Лекция - 1

ВВЕДЕНИЕ

Предмет робототехники – это создание и применение роботов и других средств робототехники различного назначения. Возникнув на основе кибернетики и механики, робототехника в свою очередь породила новые направления развития и самих этих наук. Для кибернетики это связано прежде всего с интеллектуальным управлением, которое требуется для роботов, а для механики с – многозвенными механизмами типа манипуляторов. Робот можно определить как универсальный автомат для осуществления механических действий, подобных тем, которые производит человек, выполняющий физическую работу. При создании первых роботов и вплоть до сегодняшнего дня образцом для них служат физические возможности человека. Именно стремление заменить человека на тяжелых работах и породило сначала идею робота, затем первые попытки ее реализации (в средние века) и, наконец, обусловило возникновение и развитие современной робототехники и роботостроения.

Робот – это машина автоматического действия, которая объединяет свойства машин рабочих и информационных, являясь, таким образом, принципиально новым видом машин. В достаточно развитом виде роботы, аналогично человеку, осуществляют активное силовое и информационное взаимодействие с окружающей средой и благодаря этому могут обладать искусственным интеллектом и совершенствовать его. Правда, пока еще роботы очень далеки по своим интеллектуальным возможностям от человека.

При решении проблемы создания роботов одним из естественных путей является копирование человека и живой природы вообще. Однако не менее важен и поиск принципиально новых путей, определяемых возможностями современной техники. Пример первого подхода – создание механических рук шарнирного типа и захватных устройств со сгибающимися пальцами. Примеры второго подхода – использование электромагнитного поля для ориентации и взятия предметов и, наконец, колесный ход вместо шагания. Аналогичные примеры можно найти и применительно к сенсорным системам (создание «сверхчувственных» органов наряду с копированием органов чувств животных).

От ранее известных видов машин роботы принципиально отлича-

ются своей универсальностью (многофункциональностью) и гибкостью (быстрым переходом на новые операции). Под универсальность

понимается универсальность рабочих органов робота и их движений, хотя сегодня до универсальности руки человека роботам еще далеко. (Правда, это компенсируется возможностью быстрой смены рабочих органов робота в процессе выполнения операций).

Универсальность роботов предполагает возможность выполнения ими целенаправленных действий, которые требуют определенных интеллектуальных способностей. Это открывает широкие возможности использования роботов в качестве как основного технологического оборудования (на сборке, сварке, окраске и т.п.), так и вспомогательного – для замены рабочих, занятых на обслуживании такого оборудования.

Как уже было отмечено, объективной причиной возникновения и развития робототехники явилась историческая потребность современного производства в гибкой автоматизации с устранением человека из непосредственного участия в машинном производстве и недостаточность для этой цели традиционных средств автоматизации. Поэтому *задачей робототехники* наряду с созданием собственно средств робототехники *является разработка основанных на них систем и комплексов различного назначения.* Системы и комплексы, автоматизированные с помощью роботов, принято называть *роботизированными*.

Роботизированные системы, в которых роботы выполняют основные технологические операции, называются *робототехническими*. Наряду с внедрением в действующие производства роботы открывают широкие перспективы для создания принципиально новых технологических процессов, не связанных с весьма обременительными ограничениями, налагаемыми непосредственным участием в них человека. При этом имеется в виду, как действительно очень ограниченные физические возможности человека (по грузоподъемности, быстродействию, точности, повторяемости и т.п.), так и требуемая для него комфортность условий труда (качество атмосферы, отсутствие вредных внешних воздействий и другое).

