

РОБОТЫ - ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ

Раиса Чудновская

Введение

В данной статье даются понятия робота и робототехники, приводятся законы робототехники, рассматривается краткая история её развития. Особое внимание уделено роботам, созданным в Массачусетском технологическом институте (MIT), а также использованию роботов в современном обществе. В статье также обсуждаются перспективы развития робототехники в ближайшее время.

Определения

Робот - это механическое или виртуальное искусственное устройство, обычно электромеханическая машина, действующая под руководством компьютерной программы или электронной схемы. Это слово впервые употребил в 1920 г. Карел Чапек в пьесе «Россумские Универсальные Роботы» [1].

Робототехника – наука, занимающаяся разработкой автоматизированных технических устройств и систем на базе электроники, механики и программного обеспечения. Кибернетика («искусство управления» - др.-греч.) — наука об общих закономерностях процессов управления, передачи и преобразования информации в различных системах – технических, биологических или общественных.

Основные законы робототехники

В 1942 г. Айзек Азимов, написавший серию рассказов о роботах для научно-популярного журнала, впервые использует в своем рассказе «Хоровод» ("Runaround") слово "робототехника" (robotics) и предсказывает развитие мощной робототехнической промышленности.

В этом рассказе также впервые формулируются "Три Закона Робототехники" Азимова:

1. Робот не может причинить вред человеку или своим бездействием допустить, чтобы человеку был причинён вред.
2. Робот должен подчиняться командам человека, если эти команды не противоречат первому закону.
3. Робот должен заботиться о своей безопасности, пока это не противоречит первому и второму законам.

Впоследствии Азимов добавляет в этот список "Нулевой Закон", касающийся всего человечества: Робот не может причинить вред человечеству или своим бездействием допустить, чтобы человечеству был причинён вред [3].

Краткая история развития робототехники

До нашей эры. Первое упоминание о роботах встречается в середине III тыс. до н. э., когда у египтян появилась идея создания «думающих» машин. Для этого внутри статуй прятались жрецы, которые делали предсказания и давали советы.

В еврейской мифологии рассказывается, что царь Соломон в 10-ом веке до н. э. построил трон с механическими животными, которые приветствовали его, когда он садился на него — орёл возлагал корону на его голову, голубь приносил ему свиток Торы, а золотые бык и лев помогали ему подняться на трон. В 8-ом веке до н. э. в "Илиаде"

Гомера упоминаются "механические слуги". В 5-ом веке до н. э. в работах Платона высказываются идеи, связывающие человеческое мышление и машины, а в 1-ом веке до н. э. в книге "Пневматика" Герон Александрийский описывает десятки различных автоматических механизмов. В его "театре автоматов" описано целое представление, которое разыгрывали фигурки-куклы, приводимые в движение с помощью системы зубчатых колес, блоков и рычагов.

Дальнейшая история развития робототехники неразрывно связана с развитием науки и техники, с открытием электричества.

Средние века. Леонардо да Винчи спроектировал (а, возможно, собрал и испытал) механического рыцаря, облаченного в броню. По всей видимости, он явился первым антропоморфным (человекоподобным) роботом, запрограммированным на имитацию человеческих действий.

В 18-ом веке немецкий изобретатель Фридрих фон Кнаус создал андроида - человекоподобного робота, способного держать перо и писать 107 различных слов. Робот рисовал карандашом на листе, время от времени останавливался, созерцал нарисованное, затем дул на бумагу, чтобы удалить с неё соринки. Среди прочих рисунков он рисовал портрет короля Луи XV. Другой робот фон Кнауса - девушка-музыкант. Она сидела за фисгармонией, пальцы её рук бегали по клавишам, голова поворачивалась, как бы следя глазами за движением рук.

В 1886 г. П. Л. Чебышёв создал устройство типа механической лошади. Оно имитировало ходьбу лошади, но на лошадь оно похоже не было – это была так называемая стопоходящая машина. Была представлена на Парижской выставке.

В 1900 г. Луи Филипп Перью в Америке создал «Автоматического Человека». "Этот гигант из дерева, каучука и металлов, который ходит, бежит, прыгает, разговаривает и закатывает глаза, — практически во всём в точности подражает человеку"- с восторгом писали о нём газеты. Автоматический Человек был ростом 2,25 м, одет был в белый костюм, носил гигантскую обувь и соответствующую шляпу.

