPro будет стоить 2999 долл. США, полная комплектация MacPro обойдется в 10 000 долл. США и выше. Зачем? Apple готовится задать новый ценовой стандарт и оживить рынок настольных систем, который сильно сдал в последние годы. Это принесет в отрасль новые деньги. Производители дисплеев 4K уже поддержали Apple в ее начинании.

Intel

Главный мировой производитель процессоров продолжит выпускать микрочипы, которые будут все меньше, а их многоядерность – все больше. Уже готовятся к выпуску процессоры серии Broadwell, позволяющие применять технологические нормы 14 нм и размещать в одном процессоре до 18 ядер. Прежнему флагману – процессорам Haswell – придется уступить лидерство новому фавориту. В целом, путь развития, продвигаемый Intel, останется прежним: наращивание производительности процессора за счет оснащения еще большим количеством ядер без повышения скорости работы отдельного ядра.

Универсальное зарядное устройство

До сих пор каждый производитель ноутбуков выпускал собственный тип зарядного устройства, которые не всегда бывают легкими и удобными. Сейчас идет согласование нового стандарта зарядок. Можно ожидать, что в 2014 году производители, наконец, перейдут на универсальную модель зарядного устройства, которая подойдет для всех ноутбуков.



Смартфоны и планшеты

64-разрядные процессоры

Выпуск в 2013 году модели Apple iPhone 5S с 64-разрядным процессором A7 стал сигналом для рынка. Samsung решила в начале 2014 года выпустить свой собственный 64-разрядный процессор и оснастить им будущий флагманский смартфон Samsung Galaxy S5.

Переход на 64-разрядную архитектуру подтвердили также другие производители процессоров – Qualcomm, Nvidia и Broadcom. Их 64-разрядные модели появятся уже в первом полугодии 2014 года, а 64-разрядными ARM-системами будут оснащаться не только мобильные гаджеты, но и сетевые компьютеры и серверы.

Во втором полугодии 2014 года список пополнят производители бюджетных процессоров – компании MediaTek и Allwinner, которые также перейдут на выпуск 64-разрядных моделей.

Новый дизайн: искривленная геометрия

Изогнутая форма корпуса станет постепенно вытеснять плоский дизайн, характерный для нынешних моделей смарт-

фонов и фаблетов. В компании LG, например, считают, что уже к 2015 году около 12 % новых смартфонов будут иметь изогнутый дизайн, а к 2018 году их доля составит 40 %.

«Законодателями» этой моды стали LG и Samsung. LG одной из первых выпустила модель с изогнутым дисплеем (LG G Flex). Более того, она объявила о своих амбициозных планах по разработке смартфона, который будет иметь гибкий корпус. Хотя это планы дальней перспективы: по мнению экспертов, промышленный выпуск абсолютно гибких дисплеев следует ожидать не ранее, чем через 10 лет.

Выпуск смартфонов с изогнутой геометрией дисплея попыталась освоить в 2013 году компания Samsung в модели Galaxy Round. В отличие от LG корпус был изогнут не вдоль, а поперек. Но опыт первых продаж показал: такой дизайн не нравится покупателям. Тем не менее, в Samsung готовы продолжить эксперименты с дизайном. В планах компании на 2014 год – выпуск смартфона, дисплей которого изогнут с одного края по торцу, где расположатся кнопки управления.

По слухам, разработку собственного смартфона с изогнутым дисплеем ведет и Apple. Новая модель может появиться уже в 2014 году.

Google против Apple

Главное преимущество iPhone – великолепная графика. С выпуском в 2013 году модели iPhone 5S был достигнут новый рубеж – разрешение 326 ppi. Однако конкуренты Apple наступают ей на пятки. Так, обновление Android 4.4 KitKat позволяет использовать разрешение 560 пикселей, Samsung собирается реализовать эту возможность в новой модели GalaxyS5.

Apple готовится дать собственный ответ. Современные телевизоры, мониторы, фото- и видеокамеры обеспечивают разрешение 2K, и Apple планирует выпустить в 2014 году новый планшет iPadBiggie именно с таким разрешением, доведя размер диагонали дисплея до 12,9 дюймов. А спустя всего несколько месяцев Apple планирует выпустить еще более мощную модель iPad с разрешением дисплея 4K.

Догнать лидеров мобильных ОС

Производители смартфонов не теряют надежду потеснить Google и Apple на рынке мобильных операционных систем. Уже в начале 2014 года компании Samsung и Intel планируют выпустить собственную систему TizenOS для смартфонов и фотокамер. У самого Android в 2013 году уже появились официальные клоны. Речь идет о версии CyanogenMod, которую развивает отдельная группа разработчиков. Они встраивают в систему функции, которые не поддерживаются Google в своем основном направлении развития Android.

Компания Asus предложит в 2014 году серию планшетов, где будут работать и Android, и Windows 8.

Носимые гаджеты

Носимая электроника

По оценкам ABIResearch, общемировой объем поставок носимых устройств в 2013 году превысил 50 млн штук. Согласно прогнозам, к концу 2014 года на рынке будет присутствовать порядка 100 млн носимых гаджетов, а к 2018 году их число превысит 540 млн.

В 2013 году основными игроками этого рынка считались компании Sony, Samsung, Pebble. Были заметны и проекты, получившие «народное» финансирование на онлайн-площадке Kickstarter. А в 2014 году этот рынок станет



еще более «горячим». Здесь планируют появиться новые крупные игроки: Apple, Google, Microsoft, Nokia, Motorola, LG. К ним примкнут также компании, не связанные напрямую с ИТ-отраслью. Например, Nike, которая уже имеет в своем арсенале фитнес-трекер FuelBand, но дополнит его в 2014 году выпуском собственной модели смарт-часов.

Программы для носимых гаджетов

В 2013 году наблюдался бурный рост мобильных приложений, посвященных вопросам здоровья, спорта, научного питания. Количество выпущенных программ, согласно данным Research2Guidance, уже превысило 100 000 наименований, которые пользуются заметным успехом среди покупателей: ежедневное число загрузок для программ из топ-10 этой тематики превышает 4 млн.

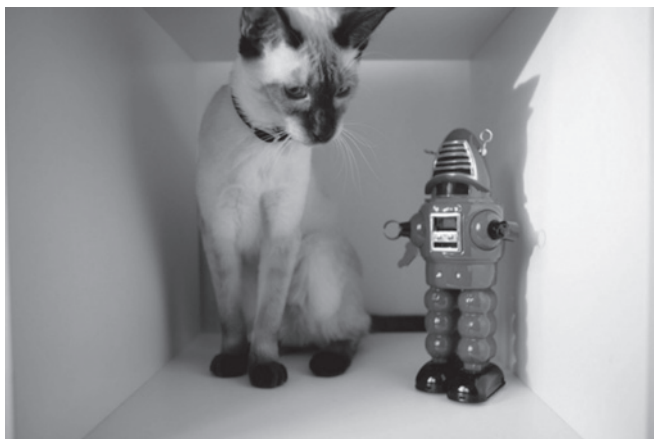
До сих пор мобильные приложения для носимых гаджетов в основном накапливали информацию от человека. В 2014 году они получат функции ежедневной консультационной помощи с рекомендациями по диете, изменению образа жизни. Советы будут выдаваться гаджетами на основе данных о стиле жизни их владельцев. Как минимум, это может помочь избавить людей от различных хронических заболеваний.

Смарт-одежда и ткани

Этот сегмент рынка должен окончательно оформиться в 2014 году, причем, согласно прогнозу компании MarketsandMarkets на 2018 год, рынок должен превысить 2 млрд долл. США.

Уже известны примеры первых разработок в этой области. Например, OMsignal собирается стать первым в мире производителем специальной биочувствительной одежды, которая способна отслеживать изменения самочувствия человека. Ее встроенные датчики будут регистрировать частоту биения сердца, ритмичность дыхания, уровень физической активности. Собранные данные можно будет контролировать в реальном времени через смартфон.

Другой пример разработок предлагает Wearable Sports Electronics, подразделение компании Adidas. В 2014 году оно планирует внедрять на потребительском рынке технологии, которые раньше применялись только для профессионального спорта. Например, спортивные рубашки miCoachElite со встроенным сенсором – такими товарами до сих пор пользовались, например, спортсмены профессиональной футбольной лиги MLS.



Робототехника

В ближайшие годы робототехника должна совершить прорыв, предпосылки для которого были заложены в работах по созданию искусственного интеллекта в последние 40 лет. До сих пор на рынке не было понимания, кто будет приобретать эти «чудо-устройства» и кто будет их обслуживать.

Одним из наиболее известных примеров разработок в области робототехники были исследования компании BostonDynamics. На протяжении нескольких лет она вела проект оборонного ведомства США DARPA, однако, в конце 2013 года разработки были приобретены компанией Google. Что с ними станет – одна из загадок, ответ на которую должен дать 2014 год.

Направления развития робототехники в 2014 году

Двурукые роботы. В этом направлении работают SeikoEpson, Nachi, ABB, Kawada. Созданные ими роботы внешне похожи на людей, что, по замыслу разработчиков, должно обеспечить потребительский спрос.

Роботы-манипуляторы. Такие системы до сих пор разрабатывались прежде всего для промышленности, но идея удаленного доступа и детального контроля за выполнением операций манипулятором может найти применение и в потребительском секторе.

Носимые робототехнические приспособления. Речь идет о разработке экзоскелетов, которые сейчас выходят массовым тиражом. Они призваны оказать помощь людям с ограниченными возможностями, проводить терапию и реабилитацию, помогать спортсменам в тренировках.

«Умный дом»

Сегодня «умный дом» – это всевозможные системы управления освещением, безопасности, контроля доступа в жилище, регулирования микроклимата, механизации гаражных дверей, управления жалюзи, электроники для домашних развлечений.

Развитие «облачных» технологий

В 2014 году ожидается прорыв в развитии систем видеонаблюдения, которые все чаще работают через «облачные технологии». Но если до сих пор в «облаке» накапливались просто видеоматериалы, то теперь новшеством станут аналитические функции, которые будут предоставляться через «облако» и использовать



накопленные там данные. Одновременно в 2014 году ожидается снижение цен на гаджеты, используемые для «умного дома», а также на услуги их установки и обслуживания. Рынок становится массовым, это ведет к демократизации цен.

«Зоопарк» технологий

Есть шанс, что в 2014 году будут систематизированы технологии «умного дома». Сейчас наблюдается настоящий «зоопарк» среди устройств, применяемых в таких домах. Например, среди проводных и беспроводных способов связи есть BACnet, LonWorks, ZigBee, EnOcean, Bluetooth, Z-Wave, Wi-Fi, NFC. Для потребителя это слишком много. В 2014 году производителям оборудования придется двигаться навстречу друг другу ради повышения удобств пользователей.

Единый сервер автоматизации

Чтобы объединить многочисленные гаджеты в одну систему «умного дома», нужен единый сервер автоматизации. Сейчас такого сервера нет, ниша не занята, а на рынке немало вариантов индивидуальных инсталляций. Должен появиться лидер, за которым пойдут конкуренты. Кто подаст сигнал к действию?

Не исключено, что элементы такой серверной платформы могут появиться, например, в будущей модели AppleTV. Но пока вопрос остается открытым.



Игры

В 2014 году по-прежнему будут популярны видеоигры для приставок. Главным источником дохода их создателей остаются не продажи, а дополнительные услуги, приобретаемые в процессе игры. Так, по статистике, среднемесячный чек на покупку дополнительных «фич» составляет 16,50 долл. США с одного игрока.

Также вырастет популярность игр для планшетов. Согласно прогнозам, к 2016 году их доля на игровом рынке достигнет 47,6 %. В 2014 году игры для iOS будут популярнее игр для Android, но приложения для последней будут быстро сокращать отставание.

Продажи игр будут стимулировать продажи телевизоров, настольных компьютеров, смартфонов и планшетов. Так, за последние два года число любителей игр в США, использующих все виды игровых устройств, выросло на 25 %, а общее количество составило 40 млн человек. Но наиболее активно этот тренд проявляется в Китае и Испании.



Телевизоры

Ultra HD и изогнутый дизайн

Еще в 2012 году был утвержден термин «Ultra High Definition» или «Ultra HD» вместо прежнего 4K. В 2013 году ведущие производители телевизоров ориентировались на этот стандарт – разрешение экрана не менее 3840x2160 пикселей, наличие цифрового входа и соотношение сторон экрана 16x9. В прошлом году появилась новая серия OLED-телевизоров с изогнутой формой экрана, которая стала альтернативой «забуксовавшему» 3D-телевидению. Главными конкурентами на рынке телевизоров были Sony, LG, Samsung.

В этом году битва производителей началась уже в январе на выставке CES 2014. Там компании LG и Samsung представили свои первые модели телевизоров с эластичным экраном. Это тот же самый изогнутый экран, но теперь его форму можно адаптировать с учетом местоположения зрителя. Samsung также намерен продемонстрировать технологию управления телевизором с помощью жестов.

Смарт-выбор видеоконтента

Google готовится выпустить в первой половине 2014 года NexusTV – ТВ-приставку на базе Android с возможностями игровой консоли. С ее помощью можно будет

просматривать потоковое видео, которое будет собираться из различных источников видеоконтента: Netflix, Hulu и YouTube. Новизна гаджета состоит в том, что он сможет интеллектуально «предугадывать» желания телезрителя и предлагать на выбор интересное для него видео.

Технология учитывает гендерный и возрастной факторы, историю прошлых просмотров, выбор других телезрителей с похожими зрительскими предпочтениями. В этом направлении работают сейчас многие компании, в том числе, например, и российская ivi.ru.



3D-печать

В 2014 году 3D-печать продолжит бить рекорды популярности. Это связано не только с тем, что вещи можно создавать из металла, керамики или пластичных материалов. Главный фактор – теперь их можно «печатать» по индивидуальному заказу. Этот рынок заметили власти, и в США, например, уже разрабатывают законопроекты для правового регулирования 3D-печати. 2014 год станет важным для развития технологии еще и потому, что на этот рынок должны выйти такие крупные вендоры как HP, Samsung и Microsoft.



Хранилища данных

Хранилища для мобильных систем

Емкость хранилищ для мобильных устройств (смартфонов и планшетов) сохранится в 2014 году на прежнем уровне – она будет составлять от 16 до 64 Гб для смартфонов и от 32 до 128 Гб для планшетов.

«Облачные» хранилища

В 2014 году с дальнейшим развитием мобильного интернета будет расти интерес потребителей к «облачным» технологиям. Пользователи начнут активно перемещать данные с персональных систем хранения в «облако». От этого выиграют и производители, и потребители, которые получат доступ к набору новых «облачных» услуг. Все это может привести к взрывному росту популярности персональных «облаков».

Хранилища на жестких дисках

Основные производители – Seagate, Western Digital и Toshiba – будут активно внедрять в 2014 году гибридные жесткие диски. Их отличает, прежде всего, небольшая толщина корпуса (около 5 мм) и экономная с точки зрения потребления энергии флеш-память.

В итоге на рынке появится немало новых моделей ультратонких ноутбуков с большим объемом локальной памяти. Они будут особенно популярны там, где уровень развития мобильного интернета не позволит «облачным» технологиям конкурировать с ними.



Мобильная торговля

«Массовая кастомизация» продаваемых товаров

В последнее время покупки через смартфоны и планшеты выделились в отдельное направление, которое развивается без исключения во всех развитых странах. Многие торговые компании уже успели выпустить приложения для смартфонов. В 2014 году ожидается массовый выпуск мобильных торговых приложений для планшетов.

В самой торговле продолжится процесс «массовой кастомизации» продаваемых товаров. Это означает, что, прежде, чем совершить покупку, клиент выбирает товар, максимально адаптированный под его вкус: по цвету, размеру, перечню свойств. Для этого он использует различные технологии и мобильные гаджеты.

Мобильный кошелек

В 2014 году продолжит набирать популярность мобильный кошелек – специальное приложение для смартфона. Однако, согласно прогнозам, этот способ оплаты по-настоящему завоюет рынок лишь через несколько лет.

Пока же разные стартапы разрабатывают собственные версии мобильного кошелька, но окончательный выбор пользователей постепенно выделит одного или двух лидеров. Претендентами на это место называют PayPal и Google, но не исключено, что могут появиться и другие лидеры.

«Большие данные» в торговле

Ритейлеры будут активно аккумулировать информацию о текущих продажах в массиве «больших данных». Это приведет к смене тактики. Если раньше продавцы повышали цены в традиционные периоды всплеска потребительского спроса, то теперь они будут анализировать данные о текущих продажах, собираемые в «облаке», и менять цены более динамично – отслеживая географию всплеска потребительского спроса на те или иные товары.

forbes.ru

НОВОСТИ

СОЗДАНА РОБОТИЗИРОВАННАЯ РУКА, СПОСОБНАЯ СЛОВИТЬ ПРЕДМЕТ ЛЮБОЙ ФОРМЫ

Инженеры из Федеральной политехнической школы Лозанны (EPFL) создали роботизированную руку, способную с легкостью ловить быстролетающие предметы. Как сообщают исследователи, рука работает на простых алгоритмах, улавливающих движения, и способна за считанные доли секунды среагировать и словить предмет.

Для определения летящего предмета в роботизированную руку встроено несколько камер, которые формируют 3D-изображение. Важным нюансом является то, что устройство способно ловить предметы различной формы, размера и веса. Во время испытаний рука успешно поймала наполовину полную бутылку воды,

молоток и теннисную ракетку. При этом ее реакция составила несколько сотых секунды.

Важной особенностью новинки является то, что она может с большой точностью определить траекторию полета объекта.

Как сообщают создатели, роботизированная рука будет полезна при использовании в космосе. Ее можно установить на спутник для улавливания мелких обломков, которые летают по орбите Земли. Кроме того, данное изобретение могут использовать спортсмены для своих тренировок. Например, рука будет очень полезна для подготовки бейсболистов.

mobilab.by

РОБОТЫ НАСТУПАЮТ. ОБЗОР ИНДУСТРИИ РОБОТОТЕХНИКИ

Недавно основатель компании Jelastic Руслан Синицкий побывал во Франции на конференции Inprobo 2014, посвященной робототехнике.

Индустрия робототехники с каждым днем становится ближе к простым обывателям. Новые направления, технологии, интерпретации в сфере роботостроения довольно быстро осваивают рынок, заполняя до недавнего абсолютно нетронутые ниши. После посещения конференции Inprobo 2014 в Лионе (Франция) начинаешь понимать, что фильмы о роботах – не такая уж и фантастика. В данной статье описаны проекты, с которыми удалось соприкоснуться.

Aldebaran-Robotics

Aldebaran-Robotics – компания-создатель автономного программируемого человекоподобного NAO-робота. Целью подобного гуманоида является позитивное влияние на повседневную жизнь человека, начиная от помощи по дому и развлечения до терапии аутизма. Потому создатели сконцентрированы на улучшении взаимодействия робота и человека в двухстороннем порядке с помощью языка тела.



На сегодняшний день это одна из самых продвинутых платформ для исследования и разработки софта под гуманоидов, которая используется многими институтами и другими организациями. Продано уже более 5000 единиц. При этом в ближайшем будущем ожидается значительное увеличение объемов продаж, в связи с внушительным снижением стоимости. Дев версию можно купить примерно за 5000 евро (ранее было около 12 000 евро).

Основной проблемой является программное обеспечение (ПО) под роботов, а точнее, его нехватка. Уже написано сравнительно много ПО, но этого критически недостаточно для превращения роботов в самостоятельно принимающих решения гуманоидов. При этом в последнее время появилось очень много новых стартапов, которые разрабатывают ПО под заказ на этой платформе. Достаточно серьезный пробел в ПО на сегодняшний день – отсутствие полноцен-

ного облачного решения под NAO. Облачные решения под эту и другие подобные платформы находятся в зачаточном состоянии.

Инструменты программирования развиты довольно хорошо. Есть визуальный конструктор, который позволяет построить логику движения робота с помощью базовых предопределенных функций. При этом вы всегда можете дописать более сложную логику при необходимости.



Траекторию движения конечностей можно задавать с помощью физического фиксирования положения частей тела и сохранения промежуточных точек. Робот сам построит траекторию движения между контрольными точками. NAO умеет держать баланс, конечно, алгоритмы балансировки далеко не идеальны, но это однозначно большой прогресс.



NAO – очень эмоциональный робот. Даже сидя без дела он подвижен: пошатывается, покачивает головой, может рассматривать свои «ногти». Это работает очень эффектно. Благодаря этому робот кажется намного «человечнее».



В продаже также имеются роботы-девочки.



Бруно Мезонье, один из сильнейших визионеров в робототехнике, твердо верит в будущее, которое мы творим своими руками.



Ромео – новое поколение гуманоидных роботов от Aldebaran-Robotics. Эта модель робота намного выше, чем NAO, практически в человеческий рост. Основное отличие – это больше вычислительной мощности внутри. Четыре процессора используются следующим образом:

- два на ноги;
- один на руки и туловище;
- один на распознавание речи и обработку информации, поступающей извне.

Роботу добавлены движения глазами, что придает ему еще большего эффекта человечности. Разработка находится еще на ранней стадии.



PAL Robotics

Целью PAL Robotics является производство продуктов робототехники, которые смогут интегрироваться в нашу жизнь. Человекоподобные роботы разработаны для того, чтобы служить людям, улучшая не только ежедневный досуг, но и в общем – качество жизни.

Таким образом, различные модели REEM можно использовать для разных целей: в качестве гида или аниматора, для перевозки небольших грузов, в роле динамичного информационного пункта для получения информации о погоде, местности, расписании и т.п., а также для видеосвязи с помощью видеоконференции, и многое другое. Стоимость такого чуда – около 300 000 долл. США.

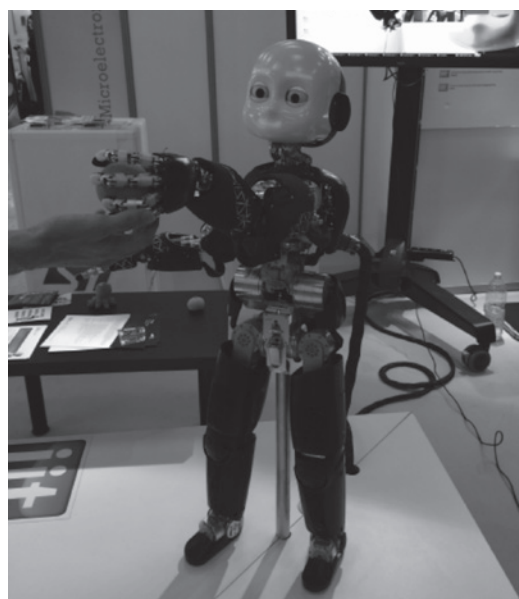
PAL Robotics стремится стать лидером по разработке и коммерциализации человекоподобных роботов и роботов-помощников.



iCub

iCub – это гуманоидный робот, разрабатываемый The RobotCub Project. Основной целью является исследование когнитивной (обучаемой) манипуляции (жестикуляция, имитация движений, взаимодействие с помощью системы жестов), восприятие окружающей среды, передвижение, ассоциативное восприятие человеческой речи.

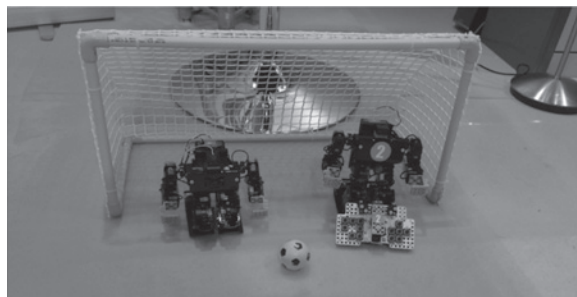
На конференции робот пытался поймать мячик, при этом выражая свои эмоции в случае успеха или возникновения трудностей.



Еще хотелось бы упомянуть некоторые проекты, которые нацелены на определенные тематики: спорт, промо, игры, авиа, промышленная и военная тематики.

Роботы-футболисты

Очень интересные мини-роботы. Акцент по большей части сделан на управляемость и степень свободы, чем на софт внутри. Также эти роботы с элементами лего – можно собрать различные вариации из одних и тех же запчастей.



Летательные аппараты

Появилось очень много вариаций на тему летающих дроидов. Есть много разновидностей, которые нацелены на решения разных проблем, к примеру, на проблему удара о предметы окружающей местности.



Экзоскелеты

Это одно из перспективных направлений, которое может применяться в будущем как в армии, так и обычной жизни. По сути, это апгрейд физических возможностей человека.

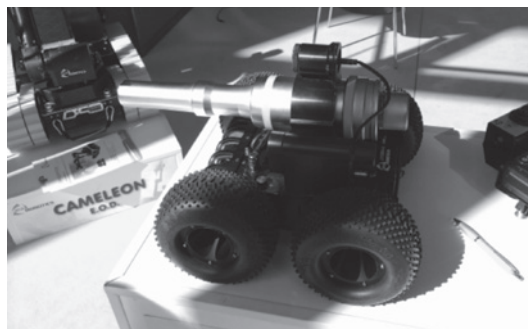


Разработки еще находятся на ранней стадии и довольно малофункциональны. Нужно больше гибкости, скорости движения, комфорта, а также функциональных возможностей, но уже сейчас подобные «скелеты» могут помочь человеку поднять груз внушительного веса или же придать больше выносливости при движении.

Данное решение активно развивается в военной и промышленной сфере, а также в отрасли медицины (для людей с проблемами опорно-двигательного аппарата).

Военные роботы

Военная сфера активно расширяет свои возможности с помощью роботостроения. На конференции был представлен ряд решений для наблюдения, разминирования, доставки грузов и даже для ведения стрельбы из различных видов оружия.



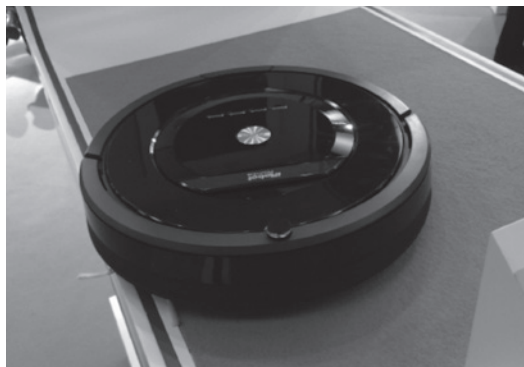
Промо-роботы

Пожалуй, одним из самых работающих бизнес-направлений в робототехнике на сегодня можно назвать промо-решения. Роботы выполняют роль привлечения внимания посетителей/покупателей, а также предоставления информационных услуг. Заказчиками различных вариаций промо-роботов являются организаторы конференций, промо-шоу или арт-шоу, а также аэропорты и другие инстанции.



Роботы-уборщики

Роботы все больше проникают в повседневную жизнь. Появилось достаточно много моделей роботов, предназначенных для уборки небольших помещений, таких как городские квартиры.



Яркий пример роботов-уборщиков – Irobot, цена которого составляет около 700 евро. Это различного рода пылесосы, которые запрограммированы убирать помещения даже без присутствия владельца.



Также есть спектр узконаправленных решений, к примеру, добавились роботы-чистильщики водосточных каналов в труднодоступных местах. Или роботы для очистки бассейнов. Подобные роботы являются одной из самых понятных моделей монетизации.

Промышленные роботы

Спектр услуг промышленных роботов также продолжает расти, и на конференции были представлены решения для определенных задач. К примеру, для чистки труб изнутри.



Также стоит отметить развитие «производственных рук» с умным софтом внутри, которые можно запрограммировать на определенные задачи.

Тонкую работу в промышленности можно доверить роботу, который с легкостью играет в шахматы, ловко переставляя фигуры.



Арт-роботы

Яркие впечатления остались от черной саблезубой пантеры с урчащим мотоциклетным мотором внутри – великолепный представитель арт-роботов.



Роботы – умные игрушки

И конечно же, создатели роботов не могли оставить без внимания потребности детей к постижению чего-то нового. Умные игрушки-роботы, интегрированные с телефонами, имеют возможность обучать детей в игровом режиме.

Также хотелось бы отметить еще три интересных направления в робототехнике – Wave Glider от Liquid Robotics, аниматронику от Джордана Вулфсона и гоминиоид от Хироси Исигуро. Хотя они не были представлены на конференции, нельзя оставить незамеченными их результаты и значительное влияние на индустрию развития роботов.



Liquid Robotics

Liquid Robotics разработали Wave Glider – автономную платформу для сбора и передачи данных о поверхности океана, таких как температура воды, состояние атмосферы над водным покровом, скорость ветра и прочее. Wave Glider передает полученные данные в уже обработанной удобной форме, что упрощает сбор и отслеживание информации, а также значительно повышает рентабельность. Данное изобретение решает ряд проблем в сфере обороны, нефтегазовой промышленности, а также в научно-исследовательских направлениях.

Liquid Robotics, пожалуй, один из самых ярких проектов в области робототехники на сегодняшний день. Основное отличие – полная автономность роботов. Роботы получают энергию от природных источников, таких как солнце и волны. Энергия накапливается в аккумуляторах. Скорость невелика, но движение постоянно.

Джеймс Гослинг, создатель языка программирования Java и главный архитектор проекта, выглядит очень увлеченным. В основном, он работает над программированием серверной части по приему-передаче данных, а также по управлению роботами.

Критичной проблемой является потеря контроля над роботами, поэтому используется несколько дата-центров

(ДЦ) в разных географических точках. В случае выхода из строя одного ДЦ контроль остается.

Также проблемой остается цена передачи данных. Один килобайт стоит 1 долл. США, т.е. один гигабайт стоит 1 000 000 долл. США. Поэтому много времени уделяется сжатию информации при передаче данных.



Приятно порадовало, что Джеймс до сих пор пишет программный код. Естественно, пишет он на Java.



Аниматроника от Джордана Вулфсона

Аниматроника – искусство создания движущихся роботов, имитирующих живые существа. Это направление с каждым годом становится все популярнее и уже активно используется в киноиндустрии.

Нью-йоркский художник и дизайнер Джордан Вулфсон в сотрудничестве с калифорнийской студией Spectral Motion разработал робота в виде девушки-танцовщицы, которая плавно двигается в ритме музыки. При этом ее вид достаточно ужасающий, учитывая маску и грязь на теле. Все это создает разящий эффект влечения и отвращения одновременно.



