

## Шаги в будущее Шаг 7: копируя себя

Александр ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

— Сколько вам лет? — поинтересовалась она.

— Тридцать два, — ответил я.

— Тогда вы не помните, каким был мир без роботов. Было время, когда перед лицом Вселенной человек был одинок и не имел друзей. Теперь у него есть помощники, существа более сильные, более надежные, более эффективные, чем он, и абсолютно ему преданные. Человечество больше не одиноко. Вам это не приходило в голову?

— Боюсь, что нет. Можно будет процитировать ваши слова?"

Айзек Азимов "Я — робот"

### Десять запчастей для настоящего человека

Как и в случае ремонта автомобилей, сначала — про запасные части.

Одно из важных направлений современной медицины — создание искусственных органов-имплантантов. Несмотря на то что практически все экспериментальные "модели" находятся в разработке, не похоже, что уже завтра ученые создадут настоящего человека из искусственных органов. Правда, управлять отдельными органами, как мы видели в предыдущей главе, люди научились.

Итак:

➤ Искусственный кишечник успешно создан из специального пластика и металла, которые не разрушаются и не подвергаются коррозии.

➤ Искусственное сердце. Так называемое "временное" сердце Total Artificial Heart успешно создано и продлит жизнь пациентам, ожидающим операцию по трансплантации.

➤ Искусственная кровь. Термин немного неточен, поскольку настоящая кровь выполняет большое число задач, тогда как искусственная — только некоторые из них. Стадия разработки: кислородная терапия. Если же появится полнофункциональная искусственная кровь — открытие будет сравнимо с полетом человека на Марс.

➤ Искусственные кровеносные сосуды с использованием коллагена, выделяемого из шкуры лосося. Идет подготовка к экспериментам на человеке.

➤ Искусственные кости на базе эластичного полимера, который при смешивании с гидроапатитовым порошком в свою очередь "превращается" в очень твердый материал. Проводятся клинические исследования.

➤ Искусственная кожа. Созданная в 1996 г. искусственная кожа давно

используется при сильных ожогах. Основана на связывании коллагена, полученного из хрящей животных, с гликозаминогликаном для развития модели внеклеточной матрицы, которая создает основание для новой кожи. В 2001 г. была создана самовосстанавливающаяся искусственная кожа, и ныне исследователи на пороге создания "настоящей" кожи.

➤ Искусственная сетчатка Argus II создана и успешно прошла тестирования, находится на стадии промышленного производства.

➤ Искусственная матка на основе клеток, выделенных из организма женщины. Существуют успешные прототипы.

➤ Искусственные конечности. Как известно, саламандры могут регенерировать оторванные конечности, ученым удалось вырастить новые конечности на саламандре, используя экстракт из мочевого пузыря свиньи, но до экспериментов на людях еще очень далеко.

➤ Искусственные органы из стволовых клеток пациента имеют гораздо больше шансов прижиться. Тогда станет возможным заменить любой орган собственного тела на более молодой и здоровый. И главное, свой собственный.

Какой из этого вывод? К полноценной замене человеческого тела современной наука еще не готова, но зато есть успехи в другом направлении.

### Бионические конечности

Не дожидаясь выращенных конечностей компания Touch Bionics сообщила о поставке первых разработанных ею бионических протезов руки i-LIMB пациентам в Европе и США. Протез полностью имитирует кисть человека. Датчики на поверхности кожи фиксируют электрические сигналы от оставшихся мышц плеча и передают их пяти независимым моторам — по одному в

каждом искусственном пальце. Все пальцы имеют по три сустава, позволяющих использовать протез для весьма сложных манипуляций, что серьезно облегчает жизнь пациенту.

По сообщениям министерства науки и техники Японии, ученые сделали первый шаг по реализации возможности восстанавливать моторные функции парализованных пациентов или создавать роботов, которые двигаются как люди. В ходе эксперимента группа ученых из университета Duke University в Северной Каролине обучила двух обезьян ходить по беговой дорожке на задних лапах. В процессе движения регистрировалась активность нейронов мозга, управляющих движением задних лап, и по этим сигналам восстанавливались данные о положении суставов обезьян. Затем полученная информация передавалась через Интернет в Киото, где расшифрованные сигналы использовались для управления роботом, от которого живой видеосигнал возвращался для обратной связи обезьянам.

