

Robo Sapiens

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

"Разум есть способность живого существа совершать нецелесообразные или неестественные поступки".

Братья Стругацкие "Пикник на обочине"

На страницах журнала уже рассказывалось о наступлении эры Индустрии 4.0, которая предполагает формирование производственной среды с интенсивным использованием автоматизации и обмена данными, а также возможностей киберфизических систем, Интернета вещей (IoT) и "облачных" вычислений. С наступлением Индустрии 4.0 производители смогут оперировать более "умными" промышленными предприятиями, на которых станет проще и эффективнее изготавливать продукты для индивидуальных заказчиков.

Одной из составляющих Индустрии 4.0 является робототехника, появилась и растёт соответствующий рынок "умных" машин, автономных роботов, экспертных систем и цифровых помощников. В частности, на производстве машины исправляют и предотвращают ошибки обработки, которые могут возникнуть из-за износа механических компонентов, способны хранить информацию о последовательности процессов и условиях функционирования машин, оборудованных датчиками. Наблюдается рост инвестиций в "умные" машины с технологией искусственного интеллекта. Недавно Forbes обнародовал итоги исследования аналитиков Evans Data Corporation, в соответствии с которыми 56,4 % ИТ-разработчиков сегодня занимаются созданием приложений для роботов. Робототехника стала приоритетом, опередив разработку популярных приложений в сфере искусства и развлечения, а также автотранспорта.

С момента своего появления роботы прошли путь от примитивных механизмов до сложных и весьма эффективных устройств, в очень многих областях превосходя человека. Эти электронно-механические помощники человека способны выполнять операции по заложенной в них программе и реагировать на окружение. Кстати, своё название они получили от чешского писателя Карела Чапека, опубликовавшего в 1920 г. сценарий "Россумовские универсальные роботы". В области фантастической литературы роботы прошли стремительное развитие, и уже через 50 лет в "Часе Быка" Иван Ефремов рассказал о личных роботах-спутниках СДФ (servus, defensor, phalangarius или слуга, защитник, носильщик), которые настраивались на индивидуальные биотоки (о них уже шла речь на страницах журнала). Реальная жизнь идёт по стопам жизни, придуманной писателями, хотя по понятным причинам от неё отстаёт.

Активное производство роботов началось в 70-е годы прошлого века. Как правило, это были промышленные роботы для выполнения однообразных и порой опасных операций. Сегодня масса промышленных роботов использует

ся в автомобильной промышленности. Благодаря им доля человеческого труда на производстве постоянно сокращается. Полностью автоматизированные фабрики, вроде фабрики IBM для сборки клавиатур в Техасе, называют "фабриками без освещения". Всё производство, от момента выгрузки материалов и до получения готовой продукции, полностью роботизировано и может работать круглосуточно и без выходных.

Современным роботам пока ещё далеко до СДФ или до роботов-андроидов Айзека Азимова, но уже сегодня можно представить себе такую картину: в больнице к кровати больного подходит сиделка — человекоподобный робот и помогает ему перебраться в инвалидное кресло. Созданная группой учёных из Токио модель Twendy-One может держать в своих пальцах даже пластиковую соломинку. Американская компания Design начала продажи робота (вернее, интеллектуальной роборуки с подносом для блюд) Obi, который помогает кормить людей с ограниченными физическими возможностями. В режиме обучения Obi с первого раза запоминает направление, в котором нужно нести ложку, приспосабливается к разнообразности и количеству порции, может соскрести еду со стенок и дна отделений подноса, а также избегать столкновений с возникающими на пути ложки препятствиями.