Геминиоид от Хириси Исигуро

Хириси Исигуро, японский гений робототехники, создал свою точную внешнюю копию – робота-андроида Geminoid HI-1. Геминиоид успешно заменяет своего создателя-профессора, читая лекции для студентов и таким образом предоставляя Хириси больше времени для разработок.

Основная цель подобного робота – помочь в исследованиях человеческой природы, к примеру, в таких малоизученных областях, как процессы познания, общения, восприятия.



Будущее

Как бы банально это не звучало, но будущее за роботами. И судя по активности разработок, это будущее уже наступило. Что ожидать дальше? Больше умного софта, а также больше взаимодействия роботов с окружающим миром и человеком, чтобы устранить широкий спектр блокирующих факторов и упростить решение ряда проблем.

ain.ua

ПТСС ЗАО «Промтехсервиснаб»

г. Минск, ул. Богдановича, 120 Б, ком. 6,
e-mail: uslugi@zapservis.by,
www.zapservis.by

Тел.: 266-23-94; 266-23-92,
моб.: (029) 676-02-56,
моб.: (044) 773-72-04,
факс: 266-23-94.

Контрактное производство РЭА:

- ✓ Автоматизированный монтаж SMD-компонентов любой сложности.
- ✓ Комбинированный монтаж с использованием компонентов DIP (выводных), а также SMD (планарных).
- ✓ Сборка корпусных деталей и узлов.
- ✓ Ультразвуковая отмывка печатных плат и узлов высококачественными импортными растворами.
- ✓ Нанесение влагозащитных покрытий.

**Высокотехническое импортное оборудование обеспечивает высокое качество производимой продукции.*

Продажа неликвидов ПК для РЭА:

- ✓ Резисторы, конденсаторы, транзисторы, микросхемы и т.д.

Качество и компетентность
в мире печатных плат

ОАО «Минский часовой завод»

ВАШ НАДЕЖНЫЙ ИЗГОТОВИТЕЛЬ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

220095, г. Минск,
пр. Независимости, 95,
т./ф. +375 (17) 280-49-55
моб. +375 (29) 750-45-50
bogdashich@mail.ru

**Срок
изготовления
от 2 дней
до двух
недель**

Типы плат

- ДПП, МПП (до 24 слоев) любого класса точности
- Гибкие печатные платы
- Платы для ВЧ/СВЧ
- Платы на алюминиевой подложке
- Платы для смарт-карт

Возможности

- Проектирование плат
- Технологическая поддержка
- Покрытия: HASL, иммерсионное золото, иммерсионное олово, ПОС, NI-B
- Формирование контура любой формы
- Материалы: FR-4, Rogers, Duroid, алюминий, лавсан

Качество

- Сертификат соответствия ВУ/112 05.01.0030030

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РОБОТОТЕХНИКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Г.А. Прокопович, В.А. Сычев, С.Л. Герасюто,
ОИПИ НАН Беларуси, лаборатория моделирования самоорганизующихся систем, г. Минск

Аннотация

Рассматривается эволюция робототехнических устройств: от промышленных роботов с цикловым управлением до интеллектуальных, экстремальных и бытовых роботов. Предлагаются меры для развития перспективных областей робототехники в Беларуси.

Введение

До сих пор термин «робот» относился к области промышленности, и являлся синонимом слову «манипулятор», либо использовался в научной фантастике. Однако в последнее время он все чаще встречается в повседневной жизни и упоминается на телевидении, в сети Интернет и, что особенно важно, в рекламе.

С самого начала под термином «робот» понималось универсальное автоматическое устройство, предназначенное для осуществления механических действий, подобных тем, которые человек производит в процессе труда. Поэтому не удивительно, что первые роботы потребовались именно для нужд тяжелой промышленности. Они оказались незаменимы в машино- и приборостроении при выполнении рутинной и монотонной работы, при работе с тяжелыми грузами и вредными материалами. Роботы стали активно разрабатываться и использоваться с 60-х годов прошлого века, когда начало развиваться массовое производство товаров. Это и вызвало первый бум робототехники [1].

Сегодня робототехника – это интенсивно развивающееся научное направление, вызванное к жизни необходимостью освоения новых сфер и областей деятельности человека, а также потребностью широкой автоматизации современного производства, направленной на резкое повышение его эффективности. Несмотря на то, что современная робототехника зародилась сравнительно недавно, в процессе ее эволюционного развития принято выделять три поколения, которые различаются по назначению и степени сложности их системы управления.

1. Типы робототехнических устройств

Первое поколение – это роботы с цикловым управлением, предназначенные для выполнения определенной, жестко заданной последовательности небольшого числа операций, диктуемых соответствующим технологическим процессом. Управление такими роботами осуществляется по заранее заданной программе, а значит, при строго определенных и неизменяемых условиях эксплуатации. Простота формирования и изменения программы, т.е. возможность переобучения, сделала таких роботов достаточно универсальными и гибко перестраиваемыми в различных областях промышленности. Системы управления цикловых роботов являются сравнительно простыми и не требуют выполнения большого числа вычислений. Как правило, они реализуются с использованием только логических элементов либо маломощных микропроцессоров [1].

Второе поколение – это адаптивные, либо осязательные роботы, предназначенные для работы с неориентированными объектами произвольной формы, для осуществления сборочных и монтажных операций, сварки, сбора информации о внешней среде. Они отличаются, во-первых, существенно большим набором как внешних, так и внутренних сенсоров, а во-вторых, более сложной системой управления.

Системы управления роботов данного типа должны решать задачи распознавания образов для определения пространственной ориентации заготовок и деталей, а также формировать и реализовывать сложные пространственные траектории движения рабочего органа.

Таким образом, неотъемлемой частью роботов второго поколения является их алгоритмическое и программное обеспечение, предназначенное для обработки сенсорной информации и выработки управляющих воздействий [1, 2].

Третье поколение – это так называемые интеллектуальные роботы, предназначенные не только и не столько для воспроизведения физических или двигательных функций человека, сколько для автоматизации его интеллектуальной деятельности, т.е. для решения сложных и творческих задач. Они принципиально отличаются от роботов первого и второго поколений многообразием функций и совершенством управляющей системы.

Системы управления роботов третьего поколения основаны на современных методах искусственного интеллекта, в числе которых экспертные системы, искусственные нейронные сети и нечеткая логика, что требует применения высокопроизводительных микропроцессорных систем [2].

Однако приведенная классификация не означает, что роботы более позднего поколения вытеснили роботов предыдущих поколений. Выбор робота конкретного типа определяется технико-экономическими требованиями того или иного производства.

Таким образом, со временем понятие «робот» расширилось и под ним часто понимается любое автоматическое устройство, заменяющее человека и чем-то напоминающее его разумное поведение.

Роботы могут быть классифицированы по различным признакам. По типу исполнения роботы делятся на манипуляторы, подвижные платформы и высшую степень приближения к человеку гуманоидные или андроидные роботы.

2. Сферы применения роботов

Помимо уже упомянутого применения роботов в промышленности, где они используются для автоматизации сборочного производства, выполнения транспортно-погрузочных и сварочно-покрасочных задач, в последнее время роботы более активно стали внедряться в непромышленные области деятельности человека, включая повседневный быт. С конца 80-х годов, после аварии на Чернобыльской АЭС, начала развиваться экстремальная робототехника, когда пятнадцать роботов были специально разработаны и задействованы при ликвидации последствий аварии [3]. Сегодня под экстремаль-

ными роботами подразумеваются мобильные автоматические электро-механические устройства, которые способны заменить человека во вредных и опасных условиях труда: при строительных и монтажных работах, в пожарной службе, саперном деле, освоении космического пространства и других планет [4].

Робототехника возникла на основе кибернетики и механики, однако, впоследствии, она сама породила новые направления развития этих наук. Сейчас робототехника тесно связана с такими областями как мехатроника, микроэлектроника, информатика, бионика, искусственный интеллект, распознавание образов, искусственные нейронные сети и др.

Основное назначение роботов будущего заключается не только в повышении уровня автоматизации производства, путем создания гибко перестраиваемых роботизированных производственных систем, но и в освоении космического пространства и сохранении экологии. Другими словами, робототехника сегодня – это инструмент глубокого познания и помощи совершенствования человеческой цивилизации.

Уже сейчас роботы начали осваивать социальную сферу и сферу обслуживания, к которой можно отнести уход за больными и пожилыми людьми, уборку мусора с улиц, обслуживание клиентов в ресторанах и кафе, а также информационные услуги робота-гида. Сюда можно отнести и спортивных роботов, соревнования которых можно увидеть не только по телевизору и в сети Интернет, но даже в университетах и школах. Но если сервисные роботы еще находятся на стадии экспериментов, то домашние роботы и персональные роботы-игрушки можно приобрести уже сейчас.

На данный момент домашние роботы активно представлены роботами-пылесосами. Несмотря на кажущуюся простоту, данные роботы должны объезжать препятствия, ориентироваться в квартире и самостоятельно заряжать свои батареи.

Совершенно новым направлением являются персональные роботы, которые представляют собой мобильные платформы, оснащенные не только возможностью синтезировать и распознавать речь, находить предметы и людей с помощью видеокамер, хранить большие объемы информации, но и оснащены функциями имитации характера. Такие роботы уже используются для досуга, а в дальнейшем найдут применение и в учебе.

3. Перспективы развития робототехники

Как можно заметить, за последнее время роботы стали более сложными и приобрели совершенно новые функции, благодаря которым они находят применение в непромышленных областях. Это стало возможным благодаря развитию микроэлектроники, информатики, миниатюризации механизмов и развитию технологий искусственного интеллекта.

Не смотря на то, что большинство перспективных разработок роботов ведется за рубежом, исследования в этом направлении проводятся и в нашей стране. На кафедре робототехнических систем факультета информационных технологий и робототехники БНТУ уже более двух десятков лет проектируются системы автоматизации в приборостроении и радиоэлектронике, включая механику, электропривод и систему управления промышленных манипуляторов. На кафедре интеллектуальных информационных технологий БрГТУ ведутся разработки систем управления малогабаритными мобильными роботами.

В секторе робототехники лаборатории моделирования самоорганизующихся систем Объединенного института

проблем информатики НАН Беларуси ведется плодотворная работа по развитию технологий робототехники как фундаментального, так и прикладного характера. Основным направлением лаборатории является анализ сложных динамических систем в пространстве состояний, а также разработка интеллектуальных систем управления одиночными и коллективными роботами на основе искусственных нейронных сетей и генетических алгоритмов.

Однако, чтобы развивать перспективные направления в современной робототехнике, требуется активизировать усилия не только науки и образования, но и промышленности.

Так, в интересах образования в школах и центрах технического творчества должны быть внедрены робототехнические конструкторы, которые позволят учащимся изучать механику, программирование, электронику и микропроцессорную технику на примере конструирования реальных технических объектов.

Дальнейшее углубление знаний и навыков в области робототехники учащиеся должны получать в средних специальных и высших учебных заведениях. Упор при этом должен быть сделан на те области робототехники, в которых до сих пор не существует общих методов и подходов, и, следовательно, открыты большие возможности для научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности.

Развитие передовых областей робототехники должно осуществляться институтами Национальной академии наук и научно-исследовательскими отделами высших учебных заведений. Так как современные технологии робототехники решают широкий круг задач, достижения в этой области найдут применение в медицине, телекоммуникациях, транспорте и других областях.

Для достижения поставленных целей необходимо объединить работу академических и высших учебных заведений, школ и центров технического творчества.

Заключение

К настоящему времени все еще не создано универсальных методов и алгоритмов искусственного интеллекта, которые бы позволили создавать универсальные системы управления робототехническими аппаратами, способными функционировать в недетерминированной человеческой среде. Таким образом, лидеры в данной области пока не определены, и у нашей страны, обладающей высоким научно-техническим и производственным потенциалом, остается возможность отстоять первенство в создании сложных высокотехнологических устройств, какими являются современные непромышленные роботы.

Литература:

1. Юревич, Е.И. Основы робототехники / Е.И. Юревич. – СПб. : БХВ-Петербург, 2010. – 416 с. – ISBN 978-5-94157-942-6.
2. Каляев, И.А. Интеллектуальные роботы / И.А. Каляев, В.М. Лохин, И.М. Макаров / Под общей ред. Е.И. Юревича. – М. : Машиностроение, 2007. – 360 с.
3. Юревич, Е.И. Опыт и перспективы развития модульных робототехнических систем экстремальной робототехники / Е.И. Юревич, С.Г. Цариченко // Труды XXI Международной научно-технической конференции «Экстремальная робототехника». – СПб. : Изд-во «Политехника-сервис», 2010. – С. 21–26.
4. Рассел, С. Искусственный интеллект: современный подход / С. Рассел, П. Норвиг. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1408 с.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПО РОБОТОТЕХНИКЕ

С.Л. Герасюто, Е.И. Печковский, Г.А. Прокопович, В.А. Сычев,
ОИПИ НАН Беларуси, г. Минск

Аннотация

В работе рассмотрены особенности программно-аппаратного обеспечения методического комплекса по робототехнике. Описана работа действующих прототипов плат систем управления мобильными роботами.

Введение

Стремительное развитие вычислительной техники, миниатюризация цифровых и силовых микросхем дает возможность создавать роботов с развитой системой управления без увеличения его стоимости. В свою очередь, использование робототехники в непромышленных сферах человеческой деятельности послужило толчком для развития новых отраслей информационных технологий, к числу которых можно отнести распознавание речи и зрительных сцен, управление робототехническими устройствами через Интернет, а также удаленное хранение баз данных и баз знаний для систем управления роботами. Этим объясняется возросший в последнее время интерес среди научных учреждений и передовых инженерно-технических ВУЗов по всему миру к дисциплинам данного профиля. Развитие таких непромышленных направлений в робототехнике как экстремальные, сервисные и домашние роботы требуют не только новых подходов к их проектированию и управлению, но и создания современной научно-образовательной базы [1].

Национальная академия наук Беларуси, являясь главным источником инноваций, считает, что на текущий момент стоит острая нехватка учебно-дидактического материала, действующих макетов и прототипов малогабаритных мобильных роботов (МР). Эту потребность необходимо срочно восполнить в профильных ВУЗах, ССУЗах и школах. Для этого необходимо проанализировать лучшие международные изделия, сенсоры, системы связи и управления, и выбрать техническое решение с опорой на возможности производства действующей промышленности Республики Беларусь.

Целью данной работы является описание программно-аппаратного комплекса по технологиям робототехники с упором на технические решения. Описание нюансов и проблем функционирования МР.

Учебно-методический комплекс по технологиям робототехники

Учебно-методический комплекс (УМК) предназначен для использования преподавателями учебных заведений технического профиля в качестве методического и практического пособия по основам робототехники. УМК позволяет быстро и качественно производить подготовку к занятиям в научной, методической и технической частях по различным техническим дисциплинам, а также для демонстрации технологий мобильной робототехники.

Программно-аппаратное обеспечение УМК разрабатывается для:

- обеспечения качественного и современного процесса обучения учащихся ВУЗов, ССУЗов и школ технического профиля основам и технологиям автоматизации и робототехники;

- интеграции учащегося и учителя в международный процесс технического образования путем использования открытого программного обеспечения, а также передовых Интернет-технологий;

- охвата трех основных технических дисциплин: механики, электроники и информатики (программирование от уровня микроконтроллеров до персональных компьютеров и серверов);

- создания индивидуальных программно-аппаратных комплектов по требованию заказчика.

Преимущества разрабатываемого УМК состоят в открытой системе управления как отдельными роботами, так и группами мобильных роботов, направленных на выполнение общих целей, обучению новейшим технологиям робототехники на реальных примерах, повышению эффективности преподавания технических дисциплин в Республике Беларусь.

Плата системы управления роботами нижнего уровня

Современные системы управления мобильными роботами являются многоуровневыми. Это продиктовано потребностью и концентрацией разработчиков на задачи, стоящие перед мобильными роботами. Минимальной конфигурацией для мобильных роботов считается одноуровневая система управления, где совмещается управление двигателями, обработка сенсорной информации датчиков, принятие решений по предназначению и связь с центром управления по беспроводному каналу. Рассмотрим детально электронную конфигурацию, принципы работы на примере работающей платы системы управления нижнего уровня формата PC/104 для встраиваемых систем и роботов (рисунки 1 и 2).

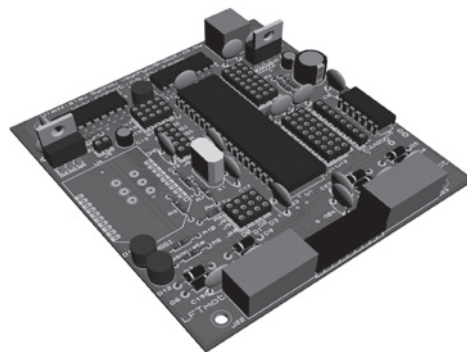


Рисунок 1 – Рендер платы управления нижнего уровня формата PC/104 для встраиваемых систем и роботов

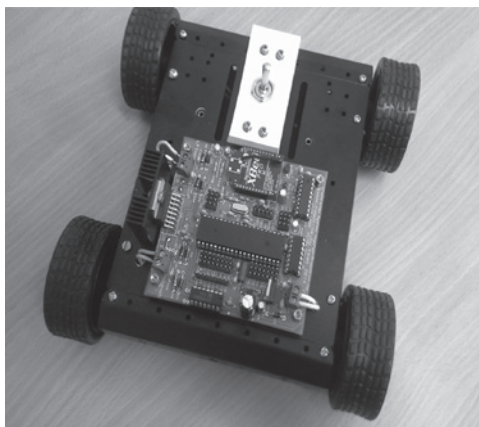


Рисунок 2 – Мобильный колесный робот с установленной платой системы управления

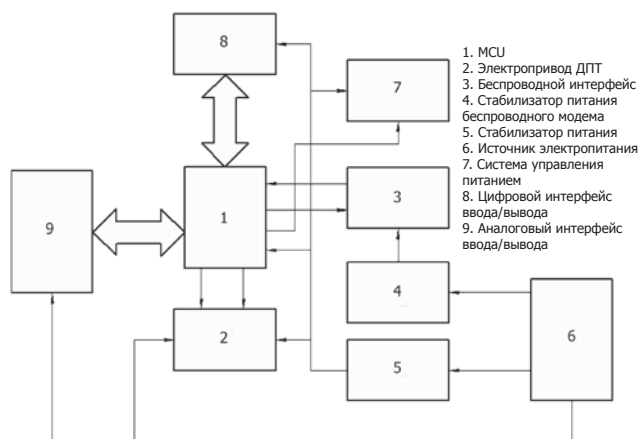


Рисунок 3 – Блок-схема устройства управления

Для упрощения понимания ключевые блоки платы и их взаимодействие представлено в виде блок-схемы на рисунке 3. До начала работы все блоки предварительно установлены в нулевое состояние. В блок микроконтроллера 1 записывается управляющая программа. После включения блока источника электропитания 6 устройство приводится в активное состояние. С блока микроконтроллера поступают управляющие сигналы на блоки электродвигателя 2, беспроводного интерфейса 3, управления питанием 7, цифровой и аналоговый интерфейсы ввода-вывода 8 и 9 соответственно.

Блок микроконтроллера 1 предназначен для хранения управляющей программы, а также для формирования управляющих сигналов. Программа работы устройства состоит из набора подпрограмм, причем последовательность перехода из одной в другую задается с помощью кода условия перехода.

Блок электродвигателя 2 предназначен для управления двумя ДПТ посредством управляющих сигналов с блока 1. Блок 2 обеспечивает схему защиты от обратных токов. Этот блок регулирует скорость вращения ДПТ под нагрузкой.

Блок беспроводного интерфейса 3 предназначен для беспроводной связи устройства с ЭВМ центра управления или другими роботами, а также для управления устройством. Имеет возможность записи управляющей программы в блок 1.

Блок стабилизатора питания беспроводного интерфейса 4 предназначен для стабилизации напряжения до 3,3 В.

Блок стабилизатора питания 5 предназначен для стабилизации напряжения питания всей платы. Имеет систему помехозащитности.

Блок 6 представляет собой источник электропитания, в виде литий-ионных аккумуляторов.

Блок системы управления питанием 7 предназначен для распределения питания устройства. Для экономии энергии заряда источника питания имеется возможность переводить в спящий режим отдельные неиспользуемые блоки устройства.

Блоки 8 и 9 – цифровой и аналоговый интерфейсы блока ввода-вывода соответственно.

Обоснование и описание электронных компонентов платы системы управления

Проанализировав потребности в вычислениях для нижнего уровня управления мы посчитали достаточным установить микроконтроллер Atmega 32 компании Atmel.

Микроконтроллер в 44-выводном корпусе типа TQFP и MLF (также выпускаются в 40-выводных корпусах типа DIP) с максимальным числом контактов ввода/вывода равным 35 (модели с возможностью подключения внешнего ОЗУ) или 32 (остальные модели). Для разработанного устройства было принято решение выбрать корпус DIP40. Atmega 32 имеет FLASH-память программ объемом 32 Кбайт, ОЗУ объемом 2 Кбайт и EEPROM – память данных – объемом 1 Кбайт. Эти модели полностью (функционально и по цоколевке) обратно совместимы с микроконтроллерами Atmega 323(L).

Управление ДПТ осуществляется при помощи двух драйверов двигателей L298. Микросхема L298 представляет собой двойной полный мостовой драйвер, применяемый для управления двигателями постоянного тока и шаговыми двигателями. Благодаря наличию двух мостов микросхема может управлять двумя двигателями постоянного тока, причем независимо, или одним биполярным или униполярным шаговым двигателем.

При управлении двигателем постоянного тока микросхема может изменять направление тока в двигателе, реверсируя его, или полностью отключать питание. Вход «En» – это вход разрешения работы ключей. Для нормальной работы на этом входе должно присутствовать напряжение «лог 1», тогда логические элементы могут пропускать сигналы управления от входа к ключам. На рисунке 4 представлена схема одного моста микросхемы, а технические характеристики представлены в таблице 1.

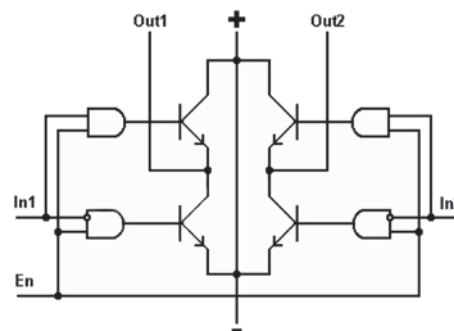


Рисунок 4 – Схема одного моста микросхемы L298

Таблица 1 – Технические характеристики драйвера L298

Напряжение питания двигателей	до 50 В
Напряжение питания микросхемы	7 В
Максимальный пиковый ток ключей ($t < 100$ мкс)	3 А
Средний (постоянный) ток ключей	2 А
Потребляемый микросхемой ток, не более	70 мА
Рассеиваемая мощность	25 Ватт
Входной уровень «Лог 0», менее	1,5 В
Входной уровень «Лог 1», более	2,3 В
Падение напряжения на ключах при токе 1 А	не более 1,7 В
Падение напряжения на ключах при токе 2 А	не более 2,7 В

Обеспечение беспроводной связью сделано на модулях стандарта XBee. RF-модуль XBee-PRO Series 2 реализует возможности протокола ZigBee в низкочастотных и малопотребляющих беспроводных сетях. Модуль потребляет минимум энергии и обеспечивает надежную передачу данных между удаленными устройствами, функционирует в полосе частот ISM 2,4 ГГц. Корпус XBee PRO Series 2 представлен на рисунке 5.

Основные характеристики:

- высокая производительность;
- в помещении/городской застройке: до 40 м;
- вне помещения в зоне прямой видимости: до 120 м;
- мощность передачи: 2 мВатт (+3 дБм);
- чувствительность приема: –95 дБм;
- скорость передачи данных по RF: 250 000 бит/с;
- расширенные сетевые возможности и безопасность;
- запросы и подтверждения;
- DSSS (Direct Sequence SpreadSpectrum);
- каждый последовательный канал имеет более 65 000 уникальных сетевых адресов;
- поддержка топологий Point-to-point, Point-to-multipoint и Peer-to-peer;
- самомаршрутизация, самовосстановление и устойчивость к ошибкам в mesh сетях;
- низкое энергопотребление;
- ток передачи: 40 мА (3,3 В);
- ток приема: 40 мА (3,3 В);
- ток в режиме сна: < 1 мкА 25°C;
- простота в использовании;
- готовность к работе «из коробки» – нет необходимости в настройке RF связи;
- режимы AT и API команд для настройки параметров модуля;
- малые габариты;
- широкий набор команд;
- бесплатное программное обеспечение X-CTU (для тестирования и настройки).

Интеллектуальный менеджер управления питанием состоит из двух частей сдвигающего регистра 74HC595 и набора мощных составных ключей индуктивных нагрузок. Он предназначен для ввода не используемых частей устройства в спящий режим для экономии энергии.

Стабилизатор питания для всего устройства типа 7805 – линейный стабилизатор, выполненный в корпусе TO-220, имеет три вывода (+5 В стабилизированного напряжения и ток 1 А). Так же в корпусе имеется отверстие для крепления стабилизатора напряжения 7805 к радиатору охлаждения. 7805 является стабилизатором положительного напряжения. С его выхода снимается стабилизированное напряжение –5 В.

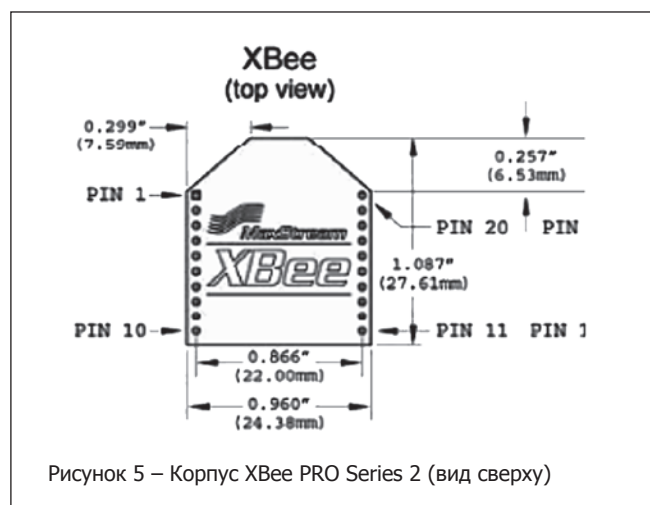


Рисунок 5 – Корпус XBee PRO Series 2 (вид сверху)

В цепи стабилизатора имеются керамические конденсаторы, их число равно числу микросхем в устройстве. Они предназначены для подавления помех. Изображение стабилизатора показано на рисунке 6.

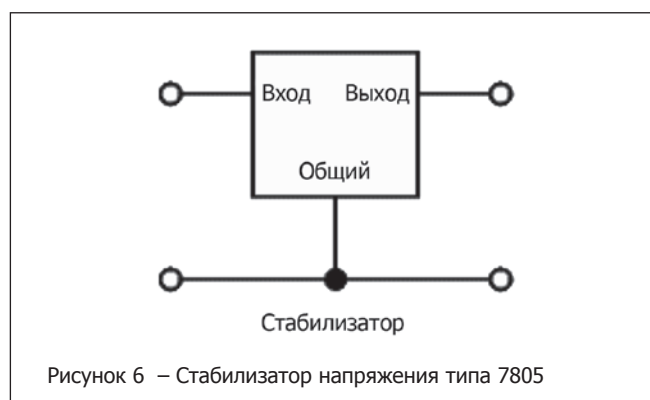


Рисунок 6 – Стабилизатор напряжения типа 7805

Стабилизатор питания для беспроводного модема LD1117V33 – линейный стабилизатор, выполненный в корпусе TO-220, имеет три вывода (+5 В стабилизированного напряжения и ток 1 А). Так же в корпусе имеется отверстие для крепления стабилизатора напряжения LD1117V33 к радиатору охлаждения. LD1117V33 является стабилизатором положительного напряжения. С его выхода, соответственно, будет сниматься стабилизированное напряжение –3,3 В.

Заключение

В работе описывается плата системы управления мобильными роботами в составе учебно-методического комплекса по технологиям робототехники, программно-аппаратная платформа, которая может быть использована в различных образовательных и научно-исследовательских проектах.

Работа выполнена при поддержке БРФФИ, договор №Ф13К-144 «Разработка и исследование алгоритмов поведения стайных роботов для поисково-исследовательских работ» (2013–2015 гг.).

Литература:

1. Интеллектуальные роботы: учебное пособие для вузов / И.А. Каляев [и др.] ; под общ. ред. Е.И. Юревича. – М. : Машиностроение, 2007. – 360 с.

ОБУЧЕНИЕ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОКОЛЕСНЫМ МОБИЛЬНЫМ РОБОТОМ

УДК 004.853

В.В. Демин, А.С. Кабыш, В.А. Головки,
ОИПИ НАН Беларуси, г. Минск

Аннотация

В статье рассматривается новый подход к управлению многоколесными мобильными платформами. В основе подхода лежит декомпозиция платформы на множество агентов, представляющих реальные физические колеса или блоки колесных модулей. Обучение агентов производится на основе мультиагентного обучения с подкреплением. Как подтверждение работоспособности подхода, показана серия успешных экспериментов и процесс обучения.

Введение

Эффективное управление многоколесными роботами – важная задача на производстве. Основными проблемами при построении программных систем таких роботов являются энергопотребление и планирование пути. Подсистема управления движением должна использовать эффективную модель для уменьшения энергопотребления. Этого можно добиться четырьмя способами:

- усовершенствование энергопотребления моторов. Основа таких подходов – проектирование и создание электромоторов с улучшенным коэффициентом полезного действия и увеличенным сроком службы [1, 2];

- эффективное управление движением. Классическое решение данной задачи – это расчет обратной кинематической задачи для системы управления роботом. Однако динамическая модель робота всегда сложнее его кинематической модели [3]. Создать более сложную модель могут помочь интеллектуальные адаптивные алгоритмы, подстраивающиеся под реального робота [4];

- эффективное планирование пути. Кратчайшая траектория на известной карте оказывается не всегда эффективной для габаритных мобильных роботов, так как их маневренность ограничена, а инерция не всегда позволяет моментально остановиться. В своих ис-

следованиях Y. Mei и другие показали, как рассчитать энергоэффективную траекторию, используя знания об энергопотреблении управляющих воздействий [5]. S. Ogunniyi и M.S. Tsoeu продолжили данную работу, применив для расчета траектории алгоритм обучения с подкреплением;

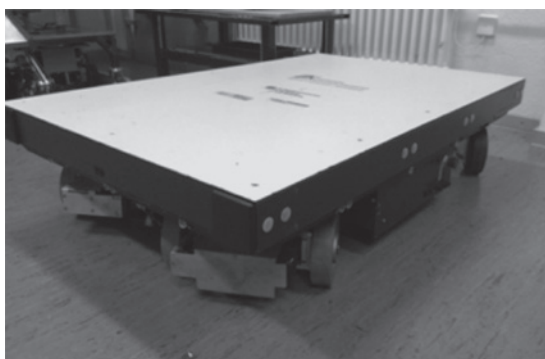
- эффективное исследование пространства. Требуется исследовать указанную часть пространства и достигнуть целевой точки в неизвестном помещении. Роботу необходимо построить такую политику, чтобы как можно быстрее исследовать карту и достичь условленной точки [7].