Сегодня необходимость непосредственного участия человека в технологическом процессе зачастую является серьезным препятствием для интенсификации производства и создания новых технологий. Роботы получили наибольшее распространение в промышленности и, прежде всего, в машиностроении. Предназначенные для этой цели роботы называют *промышленными роботами (ПР)*. Не менее широкие перспективы имеют роботы в горнодобывающей промышленности, металлургии и нефтяной промышленности (обслуживание бурильных установок, монтажные и ремонтные работы), в строительстве (монтажные, отделочные, транспортные работы), в легкой, пищевой, рыбной промышленности. Наряду с использованием в промышленности роботы применяются и в других областях народного хозяйства и человеческой деятельности: на транспорте (включая создание шагающих транспортных машин), в сельском хозяйстве, здравоохранении (протезирование, хирургия – стерильная, дистанционная, обслуживание больных и инвалидов, транспортировка), в сфере образования, для исследования и освоения океана и космоса и выполнения работ в других экстремальных условиях (стихийные бедствия, аварии, военные действия), в научных исследованиях. Применение роботов, наряду с конкретным технико-экономическим эффектом, связанным с повышением производительности труда, сменности работы оборудования и качества продукции, является важным средством решения социальных проблем, позволяя освобождать людей от тяжелого, опасного и монотонного труда.

1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РОБОТОТЕХНИКИ

1.1 Исторический очерк

Наше увлечение роботами началось более 100 лет назад. Оглядываясь назад, легко запутаться в том, что есть и что не является роботом. История робототехники связана с множеством других технологических достижений, которые сегодня кажутся настолько тривиальными, что мы даже не думаем о них как о роботах. На базе возросших научных и технических возможностей своего времени растет реализация потребностей общества и производства в различных автоматических устройствах. При этом намечается более явственный прогресс в приближении их к тому виду, который характерен для современных робототехнических устройств. Роль своеобразного катализатора процесса берут на себя литература и искусство, многократно усиливая интерес общества к проблеме робототехники.

Именно в этот период появляется много высокохудожественных научно-фантастических произведений литературы, ставится немало комиксов, мультфильмов и полнометражных кинолент, в которых андроиды, роботы, фантомы и иные творения человеческого воображения играют ведущие роли. Само понятие «робот» приходит из художественной литературы [1]. Пожалуй, наиболее значительное место тема робототехники занимает в творчестве замечательного писателя-фантаста, американского ученого и популяризатора науки Айзека Азимова. В одном из своих рассказов, объединенных общим циклом «Я робот», А. Азимов в 1942 г. попытался впервые сформулировать основные принципы поведения роботов и взаимодействия их с человеком, исходя из категорий добра и гуманности. Эти принципы, названные тремя законами робототехники, гласят:

1. ***Робот не может нанести вред человеку или через бездействие позволить человеку нанести вред, если только это не нарушит закон более высокого порядка.***
2. ***Робот должен подчиняться приказам, данным ему людьми, за исключением случаев, когда такие приказы будут противоречить закону более высокого порядка.***
3. ***Робот должен защищать свое существование, если такая защита не противоречит закону более высокого порядка.***

Стальные рабы

Первым человеком, который использовал слово «робот», был не ученый, а драматург, чехословацкий писатель Карел Чапек, который впервые использовал слово «робот» в своей сатирической пьесе У.Р.Р. (Универсальные роботы Рассама). Это слово взято из чешского слова «раб» для принудительного труда, которое использовалось для описания электронных слуг, вызывающих определенные эмоции у своих хозяев. Это было только начало неудачных роботов, которые получат свое развитие в течение следующих нескольких десятилетий. Многие люди опасались, что машины будут возмущаться их ролью в качестве рабов или использовать свою стальную силу для свержения человечества.

Военные изобретения

Вторая мировая война была катализатором в развитии двух важных компонентов робота, то есть искусственного зондирования и автономного управления. Радар был необходим для отслеживания врага.

Вооруженные силы США также создали системы автоматического контроля для детектора мины, которая устанавливалась впереди танка, когда он пересекал линии противника. Если бы была обнаружена мина, система управления автоматически остановила бы танк до того, как он достигнет шахты. Немцы разработали управляемые роботизированные бомбы, способные корректировать их траекторию.