В общем, подобные роботы уже не фантастика, а реальность, и с каждым годом они всё больше становятся похожими на нас. Развитие робототехники активно набирает обороты, она внедряется во все сферы человеческого существования — управление самолётами и поездами; лечение болезней; разведка на расстоянии; производство всевозможной продукции; охрана домов и предприятий; личная помощь и развлечения. Собственно, сегодня нет такой области, в которой человек не попытался бы создать себе автоматического помощника. На производстве работают сотни тысяч роботов, но гораздо больше их трудится за пределами фабричных цехов. Автономные роботы, обладающие свободой передвижения, включают в себя автономные летательные аппараты; существуют роботы-санёры (Mini-Andros), роботы-газонокосилки (Robomower), роботы-курьеры (HelpMate), доставляющие лекарства и документы в некоторых больницах, и т. д. Можно считать функционально близкими к роботам банкоматы и более совершенные киоски для выполнения различных финансовых операций — они также эффективно заменяют работника-человека. И несмотря на один из банковских гуру обещал существенное сокращение людей среди персонала финансовых учреждений.

Роботизация будет не совсем такой, какой её описывали фантасты, и будет сочетаться с автоматизацией (без автономности), переносом множества видов деятельности в онлайн (например, заказ билетов), "поумнением" нашего окружения ("умные" дома, дороги и т. п.). Например, не будет нажимающего кнопки андроида-лифтёра, а будет умный лифт. Не будет роботов-переводчиков, как в "Звёздных войнах", а будут функции синхронного перевода в смартфонах. Появится огромное количество автономных специализированных роботов, но выглядящих совершенно по-разному и выполняющих очень разные функции. Роботы будут передвигаться на колёсах, на двух и более ногах, ползком, прыжками и другими способами, причём не только по Земле, но и по поверхности других планет. Роботы будут плавать по поверхности рек и морей и в глубинах океана, летать в воздухе (некоторые без посадки), обеспечивая связь и наблюдение за окружающей средой. Многие роботы будут способны менять свою форму и структуру в зависимости от ситуации. Программы и форма роботов смогут создаваться с помощью эволюционных алгоритмов.

Текущим трендом в развитии робототехники является внедрение искусственного интеллекта AI (Artificial Intelligence — область науки, занимающаяся автоматизацией разумного поведения). Во-первых, роботы должны уметь самостоятельно принимать какие-то решения, например, сохранить равновесие или выбрать один из нескольких сценариев поведения. Во-вторых, научиться общаться с человеком, и самым простым способом здесь является речь. В частности, компания Google центральное место в своей продуктовой линейке отводит голосовому ассистенту Google Assistant. Точно также считают и её конкуренты Microsoft (продукт Cortana), Amazon (продукт Alexa) и Apple (продукт Siri). Google рекламирует свой Assistant как технологию, которая работает на технологии нейронных сетей, способна обучаться, понимать смысл и контекст запросов пользователя, воспроизводить эмоции, расставлять речевые акценты, а также выдавать релевантные ответы. Таким образом, технология будет подстраиваться под каждого конкретного пользователя и станет его уникальным персональным помощником, с которым, помимо всего прочего, можно будет побеседовать. Одновременно Assistant открывает большие перспективы для машинного перевода. В Google считают, что в ближайшие десять лет мы перейдём в AI-центричный мир, в котором голосовые помощники станут основными посредниками между компьютером и человеком, предлагая ему наиболее естественный и удобный способ взаимодействия.

Разработки в области AI ведутся с переменным успехом с середины прошлого века по двум направлениям. С одной стороны, опираясь на когнитивные модели науки, исследователи пытаются моделировать работу мозга исходя из формального описания интеллектуальной деятельности. С другой стороны — на основе биологии разбираются в



работе нейронов в мозге, моделируют их поведение, создавая так называемые интеллектуальные нейронные сети (ИНС), после чего ждут появления искусственного интеллекта. На эти исследования выделяются миллиарды долларов (проекты Human Brain Project, Brain Initiative и др.). Но только в последние несколько лет произошли революционные изменения благодаря использованию алгоритмов нейронных сетей и глубокого обучения (deep learning), а также достижениям нано- и биотехнологий. Google научился распознавать речь, сортировать изображения и даже помогать отвечать на письма, Facebook определяет людей на фотографиях, Apple и Baidu создали голосовых помощников, Microsoft оценивает ваш пол и возраст по фотографии, описывает эмоции или переводит устную речь "на лету". Tesla Motors разрабатывает автопилот второго поколения, который сможет считывать дорожные знаки и распознавать сигнал светофора. Компьютер обыграл человека во все мыслимые игры, суперкомпьютер IBM Watson — чемпион в интеллектуальных боях, военные совместно с DARPA (в недрах которой когда-то зародился Интернет) разрабатывают нейроинтерфейс (мозг—компьютер) и приступают к созданию киборгов...