Наше время. В 20-ом веке роботы активно используются в кинематографии. В 1927 г. Фриц Ланг, немецкий кинорежиссёр, снимает фильм "Metropolis". В нём участвует робот «Мария» - первый робот в кинематографе.

В 1963 г. в американском фантастико-приключенческом фильме "Ясон и аргонавты", созданном на основе древнегреческого мифа появляется робот – 30-метровый бронзовый великан «Талос».

В 1960 г. построен первый промышленный робот "Versatran", предназначенный для практического промышленного использования. Он разработан в компании AMF (American Machine and Foundry) Джонсоном и Миленковичем. Робот имел три степени подвижности. Управление им осуществлялось с помощью магнитной ленты.

Промышленные роботы могут выполнять как основные технологические операции, например, сварку, окраску, сборку, так и вспомогательные операции - загрузку-выгрузку технологического оборудования, транспортные операции и др. При использовании сменной технологической оснастки выполняемые операции могут выполняться одним роботом. Подобные роботы нашли широкое применение в автомобильной промышленности, так существуют цеха, где все операции выполняются роботами.

В 1961 г. в университете Джона Хопкинса было создано кибернетическое устройство, получившее известность как "Животное Хопкинса". Под управлением транзисторных схем "Животное" блуждало по коридорам физической лаборатории, пока не "чувствовало" разрядку аккумуляторных батарей. После чего с помощью специального оптического фотоэлемента начинало искать на белых стенах лаборатории черные розетки. Найдя такую розетку, "Животное" с помощью специальной чувствительной руки со штепселем заряжало свои батареи и снова переходило в режим "блуждания". Поведение

"Животного" можно сравнивать с поведением одноклеточных организмов, подобных амёбе.

Особо следует выделить роботы, управляемые компьютерами. Так в 1954 г. Джордж Девол разрабатывает первого промышленного программируемого робота и вводит термин Universal Automation. А в 1956 г. Клод Шеннон в MIT выдвигает идею создания «чувствующего» робота. Этот робот собирает разбросанные по поверхности стола кубики и укладывает их в ящик. Аспирант MIT Генрих Эрнст, реализуя эту идею, конструирует «чувствующую» руку-манипулятор, управляемую компьютером.

Об искусственном интеллекте.

В 1949 г. Алан Тьюринг посылает в лондонскую газету "Times" свое знаменитое письмо об искусственном интеллекте. Он же в 1950 г. в работе "Computing Machinery and Intelligence" описывает способ определения, является ли машина мыслящей, ставший известным как "Критерий Тьюринга" ("Turing Test"). Критерий Тьюринга закладывают в основу ежегодных соревнований между творцами думающих программ. «Человек взаимодействует с одним компьютером и одним человеком. На основании ответов на вопросы он должен определить, с кем он разговаривает: с человеком или компьютерной программой. Задача компьютерной программы — ввести человека в заблуждение, заставив сделать неверный выбор».

Джон Маккарти, Марвин Мински, Нат Рочестер и Клод Шеннон организуют историческую конференцию в Dartmouth колледже, одним из результатов которой является введение термина "искусственный интеллект". И в 1963 г. Джон Маккарти создает лабораторию искусственного интеллекта в MIT. Одновременно Марвин Мински публикует статью "Шаги к искусственному интеллекту" (Steps Toward Artificial Intelligence). В 1964 г. Джон Маккарти покидает MIT и основывает Artificial Intelligence Laboratory в Стэнфордском университете. Лаборатории искусственного интеллекта создаются также в Эдинбургском Университете (University of Edinburgh) и в Университете Карнеги-Меллона (Carnegie Mellon University).

Одним из шагов в реализации искусственного интеллекта явилось создание шахматных программ. В 1952 г. Артур Сэмюэль из IBM начинает создание первой шахматной программы, чтобы оспорить титул международного чемпиона. В 1967 г. Ричард Гринблатт (Richard Greenblatt) пишет MacHack - программу, играющую в шахматы. MacHack явилась откликом на статью Хуберта Дрейфуса, в которой он делает критический анализ усилий в области искусственного интеллекта и сообщает, что компьютерная программа никогда не могла бы победить его в шахматной игре. Когда MacHack была закончена, Дрейфуса пригласили провести игру с компьютером. Первоначально ведущий в счёте, он в конечном итоге полностью проигрывает весь матч.