Робот в каждом доме

40-е и 50-е годы для робототехники были полны передовых идей. Изобретение транзистора в 1948 году увеличило скорость роста электронного распространения, и эти возможности казались бесконечными. Десять лет спустя создание кремниевых микрочипов усилило этот рост. Робот Westing house Elecktro показал, как далеко могут пойти наука и воображение. 7-футовый робот сможет курить и играть на пианино. Объявления из той эпохи предполагают, что у каждой домохозяйки скоро появится робот.

Промышленно-силовые устройства

По мере роста спроса на автомобили производители искали новые способы повышения эффективности конвейера посредством телеуправления. Это новое поле фокусировалось на роботах, которые имитировали движения оператора на расстоянии. В 1961 году General Motors установили прикладную телеуправляемую систему на своей сборочной линии. Однорукий робот (рис. 1.1) выгрузил отлитые отливки, охладил компоненты и доставил их на обрезной пресс. В 1978 году

была введена PUMA (программируемая универсальная машина для сборки) и быстро стала стандартом для коммерческого телеуправления.



Рисунок 1.1. Однорукий робот

Руки в космосе

Как только земляне начали путешествовать в космос, они захотели там строить сооружения. Одним из основных строительных инструментов НАСА является Canadarm (рис. 1.2). Сначала развернутая в 1981 году на борту Колумбии, Canadarm продолжала развертывать и ремонтировать спутники, телескопы и челноки.



Рисунок 1.2. Робот Canadarm

Лаборатории реактивных двигателей (JPL) в Калифорнии работали над несколькими другими устройствами для космического строительства с конца восьмидесятых годов. Многие манипуляторы фирмы «RangerNeutralBuoyancyVehicle» тестируются в огромном водном бассейне, имитирующем космическое пространство.

Хирургические инструменты

В то время как роботы пока не заменили врачей, они выполняют множество хирургических операций. В 1985 году д-р Йик Сан Квох изобрел робот – интерфейс программного обеспечения, используемый в первой робототизированной хирургии в стереотаксической процедуре. Хирургическая операция включает небольшой зонд, который перемещается в черепе. КТ-сканер используется для создания трехмерного изображения мозга, так что робот может построить лучший путь зонда к опухоли. Роботы PUMA обычно используются, чтобы исследовать разницу между здоровой и больной тканью.

Гуманоид Хонда

Команда, которая создала робота HondaHumanoid, изучила строение наших собственных тел, чтобы построить этого двухногого робота. Когда они это начали в 1986 году, идея заключалась в создании интеллектуального робота, который мог бы обходиться в человеческом мире, в комплекте с лестницами, ковровыми покрытиями и другими сложными рельефами. Получение единого мобильного робота в различных средах всегда было проблемой. Но, изучая ноги и ступни, команда Honda создала робота, способного подниматься по лестнице, пинать мяч, толкать тележку или затягивать винт (рис. 1.3)



Рисунок 1.3. Робот Honda Humanoid

Ряд Роверов

К 1990-м годам НАСА искало что-то, чтобы восстановить энтузиазм публики для космической программы. Ответ был ровером. Первым из этих небольших полуавтономных роботизированных платформ, которые должны были быть запущены в космос, был «Путешественник», отправленный на Марс в 1996 году (рис. 1.4). Его миссия заключалась в проверке состава грунта, скорости ветра и количества водяного пара. Проблема заключалась в том, что он мог путешествовать только на короткие расстояния. В 2004 году НАСА вернулась к работе. Роботы-близнецы (рис. 1.5) снова привлекли воображение публики, отправив удивительные снимки на расстоянии в километрах, а не метрах.