В данной статье показан подход к управлению многоколесной платформой на основе многоагентного подкрепляющего обучения. Проведены эксперименты с обучением на реальном роботе. Показаны успешные испытания системы управления движением робота.

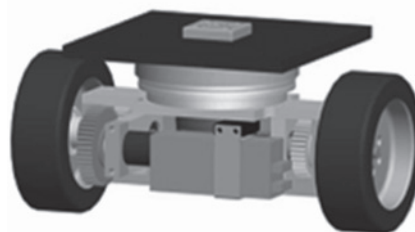
Многоколесная производственная платформа

Для решения задачи перевозки тяжелых грузов на производствах все чаще применяются автономные мобильные грузовые платформы. Одна из таких платформ – производственный грузовой робот, разработан в лаборатории университета Равенсбург-Вайнгартена [3]. Фотография робота представлена на рисунке 1 а. Основные характеристики платформы: размер платформы – 1200 см на 800 см, максимальная грузоподъемность – 500 кг при комплектации 4-мя модулями, емкость аккумуляторов – 52 Ah, независимое управление каждым модулем.

Платформа построена на базе колесных модулей [3]. Такой модуль (рисунок 1 б) состоит из двух колес, приводимых в движение двумя независимыми моторами, и имеет дифференциальную схему управления. К платформе такие модули подсоединены подшипником (рисунок 2), что позволяет им поворачиваться относительно платформы на любой угол.

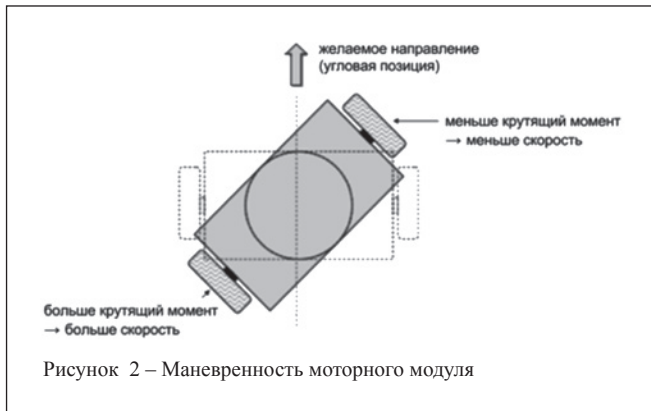


а



б

Рисунок 1 – Производственная грузовая мобильная платформа (а); инновационный модуль (б)



Представленная платформа использует четыре модуля, но так же возможно собрать платформу и с большим количеством модулей.

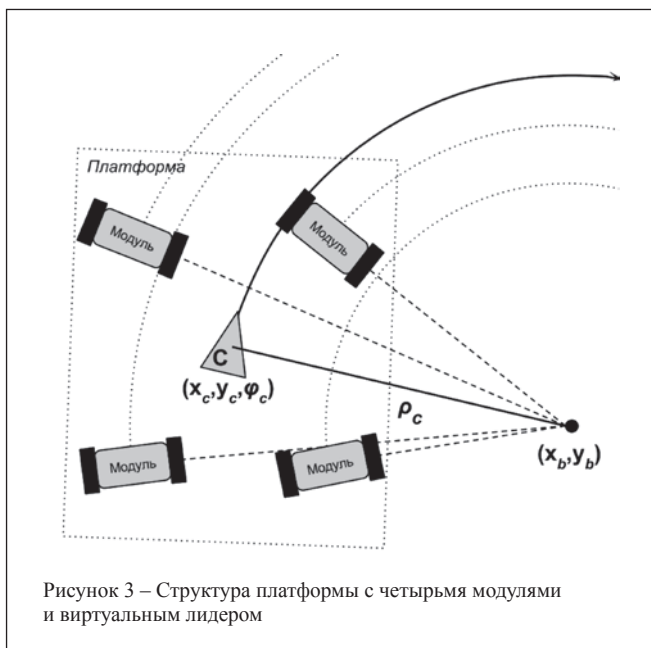
Многоагентная система колесных модулей-агентов

Т.к. модули идентичны между собой и способ крепления к платформе одинаков, то после декомпозиции можно считать таких агентов голономными. Голономные агенты – это агенты, у которых действия и состояния совпадают. Агенты с таким свойством обладают двумя важными особенностями:

- знания одного агента можно полностью передать второму агенту, при этом второй агент становится точной копией первого;
- множество голономных агентов можно обучать взаимодействию одновременно, используя общую базу знаний.

Для получения эффекта от второго свойства будем применять архитектуру многоагентной системы с использованием виртуального лидера [8]. Это позволит накапливать базу знаний только у одного агента.

Основная идея – определение виртуального лидера, который расположен в центре формации относительно



всей группы, и, соответственно, его виртуальные координаты. Состояние каждого агента будет определяться относительно виртуального лидера или виртуального центра координат. После того, как определена динамика виртуального лидера, агенты начинают свое движение. Таким образом, задача планирования пути и построения траекторий может быть реализована только для виртуального агента. Тогда как для модулей агентов будет решаться задача удержания формации во время движения. Будем называть N колесных модулей-агентов с виртуальным лидером, которые образуют многоагентную систему, платформой.

На рисунке 3 изображен пример такой структуры, состоящей из четырех модулей, где (x_b, y_b) – это координаты маяка, C представляет собой координаты виртуального лидера (x_c, y_c) , φ_c – угол ориентации лидера относительно маяка, и ρ_c – центр разворота. Положение виртуального центра определяется как центр тяжести площади платформы.

Обучение модулей-агентов

Процесс обучения агентов движению вокруг маяка состоит из двух этапов: (а) – обучение агента повороту на заданный угол ориентации и (б) – обучение всех агентов платформы движению по кругу за виртуальным лидером. Обучение одиночного агента повороту на угол нужной ориентации проводилось с использованием стандартного Q -learning алгоритма без следов преемственности [9].

При обучении состоянии агента характеризуется парой значений $s_t = [\varphi_{err}^t, \omega_t]$. Множество действий $A_\omega = \{\emptyset, \omega_+, \omega_-\}$, где действие агента $a_t \in A_\omega$ – это изменение угловой скорости $\Delta\omega_t$ для момента времени t .

Система обучения сообщает положительное подкрепление, если ориентация робота ближе к целевой ($\varphi_{err}^t \rightarrow 0$), используя оптимальную скорость $\omega_t \rightarrow \omega_{opt}$ и штраф, если ориентация агента отклоняется от целевой, или выбранное действие не оптимально для текущего положения (агент не начал вовремя тормозить).

Значение награды определяется как:

$$r^t = R(\varphi_{err}^{t-1}, \omega^{t-1}), \quad (1)$$

где R – функция награды, которая представлена деревом принятия решений, изображенном на рисунке 4. Оптимальная скорость ω_{opt} представляет собой константное значение скорости и используется, чтобы показать, что функция ценности способна находить эффективную скорость. Для реального робота используется функция энергопотребления моторов, рассчитанная по их документации.

Структура взаимодействия агентов на основе обучения с подкреплением для решения задачи кооперативного движения изображена на рисунке 5. Модуль i , находясь в состоянии s_i^t , выбирает действие a_i^t , используя текущую стратегию выбора действий, и переходит в следующее состояние s_i^{t+1} . Виртуальный лидер получает данные об изменениях после выполнения действия, вычисляет и присваивает награду r_i^{t+1} каждому агенту, которая оценивает корректность его действий с точки зрения всей платформы.

На рисунке 6 (x_i, y_i) и (x_i^{opt}, y_i^{opt}) представляют координаты реального и целевого положения i -ого модуля со-

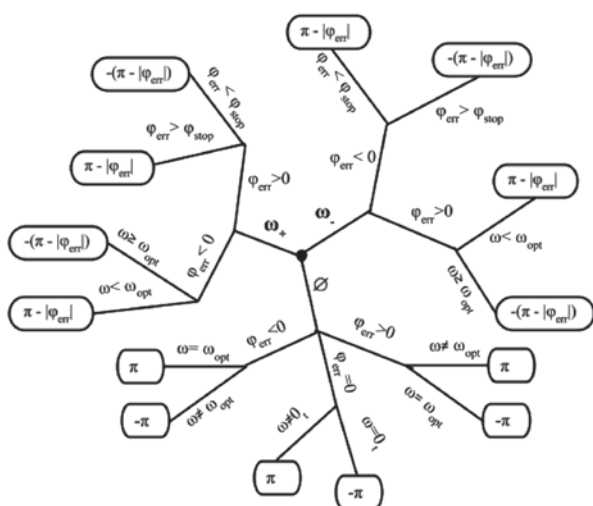


Рисунок 4 – Функция награды в виде дерева решений

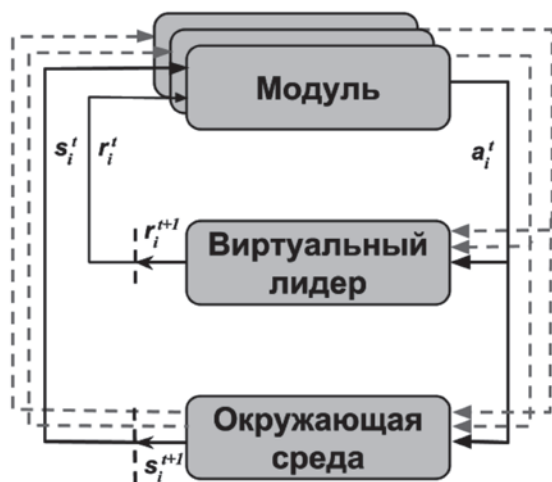


Рисунок 5 – Архитектура многоагентной системы колесных модулей на основе виртуального лидера и обучения с подкреплением

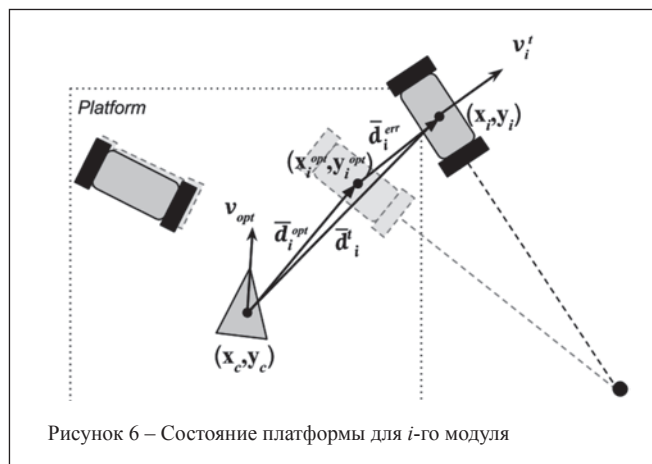
ответственно, $\bar{d}_i^{err}$ представляет вектор отклонения для i -го модуля от правильного положения в платформе (2):

$$\bar{d}_i^{err} = \bar{d}_i^t - \bar{d}_i^{opt}, \quad (2)$$

где $\bar{d}_i^t$ – вектор расстояния до виртуального центра от текущего положения модуля, и $\bar{d}_i^{opt}$ – вектор эталонного расстояния между виртуальным центром и i -ым агентом, которое получено из топологии платформы.

Для обновления стратегии модулей используется аналог многоагентного Q -learning алгоритма [10–12], в котором виртуальный лидер начисляет награду каждому агенту как оценку состояния в платформе:

$$\Delta Q_i(s_i^t, a_i^t) = \alpha [r_i^{t+1} + \gamma \max_{a \in A(s_i^{t+1})} Q_i(s_i^{t+1}, a) - Q_i(s_i^t, a_i^t)]. \quad (3)$$

Рисунок 6 – Состояние платформы для i -го модуля

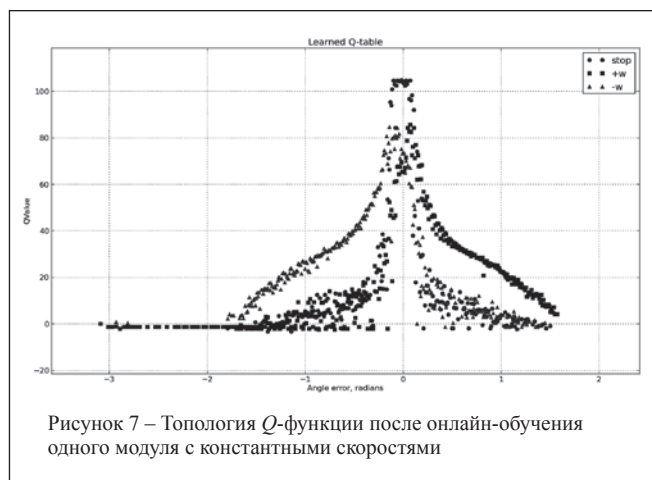
Результаты онлайн-обучения модуля поворота с константными скоростями

Важным аспектом обучения мультиагентной системы, предназначенной для управления реальным роботом, является онлайн-обучение системы, т.е. обучение в реальном времени. Для этих целей были проведены эксперименты с константными скоростями, чтобы сократить время обучения. Множество действий представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Действия модуля-агента для онлайн-обучения

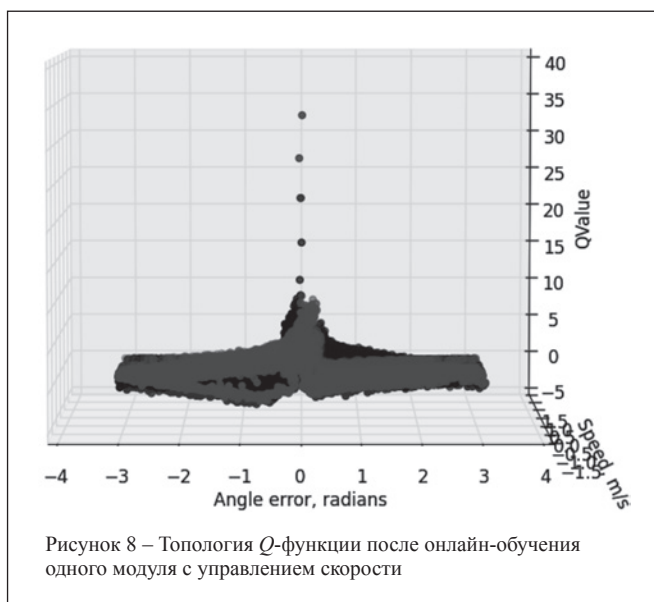
№	Действия робота	Value
1	Установить положительную константную скорости поворота, $+\omega$	0,8 рад/с
2	Установить отрицательную константную скорости поворота, $-\omega$	-0,8 рад/с
3	Установить скорость 0	0 рад/с

Топология Q -функции, которая обучалась в течение 360 эпох, показана на рисунке 7. Данная функция была протестирована на реальном роботе и решает поставленную задачу поворота модуля на небольших скоростях (для колеса до 0,2 м/с). При больших скоростях модуль не успевает остановиться в нужной точке из-за инерции, для чего используется обучение управления скоростями, показанное в следующем разделе.

Рисунок 7 – Топология Q -функции после онлайн-обучения одного модуля с константными скоростями

Результаты экспериментов с производственным роботом

Для скоростей колеса свыше 0,2 м/с, как и низких скоростей, необходимо точное позиционирование модуля относительно маяка. Для минимизации погрешности агент обучается управлению скоростями. Первоначально агент обучается разгоняться до заданной системой управления скорости и поддерживать ее. Вторым этапом агент обучается уменьшать скорость вплоть до остановки, чтобы угловая ошибка была максимально приближена к нулю. Топология Q -функции, которая обучалась в течение 1400 эпох, показана на рисунке 8. Обучение происходило на реальном роботе.



Результат управления поворотом обученных модулей с центром разворота впереди-справа – на рисунке 9.

Знания агентов, обученных поддерживать скорость относительно виртуального лидера, были перенесены

в систему управления реального робота. На рисунке 10 изображен процесс эксперимента, где на скриншотах 1-6 модули поворачиваются к маяку, изображенному на белом листке бумаги. После того, как все модули успешно выполнили задачу поворота, платформа начинает движение вокруг маяка (скриншоты 7–9, рисунок 10).

На рисунке 11 показано, что при передвижении платформы радиусы модулей не изменяются и модули платформы находятся в стабильном положении относительно платформы.

Выводы

Рассмотренный подход к применению алгоритма обучения с подкреплением в системе управления является альтернативой для расчета обратной кинематической задачи. Подход отличается адаптивностью и самонастраиваемостью к любому типу многоколесных роботов, масштабируемостью на множество движимых модулей или колес. Обучение в реальном времени позволяет вычислять лучшие политики управления для полной динамической модели робота. Ключевой особенностью алгоритма является возможность оптимизации системы по различным параметрам (энергопотребление, скорость передвижения, плавность езды). Чем больше параметров для оптимизации необходимо учесть, тем больше времени придется затратить на обучение системы, что, несомненно, является недостатком. Однако обучение необходимо производить один раз и без присутствия специалиста – система может сама вычислить все необходимые параметры. Эксперименты с реальным роботом показали возможность практического применения данного подхода.

Литература:

1. Andreas, J.C. Energy-Efficient Electric Motors, Revised and Expanded / J.C. Andreas // J.C. CRC Press. – 1992.
2. De Almeida, A.T. Energy efficiency improvements in electric motors and drives / A.T. de Almeida, P. Bertoldi, and W. Leonhard // Springer Berlin, 1997.

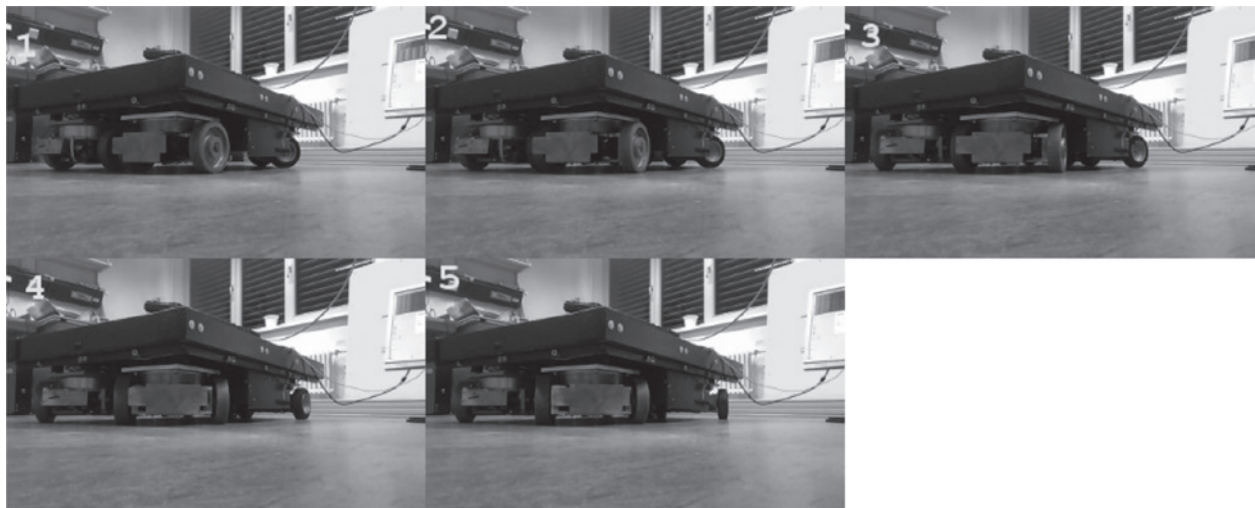


Рисунок 9 – Эксперимент поворота модулей к центру разворота впереди-справа

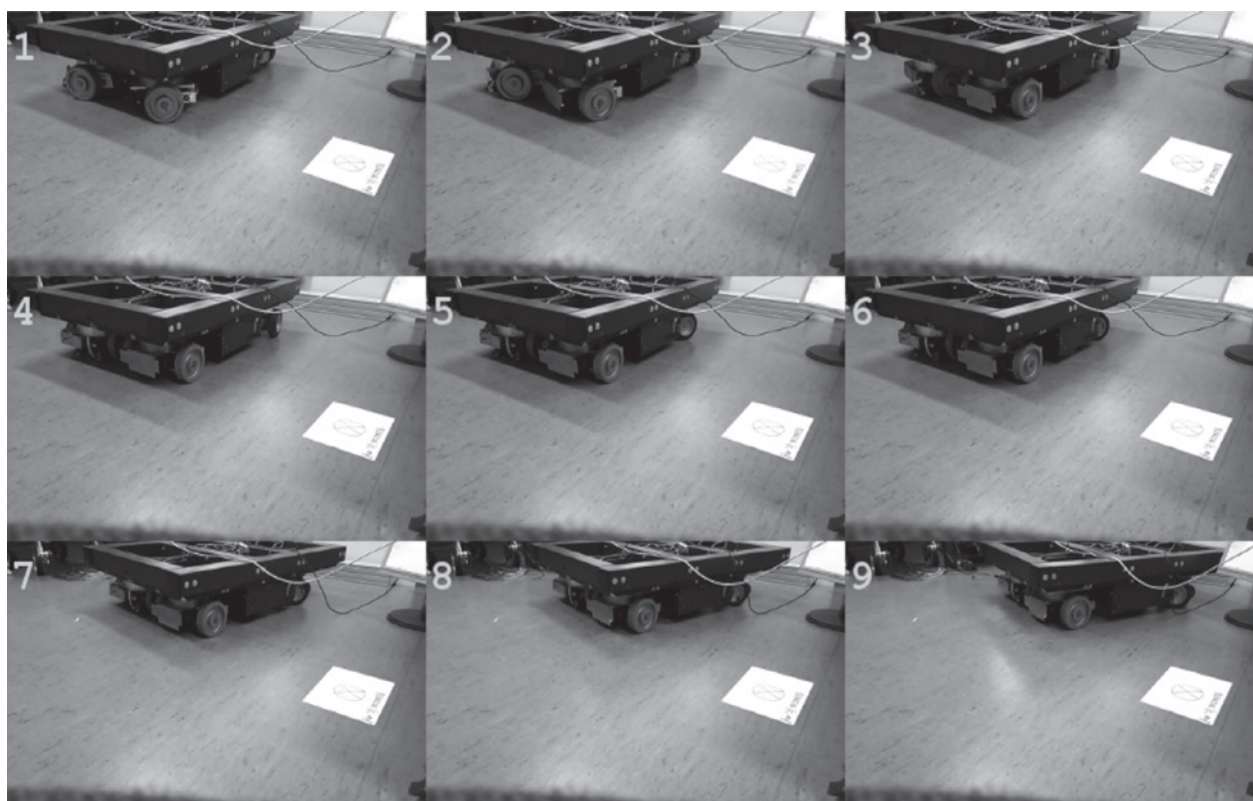


Рисунок 10 – Эксперимент поворота модулей для движения с автомобильной кинематической схемой (1–6) и движение вокруг белого маяка (7–9)

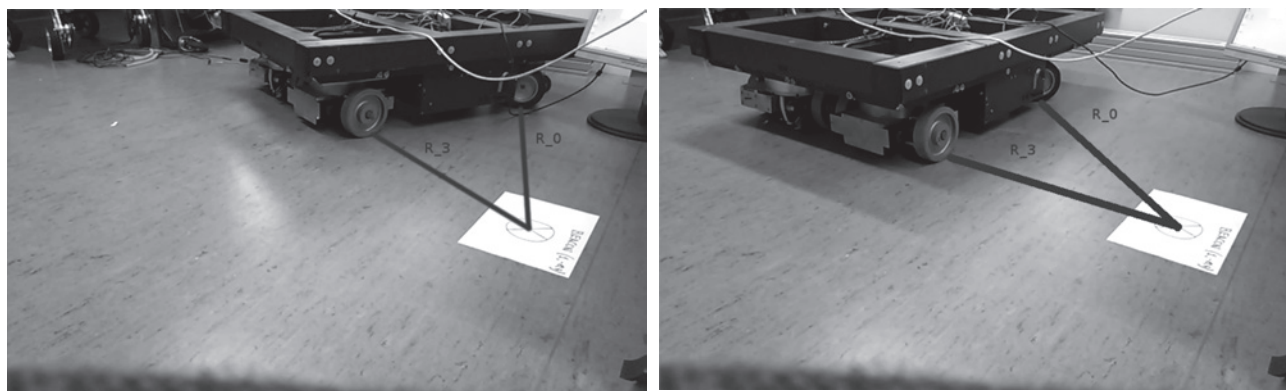


Рисунок 11 – Эксперимент подтверждения сохранности радиусов во время движения

3. Stetter, R. Development, Realization and Control of a Mobile Robot / R. Stetter, P. Ziemniak, and A. Paczynski // In Research and Education in Robotics-EUROBOT 2010, Springer, 2011:130-140.

4. Dziomin, U. A multi-agent reinforcement learning approach for the efficient control of mobile robot / U. Dziomin, A. Kabysh, V. Golovko, and R. Stetter //

In Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems (IDAACS), 2013 IEEE 7th International Conference on, 2, 2013:867-873.

5. Mei, Y. Energy-efficient motion planning for mobile robots / Y. Mei, Y.-H. Lu, Y.C. Hu, and C.G. Lee // In Robotics and Automation, 2004. Proceedings. ICRA'04. 2004 IEEE International Conference on, 5, 2004:4344-4349.

6. Ogunniyi, S. Q-learning based energy efficient path planning using weights / S. Ogunniyi, M.S. Tsoeu // In proceedings of the 24th symposium of the Pattern Recognition association of South Africa, 2013:76-82.

7. Mei, Y. Energy-efficient mobile robot exploration/ Y. Mei, Y.-H. Lu, C.G. Lee, and Y.C. Hu // In Robotics and Automation, 2006. ICRA 2006. Proceedings 2006 IEEE International Conference on, 2006:505-511.

8. Ren, W. Distributed coordination architecture for multi-robot formation control / W. Ren, N. Sorensen // Robotics and Autonomous Systems. – 2008. – Vol. 56, № 4. – P. 324–333.

9. Sutton, Richard S. Reinforcement Learning: An Introduction / Richard S. Sutton, Andrew G. Barto. – MIT Press, 1998.

10. Kabysh, A. General model for organizing interactions in multi-agent systems / A. Kabysh, V. Golovko // International Journal of Computing. – 2012. – Vol. 11(3). – P. 224–233.

11. Kabysh, A. Influence Learning for Multi-Agent Systems Based on Reinforcement Learning / A. Kabysh, V. Golovko // International Journal of Computing. – Vol. 11(1). – P. 39–44.

12. Kabysh, A. Influence model and reinforcement learning for multi agent coordination / A. Kabysh, V. Golovko, K. Madani // Journal of Qafqaz University, Mathematics and Computer Science. – 2012. – № 33. – P. 58–64.

Abstract

This paper presents a novel approach of a multi-wheeled mobile robot control. The approach is based on the platform decomposition into a multi-agent system, where an agent presents a real physical wheel or a driving module. The agents learn by the multi-agent reinforcement learning algorithm to cooperate together and to provide robust steering. Experiments show that developed system provides robust control for complex dynamic robots models.

Поступила в редакцию 14.05.2014 г.

ТРЕБОВАНИЯ К НАУЧНЫМ СТАТЬЯМ, ПУБЛИКУЕМЫМ В РАЗДЕЛЕ «РЕЦЕНЗИРУЕМЫЕ СТАТЬИ»

1. Научная статья – законченное и логически цельное произведение по раскрываемой теме – должна соответствовать одному из следующих научных направлений: информационные технологии и системы, оптоэлектроника, микро- и нанoeлектроника, приборостроение.

2. Объем научной статьи не должен превышать 0,35 авторского листа (14 тысяч печатных знаков, включая пробелы между словами, знаки препинания, цифры и другие), что соответствует 8 страницам текста, напечатанного через 2 интервала между строками (5,5 страницы в случае печати через 1,5 интервала).

3. Статьи в редакцию представляются в двух экземплярах на бумаге формата А4 (220х15, г. Минск, пр. Пушкина, 29Б), а также в электронном виде (e-mail: sadov@bsu.by). К статье прилагаются сопроводительное письмо организации за подписью руководителя и акт экспертизы. Статья должна быть подписана всеми авторами.

Статьи принимаются в формате doc, rtf, pdf, набранные в текстовом редакторе word, включая символы латинского и греческого алфавитов вместе с индексами. Каждая иллюстрация (фотографии, рисунки, графики, таблицы и др.) должна быть представлена отдельным файлом и названа таким образом, чтобы была понятна последовательность ее размещения. Фотографии принимаются в форматах tif или jpg (300 dpi). Рисунки, графики, диаграммы принимаются в форматах tif, cdr, eps или jpg (300 dpi, текст в кривых). Таблицы принимаются в форматах doc, rtf или Excel.

4. Научные статьи должны включать следующие элементы:

аннотацию; фамилию и инициалы автора (авторов) статьи, ее название; введение; основную часть, включающую графики и другой иллюстративный материал (при их наличии); заключение; список цитированных источников; индекс УДК; аннотацию на английском языке.

5. Название статьи должно отражать основную идею выполненного исследования, быть по возможности кратким, содержать ключевые слова, позволяющие индексировать данную статью.

6. Аннотация (100–150 слов) должна ясно излагать содержание статьи и быть пригодной для опубликования в аннотациях к журналам отдельно от статьи.

В разделе «Введение» должен быть дан краткий обзор литературы по данной проблеме, указаны нерешенные ранее вопросы, сформулирована и обоснована цель работы.