С очередной версией Deep Blue в шахматном поединке встретился Гарри Каспаров. Итог встречи - 3,5:2,5 в пользу компьютера. Правда, чемпион мира подозревал, что IBM преднамеренно изменила алгоритмы перед последней партией. Однако IBM утверждает, что в шахматном противостоянии человека и компьютера поставлена точка. Позднее чемпион мира Владимир Крамник встречается с Deep Fritz - счёт матча 4:4.

3. Современные направления развития робототехники.

Компьютерная лаборатория MIT.

В 60-тые годы в компьютерной лаборатории MIT, возглавляемой Родни Бруксом, активно велись работы по созданию роботов и их программного обеспечения. Профессор Джозеф Вейзенбаум в MIT (1966 г.) создает знаменитую «ЭЛИЗУ» (ELIZA), интерактивную программу, названную в честь Элизы Дулитл, героини из пьесы «Пигмалион» Бернарда Шоу. В пьесе профессор фонетики и его друг обучали её языку

«высшего класса», то есть литературному английскому. «ЭЛИЗА» Джозефа Вейценбаума поддерживает диалог на английском о любом предмете. Содержащая первоначально 240 строк кода, программа настолько успешно имитировала психотерапевта, что Вейценбаум был поражен, насколько люди склонны были видеть в ней реального человека. Программа искусно манипулировала формулировками пользователя, чтобы формировать собственные вопросы.

В 1971 г., тоже в МИТ, Виктор Шейман создает человекоподобную руку. Модель этой руки была представлена на выставке по робототехнике в апреле 2013 г., а после доработки применена в госпитале американского города Питтсбурга при операции 52-летней парализованной Джен Шойерманн (рис. 1). Женщине имплантировали в кору головного мозга два 96-канальных микроэлектроды.



Рис. 1.

Уже на второй день Джен могла справиться с управлением «рукой», а через 13 месяцев владела ею, словно настоящей биологической конечностью. Не менее интересный экспонат, который был представлен на выставке, - протез ног. В настоящее время протез ног доработан сотрудником лаборатории Родни Бруксом, который сотрудничает с медицинской школой Гарварда, на основе соединения с биологическими элементами. Продолжая свои работы, Родни Брукс создает роботов «Sozzy» (он назвал их "pucksters", что означает маленькие роботы размера с хоккейную шайбу с небольшими ногами, которые они используют, чтобы медленно передвигать что-то вокруг себя). Брукс считает, что недалеко то время, когда в домах будет множество таких роботов, которые, блуждая по квартире, будут собирать пыль даже в самых труднодоступных местах. Эти роботы могут самостоятельно заряжаться, находя розетки в помещении. Они маленькие, дешёвые и могут продаваться в пачках.

Позднее Родни Брукс в соавторстве с А. М. Флинном публикует статью "Надёжный, дешёвый и не требующий обслуживания: Вторжение роботов Солнечной Системы" [5]. Статья даёт толчок новой эре в создании роботов, определяя концептуальное направление развития: вместо одного большого и дорогого, она ориентирует на использование нескольких недорогих, доступных человеку со средним достатком, роботов. Учёные начинают концентрироваться на создании малых, интеллектуальных полезных роботов больше, чем на проектах по созданию гуманоидных монстров.

Родни Аллен Брукс является довольно радикально мыслящим исследователем, разделяющим идею о необходимости построения автономных систем. Пытаясь создать одного из своих первых автономных роботов ("Allen"), Брукс столкнулся с неожиданной проблемой. Несмотря на тестирование всевозможных способов коммуникации (от полицейских раций до сотовых телефонов) между управляющим компьютером и собственно роботом, добиться нужного качества связи так и не удалось. Поместить же компьютер непосредственно на механическую часть робота не представлялось возможным из-за его малых размеров. Это натолкнуло Брукса на мысль о необходимости сделать управляющие схемы робота, его "мозг", настолько простыми и миниатюрными, чтобы робот мог носить их на себе. После удачного воплощения данной идеи в следующих роботах ("Tom" & "Jerry"), Брукс пришёл к поразительному выводу о том, что их примитивные схемы работали даже лучше, чем управляющий компьютер Аллена. Это заставило Брукса задаться вопросом: насколько вообще простым можно сделать мозг робота, чтобы он ещё мог делать что-то полезное? Выводы, к которым пришёл Брукс в своих исследованиях, в корне противоречили традиционным представлениям о работе интеллекта.