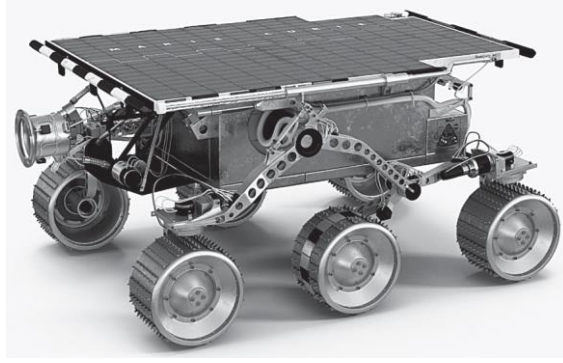


Рисунок 1.4. Робот «Путешественник»

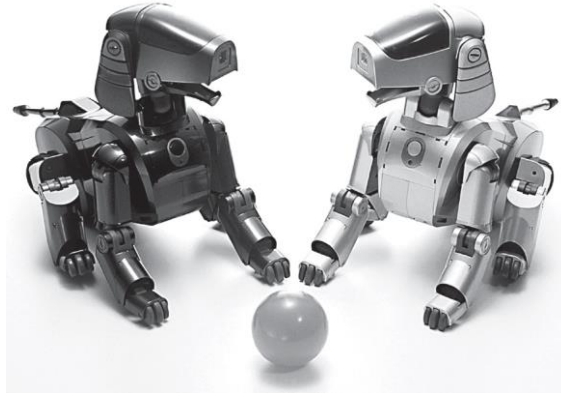


Рисунок 1.5. Роботы-близнецы

Развлекательные домашние животные

В конце 90-х было возвращение к ориентированным на потребителя роботам. Распространение Интернета также позволило более широкой аудитории получить удовольствие от робототехники, управление малыми роверами через Интернет или покупки комплектов в Интернете. Одним из реальных роботизированных чудес конца 90-х годов стала роботизированная собака (AIBO), изготовленная компанией SonyCorp. Используя свою сенсорную матрицу, AIBO может автономно перемещаться по комнате и играть в мяч. Даже при цене более 2000 долларов США потребовалось меньше четырех дней для продажи AIBO в Интернете. Другие «роботы-любимчики» последовали за AIBO, но проблема сохранения умных любимчиков и низкая цена остается.

1.2 Мировые исследования в робототехнике

По данным агентства MSN Learning&Research в 1995 году в промышленном мире было 700 000 роботов, а в Японии их было использовано более 500 000, около 120 000 – роботов в Западной Европе и 60 000 – в Соединенных Штатах. Многие из них выполняли задачи, которые являются опасными или неблагоприятными для людей. Некоторые виды опасных работ – это обработка материалов, таких как образцы крови или мочи, поиск в глубинных водах, а также некоторые рабочие места, которые повторяются, и они (роботы) могут работать 24 часа в сутки, не уставая. Корпорация General Motors использует эти роботы для точечной сварки, окраски, загрузки машин, для передачи деталей и сборки [2].

Сборочные линейные роботы быстрее всего распространяются из-за более высокой точности и снижения затрат на рабочую силу. В основном робот включает в себя:

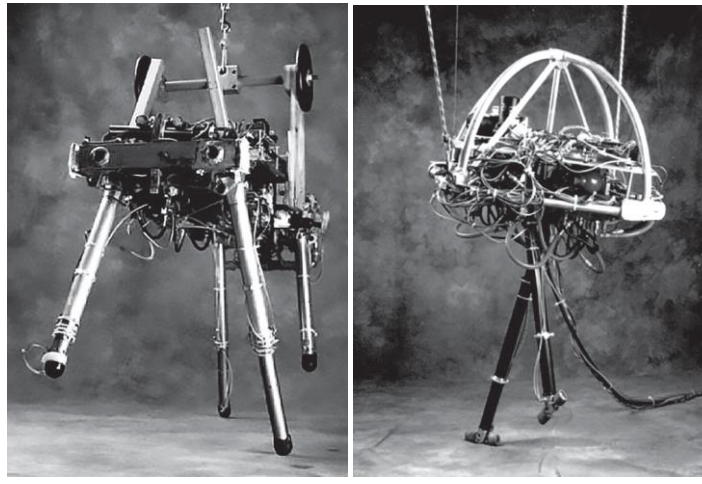
- Механическое устройство, такое как колесная платформа, рычаг или другое сооружение, способное взаимодействовать с окружающей средой.
- Датчики на устройстве или вокруг него, которые способны воспринимать окружающую среду и дают полезную обратную связь с устройством.
- Системы, которые обрабатывают сенсорный вход в контексте текущей ситуации устройства и инструктируют устройство выполнять действия в ответ на ситуацию.