Говорят, что путешествие по Марсу робота-ровера Curiosity — лучшее, что случилось с космонавтикой и робототехникой за последние несколько лет. Curiosity уже давно колесит по окрестностям кратера Гейла, ведёт твиттер и собирает самую фантастическую информацию на свете — от пейзажей до проб инопланетной почвы. Девятистакилограммовым роботом с задержкой в 14 мин и 6 с управляет лётная команда НАСА, но и в одиночестве Curiosity способен лавировать между препятствиями на пути движения и собирать полезные данные. И хотя по вычислительной мощности он уступает даже четвёртому iPhone, семнадцать различных камер, двухметровая рука и многочисленные сенсоры, вроде детектора воды, предоставленного отечественным федеральным космическим агентством, делают из него идеального исследователя. И если когда-то зайдёт спор, кто первым ступил на Марс, то первенство уже останется за роботами.

AI используется во многих сферах, включая физику и медицину, и потому должен быть в ответе за соблюдение известных законов робототехники:

— робот не может причинить вред человеку или своим бездействием допустить, чтобы человеку был причинён вред;

— робот должен подчиняться командам человека, если эти команды не противоречат первому закону;

— робот должен заботиться о своей безопасности, пока это не противоречит первому и второму законам.

Трансгуманистическое значение робототехники состоит не только в том, что эта область связана с киборгизацией и искусственным интеллектом, но, кроме того, — развитие роботов может значительно изменить образ жизни человека, хотя и не меняя при этом его самого. В свою очередь, развитие ро-

ботов идёт по двум направлениям: роботизированные вещи и человекоподобные роботы-андроиды. На самом деле нет чёткой грани между роботами и просто машинами. Постепенно в нашу жизнь придут бытовые роботы, которые будут ходить, ездить, разговаривать с нами и вести домашнее хозяйство.

Всё-таки по большей части пока речь шла о роботизированных вещах. Именно они работают на производстве и во многих других местах. На них же отрабатываются элементы будущих роботов-андроидов. Вот, к примеру, робот из лаборатории Disney Research может прыгать, удерживая равновесие в течение нескольких секунд без дополнительных кабелей или жёсткой сцепки. Компания Ghost Robotics разработала компактного четырёхногого робота Miniatur с прямым приводом ног (обычно в конструкции ног двуногих и четвероногих роботов используется несколько сочленений, а также различные пружинящие или эластичные элементы). Японская компания Prodyne представила грузовой дрон-мультикоптер PD6B-AW-ARM, оборудованный двумя манипуляторами, похожими на руки и имеющими пять степеней свободы, которые позволяют захватывать и перевозить на высоте до 5 км со скоростью 60 км/ч различный груз массой до 10 кг на одну руку.

По оценке экспертов Research and Markets, объём рынка Интернета роботизированных вещей (Internet of Robotic Things — IoT) к 2022 г. достигнет объёма 21,44 млрд долларов США. Рост рынка, по словам экспертов, будет обусловлен вхождением IoT в бизнес-электронную коммерцию, а также расширением области применения за счёт интеграции роботов с различными технологиями, короткими сроками окупаемости проектов и рентабельностью инвестиций. Эксперты отмечают, что наиболее высокие показатели роста IoT будут отмечаться в сфере совместных промышленных роботов, работающих в контакте с людьми — одним из самых свежих трендов в промышленной автоматизации.