Основная часть статьи должна содержать описание методики, аппаратуры, объектов исследования и подробно освещать содержание исследований. Полученные результаты должны быть обсуждены с точки зрения их научной новизны и сопоставлены с соответствующими известными данными. Основная часть статьи может делиться на подразделы (с разъяснительными заголовками).

Иллюстрации, формулы, уравнения и сноски, встречающиеся в статье, должны быть пронумерованы в соответствии с порядком цитирования в тексте.

В разделе «Заключение» должны быть в сжатом виде сформулированы основные полученные результаты с указанием их новизны, преимуществ и возможностей применения.

Список цитированных источников располагается в конце текста, ссылки нумеруются согласно порядку цитирования в тексте. Порядковые номера ссылок должны быть написаны внутри квадратных скобок (например: [1], [2]).

В соответствии с рекомендациями ВАК Республики Беларусь от 29.12.2007г. №29/13/15 научные статьи аспирантов последнего года обучения публикуются вне очереди при условии их полного соответствия требованиям, предъявляемым к рецензируемым научным публикациям.

СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ МАНИПУЛЯТОРОМ РОБОТА НА ОСНОВЕ ГЕТЕРОАССОЦИАТИВНОЙ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

УДК 004.272.25, 004.622

Г.А. Прокопович,
ОИПИ НАН Беларуси, г. Минск

Аннотация

Описываются результаты экспериментов по компьютерному моделированию такой достаточно важной функции биологической памяти как хранение программ управления эффекторами и данных о значениях различных состояний соответствующих рецепторов, позволяющих реализовывать множество различных способов движения конечностями живых организмов. Разработанная система управления эффекторами робототехнических аппаратов, в отличие от известных аналогов, не содержит в явном виде числовые массивы значений углов поворотов каждого из звеньев, а последовательно извлекает их из предложенного блока гетероассоциативной памяти.

Введение

Как правило, робот состоит из двух основных частей исполнительных систем (эффекторов) и информационно-управляющей системы, снабженной сенсорами. Общий вид робота зависит от используемой системы координат, в которой манипулятор со схватом совершает рабочие операции, количества манипуляторов, конструкции опор крепления или устройств передвижения, типов двигателей и источников энергии [1].

На данный момент, основным типом манипуляционных систем роботов являются механические манипуляторы, оснащенные рабочим органом, причем для перемещения в пространстве рабочей зоны им достаточно трех степеней подвижности. Однако для расширения манипуляционных возможностей и реализации более сложных траекторий движения (например, с обходом препятствий), а также для повышения быстродействия манипуляторы обычно снабжают несколькими избыточными степенями подвижности. Подобные манипуляторы необходимы как в промышленности, так и для замены человека в экстремальных условиях [1].

Сравнение современных систем управления манипуляторов промышленных роботов с биологическими аналогами

Для большинства промышленных роботов каждое звено приводится в движение от своего привода. Взаимодействие звеньев обеспечивается системой управления, задачей которой является быстрое и точное формирование управляющих команд. Поэтому сегодня роботы снабжены системой управления, основанной на фоннеймановской архитектуре, которая состоит из двух основных блоков: памяти и процессора. Причем в блоке памяти должны быть записаны не только соответствующие координаты, но и сами программы для выполнения строгой последовательности перемещения всех звеньев.

Стандартными задачами для современного робота являются манипулирование деталями и предметами,

определение состояния внешней среды и перемещение в пространстве, оценка результатов и принятие решений, а также участие в диалоге с человеком-оператором. На современном уровне развития робототехники реализация указанных функций очень сложна даже при последовательном их выполнении. Несмотря на то, что конструкторам удалось воссоздать кинематику человеческой руки, уровень надежности и производительности современных систем управления значительно уступает естественным прототипам. Причем даже сегодня системы управления промышленными роботами не способны получить и обработать необходимый поток сенсорной информации, что позволило бы им приблизиться к биологическим аналогам.

Головной мозг и нервная система человека устроены таким образом, что для воспроизведения заранее заученных действий не требуется знать последовательность и величину усилий каждой из огромного числа участвующих в процессе движения мышц. Как правило, это достигается путем автоматического извлечения из памяти управляющих сигналов для соответствующих групп мышц [2]. Ввод требуемых последовательностей управляющих сигналов достигается благодаря многократному повторению однотипных движений соответствующими конечностями во время тренировки. Однако на пути создания роботов, обладающих подобными свойствами, специалисты встретились со значительными трудностями, которые еще не удалось преодолеть посредством современных методов управления и обработки информации.

Одним из возможных способов управления такими робототехническими системами является применение нейроконтроллеров [3–5], в архитектуре которых используются некоторые аналогии с нервной системой живых организмов. Данное направление связано с построением моделей искусственных нейронных сетей, состоящих из элементарных функциональных элементов, напоминающих нервные клетки мозга. Важная особенность нейросетевых систем состоит в параллельной и распределенной обработке информации.

Традиционными областями применения искусственных нейронных сетей являются задачи управления, распознавания образов, прогнозирования, и эмуляции ассоциативной памяти. Причем, изучению ассоциативной памяти уделяется большое внимание, так как на основе наблюдений и опытов выдвигаются теории, что именно этот процесс является одним из главных принципов эффективной обработки информации мозгом живых существ [6–8]. Более того, наблюдения и исследования различных типов поведения живых организмов показывают, что они больше зависят от свойств и возможностей самой памяти, чем от степени возможностей оперирования с ее содержимым или от возможности

преобразования хранящейся в ней информации [8]. Другими словами, организация сложных форм поведения зависит от организации работы механизмов памяти.

В связи с этим, целью данной работы является разработка антропоморфной системы управления многозвенным манипулятором, использующей принципы нейросетевой обработки информации.

Система позиционного управления на основе нейросетевой модели достижения цели

На основе аналогии функционирования памяти человека автором была предложена нейросетевая модель гетероассоциативной памяти (ГАП), которая основана на строгой зависимости порядка итерационного извлечения информационных блоков [9]. В дальнейших работах было предложено использовать данные свойства для имитации поведения реальных динамических объектов, характеризующихся вертикальной иерархической структурой [10]. Разработанная модель предполагает, что для достижения системой управления роботом какой-либо цели, последняя должна быть разбита на иерархию конечного числа подцелей. Указанные подцели должны представлять собой набор элементарных действий эффекторов, подкрепленных через обратную связь соответствующими ответными значениями показаний рецепторов.

Полученная последовательность элементарных действий должна быть записана в ГАП в виде последовательностей ассоциируемых друг с другом векторных пар типа «стимул – реакция». Преимуществом описываемой модели достижения цели является простота реализации, а также наличие адаптивных свойств, заключающихся в простой схеме корректировки подцелей.

В работе [10] автором была проведена аналогия описанных выше идей с позиционной системой управления, которая используется в тех случаях, когда требуется позиционирование рабочего органа промышленного робота с заданной точностью в ограниченном числе точек пространства [1]. Типовым примером использования позиционной системы управления являются промышленные роботы для точечной сварки, сборки и т.д.

На рисунке 1 приведена функциональная схема позиционной системы управления манипулятором, которая основана на предложенной нейросетевой модели достижения цели [9]. Центральное место в предложенной схеме занимает блок ГАП, в котором хранятся наборы последовательностей управляющих данных, соответствующих различным элементарным действиям. Блоки шифрации (Ш) и дешифрации (ДШ) необходимы для обеспечения интерфейса между ГАП и блоком эффекторов (Э) системы. Блок сравнения (СР) должен отслеживать расхождение между желаемыми значениями эффекторов и реальными, поступающими из блока сенсоров (С). Ключевые вектора, с которых должны начинаться итерационные процессы извлечения соответствующих движений, содержатся в блоке начальных данных (НД).

Модель функционирует следующим образом. Процесс извлечения последовательностей управляющих команд начинается, когда с выхода блока НД на вход блока памяти ГАП одновременно поступит один из ключевых векторов. Если в памяти присутствует последовательность управляющих данных, соответствующая входному ключевому вектору, то на выходе блока ГАП будет сгенерирован первый информационный блок, который через блок ДШ преобразуется в соответствующие управляющие сигналы для блока Э. После получения управляющих команд, блок Э будет воздействовать на исполнительные механизмы и изменять их пространственное положение [10]. Блок СР сравнивает реальные значения Э, полученные из блока С, и ожидаемые, которые к нему поступают из ГАП. Если реальные значения Э с определенной степенью точности совпадут с заданными от ГАП, то блок СР выдаст положительный сигнал блоку Ш. При получении положительного сигнала Ш позволит передать текущие данные от С на вход ГАП в виде входного вектора. В результате этого через элемент единичной задержки Δt замкнется обратная связь и на выходе блока ГАП появится уже второй информационный вектор. Аналогичным образом, если будет достигнут промежуточный результат и блок СР выдаст положительный сигнал, то второй информационный вектор извлечет из ГАП третий, и т. д.

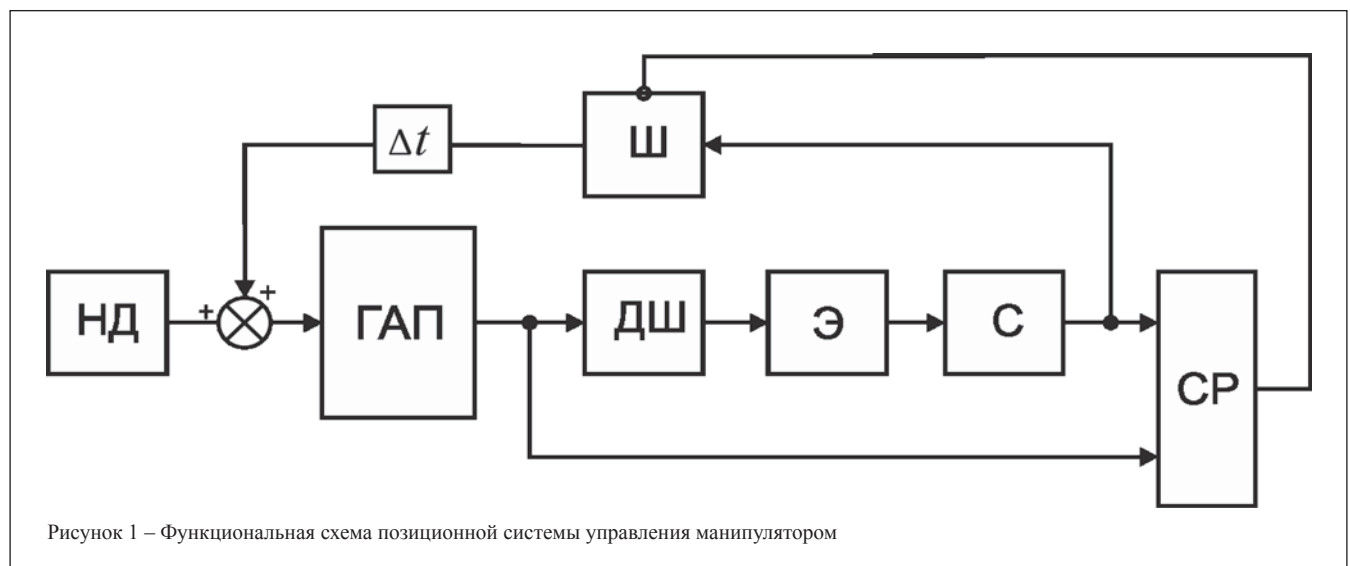
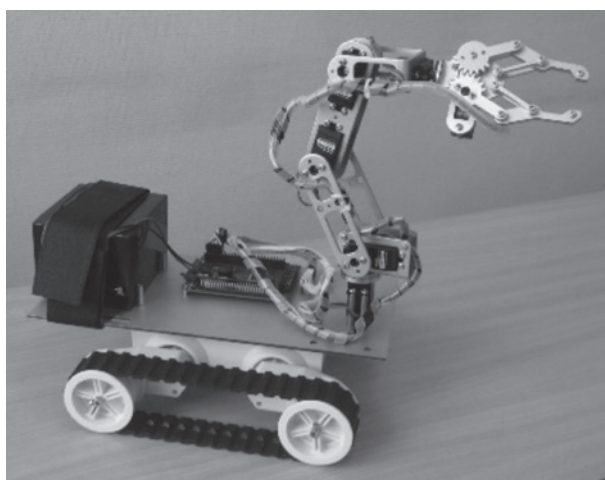
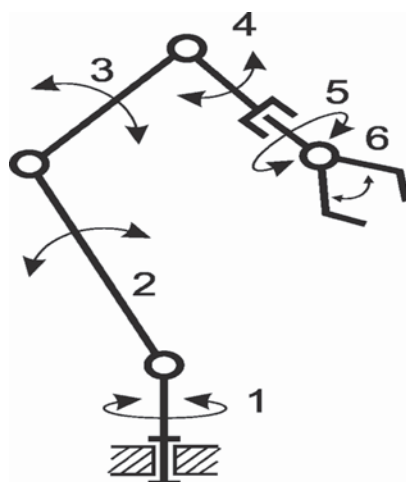


Рисунок 1 – Функциональная схема позиционной системы управления манипулятором



а



б

Рисунок 2 – Прототип робототехнического аппарата, оснащенного манипулятором:
а – внешний вид; б – кинематическая схема манипулятора

Во избежание непредусмотренных действий, обучение модели производится таким образом, чтобы последний информационный блок не возбуждал в ГАП генерацию новых управляющих сигналов [10]. В итоге, предложенная модель ГАП позволяет генерировать строго определенную последовательность управляющих сигналов, которые могут быть интерпретированы как инструкции к выполнению каких-либо активных действий различными техническими устройствами.

Программно-аппаратный комплекс для управления манипулятором мобильного робототехнического аппарата

Для отладки и тестирования предложенной модели управления манипулятором на основе предложенной схемы (рисунок 1) была разработана система управления прототипом робототехнического аппарата, предназначенного для транспортно-складских задач и оснащенного 6-звенным манипулятором с захватным

устройством (рисунок 2). Как видно из приведенной кинематической схемы манипулятора (рисунок 2 б), она соответствует антропоморфной схеме манипулятора PUMA, способ кодирования и алгоритм обработки информационных блоков которого были подробно рассмотрены в работе [10].

Исполнительными механизмами в данном манипуляторе являются 4 сервопривода DGServo 806NF STO с максимальным моментом на валу 12 кг/см и 2 сервопривода DGServo S05NF STD (3,2 кг/см). Углы поворотов обоих типов сервоприводов изменяются в пределах от минус 90° до плюс 90° . Однако у первого типа сервоприводов скважность управляющих импульсов должна изменяться в пределах от 600 до 2400 мкс, тогда как у второго – от 1200 до 2000 мкс.

На следующей структурной схеме (рисунок 3), реализованной на основе 8-битного микроконтроллера AVR atmega1280, видно, что основным вычислительным элементом является программный нейросетевой

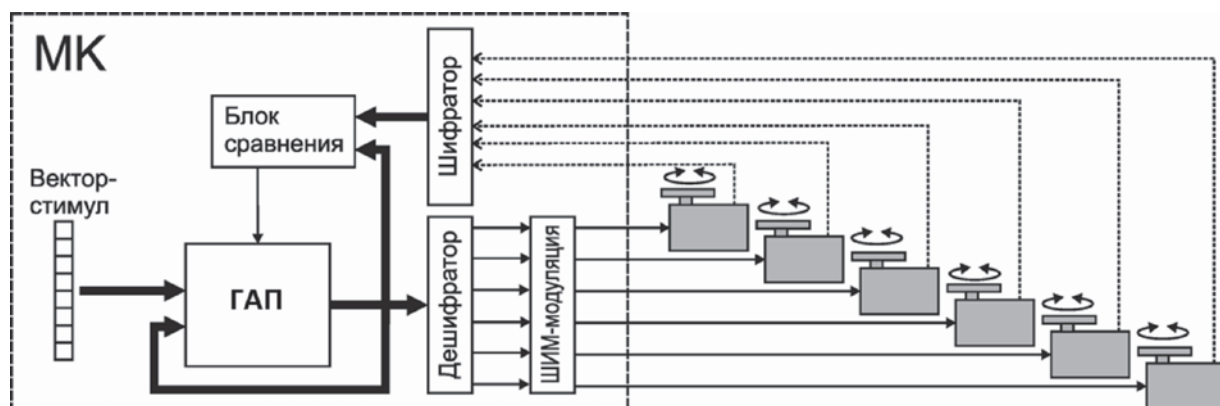


Рисунок 3 – Структурная схема программной реализации нейросетевого управления манипулятором с помощью микроконтроллера

модуль ГАП. Генерация информации начинается с того момента, как на вход указанной ГАП будет загружен ключевой вектор, который послужит стимулом для извлечения из долговременной памяти соответствующей последовательности образов. Система управления была программно реализована на основе отладочной платы SpiderRobot Controller.

Блок дешифратора предназначен для преобразования значений углов поворота звеньев манипулятора в значения регистров соответствующих таймер-счетчиков микроконтроллера, которые отвечают за генерацию сигналов с необходимой длительностью скважности. ШИМ-модуляция необходима для управления указанными выше сервоприводами.

Блок шифратора включен в обратную связь, которая идет от сервоприводов, и через блок сравнения поступает на управляющий вход блока ГАП. Данный блок необходим для контроля поворотов серводвигателей на соответствующие углы. Так как каждый из сервоприводов имеет в своем корпусе отдельную плату управления, оснащенную энкодерами и элементами сравнения, то в рассматриваемом натурном эксперименте данная обратная связь не использовалась (помечена пунктирной линией). Для реализации обратной связи было достаточным после поступления на входы сервоприводов управляющих значений сделать временную задержку в 0,3 с. Длительность задержки определяется максимальной скоростью вращения вала 60°/с, которая используется в используемых сервоприводах и указывается производителем.

Программа управления была реализована на языке C в редакторе Arduino с использованием внешней библиотеки «servo.h». Данная библиотека обладает специальными функциями, которые позволяют эффективно управлять сервоприводами. Входными параметрами указанных функций являются непосредственно значения ширины управляющего импульса в микросекундах, что значительно упрощает работу.

Выводы

Разработана модель системы позиционного управления эффекторами робототехнических аппаратов, основанная на принципах функционирования итерационной нейросетевой ассоциативной памяти. Работоспособность предложенной нейросетевой системы управления была проверена с помощью программно-аппаратного комплекса управления шестизвненным манипулятором, на основе 8-битного контроллера.

Отличительной особенностью предложенной системы позиционного управления является то, что информация о координатах характерных точек траектории движения манипулятора содержится в виде ассоциативной последовательности образов. Преимуществом предложенной модели является простота реализации, а также алгоритм корректировки траектории и добавления новых образов.

Литература:

1. Юревич, Е.И. Основы робототехники / Е.И. Юревич. – СПб. : БХВ-Петербург, 2010. – 416 с.
2. Хакен, Г. Принципы работы головного мозга: Си-

нергетический подход к активности мозга, поведению и когнитивной деятельности / Г. Хакен. – М. : ПЕРСЭ, 2001. – 351 с.

3. Амосов, Н.М. Нейрокомпьютеры и интеллектуальные роботы / Н.М. Амосов [и др.]. – Киев : Наук. Думка, 1991. – 272 с.

4. Сигеру, О. Нейроуправление и его приложения / О. Сигеру, Х. Марзуки, Ю. Рубия. – М. : ИПРЖР, 2000. – 272 с.

5. Головкин, В.А. Нейронные сети: обучение, организация и применение. Кн. 4 : учеб. пособие для вузов / В.А. Головкин ; под общ. ред. Л.И. Галушкина. – М. : ИПРЖР, 2001. – 256 с.

6. Прибрам, К. Языки мозга / К. Прибрам. – М. : Прогресс, 1975. – 464 с.

7. Кохонен, Т. Ассоциативная память / Т. Кохонен. – М. : Мир, 1980. – 240 с.

8. Гаазе-Рапопорт, М.Г. От амебы до робота: модели поведения / М.Г. Гаазе-Рапопорт, Д.А. Поспелов. – М. : Наука, 1987. – 288 с.

9. Прокопович, Г.А. Применение гетероассоциативных нейронных сетей для записи и восстановления информации / Г.А. Прокопович // Информатика. – 2012. – № 2(34). – С. 38–49.

10. Прокопович, Г.А. Модель нейросетевой ассоциативной памяти для управления манипулятором / Г.А. Прокопович // Информатика. – 2012. – № 3(35). – С. 16–25.

Abstract

The article describes results of computer modeling experiments of important biological memory property to store programs for effectors control and data about different states of corresponding receptors, which can realize a number of motion types of natural organisms' limbs. Developed robotic apparatuses effectors control system differs from all known analogues because it explicitly contains numerical arrays of rotation angles of each link, and successively extracts them from the suggested heteroassociated memory block.

Поступила в редакцию 23.05.2014 г.

**HORN
TRADE**
ООО "ГорнТрейд"

поставка электронных компонентов

контрактное производство

тел.: +375 17 290 0082

факс: +375 17 290 0084

e-mail: info@horntrade.net

СИСТЕМА ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ГРУППОВОГО УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМИ РОБОТАМИ

УДК004.71;621.39;621.865.8-5

В.А. Сычев,
ОИПИ НАН Беларуси, г. Минск

Аннотация

Рассматривается проблема проведения исследований в области группового управления мобильными роботами. Предлагается структура системы централизованного управления группой мобильных роботов. Рассматривается реализация каждого из компонентов предлагаемой системы.

Введение

В настоящее время в робототехнике существует ряд практических задач, решение которых сопряжено с групповым управлением. Групповое управление роботами применяется как в промышленной робототехнике, так и в других ее областях. Простым примером является задача управления многозвенным роботом-манипулятором. Система управления роботов данного типа решает задачу группового управления звеньями манипулятора и вычисляет положение звеньев исходя из требуемого положения рабочего органа [1–3].

Другим вариантом применения методов группового управления роботами в промышленности является решение транспортно-складской задачи группой мобильных роботов. В этом случае задачей роботов является транспортировка грузов [2].

В области непромышленной робототехники исследование методов группового управления наиболее активно развивается в приложении к управлению роботами для мониторинга помещений и местности. Роботы позволяют реализовать видеонаблюдение, поиск на местности заданных предметов или участков с некоторыми свойствами, такими, как радиационное загрязнение или зоны плохого прохождения радиосигнала.

В последние годы развивается также робототехнический спорт [3]. Групповое управление применяется в роботах-футболистах, гоночных роботах, и др. Однако, по ряду причин, промышленное применение методов группового управления роботами в настоящее время разработано значительно лучше применения в непромышленных задачах.

Важнейшей причиной этого является возможность строго детерминировать среду функционирования промышленных роботов, исключив всякую неопределенность. Функционирование же роботов в априори неизвестной и недетерминированной изменяющейся среде требует разработки новых методов и алгоритмов управления, а также методов тестирования и отладки полученных решений.

Состояние разработки проблемы

Проблему группового управления роботами можно разделить на три задачи.

Первая из них рассматривает управление промышленными роботами в детерминированной среде, которой является заводской цех или склад. Данная за-

дача в настоящее время решена и широко внедрена в промышленности [2].

Вторая задача относится к управлению роботами в динамических недетерминированных средах, в том числе, в условиях противодействия. Для решения задач данного типа в настоящее время отсутствует общая методика, различные исследования посвящены частным случаям [1].

Наименее разработанной областью задач группового управления является управление микророботами. Микророботы характеризуются крайне ограниченными вычислительными ресурсами и запасом энергии. Эффективность их применения достигается за счет значительного числа роботов, что также требует применения особых методов и алгоритмов управления. В данной области группового управления также не существует универсальных методов [3].

Методика проведения исследований в области группового управления мобильными роботами базируется на двух взаимодополняющих методах – с помощью компьютерного моделирования и прототипирования.

Целью настоящей работы является разработка структуры централизованной системы группового управления мобильными роботами, а также каждого из компонентов системы управления.

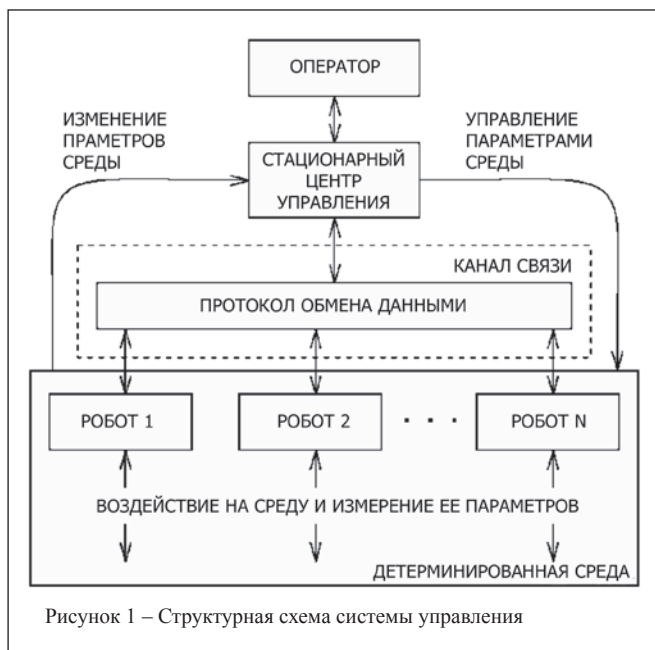
Система предназначена для проведения натурных испытаний алгоритмов управления мобильными роботами, протоколов передачи данных между роботами и центром управления, исследований характеристик сенсоров, тестирования и отладки различных аппаратно-программных технологий мобильной робототехники.

Структура системы централизованного управления

В настоящее время известен ряд структур систем группового управления мобильными роботами [1–3]. Главным отличием известных систем управления является их ориентация на решения тех или иных проблем из области производства, игр или специальных задач. Предлагаемая система централизованного управления ориентирована на проведение научных исследований. Система централизованного управления (рисунок 1) включает следующие базовые компоненты:

- мобильные роботы в составе бортовой системы управления, гусеничного шасси и аккумуляторной батареи;
- средства беспроводной связи и протокол обмена данными между роботом и центром управления;
- стационарный центр управления роботами и средой;
- испытательную арену, обеспечивающую детерминированность среды функционирования роботов.

Важнейшим компонентом централизованной системы управления является бортовая система управления робота, обеспечивающая реализацию законов управ-



ления роботом на основании команд, получаемых от центра управления.

Средства беспроводной связи, такие, как радиомодемы XBee, Wi-Fi, Bluetooth и другие, обеспечивают передачу команд от центра управления каждому роботу, а также обмен информацией между роботами.

Стационарный центр управления осуществляет высокоуровневое управление группой роботов, включающее распознавание видеоданных и данных от прочих сенсоров, измеряющих параметры среды функционирования роботов, формирование траекторий движения каждого робота, формирование и передача роботам команд управления, реализация пользовательского

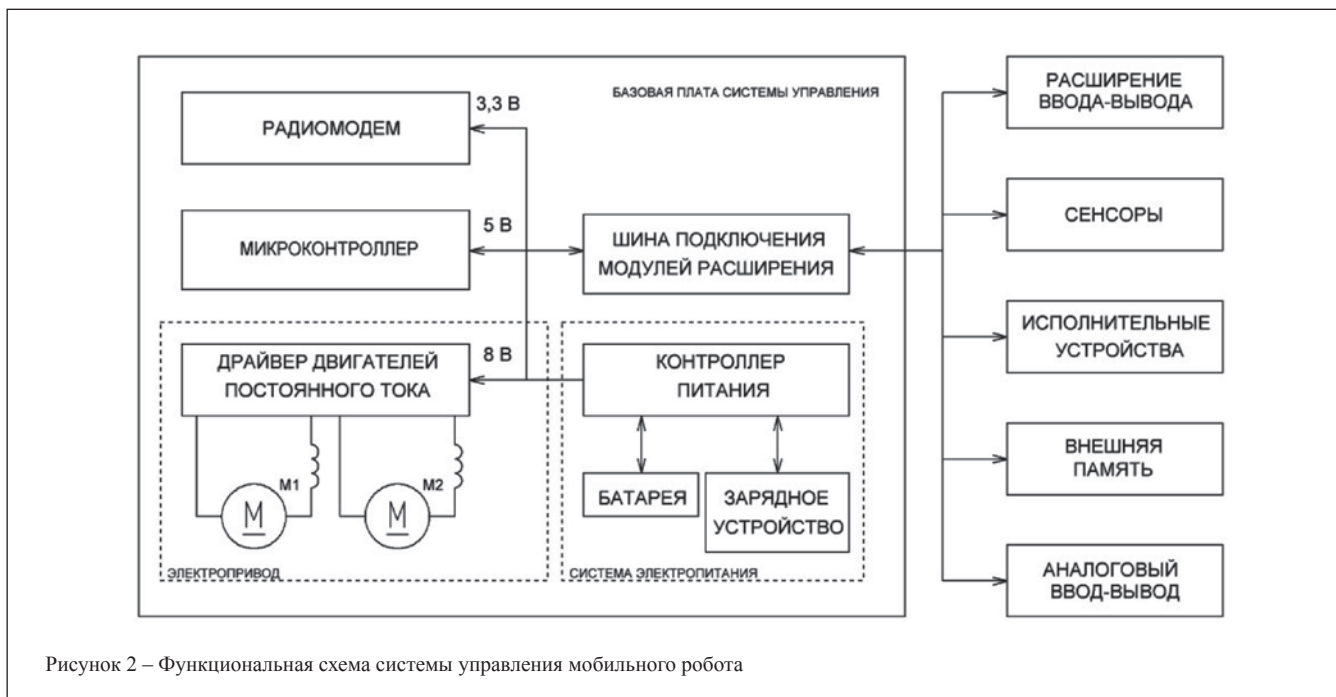
интерфейса для взаимодействия с оператором. Кроме того, система осуществляет управление измеряемыми параметрами среды, в числе которых могут быть освещенность, температура воздуха и покрытия, геометрические характеристики, и другими параметрами.

Испытательная арена обеспечивает строго определенные, заранее известные физические условия функционирования роботов, другими словами, детерминирует среду функционирования группы. Благодаря известным геометрическим размерам арены, известным параметрам отражения света и звука от бортов, а также параметров сцепления гусениц с поверхностью, регулируемой освещенности и другим параметрам, становится возможным верификация результатов компьютерного моделирования различных аспектов управления группой роботов, определение реальных характеристик сенсоров и механических узлов роботов, и проведение прочих натурных испытаний.