В области производства разработка роботов была сосредоточена на инженерных роботизированных устройствах, которые выполняют производственные процессы. В космической отрасли роботизация сосредоточена на высокоспециализированных, одноразовых планетарных роверах. В отличие от высокоавтоматизированной производственной установки, планетарный ровер, работающий на темной стороне Луны без радиосвязи, может столкнуться с неожиданными ситуациями. Как минимум, у планетарного ровера должен быть некоторый источник сенсорного ввода, какой-то способ интерпретации этого ввода и способ изменения его действий для реагирования на меняющуюся среду. Кроме того, необходимость ощущать и адаптироваться к частично неизвестной среде требует интеллекта (другими словами, искусственного интеллекта). В области военной техники и освоения космоса, в отрасли здравоохранения и в сфере торговли преимущества использования роботов были реализованы до такой степени, что они становятся частью нашего коллективного опыта и повседневной жизни.

Несколько университетов и исследовательских организаций по всему миру проводят активные исследования в различных областях робототехники. Некоторые из ведущих исследовательских организаций – Массачусетский технологический институт JPL (Лаборатория реактивного движения, НАСА), CMU (Университет Карнеги Меллона) и Стэнфордский университет. На рисунке 1.7 M2 – трехмерный двухосный ходовой робот, который в настоящее время разрабатывается в Лаборатории ног MIT. Эти и многие другие организации участвуют в различных областях робототехники. Эти области робототехники можно в целом классифицировать как [3]:

- Роботизированный манипулятор.
- Колесные мобильные роботы.
- Ножные роботы.
- Подводные роботы.
- Летающие роботы.
- Взгляд робота.
- Искусственный интеллект.
- Промышленная автоматизация.

Лаборатория ног в Массачусетском технологическом институте посвящена изучению объектов с ногами и созданию роботов с динамическими ногами. Работники лаборатории являются специалистами по изучению роли баланса и динамического контроля. Они имитируют и строят существа, которые ходят, бегают и прыгают, как их биологические аналоги. На рисунках 1.6 и 1.7 показаны некоторые из их исследовательских роботов.