Один из перспективных сегментов IoT — домашние роботы. В будущем это некое подобие робота-дворецкого, который будет служить людям, помогая им в повседневных обязанностях в качестве компаньона, освобождая от тяжёлой и монотонной работы. В качестве стимулов роста данного сегмента отмечаются способность домашних роботов к самообучаемости, старение населения Земли и урбанизация. "Домашний" AI — одна из сфер интереса основателя Facebook Марка Цукерберга, который намерен создать робота-помощника, управляемого голосом. Ожидается, что он поможет не только в быту, но и в управлении компанией. Стоит также напомнить, что не так давно искусственный интеллект Deep Mind от компании Google фактически совершил интеллектуальную революцию, впервые обыграв в игру го человека (кстати, серьёзного специалиста по этой игре).

В сферу домашнего хозяйства роботы проникли в начале 2000-х (что, кстати, было предсказано футуристами в 60-е годы): газонокосилки, роботы-

пылесосы и мойщики пола. К примеру, компания iRobot продала уже несколько миллионов робопылесосов Roomba. "Помучили" и неподвижные машины — стиральные, посудомоечные и пр.

Особая категория — андроиды или человекообразные роботы. Роботы обладают высокой точностью, быстротой и сноровкой, но человеку этого мало. Мы хотим видеть рядом с собой не безликую машину, а существо, визуально напоминающее нас. Однако создать андроидов оказалось более сложным делом, чем ожидалось. Потребовались значительные достижения в области эффективных моторов, технологии машинного зрения и увеличение вычислительной мощности компьютеров, чтобы появились первые андроиды, способные передвигаться, ориентироваться в пространстве и что-то делать.

Чуть проще ситуация с развлекательными роботами, старт которым положил выход на рынок робота Aibo и робособаки от Sony. Зато теперь уже многие игрушки наделяются зачатками интеллекта — процесс, который скоро приведёт к появлению действительно разумных игрушек. К примеру, роботы-тюлени и роботы-кошки уже повышают настроение пожилых людей в японских домах для престарелых.

Особая забота разработчиков — облик робота-андроида. Сначала люди создали для роботов человеческую фигуру, а потом приняли за лицо. После его создания учёные начали работать над гримасами. И вскоре люди, которые побывали на выставках робототехники, были поражены небывалым сходством роботов с человеком. В 2006 г. в Токио был продемонстрирован робот, который имел внешний вид красивой восточной девушки. Распущенные волосы, высокая женская грудь, идеальное сходство с человеком. Девушка оживлённо разговаривала по-японски и поворачивала голову в разные стороны. Идеально подобранная одежда хорошо сидела на "человеческом" теле. На расстоянии можно было спутать её с живым человеком. С ближней дистанции робот выдал себя кистями рук и пальцами, которые не двигались. Если приглядеться, то видны искусственные глаза, но если их слегка прикрыть чёлкой, то робот приобретает человеческое обличье.

Недавно в Калифорнийском университете в Беркли была разработана синтетическая кожа E-skin для роботов, которая по всем показателям имеет сходство с человеческой. В основе кожи — наноструктура, работающая как множество транзисторов, выращенная из кремниевых и германиевых нитей. Нити нанесены на клейкую полиамидную плёнку. На поверхности тонких волокон нанесён изолирующий слой с рисунком, и дальше такой же слой был нанесён на слой резины. Между двумя слоями имеется связь (проводящие мостики, которые выполнены в виде тончайших электродов). В результате E-skin способна "ощущать" место приложения давления незначительной величины. Разработанная технология позволяет использовать в качестве основного материала не только резину, но и пластик, а также возможен вариант введения в структуру

материала антибиотиков и других веществ. При испытании материала использовался небольшой кусок искусственной кожи размерами 70×70 мм, на который была нанесена чувствительная матрица 19×18 пикселей, состоящая из сотни нанощтырей. Учёные прикладывали к куску кожи различное давление — от 0 до 15 кПа. Испытания прошли успешно, и исследователи убедились, что искусственная кожа близка по чувствительности к человеческой.

