История развития и современные методологические проблемы роботостроения

Карлов Андрей Евгеньевич, аспирант ЮЗГУ, Россия, г. Курск, e-mail: alinord@yandex.ru

На всех этапах своего развития человечество стремилось создать орудия, механизмы, машины облегчающие труд и обеспечивающие защиту от неприятеля. Эволюция современного общества и производства обусловила возникновение и развитие нового класса машин – роботов – и соответствующего научного направления – робототехники. Робототехника на сегодняшний день является интенсивно развивающейся научно-технической дисциплиной, изучающей как теорию, методы расчета и конструирования роботов, их систем и элементов, так и проблемы комплексной автоматизации производства и научных исследований с применением роботов. Предметом робототехники является создание и применение роботов, других средств робототехники и основанных на них технических систем и комплексов различного назначения. Роботы освоили множество операций в промышленности, науке, повседневной жизни. Они работают с радиоактивными материалами, обезвреживают мины, играют на гитаре и обучают верховой езде. Роботы исследовали поверхность Луны и доставили образцы ее грунта. Робототехническая установка лежит в основе туннельного микроскопа или компьютерного принтера. Роботы, снабженные элементами интеллекта, позволяют осуществить принцип наблюдаемости. Теперь нужно не просто рассматривать характеристики взаимодействия объекта и инструмента. Нужно учитывать наличие у последнего двигательной, измерительной и управляющей систем, а также элементов интеллекта.

История робототехники уходит в глубокую древность. Уже в те времена появились идеи создания технических средств, похожих на человека, и были предприняты первые попытки по их созданию. Статуи богов с подвижными частями тела (руки, голова) появились еще в Древнем Египте, Вавилоне, Китае. В 3 веке до н. э. римский поэт Клавдий упоминал об автомате, изготовленном Архимедом. Он имел форму стеклянного шара с изображением небесного свода, на котором воспроизводилось движение всех известных в то время небесных светил. Шар приводился в движение водой. А греческий изобретатель и физик Ктесибий из Александрии сконструировал водяные часы. Это был первый автомат для точного хронометрирования. До нас дошли книги Герона Александрийского (I век н.э.), где описаны подобные и многие другие автоматы древности. В качестве источника энергии в них использовались вода, пар, гравитация (гири). В «Театре автоматов» описано даже устройство целого театра, представление в котором разыгрывали фигурки-куклы, приводимые в движение с помощью системы зубчатых колес, блоков и рычагов.

В средние века большой популярностью пользовались различного рода автоматы, основанные на использовании часовых механизмов. Были созданы всевозможные часы с движущимися фигурами людей, ангелов и т. п. К этому периоду относятся сведения о создании первых подвижных человекоподобных механических фигур – андроидов. Так, андроид алхимика Альберта Великого (1193 – 1280) представлял собой куклу в рост человека, которая, когда стучали в дверь, открывала и закрывала ее, кланяясь при этом входящему. В 13 веке Альберт Великий создал автомат, ставший впоследствии известным как «говорящая голова», способный воспроизводить человеческий голос. В 1495 году Леонардо да Винчи разработал детальный проект механического человека, способного двигать руками и поворачивать голову. А в 1500 году он построил механического льва, который при въезде короля Франции в Милан выдвигался, раздирал когтями грудь и показывал герб Франции [1].

Не остались в стороне и русские механики. Однако их конструкции отличались простотой конструкции. Так, механик И.П. Кулибин (1735-1818) построил в течении трех лет яичную фигуру – универсальные часы. Часы давали театрализованное представление и играли музыку. В этих часах было три самостоятельных механизма и три завода: часовой, боевой и курантовый, а также автоматические приборы для приведения в действие механизмов, воспроизводящих сцены, музыку и бой. Как свидетельствует сохранившаяся опись частей, составленная Кулибиным, часы яичной фигуры состояли из 427 деталей. Все они были изготовлены исключительно точно и тонко.

Вместе с непосредственным созданием различных автоматических устройств, выполнявших функции живых существ, в средние века были заложены основы различных научных направлений. Еще у Леонардо да Винчи (1452-1519) делались попытки установить соответствие между механизмами и отдельными органами человека. А знаменитый французский философ и математик Рене Декарт говорил, что тела животных есть не что иное, как сложные машины. В XVI-XVII вв. возникает новое научное направление на стыке физиологии и механики – ятромеханика (от греч. iatros – врач). Его выдающимся представителем был Джованни Альфонсо Борелли (1608-1679), врач и механик, профессор Мессинского университета. В его работе «О движении животных» рассматривается работа мускулов сердца, кровообращение других органов животных и человека на основе механических аналогий. По существу, ятромеханика заложила основы современных научных направлений – биомеханики и бионики. На рубеже XVIII и XIX вв. в трудах Лазара Карно, Гаспара Монжа, Хосе Мария Ланца и Августина Бетанкура возникает наука о машинах. В 1841 г. Р. Виллис определил понятие механизма, и с этого времени к машине начинают подходить как к объекту, требующему научного исследования. Г. Монж явился инициатором преподавания курса «Построение машин» и наметил основания классификации механизмов. Л. Карно в 1783 г. опубликовал книгу «Опыт о машинах вообще», которая через 10 лет была переиздана под названием «Основные принципы равновесия и движения». В этой работе Карно считал, что механика по своей сущности является наукой экспериментальной, тем самым подтвердил ее право на самостоятельное существование. Российский математик и академик П.Л. Чебышев (1821-1894) положил начало новому этапу в исследовании машин и механизмов. Он увязал вопросы структуры и синтеза механизмов в единое учение о построении механизмов на основе математических методов. Чебышев в своей работе «Теория механизмов, известных под названием параллелограммов» описал задачи теории механизмов на языке математики.