Существует также робот CBi (Computational Brain interface), разработанный специально для подобных нейробиологических исследований компанией JST и Кристофером Аткесоном из Института робототехники при Карнеги-Меллонском университете. Он обладает ростом 155 см, весом 85 кг и 51 степенью свободы движений.

### Мечты об андроидах

Термин "андроид" (от греч. andro — человек, мужчина) пришел из научной фантастики, еще в XVIII веке предсказавшей появление человекоподобного робота. В 1738 г. французский механик и изобретатель Жак де Вокансон создал первого андроида, играющего на флейте. Так что прогрессивное человечество грезит не просто лечением человека или даже его некоторым "улучшением", но и созданием андроидов — человекоподобных машин, передвигающихся на двух ногах, обладающих определенным интеллектом и созданным для того, чтобы с максимальным эстетическим комфортом заменить человека там, где он этого пожелает. Пока самым знаменитым андроидом в мире является робот-переводчик C-3PO ("си-трипио") из саги "Звездные войны" Джорджа Лукаса.

Что касается всей гражданской индустрии роботов, то она взяла на вооружение три известных закона робототехники, сформулированных Айзеком Азимовым в 1972 г.:

1. Робот не должен причинять вред человеку или допускать своим бездействием, чтобы человеку был причинен вред.

2. Робот должен повиноваться командам человека, если эти команды не противоречат Первому закону.

3. Робот должен заботиться о своей безопасности в той мере, в какой это не противоречит Первому и Второму законам.

Вы скажете — это фантазии. Но вот, к примеру, в сообщении пресс-службы ОАО РЖД, напечатанном 20.12.2007 г. в "Российской газете" (т. е. явно не 1 апре-

ля), говорится о том, что в ближайшем будущем РЖД может начать использовать андроидов на тяжелых работах, а для начала — в качестве профессиональных презентаторов на профильных конференциях. То есть определенные успехи в индустрии андроидов уже есть, и они привлекают потенциальных заказчиков.

В общем, создание андроидов для самых разнообразных сфер бытия — конкретная задача, поставленная сегодня перед многими производителями, и отдельные маркетологи, к примеру, прогнозируют в ближайшие пять лет рост числа роботов на 3500 %. Разработки коммерческих андроидов сегодня ведут более 100 исследовательских групп по всему миру. Ожидаемый рынок андроидов в течение ближайших 12 лет — 30 млн шт.

### Сделай сам

Компания iRobot продает бытовых роботов, а также роботов для применения в военных целях. Но разработчикам нужны свежие идеи. Не так давно iRobot объявила, что 35-летний американец вьетнамского происхождения Данх Тринх из штата Мериленд выиграл организованный компанией конкурс Create Challenge и получил приз в 5000 долл. за свой "Персональный домашний робот". Собственно iRobot Create — это платформа с открытым интерфейсом для создания программируемых роботов — этакий робо-конструктор. Она содержит стандартные соединители для датчиков, приводных механизмов и других электрических и механических деталей, так что пользователи могут свободно проявлять свои творческие способности, изобретая роботов и снабжая их покупной электроникой. Тринх наделил своего робота датчиками и видеокамерами, которые позволяют ему двигаться и выполнять работу по дому. В дополнение к этому робот умеет воспроизводить музыку. Жюри выбирало победителей с учетом эстетических характеристик, интеллектуальных способностей, практичности, занимательности, завершенности и оригинальности их изделий.

### Андроиды Honda

В последние годы исследования в области робототехники все больше концентрируются на том, как сделать движения роботов более естественными. Роботы ASIMO — Advanced Step in Innovative Mobility (т. е. "серьезный шаг в инновационной мобильности") компании Honda позиционируются как будущие помощники человеку, способные работать бок о бок с людьми или выполнять их поручения.