Широко освещалась работа учёных из Бристольской лаборатории робототехники, которые создали робота Жюля. Эта модель может имитировать любую человеческую гримасу. Вы просто садитесь за стол перед роботом и начинаете гримасничать. Он же, в свою очередь, следит за вами своими глазами-сенсорами и повторяет движения за вами. Для работы лицевых мышц задействованы 34 миниатюрных мотора, которые позволяют роботу воспроизводить до десяти основных человеческих эмоций.

Наделение роботов-андроидов интеллектом — вопрос времени. Очевидно, что пока дела с кинематикой и функциональностью у роботов обстоят намного лучше, чем с сознанием. AI быстро развивается, и если ещё в 2013 г. он был на уровне четырёхлетнего ребёнка, то уже год спустя одному из компьютеров удалось решить одну из математических задач Эрдеша. Примитивные формы искусственного интеллекта, уже существующие на сегодняшний день, доказали свою полезность, но существуют опасения, что однажды человечество создаст нечто такое, что превзойдёт своего создателя. Согласно прогнозам, к 2020 г. средний AI будет близок к интеллекту взрослого человека. Кстати, Далай-Лама XIV не исключил наличия сознания на компьютерной основе, что даёт основание полагать наличие души у полностью сформированного AI. При всём этом взбунтовавшийся искусственный интеллект — страшный сон человечества. Среди учёных неоднократно поднимался вопрос этичности его использования, и даже три закона робототехники были признаны бесполезными для развивающейся науки из-за размытости формулировок.

Конечно, именно наличие AI (а ещё лучше — сознания) делает робота по-настоящему интересным. К примеру, канадские учёные-нейробиологи недавно представили самую сложную симуляцию мозга на сегодняшний день под именем Sprain, которая условно состоит из двух с половиной миллионов нейронов и способна выполнять восемь различных задач, вроде решения базовых IQ-тестов. Оборудованное роботизированной рукой и цифровым "глазом" в некотором смысле подобное устройство представляет собой разумную форму жизни.

По мнению скептиков, машина никогда не сможет быть похожа на человека, и эмоциональные чувства ей чужды. Но учёные уже создают роботов, которые способны обучаться у человека. К примеру, внедрённые в роботов искусственные нейронные сети помогают определить эмоциональный настрой хозяина, заметить его боль и переживания (не все люди, кстати, способны на такое).

Один из самых уважаемых и известных британских учёных, космолог Стивен Хокинг, недавно заявил, что усилия по созданию мыслящих машин могут привести к тому, что само существование человечества окажется под угрозой: "Такой разум возьмёт инициативу на себя и станет сам себя совершенствовать со всё возрастающей скоростью. Возможности людей ограничены слишком медленной эволюцией, мы не сможем тягаться со скоростью машин и проиграем".

Правда, целый ряд учёных считает, что до создания необходимых алгоритмов, которые приведут к появлению полноценного AI, остаётся как минимум несколько десятилетий. Однако же и они не могут с уверенностью сказать, что произойдёт, когда машины превзойдут нас интеллектом и как поведут себя по отношению к нам. Хочется верить, что AI окажется позитивной силой. Зато более реалистичны опасения, что в краткосрочной перспективе машины, обученные выполнять грязную механическую работу, лишат людей миллионов рабочих мест.

Можно представить три типа сценариев взлёта AI с человеческого на сверхразумный уровень:

— Медленный взлёт будет происходить от десятилетий до столетий, и человечество сможет обдумать свои дальнейшие политические ходы, адаптировать их к ситуации и правильно реагировать на происходящее. Если выяснится, что нужны новые системы безопасности и общественного контроля над исследованиями в области AI, будет достаточно времени, чтобы их разработать и развернуть.