В 70-х годах исследователи в области искусственного интеллекта полагали, что декомпозицию работы автономной интеллектуальной системы или агента нужно производить следующим образом: агент собирает информацию об окружающей среде, строит модель среды, вырабатывает план действий и осуществляет его. Архитектура агента, таким образом, представлялась в виде следующей иерархии модулей, показанной на рис. 2.

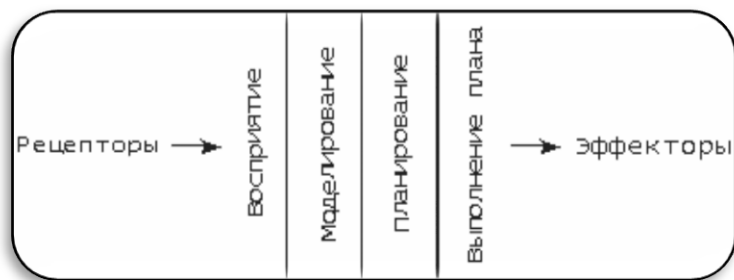


Рис. 2. Архитектура агента в виде иерархии модулей

Такой подход, однако, сталкивался с большими трудностями при создании реальных роботов. Время на сбор информации оказывалось неприемлемо большим, а способности робота к моделированию и планированию ограниченными.

Брукс заявлял, что:

- ❖ Интеллектуальное поведение может быть достигнуто и без планирования в традиционном смысле этого слова.
- ❖ В центральном представлении информации нет необходимости.
- ❖ Понятие моделирования мира непрактично и не является необходимым. Лучшей моделью мира является сам мир.
- ❖ Биология и эволюция являются наиболее удачными моделями в создании искусственного интеллекта. Лобовой подход к построению интеллекта человеческого уровня, очевидно, сталкивается с непреодолимыми трудностями и не является единственно верным. Эволюция создала множество менее интеллектуальных прототипов, прежде чем последовательно и постепенно создала человеческий интеллект.
- ❖ Мы должны строить законченные системы, действующие в реальном мире, а не обманывать себя, избегая трудных проблем. Заметьте, мы не должны создавать роботов для упрощенного мира. Вместо этого мы должны создавать простых роботов для таких сложных миров, какие только сможем представить, последовательно наращивая сложность самих роботов.

На основе этих взглядов Брукс разработал поглощающую архитектуру (subsumption architecture, в литературе часто именуемую “категориальной”, или “категоризирующей” архитектурой). Поглощающая архитектура – это формализм параллельных распределенных вычислений для связи рецепторов и эффекторов¹ робота. Смысл её заключается в следующем. На начальном этапе с помощью некоего конечного автомата рецепторы робота связываются с эффекторами. Структура автомата определяет некоторый аспект поведения робота. Так, например, автомат может реализовывать программу обхода препятствий. Такая связка образует начальный уровень (модуль) управления роботом. Модуль является автономным и способен сам, используя сенсорную информацию, определить необходимость выполнения действий, для которых он предназначен. В известном смысле, работа модуля напоминает рефлекс или логическое правило «если..., то...». Модуль отлаживается на реальном роботе и впоследствии не меняется. Если что-то работает, то, усложняя поведение, нужно не разрушать уже созданное и работающее, а использовать его – заявлял Брукс. Соответственно, следующий модуль будет работать параллельно предыдущему и может не вдаваться в детали последнего. Так более

¹ В физиологии — исполнительные органы, деятельность которых определяется рефлексом; обеспечивают ответные реакции организма на раздражители.

высокоуровневый модуль “бесцельного блуждания” поглощает (допускает возможность активизации во время своей работы) модуль обхода препятствий. В случае обнаружения препятствия последним, активность первого подавляется. После того как модуль обхода препятствий заканчивает свою работу, вновь активизируется модуль бесцельного блуждания или какой-либо другой, в зависимости от текущей ситуации и приоритетов модулей.



Рис. 3. Робот Генгис

На рис. 3 представлен робот Генгис, построенный в 80-ые годы по изложенным выше принципам.