В конце 1996 г. лучшей разработкой Honda в робототехнике был андроид Honda P2 — первый в мире автономный прямоходящий андроид, способный подниматься по ступенькам и успешно перемещаться по плоской поверхности. В P2 был вмонтирован компьютер, управляющий многочисленными двигателями, а также беспроводной интерфейс и аккумуляторы. Робот Honda P2 был ростом 182 см и имел проблемы с лишним весом (210 кг). Голова P2 была

размером с телевизор, зато он умел самостоятельно ходить даже по ступенькам, однако при падении P2 запросто мог придавить своего хозяина.

Через год появилась более совершенная модель Honda P3 — ростом уже 160 см и весом 130 кг. Разработчики придали ему дружелюбный человеку облик — по крайней мере, чтобы на улице не вызывать панику среди прохожих. Снижение веса стало возможным благодаря применению нового прочного и легкого каркаса из магния. Управляющий работой Honda P3 четырехпроцессорный компьютер размещался внутри массивного углепластикового "ранца" с аккумуляторами на 25 минут активной работы. Робот обладал недюжинной силой: в каждой руке мог нести до 9 кг. Скорость на ровной поверхности — 2 км/ч.

Первые шаги Honda ASIMO сделал еще в 2000 г. и выглядел именно так, как принято описывать андроидов в научно-фантастических романах — похож на Робби из первого рассказа Азимова из известного цикла. Его рост — около 120 см (оптимальный рост для различных действий без перемещения тела), вес — 43 кг. По своим пропорциям очень похож на мальчика в скафандре с огромным ранцем за спиной. "Глаза" робота находятся на уровне глаз сидящего в кресле взрослого человека. Движениями ASIMO можно управлять в режиме реального времени с помощью портативного дистанционного пульта. Диапазон перемещения "рук" по вертикали — 105° (у Honda P3 — 90°). Робот не только распознает до 50 голосовых команд и 30 жестов, но и адекватно на них реагирует.

Полный цикл активации ASIMO занимает 4 минуты (в 10 раз меньше, чем у Honda P3). Робот может корректировать свой шаг, учитывая изменение внешних условий, благодаря "упреждающей" технологии. При повороте ASIMO заранее перемещает центр тяжести на внешнюю сторону, что придает его движениям плавность. "Ноги" ASIMO достаточно подвижны и по своему строению напоминают ноги человека, так как состоят из такого же набора основных "суставов". "Ноги" обладают 6 степенями свободы, "руки" — 5, а "плечи" — 3. При ходьбе ASIMO переносит всю тяжесть то на одну ногу, то на другую, что придает его походке довольно игривый вид. Кроме перемещения по ровной поверхности, робот может подниматься по ступенькам. "Шея" ASIMO имеет две степени свободы, благодаря чему робот может поворачивать голову в стороны и слегка запрокидывать ее (до 15° от горизонта).

Основная задача робота — реагировать на просьбы людей и оказывать им помощь, например, переносить грузы. Маркетологи Honda предполагают, что в будущем ASIMO станет прекрасным помощником для пожилых людей (японцы очень трепетно относятся к нуждам стариков).

### Социальный андроид от Kawada

HRP-2P (Humanoid Robotics Project) — прототип "социального" андроида, разрабатываемого группой японских компаний под руководством Kawada

Industries. Видеоподсистему робота на трехлинзовую стереокамеру спроектировала Shimizu, кибер-руку создала Yaskawa. Пост HRP-2P — 154 см, вес — 58 кг. Основное назначение — работы на открытом воздухе и общение с людьми. "Скелет" робота имеет 30 степеней свободы. Особая конструкция "таза" дает ему возможность передвигаться даже по узкой тропинке. Высокая плотность размещения компонентов позволила разработчикам отказаться от "ранца". Робот умеет передвигаться по неровной поверхности, уверенно держать равновесие (есть гироскоп) и самостоятельно подниматься после падения. По ровной поверхности робот может передвигаться со скоростью до 2 км/ч. Грузоподъемность — по 2 кг для каждой "руки". Примечательно, что разработчики собираются открыть код операционной системы HRP-2P, дабы ПО для него смог создавать каждый желающий.