Бортовая система управления мобильного робота

Бортовая система управления мобильного робота функционирует на подвижной платформе и выполняет преобразование команд центра в управляющие сигналы для электродвигателей, а также осуществляет сбор сенсорных данных от датчиков.

Функциональная схема системы управления представлена на рисунке 2. Бортовая система управления включает в себя базовую плату с системой электропитания и ряд подключаемых модулей, состав и назначение которых варьируется в зависимости от требований к функциональности конкретного робота [4]. Основное отличие бортовой системы управления от аналогов заключается в логике работы, реализованной в программном обеспечении бортовой системы управления, принимающей команды от центральной системы управления по протоколу, описанному ниже.



Внешний вид системы управления показан на рисунке 3. Группа мобильных роботов, помещенная в испытательную арену, представлена на рисунке 4.

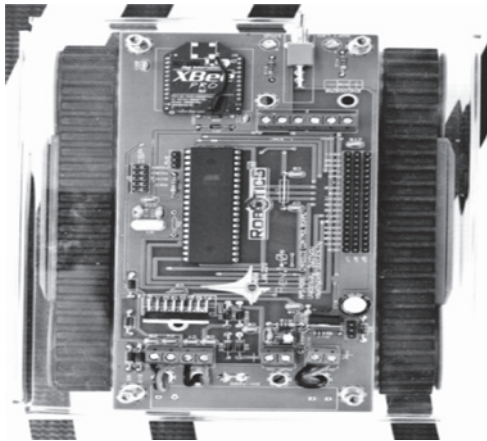


Рисунок 3 – Внешний вид платы системы управления

Протокол обмена данными

Все описанные выше типы робототехнических аппаратов для группового управления являются мобильными. Следовательно, к ним предъявляются специфические требования, такие, как:

- аккумуляторное питание и сохранение работоспособности в течение нескольких часов;
- поддержка беспроводных интерфейсов связи, включая бытовые интерфейсы Bluetooth и Wi-Fi.

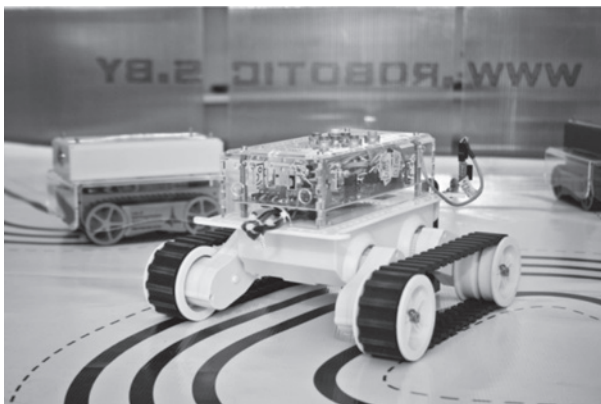


Рисунок 4 – Внешний вид роботов в испытательной арене

Для соответствия выше приведенным требованиям конструкция мобильных роботов, относящихся к приведенным выше типам, имеет следующие особенности:

- предельно допустимая простота бортовой системы управления, перенос вычислительных функций, функций принятия решений и хранения данных на центральную систему управления;
- усложнение и интеллектуализация протоколов связи и сетевых адаптеров для снижения нагрузки на канал связи и упрощения процесса информационного обмена.

Таким образом, важную роль играет протокол информационного обмена между системой централизованного управления и группой роботов, а также между роботами.

Достижение поставленной цели требует решения ряда задач. Первая из них – разработка схемы взаимодействия центральной системы управления и роботов. Была разработана схема, показанная на рисунке 5. Данная схема предусматривает отправку пакетов данных как всем роботам одновременно, так и каждому роботу по отдельности.

Для этого центр управления опрашивает доступных роботов с целью получения их идентификационных номеров, и затем обращается к каждому роботу с использованием его уникального номера.



Пакеты данных могут быть сформированы в двух форматах – в текстовом, то есть удобном для прочтения человеком, и в бинарном формате. Текстовый формат используется на этапе отладки и тестирования протокола, бинарный – в процессе штатного функционирования системы централизованного управления и роботов.

Также разработан формат пакета данных для обмена информацией.

В качестве старт-байта используется символ «\$», стоп-байта – «#». Идентификатором робота выступает стандартный идентификатор формата GUID [5]. Пакет включает набор команд, в числе которых команды управления электроприводом, команды запроса идентификационного номера робота, напряжения бортовой сети, команды включения робота, и другие команды.

Заключение

Отдельные компоненты системы группового управления и система в целом были протестированы и использованы для проведения ряда практических исследований. В частности, бортовая система управления использовалась для программной реализации нейросетевого контроллера [6]. Кроме того, компоненты системы использованы для реализации синтеза речи по тексту для озвучивания действий мобильного робота [7], для исследований в области информационного применения систем с хаотической динамикой, для системы мониторинга помещений, а также игры роботов.

В работе описывается программно-аппаратный комплекс – централизованная система управления группой

роботов. Система управления может быть использована в научно-исследовательских проектах и образовании. Приводятся ряд примеров использования данной платформы для тестирования и отладки различных алгоритмов управления роботами, обработки сенсорных данных, связи.

Целью дальнейших исследований является разработка эффективных способов криптозащиты пакетов данных, учитывающих специфику экспериментальных мобильных роботов, а также совершенствование формата пакета данных.

Работа выполнена при поддержке БРФФИ, договор №Ф13К-144 «Разработка и исследование алгоритмов поведения стайных роботов для поисково-исследовательских работ» (2013–2015 гг.).

Литература:

1. Каляев, И.А. Распределенные системы планирования действий коллективов роботов / И.А. Каляев, А.Р. Гайдук, С.Г. Капустян. – М. : Янус-К, 2002. – 292 с.
2. Юревич, Е.И. Основы робототехники / Е.И. Юревич. – СПб. : БХВ-Петербург, 2010. – 416 с. – ISBN 978-5-94157-942-6.
3. Интеллектуальные роботы: учебное пособие для вузов / И.А. Каляев [и др.] ; под общ. ред. Е.И. Юревича. – М. : Машиностроение, 2007. – 360 с.
4. Сычев, В.А. Экспериментальная модель группового робота для решения задач мониторинга помещений / В.А. Сычев, Г.А. Прокопович // Инновационные технологии, автоматизация и мехатроника в машино- и приборостроении : материалы II международной научно-практической конференции, Минск, 13–14 марта 2013 года /

редкол. : Хрусталева Б.М. (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2013. – С. 166–167.

5. A Universally Unique Identifier (UUID) URN Namespace [Электронный ресурс]. – The Internet Engineering Task Force (IETF). DesMoines : 2005. – Режим доступа : <http://www.ietf.org/rfc/rfc4122.txt>. – Дата доступа : 15.01.2013.

6. Прокопович, Г.А. Нейросетевая модель для реализации поисковых движений мобильного робота / В.А. Сычев, Ю.С. Гецевич, Г.А. Прокопович // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем – Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS–2013) : материалы III Междуна. науч.-техн. конф., Минск, 21–23 февраля 2013 года / редкол. : В.В. Голенков (отв. ред.) [и др.]. – Минск : БГУИР, 2013. – С. 483–488.

7. Сычев, В.А. Компоненты натурально-речевого комплекса определения формы препятствия для мобильных роботов / В.А. Сычев, Ю.С. Гецевич, Г.А. Прокопович // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем – Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS–2013) : материалы III Междуна. науч.-техн. конф., Минск, 21–23 февраля 2013 года / редкол. : В.В. Голенков (отв. ред.) [и др.]. – Минск : БГУИР, 2013. – С. 489–497.

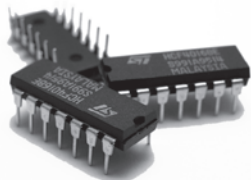
Abstract

The problem of research in the field of group control of mobile robots is considered. Framework of centralized control systems for group of mobile robots has proposed. The realization of key components of the proposed system is described.

Поступила в редакцию 15.05.2014 г.

VECTOR OF A TECHNOLOGIES

**Поставка электронных компонентов со склада и под заказ:
тиристорные модули, транзисторные модули,
микросхемы, диоды, транзисторы,
диодные мосты.**



**Компания «Вектор Технологий»
также является официальным дистрибьютором
на территории Республики Беларусь компаний
SICK, YASKAWA, DATALOGIC, STEUTE, FOTEK, WEG и VIPA.**

Наши специалисты с радостью помогут решить ваши задачи.
Tel: +375-17-265-60-15, fax: +375-17-265-60-16, mob: +375-29-685-60-15.
info@vec-tech.by, [web: http://www.vec-tech.by](http://www.vec-tech.by)

О РЕШЕНИИ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ КИНЕМАТИКИ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА SCARA МЕТОДОМ НАХОЖДЕНИЯ БАЗИСА ГРЕБНЕРА

УДК 681.32

С.Л. Герасюто,
ОИПИ НАН Беларуси, г. Минск

Аннотация

В работе рассмотрены методы компьютерной алгебры применительно к классическим задачам робототехники. Рассмотрено нахождение базисов Гребнера для решения систем алгебраических уравнений. Найдено алгебраическое решение обратной задачи кинематики для кинематической схемы четырехзвенного манипулятора типа ВВПВ с парами пятого класса.

Введение

Стремительное развитие вычислительной техники породило бурное развитие математической науки. На современном этапе сложились определенные вычислительные методы математики, доступные только при использовании ЭВМ. Одним из таких столпов современной алгебры считается базис Гребнера идеала в кольце многочленов от многих переменных и приложение к решению систем нелинейных алгебраических уравнений.

Если на начальном этапе реализовывались эффективно только численные методы, то сейчас приоритетными являются аналитические или гибридные численно-аналитические методы. Венцом данной технологии стали известные широкому кругу ученых системы компьютерной алгебры (от англ. Computer Algebra Systems). Это впервые позволило на ЭВМ решать, как классические, так и «нерешаемые» в недалеком прошлом задачи. Подробную исчерпывающую информацию по данной тематике можно найти в [1, 2, 3].

Метод базисов Гребнера и эквивалентное преобразование систем

Базисы Гребнера идеалов в полиномиальных кольцах были открыты Б. Бухбергером в 1965 г. и названы им в честь В. Гребнера (1899–1980) – научного руководителя Бухбергера. Родственное понятие «стандартного базиса» идеала в кольце степенных рядов было независимо введено Х. Хиронакой в 1964 г. Термин «Базис Гребнера» используется в английском написании «Groebner base». Теоретическая основа и современные методы этой технологии изложены в [4].

Проиллюстрируем алгоритм работы базисов Гребнера на задаче о решении системы алгебраических уравнений (1):

$$\begin{cases} ab = c^2 + c \\ a^2 = a + bc \\ ac = b^2 + b \end{cases} \quad (1)$$

С помощью CAS Mathematica 9 найдем базис Гребнера (2) для системы (1):

$$\begin{cases} c^2(1+c) = 0 \\ bc = 0 \\ (b-c)(1+b+c) = 0 \\ (-1+a-c)c = 0 \\ ab-c(1+c) = 0 \\ (-1+a)a = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Согласно свойствам преобразования базисов Гребнера система (1) будет полностью эквивалентна системе (2). Преимущество преобразования (1) в (2) очевидное. Первое и шестое уравнение преобразованной системы (2) не зависят от оставшихся неизвестных, следовательно, легко находятся все возможные решения. Для данного примера получаем следующие 4 решения:

$$\{a = 0, b = 0, c = -1\}, \{a = 0, b = -1, c = 0\}, \\ \{a = 0, b = 0, c = 0\}, \{a = 1, b = 0, c = -1\}.$$

Обратная задача кинематики промышленного робота SCARA

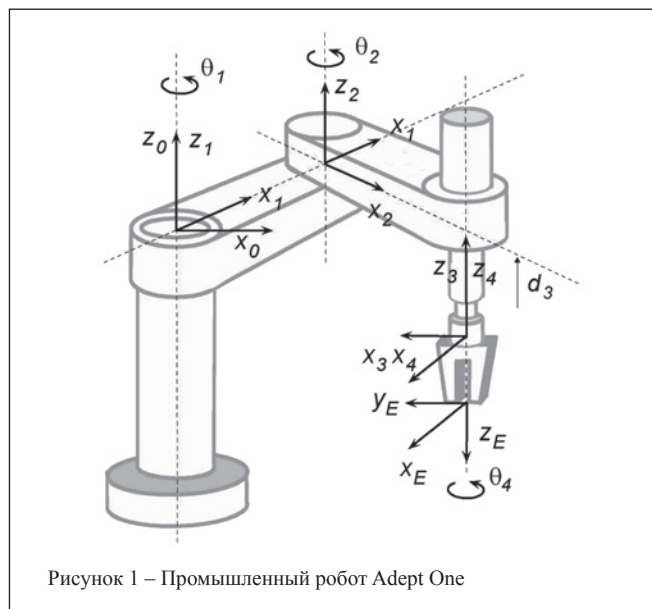
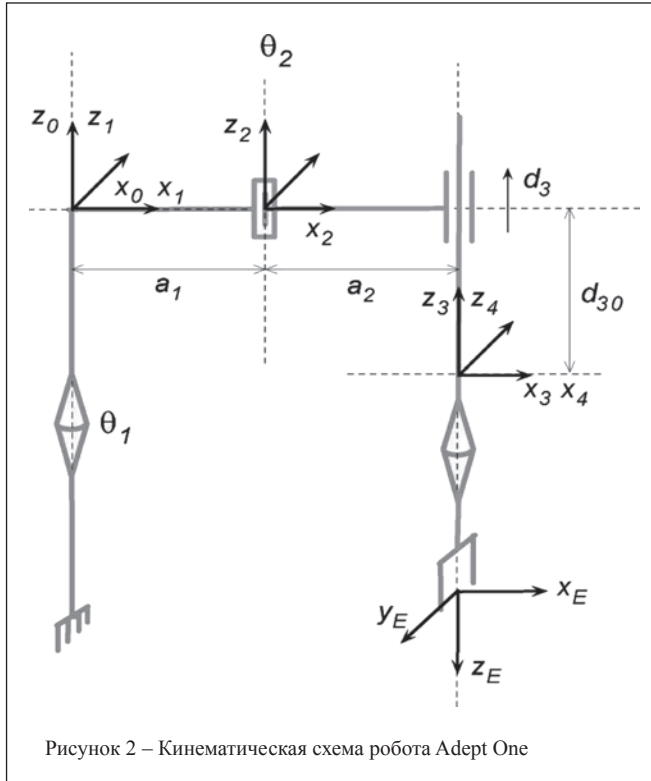


Рисунок 1 – Промышленный робот Adept One

Рассмотрим промышленный робот типа ВВПВ SCARA компании AdeptOne (рисунок 1) с вращательными парами пятого класса, кинематическая схема которого приведена на рисунке 2.

Классический вариант решения обратных задач кинематики (определение обобщенных координат по заданной ориентации и координатам схвата манипулятора) основан



на перечислении всех возможных решений системы нелинейных тригонометрических уравнений [5].

Представим параметры робота в виде таблицы 1, названной в честь Денавита и Хартенберга [6]:

Таблица 1 – DH-параметры робота

	a_{i-1}	α_{i-1}	θ_i	d_i	σ_i
1	0	0	θ_1	0	0
2	0	a_1	θ_2	0	0
3	0	a_2	0	$d_3 - d_{30}$	1
4	0	0	θ_4	0	0

Согласно данным, приведенным в таблице 1, решая прямую задачу кинематики, получаем систему уравнений (3), где $s_1 = \sin(\theta_1)$, $s_2 = \sin(\theta_2)$:

$$\text{Для 1-го звена } {}^0_1T = \begin{bmatrix} c_1 & -s_1 & 0 & 0 \\ s_1 & c_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

$$\text{Для 2-го звена } {}^1_2T = \begin{bmatrix} c_2 & -s_2 & 0 & a_1 \\ s_2 & c_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

$$\text{Для 3-го звена } {}^2_3T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & a_2 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_3 - d_{30} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

$$\text{Для 4-го звена } {}^3_4T = \begin{bmatrix} c_4 & -s_4 & 0 & 0 \\ s_4 & c_4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

Прямая кинематическая задача

$${}^0_4T = {}^0_1T {}^1_2T {}^2_3T {}^3_4T = \begin{bmatrix} -s_1(c_4s_2 + c_2s_4) + c_1(c_2c_4 - s_2s_4) & c_2c_4s_1 + c_1c_4s_2 + c_1c_2s_4 - s_1s_2s_4 & 0 & 0 \\ -c_1c_4s_2 + s_1s_2s_4 - c_2(c_4s_1 + c_1s_4) & -s_1(c_4s_2 + c_2s_4) + c_1(c_2c_4 - s_2s_4) & 0 & 0 \\ 0 & a_1c_1 + a_2c_1c_2 - a_2s_1s_2 & 0 & a_1s_1 + a_2c_2s_1 + a_2c_1s_2 \\ 0 & d_3 - d_{30} & 1 & 1 \end{bmatrix}. \quad (3)$$

Обратная кинематическая задача вытекает из прямой и сводится к решению системы (4). Заметим, что значениями угла для 4 звена можно пренебречь при вычислении координат точки схвата, но оно необходимо при вычислении ориентации схвата:

$$\begin{cases} a_1c_1 + a_2c_1c_2 - a_2s_1s_2 = p_x \\ a_1s_1 + a_2c_2s_1 + a_2c_1s_2 = p_y \\ d_3 - d_{30} = p_z \end{cases}. \quad (4)$$

При решении обязательно учитываем ряд особенностей:

1) При вычислении обобщенных координат θ_1 , θ_2 нельзя пользоваться функцией $\arctan$ (функция $\arctan$ не определена при значениях $-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}$).

2) Получить все возможные решения системы (4) (используются для оптимизации движения робота в задаче планирования траекторий).

3) Получить необходимое и достаточное условие решения системы (4) на всей области параметров.

Для решения системы (4) выполним подстановку (5):

$$(5) \quad \begin{cases} c_1 = \frac{1-u_1^2}{1+u_1^2} \\ s_1 = \frac{2u_1}{1+u_1^2} \\ c_2 = \frac{1-u_2^2}{1+u_2^2} \\ s_2 = \frac{2u_2}{1+u_2^2} \end{cases}$$

Применяя подстановку (5) к системе (4) получаем систему алгебраических уравнений (6):

$$(6) \quad \begin{cases} -\frac{(a_1+a_2)(-1+u_1^2)+4a_2u_1u_2+(a_1-a_2)(-1+u_1^2)u_2^2}{(1+u_1^2)(1+u_2^2)} = p_x \\ \frac{-2a_2(u_1+u_2)(-1+u_1u_2)+2a_1u_1(1+u_2^2)}{(1+u_1^2)(1+u_2^2)} = p_y \\ d_3-d_{30} = p_z \end{cases}$$

Найдем для системы (6) базис Гребнера (7):

$$(7) \quad \begin{cases} d_3-d_{30}-p_z=0 \\ -(a_1+a_2)^2+p_x^2+p_y^2+(-(a_1-a_2)^2+p_x^2+p_y^2)u_2^2=0 \\ (a_1-a_2)^2-p_x^2-p_y^2+\frac{4a_1a_2}{1+u_2^2}=0 \\ a_1^2(u_1-u_2)-((a_2^2-p_x^2-p_y^2)(u_1+u_2)+2a_1(-p_y+p_xu_1+a_2u_2))=0 \\ a_1(u_1-u_2)+(a_2+p_x)(u_1+u_2)+p_y(-1+u_1u_2)=0 \\ a_1+a_2-p_x+(a_1-a_2+p_x)u_1u_2-p_y(u_1+u_2)=0 \\ -p_y+(a_1-a_2+p_x)u_1+\frac{2a_2(u_1+u_2)}{1+u_2^2}=0 \\ -a_1p_x+\frac{-(p_x^2+p_y^2)(-1+u_1^2)(1+u_2^2)+a_2(1+u_1^2)(-2p_yu_2+p_x(-1+u_2^2))}{(1+u_1^2)(1+u_2^2)}=0 \\ -a_1^2+p_y^2-\frac{2a_2(-1+u_1^2)(p_x-p_yu_2)}{1+u_1^2}-p_x(p_x+2p_yu_2)-\frac{2a_1(a_2(1+u_1^2)+(-1+u_1^2)(p_x+p_yu_2))}{1+u_1^2}+a_2^2\left(3-\frac{4}{1+u_2^2}\right)=0 \\ 2p_y\left(a_1+a_2+p_x-\frac{2(a_1+a_2)}{1+u_1^2}\right)-\frac{((-a_1+a_2+p_x)^2-p_y^2+((a_1-a_2+p_x)^2-p_y^2)u_1^2)}{1+u_1^2}+\frac{4a_2^2u_2}{1+u_2^2}=0 \\ \frac{(a_1+a_2)(a_1+a_2-p_x-(a_1+a_2+p_x)u_1^2)-2a_2p_y(1+u_1^2)u_2-(a_1-a_2)(-a_1+a_2+p_x+(a_1-a_2+p_x)u_1^2)u_2^2}{1+u_1^2}=0 \\ \frac{-4a_2^2(1+u_1^2)u_2^2+a_1p_x(-1+u_1^2)(1+u_2^2)+p_x^2(1+u_1^2)(1+u_2^2)-a_2(-1+u_1^2)(1+u_2^2)(2p_yu_2+p_x(-1+u_2^2))}{(1+u_1^2)(1+u_2^2)}=0 \\ -2p_xp_y+a_1^2u_2-p_x^2u_2-p_y^2u_3+a_1\left(p_y\left(-2+\frac{4}{1+u_1^2}\right)-2a_2u_2\right)-\frac{2a_2(-1+u_1^2)(p_y+2p_xu_2-p_yu_2^2)}{(1+u_1^2)(1+u_2^2)}+\frac{a_2^2u_2(-3+6u_2^2+u_2^4)}{(1+u_2^2)^2}=0 \\ -a_1+a_2-p_x+\frac{2(p_x+p_yu_1)}{1+u_1^2}-\frac{2a_2}{1+u_2^2}=0 \\ \frac{2(a_1+a_2)u_1-p_y(1+u_1^2)+(-a_1+a_2+p_x+(a_1-a_2+p_x)u_1^2)u_2}{1+u_1^2}=0 \\ p_y+\frac{2(-p_y+p_xu_1)}{1+u_1^2}+\frac{2a_2u_2}{1+u_2^2}=0 \\ \frac{a_1(-1+u_1^2)(1+u_2^2)+p_x(1+u_1^2)(1+u_2^2)+a_2(-1+u_1^2+4u_1u_2+u_2^2-u_1^2u_2^2)}{1+u_1^2}=0 \end{cases}$$

Заметим, что система (7) проще (6). Например, 2-е уравнение зависит только от u_2 . Решая систему (7) получаем 2 решения:

$$\left\{ \begin{aligned} u_1 &= \frac{2a_1p_y - \sqrt{(a_1 - a_2)^2 - p_x^2 - p_y^2} \sqrt{-(a_1 + a_2)^2 + p_x^2 + p_y^2}}{-a_2^2 + (a_1 + p_x)^2 + p_y^2} \\ u_2 &= -\frac{\sqrt{-(a_1 + a_2)^2 + p_x^2 + p_y^2}}{\sqrt{(a_1 - a_2)^2 - p_x^2 - p_y^2}} \\ d_3 &= p_z + d_{30} \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} u_1 &= \frac{2a_1p_y + \sqrt{(a_1 - a_2)^2 - p_x^2 - p_y^2} \sqrt{-(a_1 + a_2)^2 + p_x^2 + p_y^2}}{-a_2^2 + (a_1 + p_x)^2 + p_y^2} \\ u_2 &= \frac{\sqrt{-(a_1 + a_2)^2 + p_x^2 + p_y^2}}{\sqrt{(a_1 - a_2)^2 - p_x^2 - p_y^2}} \\ d_3 &= p_z + d_{30} \end{aligned} \right.$$

Зная значения промежуточных переменных можно легко найти косинусы и синусы соответствующих углов. С помощью специальной функции $\arctan 2$ по значениям синуса и косинуса углов легко определяются обобщенные координаты.

Заключение

На примере кинематических уравнений четырехзвеного манипулятора продемонстрированы современные символьные вычислительные методы систем компьютерной алгебры. Решения, полученные выше, найденные в параметрах робота без привязки к заводским значениям величин a_1 , a_2 , d_{30} , однозначно определяют

все возможные конфигурации робота и предназначены для реализации в системе управления роботом. Необходимо отметить, что такая проработка вопроса обратной кинематики проведена для возможности оперативного и точного расчета конфигураций в режиме реального времени для задач планирования траектории и движения. Аналитический поиск необходимого и достаточного условия с помощью систем компьютерной алгебры изложен в [7].

Литература:

1. Аладьев, В.З. Программирование в пакетах Maple и Mathematica: Сравнительный аспект / В.З. Аладьев, В.К. Бойко, Е.А. Ровба // Гродненский Государственный Университет имени Янки Купалы. – Гродно : 2011. – 517 с.
2. Кирсанов, М.Н. Задачи по теоретической механике с решениями в Maple 11 / ФИЗМАТЛИТ Москва, 2010. – 264 с.
3. Дьяконов, В. Компьютерная математика. Теория и практика / В. Дьяконов. – Нолидж, 2000. – 1296 с.
4. Кокс, Д. Идеалы, многообразия и алгоритмы. Введение в вычислительные аспекты алгебраической геометрии и коммутативной алгебры / Д. Кокс, Дж. Литтл, Д. О'Ши. – М. : Мир, 2000. – 687 с.
5. Автоматизация проектирования и программирования роботов и ГПС, сборник научных трудов. – М. : «Наука», 1988. – Р. 169–174 с.
6. Denavit, J. A Kinematic Notation for Lower-Pair Mechanisms Based on Matrices / J. Denavit, R.S. Hartenberg // ASME Journal of Applied Mechanics. – 1955. – Р. 215–221.
7. Аналитический поиск необходимого и достаточного условия с помощью систем компьютерной алгебры: Материалы VII Республиканской конференции студентов и аспирантов, Гомель, 22-24 марта 2004 г. / Гл. ред. Д.Г. Лин. – Гомель : УО «ГТУ им. Ф. Скорины», 2004. – С. 187–188.

Abstract

The paper discusses the methods of computer algebra applied to classical problems of robotics. Consider finding Gröbner bases for solving systems of algebraic equations. Found an algebraic solution of the inverse kinematics problem for the kinematic scheme of the four-arm type with pairs VVPV fifth grade.

Поступила в редакцию 14.05.2014 г.

НАНОТЕХ

г. Минск, ул. Седых 12А, пом. 2Н

- Монтаж печатных плат (автоматический и ручной)
- Печатные платы (одно-, двухсторонние, многослойные, на алюминии)
- Трафареты для пасты (лазерной резкой из нержавеющей стали)
- Паяльные пасты (безотмывочные, канифольные, водосмываемые, и др.)

pcb@pcb.by тел: +375 17 237 29 34
www.pcb.by тел: +375 17 237 29 35
тел/факс: +375 17 237 29 36
тел/факс: +375 17 281 35 36

Программаторы

для любых микросхем

SEEPROM SEEPROM SEEPROM SEEPROM SEEPROM SEEPROM SEEPROM SEEPROM
EEPROM EEPROM EEPROM EEPROM EEPROM EEPROM EEPROM EEPROM
EPROM EPROM EPROM EPROM EPROM EPROM EPROM EPROM
FLASH FLASH FLASH FLASH FLASH FLASH FLASH FLASH FLASH FLASH FLASH FLASH
PIC PIC PIC PIC PIC PIC PIC PIC PIC PIC PIC PIC PIC PIC PIC PIC
MCU MCU MCU MCU MCU MCU MCU MCU MCU MCU MCU MCU MCU MCU MCU
PAL PAL PAL PAL PAL PAL PAL PAL PAL PAL PAL PAL PAL PAL PAL PAL

+375 (17) 266-32-09 www.chipstar.ru

РОБОТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ВЕКТОР-1

(В настоящее время успешно эксплуатируется в металлургическом цеху
ОАО «Могилевлифтмаш»)

Роботизированный комплекс – система, состоящая из механического манипулятора и системы управления, обеспечивающая позиционирование инструментов, заготовок и изделий, а так же точность выполнения технологического процесса. Благодаря системе управления, возможно перепрограммировать в широких пределах движения исполнительных органов и их траекторию. Комплекс может выполнять основные технологические операции (наплавка металла, сварка и др.) и вспомогательные технологические операции (загрузка-выгрузка вспомогательного оборудования, перемещение элементов и др.). Благодаря использованию современного оборудования обеспечивается точное позиционирование более чем в двадцати положениях, одновременное выполнение нескольких технологических процессов, контроль параметров, самодиагностика работоспособности комплекса в целом и отдельных его составляющих в частности, обратная связь с оператором и сигнализация в случае необходимости вмешательства человека.

Основные функции:

- задание программы работы с помощью сенсорного экрана панели оператора;
- цифровое управление по заданной программе и позиционированием манипулятора;
- контроль параметров технологического процесса, перемещения манипулятора, исправности контуров безопасности, состояния вспомогательных подсистем;
- непрерывный контроль состояния основных элементов оборудования, распознавание аварийных и нештатных ситуаций;
- самодиагностика и отображение аварий, готовности исполнительных механизмов, промежуточных состояний цикла работы;
- оперативное отображение контролируемых параметров на экране панели оператора;
- независимое управление отдельными исполнительными механизмами с помощью сенсорного экрана панели оператора;
- возможность ручной дистанционной корректировки положения манипулятора с помощью переносного пульта;
- самообучение робота, т.е. возможность автоматизированного внесения в память координат для дальнейшего перемещения в эти позиции.

Основные этапы работы:

- автоматическое позиционирование манипулятора более чем в двадцати точках;
- автоматическое обнуление координат при первом включение;
- автоматический вывод манипулятора в исходное положение;
- точное позиционирование манипулятора, перемещение и установка вспомогательных элементов;
- автоматический контроль технологического цикла работы;

- автоматическая разборка вспомогательных элементов и их возврат в исходные положения;
- завершение цикла работы, вывод органов системы в исходные положения.