— Быстрый взлёт произойдёт в течение минут, часов, дней, и у людей почти не останется возможности реагировать на него. Никто не успеет ничего заметить, как игра окажется уже проигранной. В этом случае судьба человечества в основном зависит от проведения соответствующей подготовительной работы. Но тогда алгоритмы этих действий должны быть или действительно элементарными, или запланированными, запрограммированы и отрепетированы заранее.

— Умеренный взлёт произойдёт в течение нескольких месяцев или нескольких лет. В этом случае у человечества остаётся некоторая возможность отреагировать на происходящее, но не будет времени проанализировать его, протестировать разные подходы и решить сложные задачи координации действий. На создание и развертывание новых систем, таких как политические меры, механизмы контроля, протоколы безопасности компьютерных сетей, времени тоже не останется, но, возможно, получится приспособиться к новым обстоятельствам уже существующие нормы.

Судьба робота — это судьба ребёнка, для которого заботливый отец пытается построить осмысленную вселенную, поработит и освободит в одинаковой мере. И пока искусственная форма жизни учится ходить и требовать к себе внимания, нам уже пора морально готовиться к сосуществованию.

Не дожидаясь окончательного взлёта AI, специалисты развенчивают мифы, которые окружают робототехнику. Прежде всего, роботы не будут повсюду и для всех желающих. К примеру, было бы не-

сколько наивно считать, что люди смогут приобрести себе в личное пользование робота, если им не хватает денег на еду или жильё. Толпы роботов не будут обслуживать население Земли — они будут обслуживать лишь 3 % богатых и знаменитых. Собственно, при капитализме благо может получить только тот, кто за него заплатил.

Будут ли роботы полностью безопасными для человека — тоже вопрос несмотря на Три Закона Робототехники. К примеру, кто поручится, что робот, собранный в США, будет считать людьми кого-нибудь, кроме американцев? К тому же первый и второй законы зачастую прямо противоречат современным чаяниям и надеждам, возлагаемым на роботов будущего. Военные вкладывают миллиарды долларов в разработки боевых роботов, которые бы более эффективно уничтожали, взрывали и жгли противника.

Через десять лет ожидается распространение нанороботов (наноботов), которые смогут выполнять строительство нужных структур из молекул и атомов, что позволит обойтись без специальной подготовки исходных материалов. Это значит, что даже отдельные нанороботы будут достаточно независимыми. В целом они произведут ещё большую революцию, чем обычные роботы. К примеру, они не будут нуждаться в каких-то особых материалах, ведь для производства практически чего угодно они смогут использовать даже воду и воздух. Нанороботы смогут легко создавать любые, самые сложные и совершенные материалы и продукты с абсолютной точностью. Разумеется, они смогут создавать и свои собственные копии, так что их всегда будет достаточно, чтобы выполнить любые задачи, которые поставит перед ними человек. Правда, основная опасность, подстерегающая человечество в будущем, будет заключаться как раз в том, чему именно научатся все эти роботы у человека...

Наномашины смогут не только производить, но и ремонтировать, в том числе и клетки человеческого организма. Оптимисты от медицины считают, что именно медицинские нанороботы сделают человека не просто нестареющим и неболеющим, но и практически неуязвимым. Очень может статься, что оптимисты от медицинского бизнеса будут весьма встревожены такими возможностями. А футурологи уже представляют, как множество невидимых нанороботов в форме "конструктивного тумана" заполнят пространство у поверхности Земли, готовые по первой мысленной команде человека мгновенно преобразоваться в любой предмет. Потом человечество сможет принять решение о перестройке всей нашей планеты в гигантскую наносистему, когда каждая песчинка, каждая капля, каждая крипица материи будет состоять из множества нанороботов и наноконピューтеров. Правда, быть может, эту часть прогрессивного человечества было бы лучше переселить куда-нибудь на другую планету.

По материалам PCWeek.ru, trendclub.ru, etherdynamic.ru, ribalych.ru, lookatme.ru, ai-news.ru, shkolazhizni.ru, bbc.com