### Танцоры SONY

Несколько лет назад компания Sony выпустила робота-андроида SDR-4X. Вероятно, в новостных программах вы даже видели кадры премьеры этих роботов с групповыми танцами.

Интегрированная система адаптивного контроля в реальном времени — секрет пластики андроида Sony — обеспечивает оперативное управление всеми 28 "суставами" робота на основании сигнала от многочисленных датчиков. Робот прекрасно передвигается, не теряя равновесия и на неровной поверхности. Робот даже ставили на раскачивающуюся в двух плоскостях поверхность. И он переступал с ноги на ногу, отходил на шаг назад, делал шаг вперед, но сохранял устойчивость. Недаром на рекламных снимках SDR-4X часто изображают на скейтборде. Кстати, для сохранения устойчивости и выбора способа движения (например, при подъеме по ступенькам) робот не нуждается в помощи внешней рабочей станции для анализа нестандартной ситуации — ему вполне достаточно собственных "мозгов". При росте 58 см робот с аккумуляторами весит 6,5 кг. Максимальная скорость на ровной поверхности — 20 м/мин.

Функцию глаз у андроида Sony SDR-4X выполняют две видеокамеры с цветными CCD-матрицами, обеспечивающие стереоскопическое зрение. Робот может не только воспринимать очертания объекта, но и способен оценить расстояние до него. "Трехмерное" изображение необходимо, чтобы обходить препятствия, заранее просчитывая оптимальный маршрут, а самое главное — узнавать людей по чертам лица. Да-да, SDR-4X способен выделять из общего фона лица людей, а в его памяти может храниться до десяти образов различных лиц. В зависимости от "эмоционального состояния" андроида, с помощью светодиодов, его глаза изменяют свой цвет (доступно до 6,5 тыс. оттенков).

Робот обладает "слуховой системой" с семью микрофонами и синтезатором речи. Он способен ориентироваться по источнику звука и распознавать голоса. Встроенные функции распознавания речи у робота весьма слабые, однако, он

может через беспроводной сетевой интерфейс перенаправить оцифрованный речевой сигнал на рабочую станцию для более тщательного анализа. Голосовой синтезатор робота намного совершеннее, чем его слуховые возможности: SDR-4X умеет петь и произносить 60 тыс. слов. "Мозг" SDR-4X базируется на паре 64-разрядных RISC-процессоров плюс два модуля DRAM-памяти по 64 Мбайт и операционная система реального времени Sony AperiOS.

SDR-4X способен выражать свои "эмоции" движениями головы (4 степени свободы), рук и даже пальцев, которыми робот может двигать каждым по отдельности. Из соображений безопасности возможность "давать волю рукам" у робота заблокирована: дать оплеуху или просто сжать руку он не может.

Позже у Sony появилась модель Qrio, предназначенная, в первую очередь, для игр с детьми. Робот обладает более развитым интеллектом и, соответственно, расширенными возможностями (38 сервомоторов) в части передвижения.

### Азиатские женщины

За последние пару лет ведущие японские и корейские компании занялись роботами, умеющими свободно поддерживать диалог на достойном уровне. Очаровательные механические девушки создавались в качестве помощниц по хозяйству, воспитательниц и работниц офисов.

В городе Сакае, Япония, открылся первый японский музей роботов (Robot Museum). Музей совмещен с магазином, где продаются исключительно роботы, так что, пробродив по залам, поиграв и полюбовавшись экспонатами, можно выбрать что-нибудь себе домой из более 2 тысяч экземпляров.

К примеру, у робота по имени Repliee Q1Expo вместо кожи гибкое силиконовое покрытие и женская внешность. Несколько сенсоров и моторов позволяют ему/ей двигаться и реагировать, как человек. Она может моргать и дышать. В механизме робота — 42 привода, питающихся от воздушного мотора-компрессора, что позволяет двигаться подобно человеку. Собственно, были проанализированы движения человека, которые и стали "шаблоном" движений Repliee Q1Expo. Она может взаимодействовать с людьми и отвечает на прикосновения. Все очень радостно, однако это лишь начало длинного пути. Но разработчик андроида профессор Хироши Ишигуро из университета Осаки убежден, что вскоре люди будут обманываться, принимая роботов за себе подобных.