Аппаратная реализация

Автоматизированная система управления может быть выполнена на базе промышленного программируемого логического контроллера со встроенным позиционером компаний FATEK, VIPA, SIEMENS. Для связи с оператором возможно использование сенсорной операторской панели производства компаний FATEK, VIPA, SIEMENS. Контроллер оснащен модулями цифрового и аналогового ввода-вывода, которые позволяют в полной мере обеспечить полноценное функционирование системы управления. Точное позиционирование рабочих органов станка осуществляется с помощью современных сервоприводов производства компании YASKAWA. Используется защитное и коммутационное оборудование производства компании WEG. Все оборудование автоматизированной системы управления размещено в шкафу управления.

Вектор Технологий



тел. +375 17 287 85 66
факс +375 17 287 85 65
тел. моб. +375 29 684 43 09
220068, г. Минск, ул. Некрасова, 114,
оф. 238, 2 этаж, e-mail: info@belplata.by

Разработка и поставка печатных плат:
любой класс точности, широкий спектр покрытий, изготовление образцов от 5 дней.

Поставка фотошаблонов

Поставка трафаретов:
из нержавеющей стали и латуни.

Материалы для печатных плат:
защитные маски, маркировочные краски, фоторезисты, паяльные пасты.

Поставка изделий из феррита:
любые виды сердечников CI, EE, EEM, EP, EER, ETD, EC, EF, ED, EFD, EI, EPO, EPX, EPC и т.д.

Поставка электронных компонентов:
STMicroelectronics, NXP Semiconductors, Vishay, Holtek Semiconductor.

www.belplata.by

МОБИЛЬНЫЕ CMOS-КАМЕРЫ. ТРЕХМЕРНАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ

Светлана Сысоева
Dr.Gold@sysoeva.com

Компании-производители CMOS-датчиков разработали множество новых технологий для поддержания качественной съемки не только в обычных, но и в сложных условиях освещенности. В первой части статьи большое внимание было уделено технологии обратной подсветки пикселей (BSI) – основополагающей в эволюции современных мобильных камер. Технология BSI позволила устранить компромисс между разрешением и светочувствительностью и впервые сделала возможной 3D-интеграцию с пиксельной частью электроники обработки изображения.

Но работа производителей над совершенствованием мобильных CMOS-датчиков изображения продолжается, в том числе и в направлении снижения размера пикселей. В продолжении статьи мы акцентируем внимание на других технологиях мобильных CMOS-датчиков, к которым относятся модификация цветных фильтров, захват изображений с высоким динамическим диапазоном (HDR) и низкими шумами (CNR), автофокусировка, оптическая стабилизация изображений, зум, затвор и т. п. Новые технологические решения системно интегрируются на уровне пиксельных кристаллов так, чтобы обеспечивалось более высокое качество изображений – без компромисса с быстродействием и при одновременном снижении размеров датчиков, потребления мощности и цены.

Другие технологии для повышения качества изображений мобильных CMOS-камер

Уменьшение размера пикселей для достижения более высокого изображения ухудшает светочувствительность фотодиодов, но только теоретически, так как компании-производители CMOS-датчиков разработали множество новых технологий для поддержания качественных съемок в условиях низкой освещенности. Для оптимизации сбора света Sony, OmniVision, Aptina и другие компании стали применять световоды – при обычном освещении пикселей (FSI) и заднюю подсветку (BSI), что позволило снизить размер пикселей, повысить число пикселей на кристалле (именуемое разрешением) без компромисса со светочувствительностью и соотношением сигнал/шум (SNR) при низкой освещенности.

Датчики изображения с задней подсветкой (backside illumination, BSI) – ключевая технология CMOS-камер, позволившая добиться одновременного повышения чувствительности датчиков и уменьшения размера пикселей. Такая архитектура дает возможность далее стирать различия пиксельных структур CMOS и CCD, главным отличием которых является интеграция усилителя с каждым CMOS-фотодиодом. Так как BSI-фотодиоды занимают максимальную площадь в верхней части кристалла, то повышение чувствительности CMOS-пикселей еще больше приблизилось к уровню CCD. Технология BSI уже сделала

возможным 3D-стекирование пиксельной и схемной секций, что и продемонстрировала компания Sony на примере технологии Exmor RS.

Но работа производителей над совершенствованием мобильных CMOS-датчиков изображения продолжается, в том числе и в направлении снижения размера пикселей, так как мобильным рынком уже востребован размер (шаг) пикселей порядка 1,1 мкм и даже 0,9 мкм. Ведущие производители не ограничиваются применением своих оригинальных разработок технологии BSI и ищут новые пути для повышения светочувствительности и других дифференцирующих характеристик модулей мобильных камер. Важнейшим из них является модификация цветных фильтров – отход от традиционных паттернов Байера с применением чистых пикселей – для малошумящего захвата изображений в условиях низкого освещения.

Другие ключевые мобильные технологии камер включают:

- захват изображений и видео с высоким динамическим диапазоном (High Dynamic Range, HDR);
- малошумящий захват изображений и снижение цифрового цветового шума (Color Noise Reduction, CNR);
- автофокусировку, включая МЭМС-автофокусировку;
- зуммирование;
- электронный затвор;
- оптическую стабилизацию изображений посредством гироскопов;
- 3D-стекирование кристалла датчика изображения, схемы обработки изображений, оптических элементов, включая WLP, CSP-корпусирование, производство оптики на уровне пластины (WLO);
- 2D- и 3D-вычислительную визуализацию;
- 2D- и 3D-распознавание лиц;
- 2D- и 3D-распознавание жестов;
- 3D-автостереоскопию;
- 3D-визуализацию посредством пиксельного кристалла, принципов ToF и Structured Light и ряд других.

Как видно, работа производителей далеко не ограничивается пиксельным уровнем и задействует смежные мобильные технологии. Тенденция всеобъемлющего развития цифровых технологий привела к росту доступности для мобильных платформ аппаратного и программного обеспечения обработки изображения. Технологии распознавания лиц и жестов, вычислительной и 3D-визуализации посредством двух мобильных камер, вычисление расстояния по принципу ранжирования ToF и даже обычный захват изображений посредством камер, но в сложных условиях освещения – все это становится возможным благодаря развитию мобильных процессорных технологий.

Доступность технологии МЭМС для мобильных устройств обуславливает распространение в сегменте мобильных камер технологий оптической стабилизации изображений, ставшей уже популярной в цифровых фотоаппаратах. Мобильный рынок стимулирует развитие новых МЭМС-технологий, например, МЭМС-автофокусировки или зуммирования. И особую роль в развитии технологий камер играет

мобильный пользовательский интерфейс: в стремлении сделать его более естественным лидирующие производители камер акцентировали свое внимание вначале на технологиях распознавания лиц и жестов, а затем вплотную занялись созданием 3D-видеоинтерфейса с пользователем.

Эволюция современных мобильных камер весьма многогранна и на этом основании может считаться более чем трехмерной, даже независимо от появления первых стекированных BSI Exmor RS датчиков Sony и развития мобильных технологий 3D-визуализации из категории развлекательных, к которым относится пользовательская 3D-съемка или просмотр/редактирование 3D-контента.

Мы будем поэтапно анализировать технологии мобильных камер из вышеприведенного списка, в связи с чем перейдем к рассмотрению технологий для мобильных применений следующего ведущего производителя – компании Aptina. Особый акцент сделаем на технологии Clarity+, которая в результате дает более высокую светочувствительность и меньшие размеры пикселей. А достигнуто это было путем модификации RGB паттерна Байера и применением аппаратно-программных средств обработки изображений.

Ключевые мобильные технологии от Aptina: BSI и Clarity+

Ключевые технологии Aptina – A-Pix, DRPix, A-PixHS, Global Shutter, Clarity+ и Mobile HDR.

Технология Aptina A-Pix представляет собой пиксельную технологию FSI со световодом и глубоким фотодиодом на основе 65-нанометрового пиксельного дизайна. Новое, уже третье поколение Aptina A-Pix имеет более высокую

квантовую эффективность и минимизирует взаимопроникновение пикселей с целью захвата резких изображений с яркими цветами даже в условиях низкого освещения, что для обычных датчиков является проблемой.

Технология Aptina DR-Pix объединяет в одном пиксельном дизайне два режима работы – с низким усилением при преобразовании большой емкости заряда, обрабатываемого для ярких сцен, и с высоким усилением преобразования заряда. Второй режим характеризуется высокой чувствительностью и низкими шумами в условиях низкого освещения. Название DR-Pix указывает на применение технологии динамического срабатывания пикселей (dynamic response pixel), разработанной в ответ на рыночные потребности в технологиях высокого динамического диапазона.

Технология A-PixHS основана на задней подсветке пикселей (BSI), фоточувствительная область которых примыкает к линзе (рисунок 4 а), а в остальном использует те же инженерные методы, что и A-Pix, и отличается высокочувствительной и высокоскоростной пиксельной архитектурой.

Технология Clarity+ (рисунок 4) основана на A-PixHS 3-го поколения и представляет собой модификацию традиционного RGB цветового фильтра матрицы Байера в сочетании со специальной обработкой изображений. Это позволило повысить чувствительность вдвое по сравнению со стандартной технологией RGB BSI и снизить размер пикселей – с 1,4 мкм BSI до 1,1 мкм и даже 0,9 мкм.

Решение Clarity+ от Aptina

Технология Clarity+ была разработана специалистами Aptina в ответ на рыночные потребности улучшения SNR

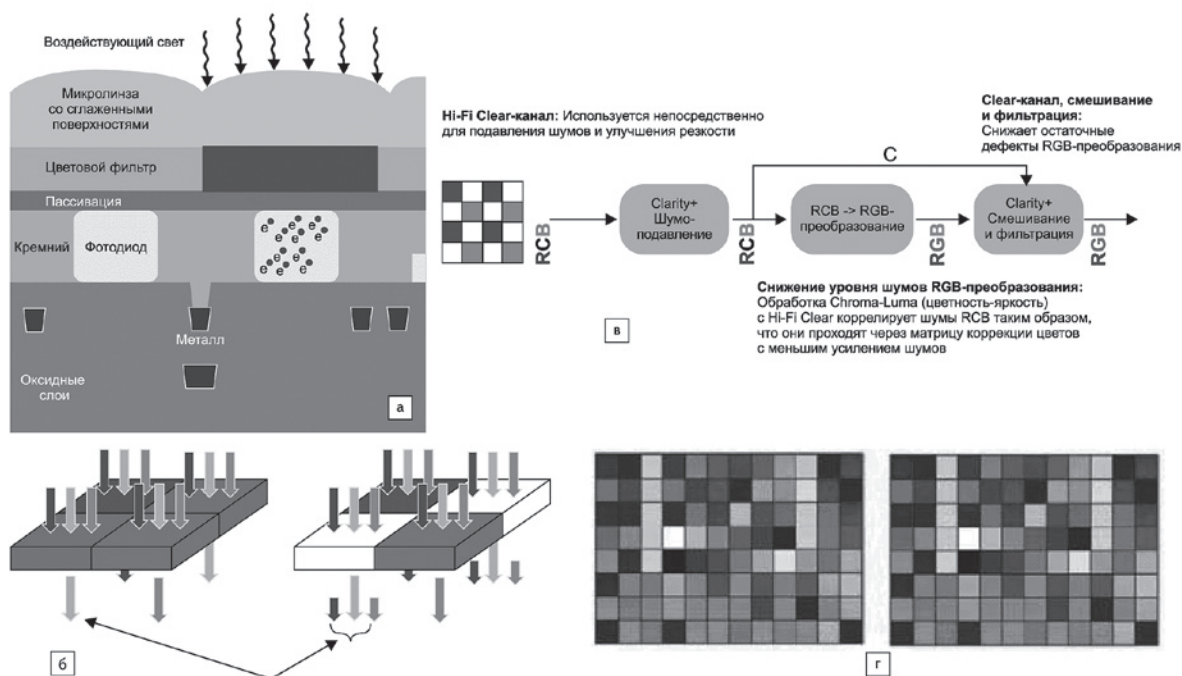


Рисунок 4 – Ключевые технологии от Aptina для повышения светочувствительности пикселей:

A-PixHS (BSI) и Clarity+ (модификация цветового фильтра):

а) технология обратной подсветки пикселей A-PixHS – в основе решения Clarity+;

б) сущность решения Clarity+ – замена зеленых пикселей в RGB паттерне Байера на белые, имеющие более высокую чувствительность;

в) блок-схема алгоритма обработки изображений Clarity+;

г) точность цветопередачи датчиков Clarity+ (слева) и с цветофильтром Байера (справа)

при низкой освещенности. В этой области многие компании-производители датчиков изображения продемонстрировали интерес к технологии панхроматических чистых – Clear (C) – пикселей, которые вырабатывают приблизительно в два раза более высокий сигнал, чем традиционные пиксели RGB.

Clarity+ стала достижением Aptina в технологиях захвата изображения при низкой освещенности, поскольку сочетает в себе новые паттерны цветowych фильтров на основе Clear-пикселей с мощной обработкой изображений для улучшения производительности (рисунок 4 б). С технологией Clarity+ пиксели размером в 1,1 мкм могут выполнять те же задачи, что и RGB-пиксели размером в 1,4 мкм, или делать это в два раза лучше, чем традиционные RGB-пиксели размером в 1,1 мкм. Двукратное улучшение по сравнению с традиционными RGB-пикселями распространяется на все размеры пикселей, в том числе 0,9 мкм: пиксели с таким шагом в настоящее время находятся в стадии разработки.

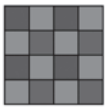
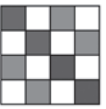
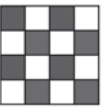
Для иллюстрации своих нововведений Aptina публикует таблицу, сравнивающую паттерны цветowych массивов фильтров Color Filter Array (CFA) Байера и новые технологии различных производителей, на фоне которых технология Clarity+ позиционирована выгодным образом.

Удивительно простой паттерн Байера RG/GB (крайний слева в таблице), бывший стандартным в промышленности датчиков изображения порядка 40 лет, использует преимущества определенных характеристик человеческого зрения, включая повышенную спектральную чувствительность к зеленому. Человеческий глаз имеет чувствительность, наиболее высокую для зеленого света, и более низкую чувствительность для длинных (красных) и коротких (синих) диапазонов. Острота зрения человека выше для интенсивности света (яркость), чем для цвета (цветность). Важность средних длин волн выражена в матрице Байера увеличенным числом зеленых пиксельных положений и их присутствием в каждой строке и каждом столбце. Простота и эффективность в согласовании с характеристиками человеческого зрения паттерна Байера долгие годы обеспечивала его успех.

Недостаток паттерна Байера состоит в том, что датчики с RGB цветовыми фильтрами используют только половину доступного видимого спектра в сравнении с чистыми (C) пикселями, которые являются панхроматическими и собирают сигнал во всем видимом спектре. Различные возможности использования C-пикселей в CFA-паттернах для повышения SNR продемонстрированы в таблице.

Широко распространены версии с размером единичных ячеек 2×2 или 4×4, которые используют 25% (RG/BC 2×2) и 50% C-пикселей (2×2 или 4×4).

Таблица – Сравнение паттернов цветофильтров Байера и новых предложений различных производителей, включая Clarity+

					
Паттерны	Байера RG/GB	25% C-пикселей	50% C-пикселей: RG/BC Паттерн А	50% C-пикселей: RG/BC Паттерн В	50% C-пикселей: RG/CB Clarity+
Размер ячеек	2×2	2×2	4×4	4×4	2×2
Улучшение SNR, дБ	0*	1	3–4	3–4	3–4
Резкость	Референсный показатель	Ниже	Несколько ниже	Несколько ниже	Эквивалентная
Пространственные цветковые артефакты	Референсный показатель	Несколько хуже	Существенно хуже	Существенно хуже	Эквивалентны

Обосновывая свое технологическое решение, Aptina опирается на данные о том, что паттерн RG/BC с 25 % C-пикселей не позволяет получить преимущество большего SNR, поскольку использует сравнительно мало C-пикселей. Кроме того, он имеет недостаток, заключающийся в отсутствии одного цветового канала, вследствие чего теряется детализация изображений.

Для двукратного улучшения сигнала и результирующего улучшения SNR в условиях низкой освещенности необходимы паттерны RG/BC с 50 % чистых пикселей. Наиболее часто разработчики структур паттернов вводят C-пиксели, заменяя ими половину цветных пикселей. Такие структуры обладают основным недостатком: снижение цветового разрешения по сравнению с байеровскими.

Паттерн Aptina Clarity+ CFA (RC/CB) уникален в том плане, что в нем вводится одинаковое количество В и R пикселей, как у байеровского паттерна, но при этом G можно определить через вычитание R и В из С. Так как число C-пикселей то же самое, что для других схем с 50 % C-пикселей, можно извлечь то же улучшение SNR. Поскольку конфигурация паттерна Clarity+ аналогична паттерну Байера, однозначно поддерживается привычная точность значения яркости и низкий уровень хроматических артефактов. В то же время, поскольку G определяется путем вычитания, существует тенденция усиления шума при переходе к стандартному представлению RGB (sRGB). Но это решается посредством алгоритмов обработки изображения, являющихся частью технологии Clarity+.

Инновационные алгоритмы обработки изображения представлены на рисунке 4 в и сопровождают уникальные RC/CB цветовые паттерны для повышения производительности.

Показывая преимущество своей технологии Clarity+ для улучшения SNR, Aptina предлагает применять свою технологию обработки изображения в датчиках с фильтром на основе паттерна Байера, что дает преимущество в снижении шумов приблизительно в 1 дБ. Но для Clarity+ канал чистых пикселей с высокой четкостью создает дополнительное улучшение в 3 дБ для SNR за пределами того, что было достигнуто для байеровского паттерна.

Потенциальный вопрос, возникающий в отношении паттерна Clarity+, которому не хватает зеленых пикселей: является ли воспроизведение цвета удовлетворительным? Aptina утверждает, что соотношение чувствительности красных, чистых и синих пикселей решения Clarity+ соответствует комбинации трех значений чувствительности зрительной системы человека, и точность воспроизведения цвета Clarity+ сопоставима с байеровскими датчиками. Сигнал, эквивалентный байеровскому зеленому каналу, в системе Clarity+ генерируется из соответствующей комбинации срабатывания чистых, красных и синих пикселей, что подтверждает рисунок 4 в.

Аптина доказывает преимущества Clarity+: хотя эта технология дает то же самое улучшение SNR порядка 3 дБ при низком освещении, что и другие 50%-ные структуры RG/BC, Clarity+ превосходит остальные 50%-ные RG/BC-структуры в том, что в ней отсутствуют дефекты ступенча-

Аптина доказывает преимущества Clarity+: хотя эта технология дает то же самое улучшение SNR порядка 3 дБ при низком освещении, что и другие 50%-ные структуры RG/BC, Clarity+ превосходит остальные 50%-ные RG/BC-структуры в том, что в ней отсутствуют дефекты ступенча-

тости при наложении цветов и связанные с ними цветовые артефакты, поскольку структура R- и B-пикселей и цветовое разрешение аналогичны байеровским. Как и в случае с другими паттернами, с добавлением C-пикселей существует незначительный компромисс в визуальном шуме (несколько десятых дБ) в сравнении с байеровским паттерном при ярком освещении, но это незаметно, так как SNR является высоким (обычно 35 дБ или больше).

При ярком освещении увеличение чувствительности Clarity+ даст в результате половину от байеровского времени экспонирования, что также полезно для захвата подвижных объектов с меньшим смазом и числом артефактов движения. 50%-ные RG/BC-структуры (в том числе Clarity+) также более чувствительны к различным источникам света, но это можно контролировать на уровне пикселей посредством соответствующих линз (объективов) и корпусирования. Поскольку паттерн Clarity+ схож с байеровским, он может работать со многими существующими байеровскими алгоритмами обработки изображений, такими как коррекция дефектов, затенение линз, биннинг, чересстрочный HDR-захват и визуализация.

О своем новейшем дополнении к портфолио датчиков изображения и технологий визуализации – технологии Clarity+ – компания Aptina объявила недавно, в конце февраля 2013 года, и проводила анонс Clarity+ выпуском оценочных образцов нового 12-мегапиксельного датчика AR1231CP, характеризующегося размером пикселей в 1,1 мкм. Это был первый датчик, поддерживающий технологию Clarity+. В июле 2013 года Aptina анонсировала выпуск нового 13-мегапиксельного датчика AR1331CP на основе технологии Clarity+ для смартфонов – в ответ на рыночные тенденции бескомпромиссного увеличения разрешения с 8 до 13 Мпик.

В июле 2013 года Aptina на примере нового датчика AR1331CP продемонстрировала следующие результаты проделанной работы. Специалисты компании обещают, что использование технологии Clarity+ позволит оборудовать мобильные телефоны датчиками изображения с пиксельным размером в 0,9 мкм и общим числом пикселей, повышенным до 20 Мпик.

Технология Clarity+ совместима с технологией 4-го поколения Aptina MobileHDR, повышающей динамический диапазон захвата изображений и видео на 24 дБ.

Технология Aptina MobileHDR представляет собой захват изображений и видео с высоким динамическим диапазоном в сложных условиях освещения, таких как затененная комната или яркое окно, на фоне которого производится портретная

съемка, или позволяет снимать четкие изображения и видео подвижных объектов с частотой 60 кадров/с.

Рассмотрим подобные возможности мобильных камер на примере разработок компании Toshiba. Особого внимания заслуживают технологии по увеличению динамического диапазона (High Dynamic Range, HDR) и снижению цветового шума (Color Noise Reduction, CNR) (рисунок 5).

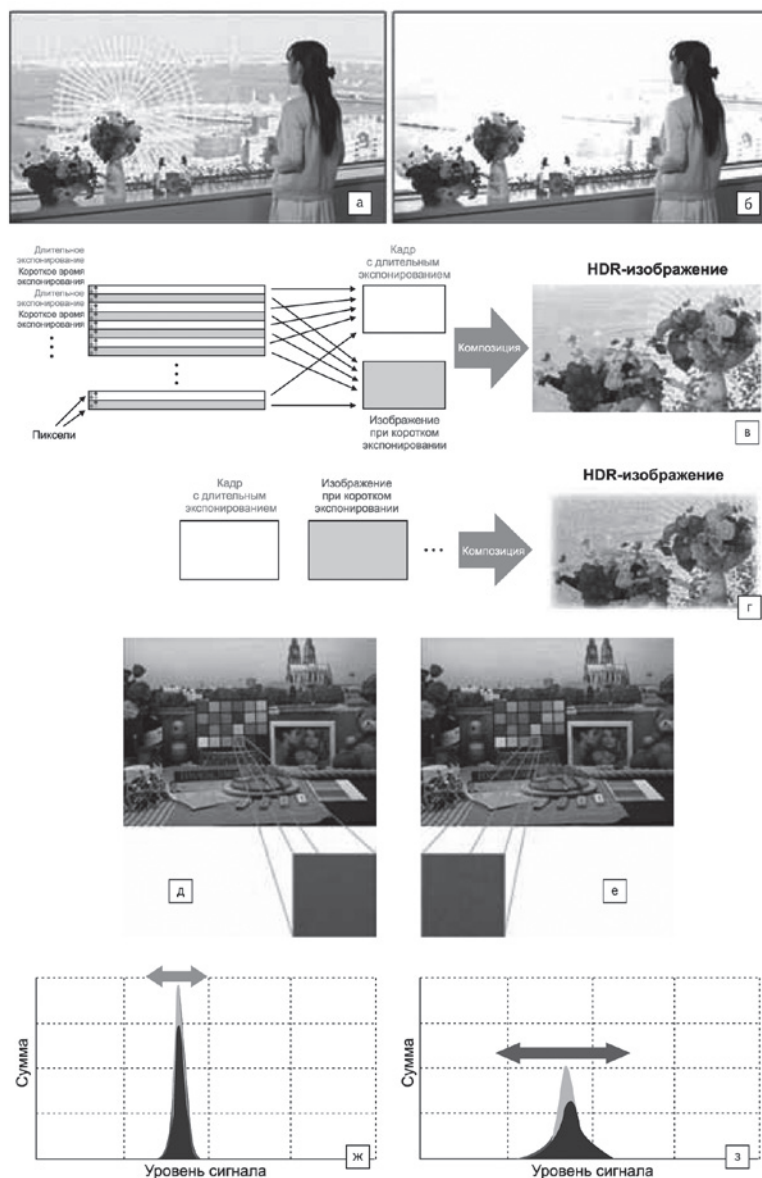


Рисунок 5 – Ключевые технологии CMOS-датчиков компании Toshiba:

- а–г) технология HDR (High Dynamic Range);
- а, б) сравнение изображений при включенной функции HDR и без нее;
- в, г) сравнение однокадрового и многокадрового методов HDR:
- в – однокадровый метод с одновременным захватом линий изображения с различным временем экспонирования;
- г – многокадровый метод с захватом последовательных кадров с различным временем экспонирования;
- д–з) технология CNR (Color Noise Reduction);
- д, е) сравнение изображений от датчиков с CNR и без этой функции;
- ж, з) сравнение гистограмм сигнальных уровней RGB-изображений от датчиков со схемами CNR и без этой функции

Технологии мобильных датчиков от Toshiba: HDR и CNR

High Dynamic Range (HDR) – захват изображений и видео с высоким динамическим диапазоном

Функция высокого динамического диапазона (HDR) допускает захват изображений, которые имеют широкий диапазон контраста между светлой и темной областями.

Хорошо известны примеры – объект с подсвечиваемым фоном (человек на фоне окна), сцены за пределами помещения с тенями и сильным солнечным освещением, ночные сцены с искусственным освещением. Ранее технология HDR относилась к прерогативам High-End, автомобильных или камер видеонаблюдения, а теперь она востребована и в мобильных устройствах, где изображения с ее помощью выглядят более реалистично.

Динамический диапазон датчика – это отношение интенсивности излучения (яркости) ярчайших пикселей к интенсивности свечения наиболее темных пикселей, которые захватывает камера в одном кадре, выражаемое в дБ:

$$DD = 20 \lg (\max/\min).$$

Человеческий глаз в дневное время способен распознавать не более 120–130 дБ, но стандартные CMOS- и CCD-датчики изображений дают только ~72 дБ. При этом АЦП дополнительно ограничивают верхний предел полезного динамического диапазона камер.

Функция HDR датчиков изображения Toshiba может корректировать высоко контрастные сцены как для DSC, так и для DVC-камер, обеспечивая плавное и четкое видео в результате HDR-композиции за счет снижения смаза и неточной цветопередачи. Сравнение изображений при включенной функции HDR и без таковой представлено на рисунке 5 а, б.

Существуют два принципиально различных метода HDR – одно- и многокадровый (рисунок 5 в, г). Toshiba HDR представляет собой однокадровый метод, отличающийся одновременным захватом линий изображения с различным временем экспонирования и объединением их в одно HDR-изображение (рисунок 5 в). При мультикадровом методе захватываются кадры с различным временем экспонирования, а затем они также объединяются в одно целое HDR-изображение (рисунок 5 г). Метод HDR, для которого необходим захват только одного кадра, допускает более высокоскоростной захват видео. Датчики изображения Toshiba при полном (full-HD) разрешении поддерживают частоту до 60 кадров/с.

Кроме того, длительное экспонирование может смазывать подвижные объекты. Поэтому однокадровый метод HDR вызывает меньше смаза и обеспечивает плавное видео, а также обеспечивает более точную цветопередачу – без типичных для многокадрового метода искажений цветов вследствие некоторого различия изображений последовательных кадров в определенной области.

Для улучшения вертикального разрешения при однокадровом методе HDR датчики изображения Toshiba, разработанные для смартфонов и планшетов, обеспечивают удвоенное число пикселей по сравнению с фактически необходимым количеством в вертикальном направлении.

Для выполнения других типов обработки сигнала и отображения на устройствах вывода пиксельные данные HDR должны быть сжаты до нескольких бит. Для этого применяется тональное отображение – процесс преобразования тональных значений изображения из более широкого диапазона в более узкий.

Применяются два метода компрессии:

- global tone mapping – применение тональной кривой того же самого тона ко всему изображению;

- local tone mapping – локальное тональное отображение или применение кривой тона.

Функция Toshiba HDR осуществляется на основе метода локального тонального отображения, что помогает снижать ложную цветопередачу, деградацию контраста и поддерживать естественные тона.

Технология снижения цветового шума CNR (Color Noise Reduction)

По мере того, как смартфоны и планшеты становятся тоньше и легче, а при этом более функциональными и сложными, поставщики полупроводниковых компонентов стремятся снижать размер и повышать разрешение CMOS-датчиков изображения. Но снижение размера пикселей (пиксельного шага) CMOS-датчиков изображения вызывает и уменьшение суммы воздействующего света, что, в свою очередь, снижает чувствительность и повышает число артефактов.

Технология снижения цветового шума (Color noise reduction, CNR) представляет собой метод снижения цветового шума, вследствие уменьшенного пиксельного размера, неблагоприятно влияющего на видимость изображения. Схема Toshiba CNR включает цифровой фильтр, который сравнивает изображения в последовательных кадрах и выявляет артефакты из-за цветового цифрового шума. Это повышает качество изображений без компромисса с резкостью изображения. Датчики изображения Toshiba CMOS со схемой CNR обеспечивают меньший размер пикселей, более высокое разрешение изображения и более высокую видимость в условиях низкой освещенности, чем камеры без схемы CNR.

Сравнение изображений от датчиков с CNR и без этой схемы, а также сравнение гистограмм сигнальных уровней RGB-изображений от датчиков со схемой CNR и без нее показано на рисунке 5 д–з.

Как видно на рисунке 5 е, ж, зашумленное изображение с низким соотношением сигнал/шум (signal-to-noise ratio, SNR) имеет более широкое распределение гистограмм. При повышении значения SNR CNR-изображение имеет узкое распределение на гистограмме.

Малый пиксельный шаг CMOS-датчиков Toshiba для камер смартфонов и планшетов и повышенное разрешение изображений достигаются именно благодаря схеме CNR.

Согласно тестовым измерениям Toshiba, CMOS-датчики изображений, обладающие CNR-способностью, с пиксельным шагом 1,12 мкм воспроизводят примерно две трети цветовых шумов датчиков изображения без CNR, но обеспечивают такой же SNR, что и их предшественники с размером пикселей в 1,4 мкм, но без схемы CNR.