В эти же годы Родни Брукс в MIT строит робота-гуманоида по имени «Cog», который следит за движениями людей глазами-камерами и учится взаимодействовать с ними и с окружающими предметами. «Cog» находится на ранней стадии развития, но Брукс уверен, что постоянный рост вычислительной мощности современных микропроцессоров делает появление разумных роботов неизбежным. Проф. Шерри Таркл в книге “Alone Together”

так описывает свои впечатления от встречи с «Cog»: “Я вошла в лабораторию вместе с одним из сотрудников, и мне показалось, что «Cog» устремил на меня свой взор и не выпускал из поля зрения в течение всего визита”.

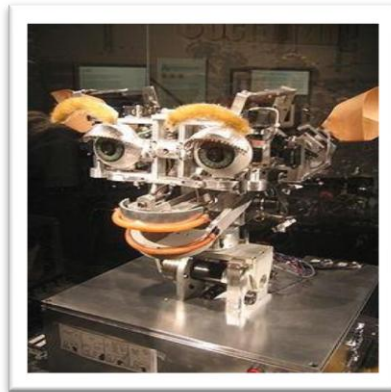


Рис. 4. Робот «Кисмет»

Еще более интересным является созданный в лаборатории робот «Кисмет» (араб. - судьба, удача), с которым я имела возможность пообщаться во время посещения выставки по робототехнике в MIT в апреле 2013 г., он показан на рис. 4. Разработчик - доктор Синтия Бризел. Предшественник-робот «Cog». Глаза – 2 камеры в глазницах и 2 спрятанных микрофоны в ушах, гироскоп внутри головы, сенсорные датчики и привода.

Совершает движения - наклон и поворот головы, движения глазами, ушами; выражает эмоции - на лице появляется улыбка или выражение печали; обращает внимание на цвета - определяет цвет, узнаёт предметы по окраске и подтверждает кивком головы; смотрит по сторонам, если скучает. Воспринимает интонацию речи, как дети, отвечая выражением лица (улыбка, грусть). Беседует с людьми, спрашивая имя и называя своё.

Еще одна интересная модель, представленная на выставке, - протез ног (рис. 5).

Сотрудники и студенты лаборатории успешно продолжают доработку этого протеза как в теоретическом плане, используя математические модели, так и в практическом плане, о чём сообщил проф. Ларри Хардести в “Новостях MIT” 21 марта 2013 г. [8].



Рис. 5. Протез ног

Особенно интересны работы одного из специалистов лаборатории, который в сотрудничестве с медицинской школой Гарварда дорабатывает эту модель ножных протезов с применением биоконпонентов и испытывает её на себе. В своей книге Родни Брукс рассказывает, что встретившись с ним у лифта, он принял его за киборга, у которого верхняя часть туловища была человеческой, а нижняя - электронной.

Двадцать первый век принёс невиданные успехи в развитии робототехники. Нет числа новым моделям. В 2002 г. японская корпорация «Сони» (Sony) представила

киберсобаку T7S Type 2, главная задача которой — охранять дом от незваных гостей. "Собака" не может задержать взломщиков, но может передать изображение злоумышленника на мобильный телефон. Хотя стоимость первых экземпляров составляла \$2 500, первая партия из 5 000 роботов была распродана почти мгновенно. В ноябре эта же компания представила публике усовершенствованную версию своего домашнего робота, получившего имя «Банру». Внешне робот напоминает небольшого дракона и предназначен для охраны дома. У «Банру» имеется уникальная особенность — распознавание запахов. Робот укомплектован так называемым "сенсором запаха". С таким датчиком робот может обнаружить, например, запах горелого — тот самый, что предшествует пожару. Нетрудно оценить достоинства такого робота при многочисленных пожарах, возникающих в разных местах нашей планеты.

В январе 2003 г. профессор Карнеги-Меллонского университета Ханс Моравек представил усовершенствованную систему стереоскопического зрения для роботов. Система Моравека состоит из двух цифровых камер, направляющих сигнал в 3D-матрицу. Расстояние до объектов определяется геометрически по разнице смещения их изображений, полученных каждой из камер. Матрица, состоящая из 32 млн. цифровых элементов, помогает разобраться с неполными или потенциально недостоверными визуальными данными. Роботов, оснащенных усовершенствованной системой зрения, Моравек рассматривает как начало надвигающейся эры роботизации.