Что касается разработки мимики, то Ишигуро, пожалуй, самый продвинутый разработчик. Его знаменитый двойник Geminoid выполнен как точная копия профессора — тело с 46 степенями свободы было скопировано с Ишигуро, а форма черепа выполнена после объемного сканирования его головы.

Брюнетку из Кореи зовут EveR-1. Она понимает 400 слов и при разговоре умеет держать зрительный контакт. Движения губ соответствуют произносимым словам. Ева умеет общаться по мобильному телефону. Пятнадцать



серво-моторчиков в силиконовом лице позволяют выражать радость, злость, печаль, счастье. С расстояния нескольких метров Еву легко можно спутать с живой девушкой из плоти и крови, но вот передвигаться она не умеет. Корейские ученые работают сейчас над преодолением этого недостатка.

### А что у нас?

Шагающие роботы разрабатывались еще в СССР. При этом наши ученые-инженеры были конкурентоспособны специалистам Японии и США. Теперь ситуация несколько изменилась, но ее можно исправить, учитывая, что самые перспективные профессии на сегодня — программисты искусственного интеллекта (AI), технологические дизайнеры и специалисты по пневматическим и гидравлическим приводам.

Вот, к примеру, разработчики из магнитогорского ЗАО "Андроидные роботы" представили недавно робот из пластика и алюминия ростом 35 см и весом 1,5 кг. Модель способна имитировать все основные движения человека и при этом превосходит зарубежные аналоги

по длительности действия батареи. Про интеллект, правда, не сообщается.

### И что же дальше?

Ожидается, что уже к середине XXI века объемы производства андроидов станут сравними с объемами производства автомобилей. Если проводить аналогии, то современный уровень развития индустрии роботов сопоставим с состоянием мировой автомобильной промышленности в 1900 г.

Пока качественные андроиды весьма дороги и вряд ли будут стоить дешево хороших автомобилей. Искусственный интеллект еще в зачаточном состоянии. Много неприятностей доставляют разработчикам несовершенные аккумуляторы: максимальный срок автономной работы — около получаса. Хотя, возможно, через 12...15 лет в обеспеченных семьях появятся электронные гувернеры, дворецкие и сиделки. Как бы было замечательно поручить весь утомительный труд роботам-андроидам. Вообще, робот — идеальный заменитель рабского труда, без которого, например, не мог существовать "город солнца" Кампанеллы (как, впрочем, и некоторые другие социальные проекты). И он позволил бы людям заняться чем-нибудь возвышенным, подняться на новую духовную высоту, избавившись от ненужного и бесполезного с точки зрения самосовершенствования труда. Или окончательно поселиться на диване перед телевизором с бутылочкой пива.

Что касается интеллекта, то под ним подразумевается способность правильно передвигаться в пространстве, грамотно выполнять свою работу, принимать правильные решения исходя из предпосылок. Несомненно, чтобы захотеть завоевать мир, этого явно недостаточно, ибо тогда уже нужен разум, а не интеллект. Так что обыватели, напуганные американскими ужасами про роботов-терминаторов, пока могут перевести дух. Сегодня инженеры лишь пытаются эмулировать простейшие процессы, протекающие в мозгу человека, и фантазируют о том, что когда-нибудь можно будет создать алгоритм честолюбия и ответственности, жажды власти и жестокости, доброты и любви.

Сегодня даже самые естественные для человека процессы восприятия мира приходится заменять сложными алгоритмами сканирования с последующим анализом. До высокой идентичности здесь тоже еще далеко. Может быть, все получится с какими-нибудь нейрокомпьютерами, но сегодня прогресс в создании роботов в большей степени достигнут в части движения и мимики, чем в области искусственного интеллекта.

Ученые надеются, что к моменту появления "настоящего" разумного робота для него уже будет готово замечательное тело. Но, быть может, все это устареет на фоне грядущих достижений генной инженерии, когда, добавляя в человеческий геном новые гены, можно будет выпускать — хотите, на рынок труда, хотите, на поле боя — улучшенные модели человека: природного подводника, полярника, солдата, журналиста или топ-менеджера. ■