2013 год ознаменовался значительным обновлением линеек CMOS-датчиков изображения Toshiba для смартфонов, камер видеонаблюдения и автомобильных камер. Обновления для мобильных устройств, включая камеры сотовых телефонов, смартфоны, планшеты, в обратном хронологическом порядке включают следующие датчики:

- 13-мегапиксельный CMOS BSI датчик изображения T4K37, характеризующийся размером пикселей 1,12 мкм, функцией HDR и схемой снижения цветового шума CNR. Датчик был представлен в июле 2013 года. Массовое производство должно было начаться также в июле 2013 года;

– 8-мегапиксельный CMOS-датчик изображения T4K05 для мобильных устройств с размером пикселей 1,12 мкм, функцией HDR и драйвером voice coil motor (VCM) для автофокусировки был представлен в апреле 2013 года;

– Full-HD (2 Мпик) CMOS BSI CNR датчик изображения T4K71 для мобильных устройств был представлен месяцем раньше – в марте 2013 года. Его массовое производство запланировано на сентябрь 2013 года. Датчик T4K71 обеспечивает частоту кадров в 60 кадров/с при полном разрешении, что существенно для плавной и непрерывной записи видео с высокой четкостью.

В январе 2013 года были анонсированы сразу два продукта для сотовых телефонов, смартфонов и планшетов. Одним из них является 2-мегапиксельный CMOS-датчик изображения с пиксельным размером 1,75 мкм. В него интегрирован процессор обработки изображений (image signal processor, ISP), который обеспечивает параллельный и последовательный выход CSI-2. Датчик может поставляться в виде кристаллов, на пластинах или в CSP-корпусе.

Другой продукт – это 8-мегапиксельный CMOS-датчик изображения T4K35 с BSI, CNR и размером пикселей в 1,12 мкм.

Таковы, в общих чертах, технологии и обновления линеек мобильных CMOS-датчиков от Toshiba – одного из лидирующих в технологическом плане поставщиков датчиков изображения для камер мобильных устройств, видеонаблюдения и автомобильных камер.

Следующие ключевые технологии мобильных камер включают автофокусировку, затвор и зум, которые мы рассмотрим на примере компании Tessera.

МЭМС-автофокусировка и другие технологии Tessera

Американская компания Tessera Technologies, Inc. разрабатывает, инвестирует, лицензирует и поставляет инновационные технологии и продукты для повышения качества визуализации следующего поколения электронных устройств, объединенные в платформе OptiML.

DigitalOptics Corporation (DOC) – дочернее предприятие Tessera, которое поставляет технологии и решения для визуализации и оптику в виде продуктов, представляющих собой миниатюрные модули камер для смартфонов. Решения DigitalOptics объединены в той же платформе OptiML.

Технологии, разработанные Tessera и DOC для повышения качества захватываемых изображений, включают MEMS-автофокусировку, Extended Depth of Field (EDoF), зуммирование, обработку изображений – все они могут применяться в потребительских продуктах. В 2010 году Tessera приобрела компанию Siimpel – разработчика МЭМС-решений для автофокусировки и затвора, которые органично дополнили разработанные Tessera технологии EDoF и оптического зума, а также стабилизации изображений. Кроме того, DOC – лидер в области встроенной обработки сигнала и технологий вычислительной обработки сигнала, включая Video Face Beautification (технология облагораживания лиц), FaceTools

(средства работы с портретами), HDR, панорамирование, мультифокусировку и стабилизацию изображений. Компания DOC предлагает микрооптические линзы дифракционных и рефрактивных (преломляющих) оптических элементов, а также интегрированные микрооптические под сборки.

Лидирующим предложением от Tessera и DOC для мобильного рынка CMOS-камер стала технология MEMS-автофокусировки и решения в виде модулей камер на основе этих технологий, благодаря которым они незамедлительно стали стандартом де-факто для модулей камер в плане скорости, потребления мощности и точности.

Согласно данным от Tessera DOC, более 2 млрд камер производятся ежегодно для сотовых телефонов и планшетов, и примерно 40 % используют автофокусировку (AF).

В AF-камере применяется актюатор для перемещения одной или более линз вдоль оптической оси камеры, а специальный алгоритм производит вычисление резкости для каждого положения линзы и выбирает наилучшее положение, соответствующее конечному положению линзы при автофокусировке.

Автофокусировка предназначена для коррекции вариаций расстояния до объекта и соответствующей регулировки положения линзы, а также для коррекции изображения в зависимости от температуры. При изменении расстояния или температуры изображение может получаться размытым, терять резкость. Автофокусировка регулирует положение линз и восстанавливает резкость. Встроенная автофокусировка уменьшает потребность во внешнем контроле линз, и благодаря этой системе можно разрабатывать меньшие по размерам и более тонкие модули камер.

Автофокусировка в мобильной съемке до недавнего времени была основана целиком и полностью на использовании для перемещения модуля линзы вдоль оптической оси камеры, так называемых, VCM (voice coil motors) актюаторов.

Технология VCM впервые была запатентована в 1874 (!) году, хотя она все еще остается технологией из разряда High-End сегментов, полный список которых включает

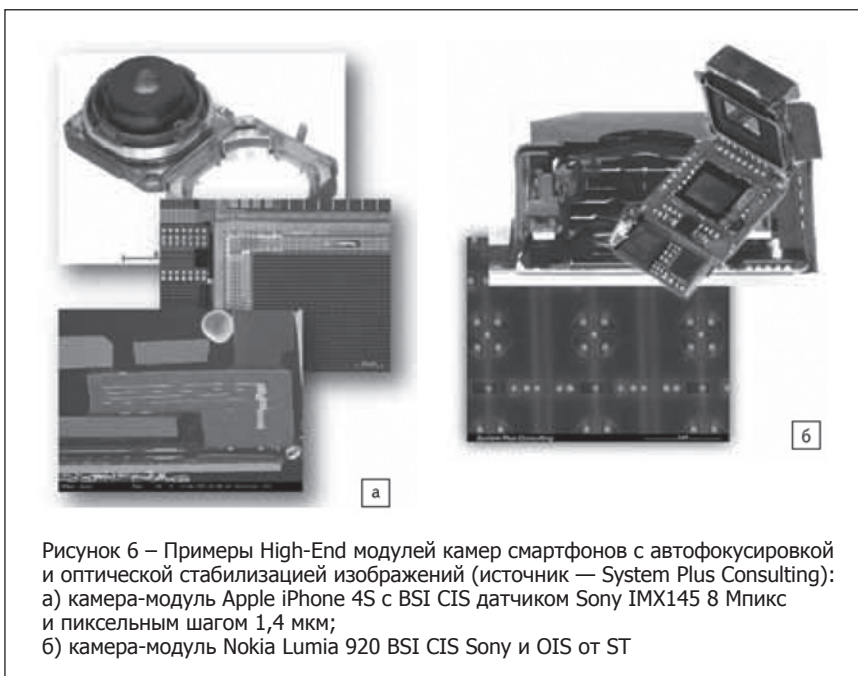


Рисунок 6 – Примеры High-End модулей камер смартфонов с автофокусировкой и оптической стабилизацией изображений (источник — System Plus Consulting):
а) камера-модуль Apple iPhone 4S с BSI CIS датчиком Sony IMX145 8 Мпикс и пиксельным шагом 1,4 мкм;
б) камера-модуль Nokia Lumia 920 BSI CIS Sony и OIS от ST

автофокусировку, оптическое зуммирование и стабилизацию изображений.

Согласно публикациям System Plus Consulting, примеры телефонов, интегрирующих модули камер с VCM-автофокусировкой, включают:

- Samsung Galaxy S II с 8-мегапиксельным BSI CIS Samsung S5K3H2 с размером пикселей 1,4 мкм;

- Apple iPhone 4 с BSI CIS модулем камеры OmniVision OV5650 разрешением в 5 Мпик и пиксельным размером 1,75 мкм. Кристалл CIS производится на основе архитектуры CMOS с процессом 110 нм и архитектуры BSI;

- Apple iPhone 4S (рисунок 6 а), который интегрирует 8-мегапиксельный BSI CIS IMX145 Sony с размером пикселей 1,4 мкм. Кристалл CIS собирается по 90-нм процессу;

- Nokia Lumia 920 с BSI CIS Sony и OIS от ST (рисунок 6 б).

Но у этой технологии были и существенные ограничения: модули камер с VCM имели размеры, ограничивающие тонкий дизайн смартфонов. Например, Nokia Lumia 920 известен тем, что снимает качественные изображения благодаря большой и качественной камере с автофокусировкой и стабилизацией изображений, но именно поэтому телефон является сравнительно толстым (10,7 мм), не говоря уже о

телефонах различных производителей предшествующего поколения.

Кроме того, для VCM необходима значительная мощность, что приводит к быстрой разрядке батареи при съемке, и камеры демонстрировали некоторое запаздывание, особенно заметное при съемке видео.

Многие недостатки VCM-технологии вытекают из ее рабочего принципа, который включает передачу тока через электромагнит (обмотку) (рисунок 7 а). Это создает магнитное поле, отталкивающее постоянные магниты и вызывающее перемещение держателя линзы в сторону от датчика изображения, а восстанавливающая сила обеспечивается пружинами.

Tessera DOC, аргументируя актуальность своих автофокусирующих МЭМС-модулей, суммирует следующие отрицательные эффекты вследствие применения VCM в малых автофокусирующих камерах:

- VCM имеет гистерезис хода порядка 8 % и дает неточное позиционирование линзы, что усложняет и замедляет автофокусирующие процессы;

- VCM потребляет значительную мощность порядка 100 мВт, что повышает расход тока от батареи, при этом выделяется тепло, ухудшающее оптические характеристики;

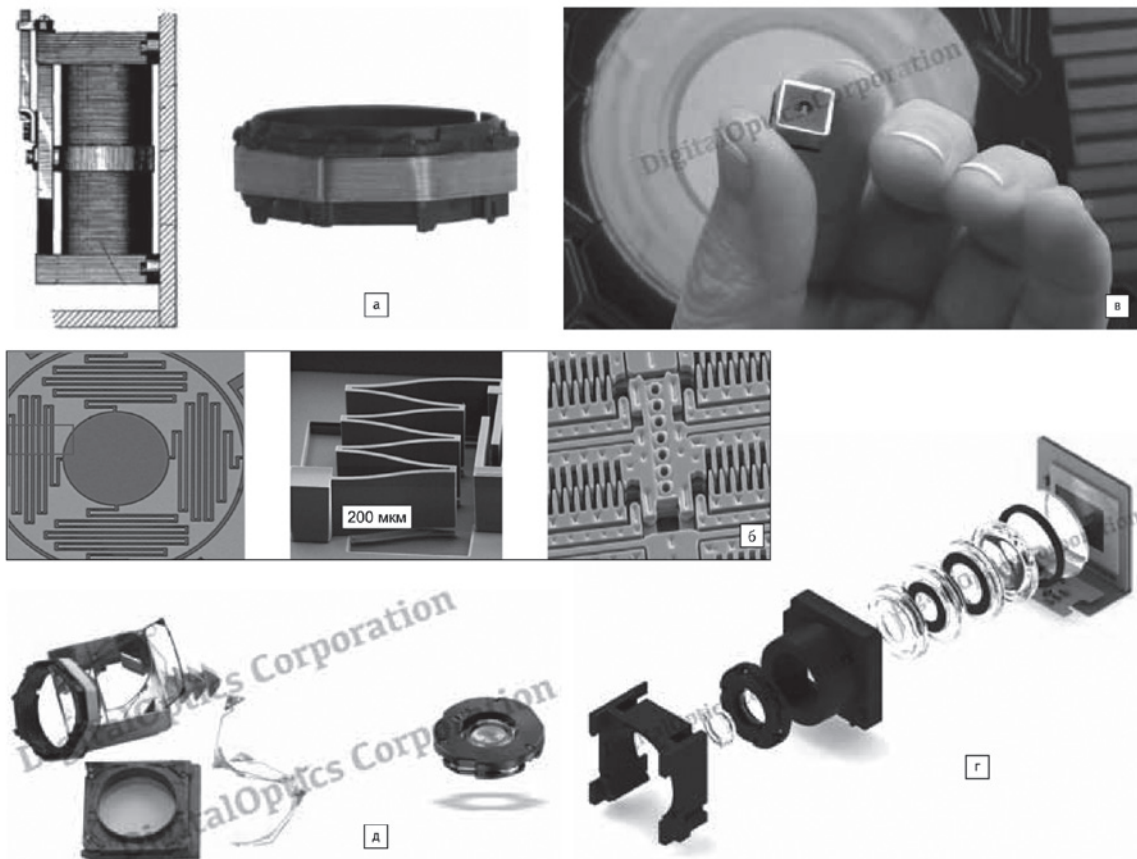


Рисунок 7 – Технологии МЭМС-автофокусировки компании Tessera – маломощная, высокоскоростная и высокоточная альтернатива VCM: а) VCM-автофокусировка – старейшая и наиболее распространенная технология для перемещения модуля линзы камер; б) МЭМС-автофокусировка Tessera под микроскопом: кремниевая ступень (слева) с автофокусирующей линзой в центре; пружины (центральный снимок); электростатический привод (справа); в–д) модуль mems|cam – первый автофокусирующий МЭМС-модуль: в) внешний вид; г) составные части; д) сравнение конструкций модулей VCM HTC One X и mems|cam

– типичные значения наклона и децентрализации линз составляют $0,25^\circ$ и ± 50 мкм соответственно. Зазор между держателем модуля линзы (объектива) и хомутом разрешает это неконтролируемое перемещение, и оба – наклон и децентрализация – различаются с ориентацией камеры и фокусного изображения. Эти эффекты снижают качество изображений. Проблема усугубляется при повышении разрешения датчика, снижении размеров пикселей и f-числа;

– существует потребность в более тонких хэндсетах с лучшим качеством изображения. Для производства компактных VCM необходимы меньшие по размерам обмотки, магниты и пружины. Но так как магнитодвижущая сила пропорциональна объему, то для меньших обмоток и магнитов нужен больший по величине ток, или возникает проблема потребления мощности и отвода тепла. А меньшие пружины слабее и усиливают отрицательные эффекты гистерезиса, наклона и децентрализации линз, а также неточного позиционирования линзы;

– VCM-технологии более 100 лет. Это означает, что возможности для снижения цены ограничены, и создает предпосылки для развития конкурирующих технологий, обеспечивающих лучшие характеристики по более низким ценам.

Параллельно с развитием технологии VCM в самых простых мобильных телефонах более широко стали использоваться камеры с EDoF, что буквально переводится как «камеры с расширенной глубиной области». (В русских словарях для этого используются термины глубины изображаемого пространства, глубины резкости, или глубины резко изображаемого пространства (ГРИП)). Все эти термины описывают расстояние между ближней и дальней точками пространства, измеренное вдоль оптической оси. При нахождении в его пределах объекты находятся в фокусе и на снимке изображаются резкими. По сути, EDoF описывают камеры с фиксированным фокусом и неподвижными линзами, для которых значение ГРИП (DoF) увеличено.

Пространство области резкости начинается на некотором расстоянии от объектива (теоретически от 10 см), но в недорогих камерах практически оно больше (40–50 см) и простирается до бесконечности. Этого часто бывает достаточно для любительской съемки, когда макросъемка не нужна, и позволяет оснащать дешевые мобильные телефоны функциональностью камер. При этом отсутствие дорогих и потребляющих значительную мощность автофокусирующих VCM-модулей дает возможность далее снижать критичные параметры – размер и цену, а также повышать срок службы батареи. Более того, за счет отсутствия в EDoF-модулях камер механических движущихся частей такие камеры могут быть не только более компактными, но и более надежными, а также более дешевыми в производстве.

Получение резкой фотографии в камерах EDoF достигается только за счет специальных алгоритмов обработки изображений. EDOF-камеры проще в эксплуатации, чем камеры с переменным фокусом, и не требуют двухпозиционных кнопок затвора; задержка срабатывания затвора и задержка на фокусировку в них отсутствует. Причем EDoF-камеры не столь чувствительны к движению объекта, как автофокусирующие, и позволяют снимать даже

более качественное видео. В частности, при съемке видео с фиксированным фокусом (которая выполняется так даже в автофокусирующих камерах после наведения фокуса) не будет таких недостатков, как запаздывание и шум VCM.

Но у EDoF имеются недостатки, ключевым из которых является вышеупомянутая невозможность макросъемки. Поскольку производители ведут гонку за компактными рамами и снижением цены модулей камеры, с технологией EDoF это уменьшает светосилу объектива и не позволяет использовать преимущества перемещения линз для увеличения качества снимков в сложных условиях освещения.

Поэтому выход состоит в совершенствовании технологий автофокусировки, и, так как возможности VCM-технологии в этом плане уже практически исчерпаны, ей на смену приходят передовые технологии MEMS-автофокусировки (рисунок 7 б–д).

Автофокусирующий модуль mems|cam для камер смартфонов

В начале 2013 года Tessera анонсировала модуль mems|cam, основанный на передовых технологиях MEMS-автофокусировки и оптического дизайна, которые дают выигрыш в плане скорости, потребления мощности и точности при применении в смартфонах.

Автофокусирующий актюатор mems|cam создан на базе разработанной ранее платформы DigitalOptics OptiML с использованием для автофокусировки технологии MEMS, которая допускает прецизионное и повторяемое позиционирование и перемещение линзы в пределах оптики камеры. Принцип автофокусирующей технологии OptiML для перемещения линзы – электростатический.

Микромеханический интерфейс AF-актюатора выполняет выравнивание подвижной линзы, а электрический интерфейс представляет собой просто два контактных вывода. Электростатический привод перемещает линзы быстрее, с большей точностью и со значительно меньшим потреблением мощности, чем с использованием технологии VCM в традиционных автофокусирующих модулях камер.

Эта технология МЭМС DOC хорошо подходит для использования в смартфонах, цифровых камерах и других электронных устройствах.

Модули DOC mems|cam обеспечивают лидирующую в промышленности скорость автофокусировки. Датчики характеризуются быстрым временем настройки автофокусирующего актюатора (обычно < 10 мс), они эффективно выполняют ее в комбинации с точной осведомленностью о местоположении. Быстрая скорость автофокусировки вследствие применения технологии MEMS допускает быстрое получение изображений в смартфонах, включая высокую частоту кадров и непрерывную автофокусировку видео, а также элементы вычислительной фотографии, такие как мультисъемка, мультифокусировка и видео с высоким динамическим диапазоном (HDR). Автофокусирующие DOC МЭМС-актюаторы работают с мощностью потребления менее 1 мВт (это порядка 1 % от показателей VCM), что позволяет повышать срок службы батареи и снижать тепловую нагрузку на датчик изображения, линзу и регулируемые критически важные компоненты. Кремниевые актюаторы DOC производятся на основе

полупроводниковых процессов, это обеспечивает повторяемость, гистерезис, которым можно пренебречь, и надежность – миллионы циклов, что гарантирует высокое качество изображений и видеозахвата в течение срока службы. Автофокусирующий МЭМС-актюатор представляет собой один из наиболее передовых признаков модуля *mems|cam*. Дополнительные преимущества обеспечиваются инновационным оптическим дизайном, лидирующими в промышленности встроенными алгоритмами обработки сигнала и технологиями корпусирования.

При объединении МЭМС-автофокусировки с оптическим дизайном и флип-чип корпусированием компания DOC достигла наименее возможного фут-принта без компромисса с качеством изображения. Тонкий дизайн линз и флип-чип корпусирование сделали возможной низкую высоту в 5,1 мм (по оси Z) для 8-Мпиксельного модуля 1/3,2". MEMS-технология замещает многие механические системы смартфонов, включая акселерометры, микрофоны, а теперь и автофокусировку.

Механические актюаторы, основанные на кремниевых технологиях МЭМС, хорошо подходят для автофокусировки в миниатюрных модулях камер. Электростатический привод перемещает линзы быстрее, с большей точностью и со значительно меньшим потреблением мощности, чем технология VCM в традиционных автофокусирующих модулях камер.

Согласно информации от DigitalOptics, в отличие от современных VCM-технологий *mems|cam* дает следующие преимущества:

- фокусировка изображений – до семи раз быстрее, чем у камер, представленных на рынке;
 - вес модулей *mems|cam* – в 10 раз меньше; в три раза короче рабочее расстояние;
 - в 100 раз меньше потребление мощности (1 мВт против 100 мВт, типичных для VCM), что может повышать срок службы батареи и делает МЭМС-актюатор микроскопическим;
 - МЭМС-структура производит на 80 % меньший наклон, снижающий качество изображения по краям и углам;
 - на 33 % меньше фут-принт в телефоне, высота составляет всего 5,1 мм;
 - МЭМС-структура производит на 20 % меньше тепла, ухудшающего качество автофокусировки. Согласно данным DOC, каждые +10 °C ухудшают качество на 5–10 %.
- Первые коммерческие продукты DOC – DOC8324F и DOC8324-AIO – включают датчики OV883, а в состав DOC8324C входит датчик изображения IMX179.

Сейчас компания Tessler сконцентрировалась на поставке решений для автофокусирующих модулей камер, воплощенных в модулях *mems|cam*, а другие предложения пока что утратили коммерческую актуальность. Но как о технологическом решении для повышения качества визуализации о них необходимо сказать еще несколько слов.

MEMS-решения DOC включают не только автофокусировку, но и затвор в виде маломощного интегрированного решения с малым формфактором для непрерывной фокусировки видео, а также оптический зум.

Затвор предназначен для коррекции изображения и/или смаза при съемке подвижных объектов, а также повышения качества изображения в условиях низкого освещения. Даже при правильной фокусировке изобра-

жение подвижного объекта может получиться смазанным, что корректируется посредством одновременного экспонирования всех частей изображения.

Например, модуль OptiML AF+Shutter (автофокусировка плюс затвор) достигает своей функциональности посредством перемещения MEMS-ступенью одиночного элемента линзы вдоль оптической оси. Точность позиционирования и повторяемость экспонирования достигаются на стадии дизайна MEMS.

Появление технологий камер меньшего размера накладывает различные ограничения на оптический дизайн модулей камер, в том числе применительно к зуммированию.

Оптический или механический зум сложно доводить до требуемого размера и цены, приемлемых для камер смартфонов. Поэтому большинство камер телефонов оборудуется цифровым зумом, который не способен дать высококачественное непрерывное увеличение изображения. Технология DigitalOptics OptiML Zoom не имеет ограничений традиционных решений для зуммирования, что достигается при объединении дизайна линзы со специальными алгоритмами обработки изображения, и позволяет в итоге достичь 3-кратного зуммирования без подвижных частей.

В систему Tessler входит группа специальных линз с фиксированным положением, создающих такое изображение, которое содержит в центре больше данных и может обрабатываться алгоритмами Tessler для извлечения зуммированных фотографий на основе этих данных. Это переводится в меньшее и более эффективное в стоимостном выражении решение, более легкое в производстве и более надежное. Это означает также, что OptiML-камера позволяет использовать более компактные датчики, чем традиционные решения с оптическим зумом.

Компания Tessler сообщила, что такая система способна достигать эффекта зуммирования без какого-либо негативного влияния на глубину резкости и может настраиваться для улучшения чувствительности света на 250 % в сравнении с обычными системами линз.

В 2010–2011 годах была опубликована информация о лицензировании этой технологии компанией Samsung. А конкретнее – Samsung Electronics интегрировала решения Tessler OptiML Focus: для обеспечения EDoF способностью своего 2-мегапиксельного full HD (1080p) CMOS-датчика и OptiML UFL для улучшения съемки в условиях низкой освещенности. Решение OptiML Focus допускает резкое изображение объектов на расстоянии от 20 см до бесконечности, а решение OptiML UFL повышает светочувствительность на 250 % без компромисса с EDoF.

Кроме того, DOC Tessler объявила о многолетнем соглашении с Samsung на лицензирование технологий DOC Face Detection и Face Tracking для флагманского смартфона Samsung Galaxy S4.

Технологии распознавания лиц и работы с лицами также неотделимы от эволюции мобильных камер, и к ним мы еще вернемся, а пока что продолжим рассмотрение других High-End решений, одним из которых является стабилизация изображений.

В 2013 году был представлен новый смартфон, или более точно – камерофон Galaxy S4 Zoom (рисунок 8 а) на основе 16-мегапиксельного CMOS-датчика с зад-



Рисунок 8 – Новое поколение камерофонов:
 а) камерофон Galaxy S4 Zoom – телефон с 10-кратным оптическим зумом;
 б) Nokia Lumia 920 – камерофон с оптической стабилизацией изображений;
 в) камерофон Nokia Lumia 1020 – смартфон с матрицей камеры 41 Мпикс и OIS

ней подсветкой (BSI). Это сочетание фотокамеры и смартфона с кольцом зума и другими инновационными решениями, которые задают новый стандарт гибкости и удобства управления. Камера смартфона обладает способностью снимать с правильной экспозицией при меньшем количестве света и быстрее фокусироваться, чем обычные матрицы. С помощью кольца зума можно передавать снимок во время вызова, регулировать оптический зум и запускать приложение камеры. Компактный и производительный смартфон Samsung Galaxy S4 Zoom оснащен 10-кратным оптическим зумом для съемки четких изображений с точной цветопередачей. Благодаря профессиональному объективу и точной регулировке с помощью кольца зума смартфон Samsung Galaxy S4 Zoom позволяет делать эффектные крупные планы без тяжелого фотооборудования.

В смартфон Samsung Galaxy S4 Zoom встроена система оптической стабилизации изображения, которая позволяет получать четкие и качественные фото и видео даже в условиях низкой освещенности, при зуммировании или на ходу.

Технология стабилизации изображений

Технология стабилизации изображений стала весьма популярной в последние годы: ее применяют как в зеркальных камерах, так и в камерах смартфонов.

Хотя довольно много цифровых DSC-камер уже используют оптическую стабилизацию, в сегменте смартфонов стабилизация изображений посредством гироскопов – это все еще технология High-End сегментов мобильных камер.

Nokia Lumia 920 (рисунок 8 б) – первый телефон, включающий первый модуль смартфонной камеры с оптической стабилизацией изображений (Optical Image Stabilization, OIS). Этот модуль включен в телефон и основан на трехосевом двухъядерном MEMS-гироскопе ST L3G41S и технологии плавающей линзы.

Технология плавающей линзы (floating lens) основана на движении 5-элементного модуля линзы для выполнения синхронизации с движением камеры. Модуль камеры выполняет и стабилизацию изображений, и автофокусировку, и имеет размеры 12,5×12,5×6 мм.

Движение камеры измеряется двухъядерным трехосевым гироскопом от STMicroelectronics, включенным в модуль камеры. Вместо использования двух датчиков специалисты Nokia выбрали один гироскоп, интегрирующий функции обнаружения жестов и стабилизации изображения камеры. Это позволяет сохранить пространство, занимаемое компонентами на плате, и снизить цену. Модуль камеры Nokia Lumia 920 также обеспечивает истинное аспектовое соотношение 16:9/4:3 посредством использования CMOS-датчика изображения (CIS) Sony, который выпускается на основе технологии BSI. CIS характеризуется разрешением 8,7 Мегапикселей и пиксельным шагом 1,4 мкм.

Дополнительную информацию о применении модуля камеры в телефоне Lumia 920 можно получить из отчета System Plus Consulting.

Оптическая стабилизация изображений в мобильных телефонах только начинает развиваться, и в ближайшем будущем можно ожидать следующих предложений смартфонов/камерофонов с этой функцией, давно применяющейся в цифровых камерах.

В камерофон Samsung Galaxy S4 Zoom встроена система оптической стабилизации изображения, которая обеспечивает высокую точность фокуса вне зависимости от условий съемки. Таким образом, можно получить четкие и качественные фотоснимки и видеоизображения даже в условиях низкой освещенности, при зуммировании или на ходу.

Каждый производитель стремится максимально дифференцировать свои камерофоны, поколение которых стартовало по мере развития технологий мобильной съемки. Например, новый камерофон Nokia Lumia 1020 (рисунок 8 в) тоньше, а кроме того, использует более высокоразрешающий датчик – как единственный смартфон с матрицей камеры 41 Мпиксель и OIS. Но Samsung Galaxy S4, хотя и имеет только 16-мегапиксельный 1/2-дюймовый CMOS-датчик изображения, оборудован оптическим десятикратным зумом, и также включает OIS. И оба этих камерофона имеют ксеноновую вспышку.

Литература:

1. www.innovationsinsightmag.com

Продолжение следует

ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ, РАБОТАЮЩИЕ НА ОСНОВЕ РАДИОЧАСТОТНОГО АККУМУЛИРОВАНИЯ

Джейсон Толлефсон,

Менеджер по Маркетингу Продукции, Microchip Technology Inc.

Захват энергии

Источники энергии, такие как свет, ветер, температура, колебания, радиоволны и даже дисперсионное твердение в настоящее время преобразовываются в полезную энергию; однако, сложность заключается в том, как конвертировать совсем небольшое количество выработанной энергии для выполнения такой полезной функции, как, например, надежное электропитание датчика состояния окружающей среды. Рисунок 1 раскрывает многообразие существующих методов аккумулирования энергии.

перемещаемы в пределах диапазона источника передаваемого сигнала. Энергия может передаваться непрерывно, по расписанию или по требованию. Аккумуляторная батарея или конденсатор повышенной емкости способен накапливать преобразованную энергию радиочастотных излучений для работы в периоды максимума нагрузки.

Выбор компонента малой мощности

Удобный и надежный источник питания – это только начало; для максимизации производительности с использо-

ванием крошечных объемов предоставляемой энергии необходимо спроектировать соответствующую систему. Этот вопрос можно решить, используя компоненты крайне малой мощности либо путем осуществления балансирования мощности.