Компания Мицубиси представила колёсный робот «Вакамару», который может быть сиделкой, няней, уборщиком, охранником и просто другом семьи. Благодаря видеокамерам и датчикам, вмонтированным в его шарообразную голову, робот ростом 1 м может распознавать лица, голоса и жесты, а также произносить заготовленные фразы. Кроме того, робот под управлением операционной системы Linux может подключаться к Интернету и отправлять письма и видеоизображение на удалённые компьютеры, и мобильные телефоны. К примеру, он может подать сигнал тревоги, если увидит или услышит что-либо необычное. Такого типа роботы находят в Японии широкое применение.

Все большее применение получают роботы и в военных конфликтах. Армия США вооружает пулемётами роботов «Талон», которые производит компания Фостер-Миллер. "Глазами" робота являются четыре видеокамеры и прибор ночного видения. Он управляется дистанционно и не может стрелять без получения соответствующей команды человека. На роботах «Талон» могут монтироваться также и ракетные пусковые установки. Предполагается, что человек будет крепко держать их под своим контролем. Несколько роботов, включая «Талон» и «Рэкбот» фирмы iRobot, находящейся в Ньютоне, МА, уже сейчас используются в военных действиях. Этот боевой робот весом около 20 кг предназначен для выполнения разведывательных миссий, помощи раненым бойцам, обнаружения утечки химикатов и доставки оборудования. Робот функционирует под управлением операционной системы Linux и 800-МГц процессора и применялся для проведения таких разведывательных операций, как съёмка в пещерах Тора-Бора в Афганистане во время вооруженного конфликта в этой стране.

В 2012 г. сделаны очередные шаги по созданию самообучающегося кибернетического организма. Военный робот смог распознавать и преодолевать препятствия. В NASA взяли на вооружение экзоскелет X1 Robotic Exoskeleton. При весе 26 кг в устройстве имеется 4 двигателя на суставах в дополнение к 6 пассивным суставам (рис. 6).



Рис. 6. Экзоскелет X1 Robotic Exoskeleton

Каждый день появляются сообщения об использовании дронов и миниатюрных израильских «бабочек», которые могут проникать в любую щель.

Последние достижения.

Новое достижение робототехники: американские исследователи создали искусственную мышечную клетку, которая в будущем пригодится при разработке микророботов, способных передвигаться в человеческих сосудах.

Роботы активно используются при проведении хирургических операций. Хирург может оперировать, даже находясь на расстоянии в десятки километров от больного. Созданы “робототехнические костюмы” для инвалидов, позволяющие полностью парализованным инвалидам жить “полноценной” жизнью.

Трудно даже предсказать, какие достижения робототехники ожидают нас в будущем. Проф. Илиях Нурбакиш (MIT) считает, что в будущем появится новая «порода» роботов - частично материальная и частично цифровая. Роботы войдут в наши тела, проникнут в недоступные человеку области. Благодаря искусственному интеллекту они будут соединены с цифровым миром и гораздо лучше нас смогут выполнять различные задания online, осуществлять интерактивный обмен информацией и даже передвигать лёгкие объекты взглядом.

Американский изобретатель и футуролог Рэймонд Курцвайл в книге “Сингулярность уже близко” [7] намечает перспективы развития робототехники на ближайшие десятилетия: в 2020-2025 гг. появятся нанороботы, способные доставлять “полезные” молекулы непосредственно в клетки человеческого организма и удалять из них “вредные” молекулы, что создаст альтернативу традиционной пище. К 2029 г. будут созданы медицинские нанороботы, способные атаковать непосредственно возбудителей инфекционных болезней, они окончательно устранят угрозу эпидемий и биотерроризма.

И всё это будет поставлено на службу человеку и обществу.

Источники

1. Виктор Сафронов. Системный анализ: словарные статьи (В. М. Глушков).
2. Karel Capek. Rosum's Universal Robots: Penguin Books, 1920.
3. Isaac Asimov. Robot: Fiction Core Collection, 2010.
4. Rodney Brooks. Flesh and Machines, How robots will change us: Pantheon Books.
5. <http://www.myrobot.ru/articles/hist-1980>
6. Sherry Turkle. Alone Together: Perseus Books Group, 2010.
7. Ray Kurzweil. The Singularity Is Near, 2005.
8. www.MIT.edu