а) *б)*

Рисунок 1.6. Роботы с динамическими ногами

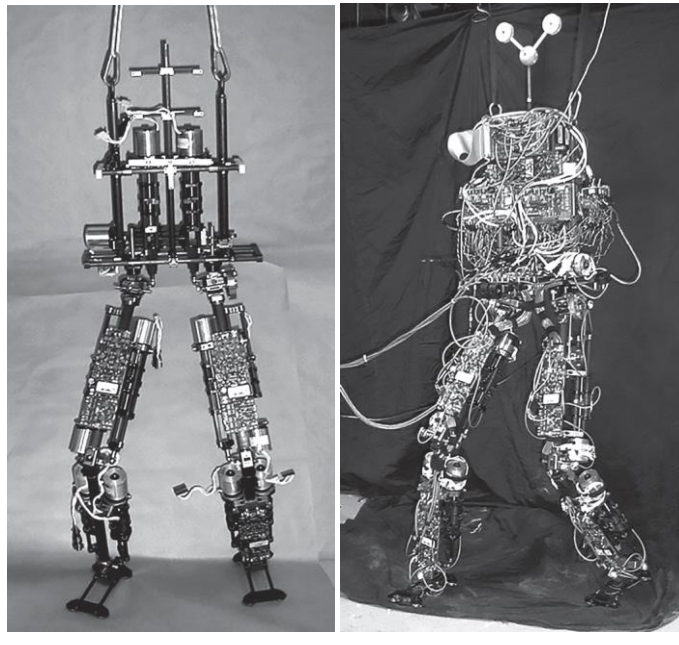


Рисунок 1.7. M2, трехмерный двухосный ходовой робот

M2 – трехмерный двухосный ходячий робот, который в настоящее время разрабатывается в лаборатории MIT Leg. У робота 12 активных степеней свободы: по 3 в каждом бедре, по 1 в каждом колене и по 2 в каждой лодыжке. Он будет использоваться для расследования:

- Различных алгоритмов ходьбы.
- Описания движения и методов управления, в частности, Virtual Model Control.
- Принудительных методов приведения в действие, в частности, при использовании серии Elastic.
- Автоматических методов обучения.

Лаборатория реактивного движения – ведущий центр НАСА для создания роботизированных космических кораблей и роверов. Роботы могут буквально идти туда, куда раньше никто не ходил, на другие планеты, где окружающая среда не подходит для людей, пока мы не изучили их гораздо более подробно. Роботы и космические корабли, которые мы строим, – это наши глаза и уши на этих далеких планетах. На рисунке 1.8 – это изображение робота, который разрабатывается в JPL. Университет Карнеги-Меллона – еще один центр, который занимается активными исследованиями робототехники. Есть несколько роботов, которые исследуются в университете. На рисунке 1.9 Rover1 – высокоавтономный программируемый робот, созданный в Институте робототехники CMU. Одной из целей при проектировании ровера было создание робота, который мог бы автономно перемещаться в динамической среде дома. Он использует визуальную навигационную систему в зависимости от статических ориентиров. Ровер также может подняться по лестнице.

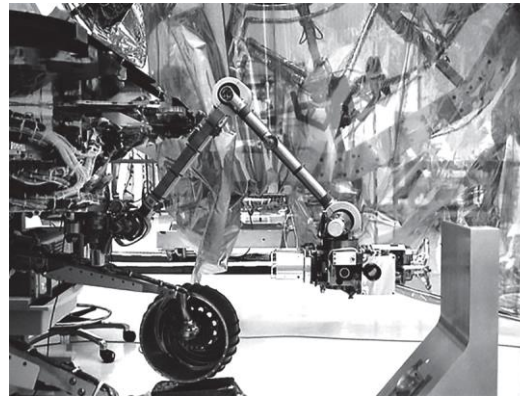


Рисунок 1.8. Робот космических исследований JPL

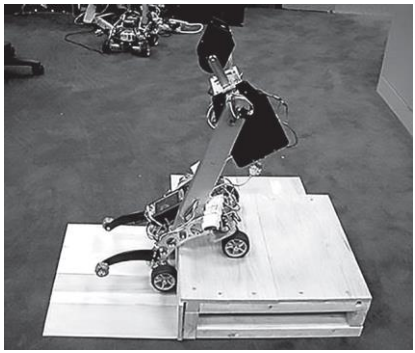


Рисунок 1.9. Rover1 – высокоавтономный программируемый робот в CMU

Еще один проект в Институте робототехники CMU – гировер. Гировер – робот с шестью колесами, который стабилизируется и управляется с помощью внутреннего механического гироскопа (рис. 1.10). Гировер может стоять и поворачиваться на месте, двигаться сознательно на низкой скорости, подниматься на умеренные оценки и стабильно двигаться на пересеченной местности на высоких скоростях. Он имеет относительно большой диаметр прокатки, что облегчает движение по грубой поверхности; один трек и узкий профиль для предотвращения препятствий; и полностью закрыта для защиты от окружающей среды.



Рисунок 1.10. Гировер I, одноколесный робот, который стабилизируется и управляется с помощью внутреннего механического гироскопа