Тенденция использования электронных компонентов с более низким энергопотреблением появилась благодаря потребительскому спросу на портативную продукцию и предоставила новые маломощные микроконтроллеры, аналоговые, радио и коммуникационные протоколы, которые дополняют радиочастотное аккумулирование. Уровни потребления низкой мощности являются стандартом в микроконтроллерах. Микроконтроллер PIC24F

Comparison of Power Density of Energy Harvesting Methods		
Energy Source	Power Density & Performance	Source of Information
Acoustic Noise	0.003 $\mu\text{W}/\text{cm}^3$ @ 75Db 0.96 $\mu\text{W}/\text{cm}^3$ @ 100Db	(Rabaey, Ammer, Da Silva Jr, Patel, & Roundy, 2000)
Temperature Variation	10 $\mu\text{W}/\text{cm}^3$	(Roundy, Steingart, Fr�chet�te, Wright, Rabaey, 2004)
Ambient RF	1 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	(Yeatman, 2004)
Ambient Light	100 mW/cm^2 (direct sun) 100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ (illuminated office)	Not Cited
Thermoelectric	60 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	(Stevens, 1999)
Vibration (micro generator)	4 $\mu\text{W}/\text{cm}^3$ (human motion - Hz) 800 $\mu\text{W}/\text{cm}^3$ (machines - kHz)	(Mitcheson, Green, Yeatman, & Holmes, 2004)
Vibrations (Piezoelectric)	200 $\mu\text{W}/\text{cm}^3$	(Roundy, Wright, & Pister, 2002)
Airflow	1 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	(Holmes, 2004)
Push Buttons	50 $\mu\text{J}/\text{N}$	(Paradiso & Feldmeier, 2001)
Shoe Inserts	330 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	(Shenck & Paradiso, 2001)
Hand Generators	30 W/kg	(Starner & Paradiso, 2004)
Heel Strike	7 W/cm^2	(Yaglioglu, 2002) (Shenck & Paradiso, 2001)

Рисунок 1 – Удельная мощность методов аккумулирования энергии.
Источник: The Journal of Technology Studies

Исследование энергетического потенциала является ключевым, наряду с аккумулируемым источником и компонентами. Энергия радиочастотных излучений может быть получена из энергии окружающей среды или контролироваться с помощью специального трансмиттера. Устройства, использующие радиочастотное аккумулирование, могут быть непривязанными и работать практически в любой среде.

Радиочастотные излучения как источник питания

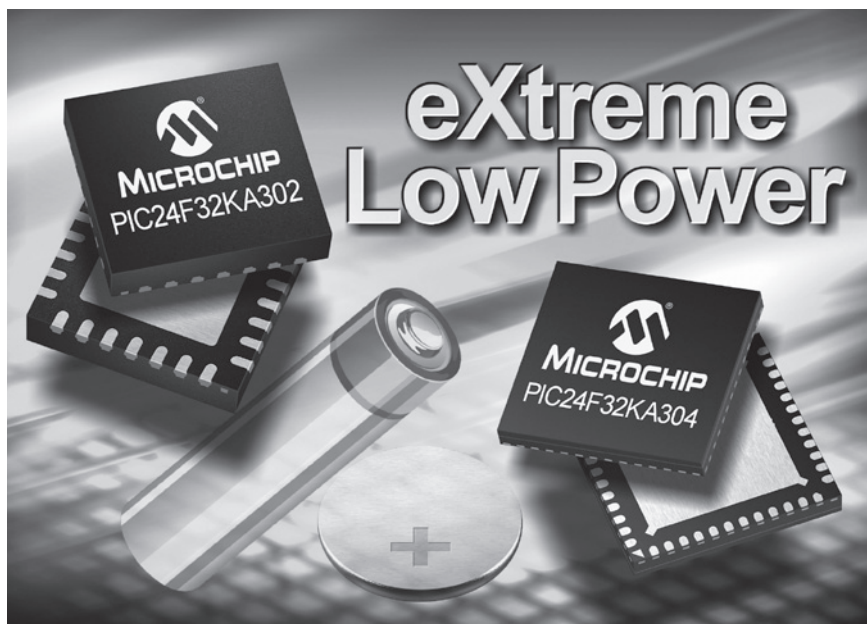
Энергия радиочастотных излучений может аккумулироваться из таких источников, как телевизионные и радиовещательные станции, мобильные телефоны и базовые станции, а также передатчики в нелицензированных диапазонах, включая 915 МГц, 868 МГц или 2,4 ГГц, что делает ее коммерчески рентабельной в мировых масштабах. Радиочастотные излучения не зависят от времени суток, не требуют воздействия на них тепла или ветра, а также могут быть свободно

компании Microchip Technology Inc. на основе технологии крайне низкой мощности (XLP) потребляет только 20 нА в режиме ожидания и может выполнять код с силой тока уже в 8 мкА.

Для укомплектования датчика состояния окружающей среды необходимы аналоговые компоненты и радио. Радио расширяет энергетический потенциал за счет используемого протокола и потока передачи/получения (Tx/Rx). Новые радиостанции взяли за решение данной проблемы и в настоящее время принимают потоки уже в 3 мкА, что помогает уменьшить потребление электроэнергии, однако, протокол беспроводной связи остается ведущим фактором.

Балансирование мощности

При работе с очень малыми объемами мощности, полученными путем аккумулирования энергии, длительное время выполнения и чрезмерные беспроводные протоколы будут расходовать энергетический потенциал. Ключевое



Данный метод может сократить частоту сигналов, передаваемых датчиком, в зависимости от состояния заряда, и даже обратиться за помощью путем передачи сообщения источнику радиочастотного питания послать больше энергии.

Аккумуляирование энергии:

практическое решение

Радиочастотное аккумуляирование является целесообразным выбором для широкого круга приложений с проверенной технологией, тем самым предоставляя платформу для разработки прототипов новых продуктов. Сенсоры на батареях могут быть заменены подборкой компонентов и балансированием мощности. Радиочастотное аккумуляирование – практичный вариант, обеспечивающий контроль источника и возможность эксплуатации в любой среде, что может дать радиочастотному аккумуляированию широкое распространение.

сокращение состоит в том, чтобы выбрать протокол, допускающий функциональность масштабирования. Протокол MiWi™ компании Microchip Technology Inc. предусматривает минималистическую реализацию с практически возможным временем радиопередачи в 5 мсек. Дальнейшее усовершенствование заключается в управлении энергопотреблением посредством исполнения на основе подзарядки и путем мониторинга состояния заряда.

В исполнении на основе подзарядки, электропитание полностью отключается от сенсорной системы. Как только радиочастотный аккумулятор собрал достаточно энергии, устройство потребляет нулевую мощность в процессе пополнения резервуара энергии. Частота исполнения команд сенсором зависит от величины тока заряда к резервуару. Свое влияние также оказывают расстояние до радиочастотного источника, приемная антенна, а также такие препятствия, как стены, что оправдывается, если датчик расположен таким образом, чтобы частота работы датчика соответствовала потребностям системы в целом. Во избежание перегрузки сети ненужными пакетами данных радиочастотный аккумулятор может также использовать мощность принимаемого сигнала (RSSI) в качестве механизма для управления скоростью передачи данных.

Если радиочастотный аккумулятор заряжает батарею, микроконтроллер может использоваться для мониторинга продолжительности цикла зарядки, а также для оценки состояния заряда. Впоследствии он может рассчитать время прогона с учетом того, какие сенсорные операции были выполнены, путем записи тока, потребленного в ходе различных участков работы датчика. Например, узел сенсора может потреблять 100 мкА при измерении выходной мощности датчика и 20 мА во время радиопередачи таких данных. Микроконтроллер может использовать эту информацию для расчета заряда, который будут исчерпан каждый раз, когда одна из этих функций будет выполнена. Состояние заряда, таким образом, обнаруживается в сравнении между накоплением заряда и его истощением.

Преимущества энергии, полученной путем радиочастотного аккумуляирования

- Доступна «по требованию»
- Работает в постоянно затемненных местах
- Работает в опасных местоположениях
- Обеспечивает мобильность
- Предоставляет возможность отслеживания
- Может воспользоваться преимуществами тарифов на электроэнергию
- Может подзаряжать вторичную батарею
- Масштабируема до многих узлов без изменения в отношении источника
- Может быть встроена между стенами
- Может быть уплотнена в оболочке

Рисунок 2 – Преимущества радиочастотного аккумуляирования энергии

Радиочастотное аккумуляирование – это первый проверенный и надежный вариант, который соответствует нормам природоохранительного законодательства и требованиям корпоративной социальной ответственности, экономически целесообразен и не находится во власти солнца, ветра или непредсказуемых температурных условий.

Примечание: PIC является зарегистрированной торговой маркой компании Microchip Technology Inc. в США и других странах. MiWi – товарный знак компании Microchip Technology Inc. Все другие торговые марки, упомянутые в данной статье, являются собственностью соответствующих компаний.

microchip.com

КОМПАНИЯ MICROCHIP ПРЕДСТАВЛЯЕТ НОВУЮ ПАРАЛЛЕЛЬНУЮ FLASH-ПАМЯТЬ ОБЪЕМОМ 64 МБИТ, ВЫПОЛНЕННУЮ ПО САМОЙ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Основные особенности:

- SST38VF6401B обеспечивает очень высокую производительность и надежную защиту данных, что позволяет использовать ее в различных встраиваемых приложениях;
- КМОП-технология SuperFlash® способствует повышенной надежности;
- высокая производительность сочетается с гибкими функциями чтения/записи;
- микросхема SST38VF6401B разработана для бытовых, автомобильных, промышленных и сетевых приложений.

Компания Microchip объявила о выпуске новой микросхемы – SST38VF6401B. Это 64-мегабитная усовершенствованная многоцелевая параллельная flash-память, произведенная по

Микросхемы SST38VF6401B сочетают высокую производительность и гибкие возможности чтения/записи, среди которых:

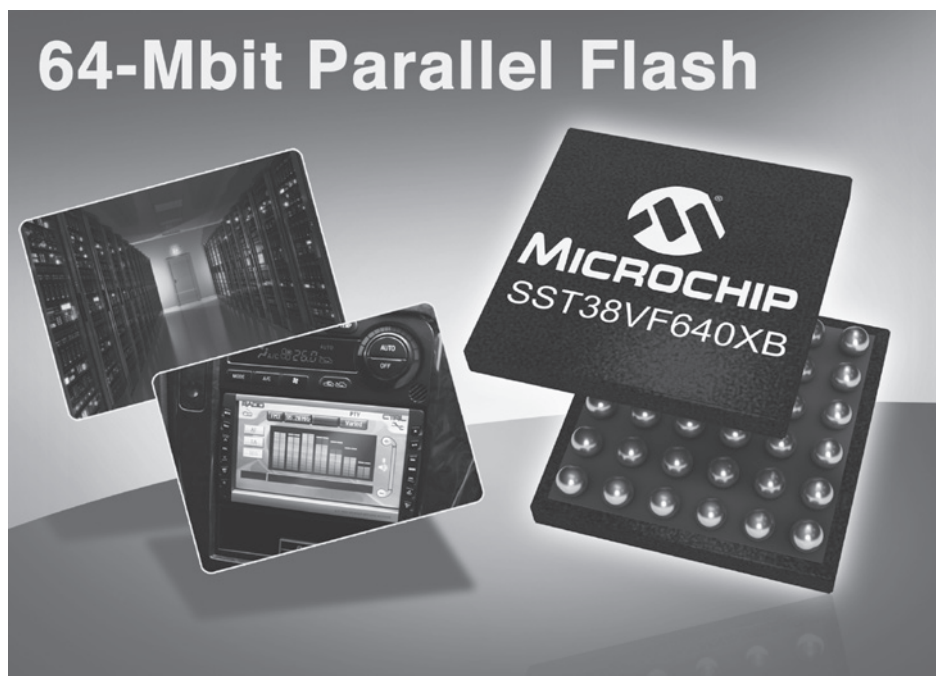
- произвольный доступ к памяти. Время чтения ячейки при этом составляет 70 нс;
- время чтения одной страницы памяти составляет 25 нс;
- время стирания сектора – 18 мс;
- время полного стирания микросхемы – 40 мс;
- время записи одного слова – 7 мкс;
- время записи в буфер записи – 1,75 мкс.

Эти устройства обладают невероятно высокой надежностью: 100 000 циклов перезаписи со сроком хранения информации более 100 лет. Ток потребления в

режиме чтения данных составляет всего 25 мА при работе на частоте 5 МГц. В спящем режиме ток потребления равен 5 мкА.

Помимо этого, в микросхемах SST38VF6401B предусмотрены различные уровни защиты, такие как защищенный id устройства, аппаратный boot-block, защита данных с помощью пароля, индивидуальная настройка защиты для каждого блока памяти, а также необратимая блокировка данных.

Данные микросхемы идеально подходят для широкого круга приложений, включая бытовые, автомобильные и промышленные. Примерами могут служить телевизионные при-



КМОП-технологии SuperFlash®. Память состоит из ячеек с расщепленным затвором и толстым слоем туннельного оксида, что обеспечивает ее повышенную надежность. Эти устройства соответствуют стандарту JEDEC для памяти типа x16.

Работая в диапазоне питающего напряжения от 2,7 В до 3,6 В, обладая высокой скоростью чтения/записи и функциями защиты информации, эта параллельная flash-память идеально подходит для самых разнообразных приложений. Память внутри микросхемы разделена на блоки объемами 32KWord и 8KWord соответственно, что предоставляет гибкие возможности для ее распределения, например, для раздельного размещения в памяти программного кода и данных.

ставки, МФУ, системы цифрового радио и телевидения, видео- и информационно-развлекательные системы для автомобилей. Кроме того, эта параллельная flash-память прекрасно подходит для использования ее в сетевом и промышленном оборудовании. Это могут быть, например, маршрутизаторы или промышленные системы управления.

Микросхемы SST38VF6401B доступны в 48-выводных TSSOP или 48-контактных TFBGA корпусах.

Дополнительную информацию можно получить на сайте производителя <http://www.microchip.com/get/B720>

microchip.com

173021, Россия,
г. Великий Новгород,
ул. Нехинская, д. 55



Тел/факс: +7(816 2)94-66-44
e-mail: welcome@transled.ru
http://www.transled.ru

Трансформатор ТПГ-8



Преимущества:

- климатическое исполнение В1.1 по ГОСТ 150150-69;
- любое выходное напряжение до 1000 V по вашему требованию;
- наличие большого количества выводов;
- использование пожаробезопасных самозатухающих материалов;
- могут быть применены каркасы как односекционные, так и 2-хсекционные для применения в различных областях и обеспечения повышенного напряжения пробоя между обмотками.

Применение:

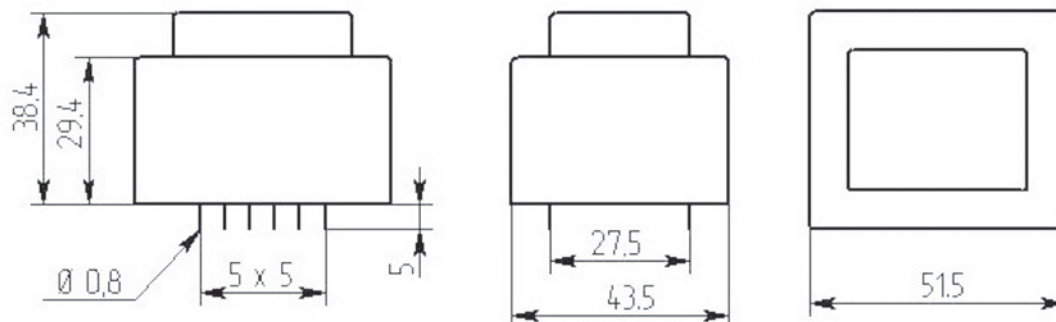
Безопасный разделительный трансформатор (понижающий, повышающий), в том числе как гальваническая развязка в электротехнических устройствах.

Схема электрической цепи:

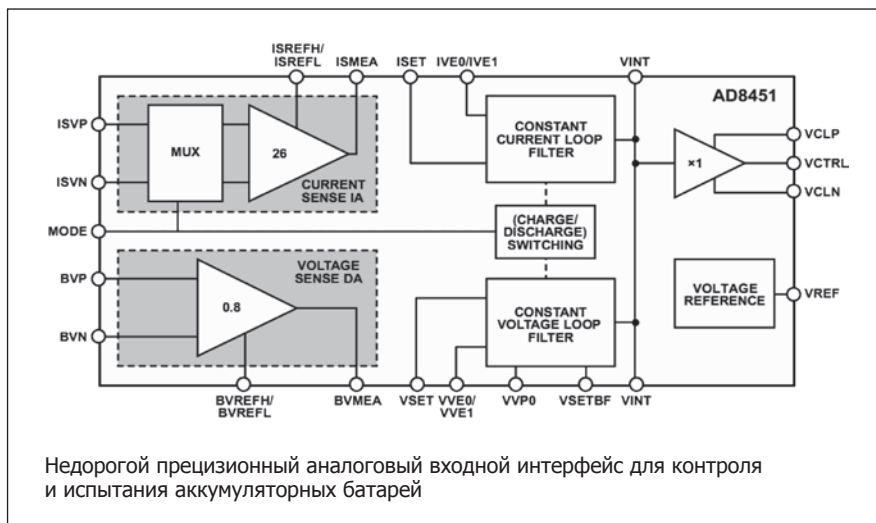


Характеристики:

Максимальная выходная мощность, Вт	8
Ток холостого хода, А, не более	0,03
Масса трансформатора, кг, не более	0,29
Габаритные размеры а*б*с, см	51,5x43,5x38,4
Типоразмер магнитопровода	ЕІ-48 (ШІ-16)
Монтаж и крепление	Печатный
Нумерация выводов	Против часовой стрелки



УПРАВЛЕНИЕ ПИТАНИЕМ И ТЕПЛОВЫМ РЕЖИМОМ



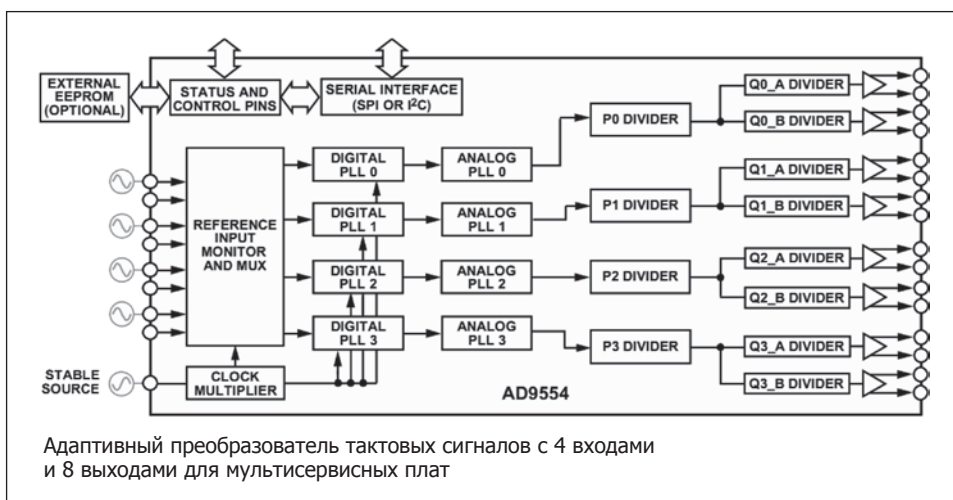
подгонкой коэффициент усиления инструментального усилителя установлен равным 26×, а коэффициент усиления усилителя разностного сигнала установлен равным 0,8×. Эти значения обеспечивают оптимальные характеристики во всем диапазоне рабочих температур. Применение компонента упрощает проектирование систем благодаря высокой точности, низкому температурному дрейфу, широким возможностям конфигурирования и высокой надежности, а также малым габаритам корпуса. Желаемые уровни постоянного тока и постоянного напряжения задаются напряжениями на входах ISET и VSET. Переключение между режимами постоянного тока и постоянного напряжения производится автоматически и прозрачно для системы.

Прецизионный аналоговый входной интерфейс/контроллер для мониторинга состояния и испытания аккумуляторных батарей AD8451 включает в себя прецизионный инструментальный усилитель с фиксированным коэффициентом усиления, который измеряет ток заряда/разряда батареи, а также усилитель разностного сигнала с фиксированным коэффициентом усиления, который измеряет напряжение батареи. При помощи внутренних резистивных цепочек с лазерной

мы. Выбор режима заряда или разряда осуществляется при помощи входного сигнала MODE. Выходной сигнал VCTRL может быть использован для непосредственного интерфейса с контроллером ШИМ, например, ADP1972. AD8451 работает с напряжениями питания ± 15 В и +5 В, рассеивая мощность 240 мВт. Компонент выпускается в 80-выводном корпусе LQFP с габаритами 14 мм × 14 мм × 1 мм, рабочий температурный диапазон составляет от -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$.

ВЧ И ПЧ КОМПОНЕНТЫ, КОМПОНЕНТЫ ДЛЯ СИСТЕМ БЕСПРОВОДНОЙ И ШИРОКОПОЛОСНОЙ СВЯЗИ

Транслятор тактовых сигналов с узкополосным контуром AD9554 устраняет дрожание фазы и может обеспечивать синхронизацию в различных системах, включая синхронные оптические сети (SONET/SDH). Он формирует выходной тактовый сигнал, синхронизированный с внешними входными сигналами опорной частоты (от одного до четырех). Цифровая схема ФАПЧ (digital PLL, DPLL) сокращает дрожание фазы и фазовый шум внешних сигналов опорной частоты. Контур с цифровым управлением и схема удержания частоты продолжают формировать выходной тактовый сигнал с малым дрожанием фазы, даже когда все источники опорной частоты выходят из строя. Восемь дифференциальных выходных тактовых сигналов могут работать с частотой от 430 кГц до 941 МГц, а их совместимость с HCSL, LVDS или LVPECL конфигурируется в индивидуальном порядке. Компонент отвечает требованиям к стабильности в режиме удержания GR-1244 Stratum 3, характеристикам дрожания фазы



Telcordia GR-253 в системах вплоть до OC-192, а также тактовым сигналам ведомых устройств синхронного Ethernet ITU-T G.8262. AD9554 работает с напряжениями питания 1,8 В и 3,3 В, рассеивая 940 мВт в типичных конфигурациях и 174 мВт в режиме пониженного энергопотребления. Компонент выпускается в 72-выводном корпусе LFCSP, рабочий температурный диапазон составляет от -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$.

Альфачип ЛТД

НАИМЕНОВАНИЕ ТОВАРА	ЦЕНА	НАЗВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ	АДРЕС, ТЕЛЕФОН
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ ПРОДУКЦИЯ			
Индукционные лампы Saturn 40, 80, 120, 150, 290, 300W. В комплекте электронный балласт	80-380 у.е.	ООО «ФЭК»	г. Минск. Тел./ф.: 200-34-23, тел.: 200-04-96. E-mail: lighting@fek.by
Индукционные лампы Smart Dragon 40, 80, 120, 150, 200, 300W.	80-380 у.е.		
Дроссели, ЭПРА, ИЗУ, пусковые конденсаторы, патроны и ламподержатели для люминесцентных ламп	Договор	ООО «Альфалидер групп»	г. Минск. Тел./ф.: 391-02-22, тел.: 391-03-33. www.alider.by
Мощные светодиоды (EMITTER, STAR), сборки и модули мощных светодиодов, линзы ARLIGHT	Договор	ООО «СветЛед решения»	г. Минск. Тел./ф.: 214-73-27, 214-73-55. E-mail: info@belaist.by www.belaist.by
Управление светом: RGB-контроллеры, усилители, диммеры и декодеры			
Источники тока AC/DC для мощных светодиодов (350/700/100-1400 мА) мощностью от 1W до 100W ARLIGHT			
Источники тока DC/DC для мощных светодиодов (вход 12-24V) ARLIGHT			
Источники напряжения AC/DC (5-12-24-48V/ от 5 до 300W) в металлическом кожухе, пластиковом, герметичном корпусе ARLIGHT, HAITAIK			
Светодиодные ленты, линейки открытые и герметичные, ленты бокового свечения, светодиоды выводные ARLIGHT			
Светодиодные лампы E27, E14, GU 5.3, GU 10 и др.			
Светодиодные светильники, прожектора, алюминиевый профиль для светодиодных изделий			
КВАРЦЕВЫЕ РЕЗОНАТОРЫ, ГЕНЕРАТОРЫ, ФИЛЬТРЫ, ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИЕ ИЗДЕЛИЯ			
Любые кварцевые резонаторы, генераторы, фильтры (отечественные и импортные)	от 0,10 у.е.	УП «Алнар»	г. Минск. Тел./ф.: 209-69-97, тел. (029) 644-44-09. E-mail: alnar@alnar.net www.alnar.net
Кварцевые резонаторы Jauch под установку в отверстия и SMD-монтаж	от 0,10 у.е.		
Кварцевые генераторы Jauch под установку в отверстия и SMD-монтаж	от 0,50 у.е.		
Термокомпенсированные кварцевые генераторы	от 2,20 у.е.		
Резонаторы и фильтры на ПАВ			
Пьезокерамические резонаторы, фильтры, звонки, сирены	от 0,04 у.е.		
СПЕЦПРЕДЛОЖЕНИЕ			
Большой выбор электронных компонентов со склада и под заказ	Договор	ЧТУП «Чип электроникс»	г. Минск. Тел./ф.: 269-92-36. E-mail: chipelectronics@mail.ru www.chipelectronics.by
Широчайший выбор электронных компонентов (микросхемы, диоды, тиристоры, конденсаторы, резисторы, разъемы в ассортименте и др.)	Договор	ООО «Альфалидер групп»	г. Минск. Тел./ф.: 391-02-22, тел.: 391-03-33. www.alider.by
Мультиметры, осциллографы, вольтметры, клещи, частотомеры, генераторы отечественные и АК ИП, APPA, GW, LeCroy, Tektronix, Agilent	1-й поставщик	ООО «Приборо-строительная компания»	г. Минск. Тел./ф.: 284-11-18, тел.: 284-11-16. E-mail: 4805@tut.by



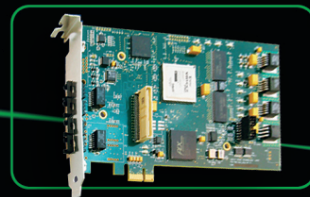
Great River
Technology

Advanced Video and Data Systems

Мировой лидер в разработке систем на основе стандарта ARINC 818 — базового стандарта Интегрированной Модульной Авионики

GRT предлагает следующие решения:

- Платы захвата кадра и генераторы видеосигнала
- Отдельно устанавливаемые высокоскоростные модули генерации сигнала
- Модули преобразования видеосигнала в защищенном исполнении
- Системы записи и воспроизведения
- Коммутаторы



ЭКСКЛЮЗИВНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР GREAT RIVER TECHNOLOGY



«Фаворит — Электронная Компания»

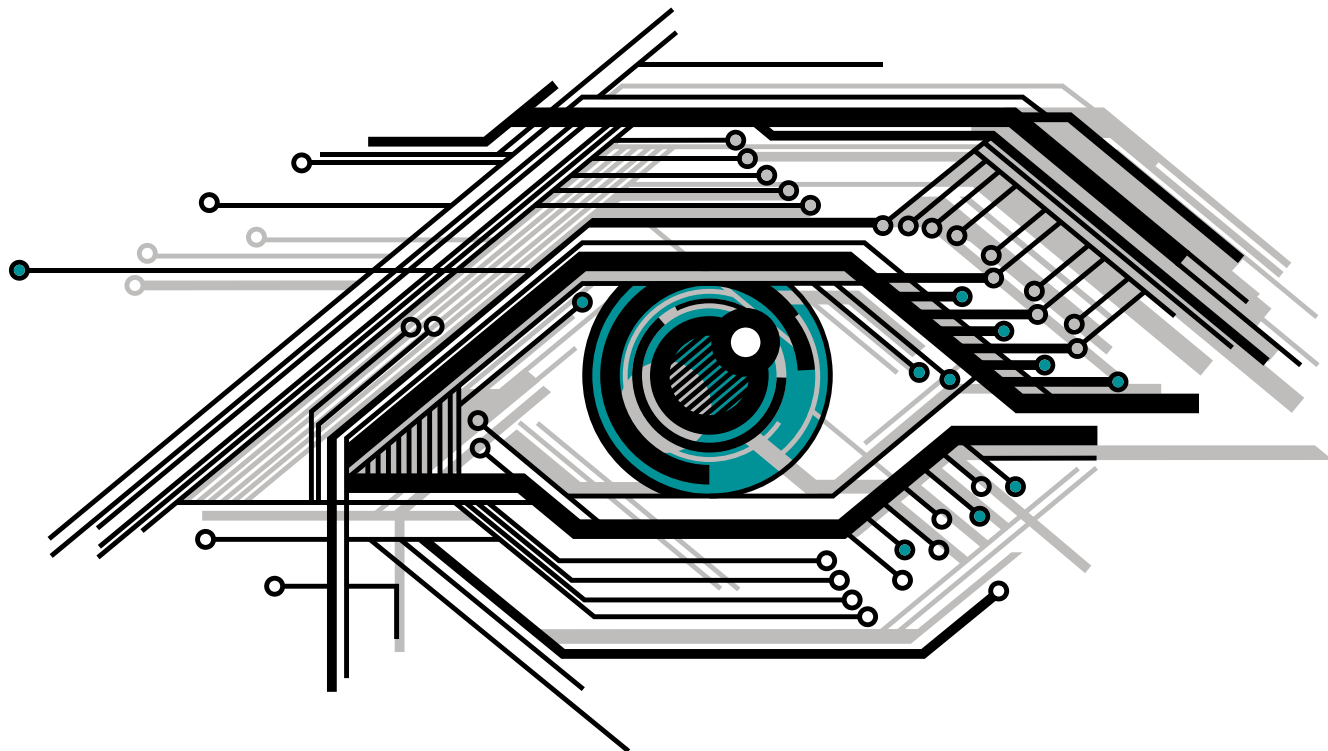
WWW.FAVORIT-EC.RU тел./факс: +7(495) 627-76-24, г. Москва

Представительство ЗАО «Фаворит — ЭК»
в Республике Беларусь, г. Минск
Тел.: +375 (17) 207-01-85
info@favorit-ec.ru

Представительство ЗАО «Фаворит — ЭК»
в Санкт-Петербурге
Тел.: +7 (812) 449-52-41
www.spbnek.ru • spb@favorit-ec.ru

Представительство ЗАО «Фаворит — ЭК»
в Нижнем Новгороде
Тел.: +7 (910) 886-80-60
alexandra@favorit-ec.ru

Реклама



- Светодиоды Cree и Philips Lumileds для систем освещения
- Сертифицированные GSM модули и модемы
- Электронные компоненты мировых производителей
- Помощь в проектировании систем освещения и передачи данных
- Производство электронных плат на современном оборудовании

г. Минск, ул. Плеханова, 72, офис 22
тел. +375 (17) 220 76 92
факс +375 (17) 248 88 12
chip@rainbow.by

www.rainbow.by
www.rtcs.ru
www.ibutton.ru
www.light.rtcs.ru
www.rmbo.ru