Промышленная революция второй половины XVIII века, связанная с переходом от ручного производства к машинному, заставляет изобретателей создавать новые машины и устройства. Именно в это время начали закладываться основы промышленной автоматики, особенно в текстильной промышленности. Еще в 1725 году Бэзил Бушон придумывает перфорированную бумажную ленту для записи программы, которую в дальнейшем использует для программирования ткацких станков для производства шелковой ткани с рисунком. Это изобретение явилось одним из важнейших событий, которые определи дальнейший технический прогресс промышленности и послужили толчком к развитию робототехники. Еще одним важным событием в области робототехники стало создание первой вычислительной машины. На основе способа программирования Жаккарда английский механик Чарльз Бэббидж (1792-1871) разработал счетную «Аналитическую машину», структурные особенности которой на целое столетие предопределили направление развития вычислительной техники [2, с. 60-67].

Не менее важным вопросом, чем история роботостроения, является его методология. Необходимо исследовать истоки, закономерности и направления развития теоретической робототехники, чтобы повысить осмысленность труда исследователей, работающих в этой области.

Современное состояние науки характеризуется как этап постнеклассического развития,

предметом которого выступают процессы эволюции и самоорганизации человекоразмерных систем. В этом смысле теоретическая робототехника представляет особый интерес, так как изучаемые ею объекты подвержены необходимости преодолевать состояния бифуркации, они должны уметь самоорганизоваться - адаптироваться к окружающей среде.

Человек и робот пребывают в сложных взаимоотношениях. Человек – это творец робота, но в какой-то мере и продукт его. Сейчас эти взаимоотношения подошли к точке бифуркации – происходит поворот от промышленного робота к системам, способным функционировать в непосредственном взаимодействии с человеком. Согласно В.С. Степину, «…взаимодействие человека со сложными открытыми системами протекает таким образом, что само человеческое действие не является чем-то внешним, а как бы включается в систему, видоизменяя каждый раз поле ее возможных состояний. Отсюда в стратегии деятельности оказывается важным определить пороги вмешательства» [3. С.178].

В этой связи актуальными представляются две проблемы. С одной стороны, нужно осмыслить методологию теоретической робототехники как междисциплинарной науки. С другой стороны, сама теоретическая робототехника может внести вклад в обоснование синергетики – прежде всего в плане формирования нового класса механических моделей для постановки мысленных экспериментов, описывающих процессы самоорганизации и условия формирования новой исследовательской парадигмы.

Взаимосвязь обеих проблем обусловлена тем, что исследования в области постнеклассической науки лишь начаты. Рассмотрение робототехники актуально для уяснения черт данного этапа, для описания его свойств, анализа и «инвентаризации» проблем.

Историки робототехники выделяют две линии предыстории возникновения роботов. Первая линия связана с созданием устройств, имитирующих органы движения человека. Вторая линия связана с разработкой устройств для хранения и переработки информации (от Ч. Бэбиджа и леди Лавлейс).

Черты классической науки в теоретической робототехнике проявляются в использовании уравнений механики, основанных на законах Ньютона, а также в моделировании двигательных систем. В частности используется представление электрического двигателя постоянного тока, основанное на уравнениях Максвелла-Лагранжа и на операторной форме записи.

Черты неклассической науки в робототехнике выражаются в двух аспектах: это относительность определения положений звеньев и это квантование информации о состоянии системы. Взаимные положения координатных систем выражаются через обобщенные координаты. Можно говорить об «относительности» времени в робототехнике. Существуют термины «быстрое» и «медленное» время, которые рассматривают разные виды движений роботов.

Выделяют две составляющие научную робототехнику дисциплины – теория механизмов и машин (ТММ), а также кибернетика. Соединение этих дисциплин дает в методологии нечто гораздо большее, чем их формальная сумма – теорию роботов. До середины XIX века в теории механизмов отсутствовала база для структурного анализа и синтеза, поэтому понадобилось ввести такие конструкты, как идеальная кинематическая пара и структурная группа. При этом возникла возможность определять число степеней свободы, зная количество звеньев и кинематических пар. До середины XIX века в теории механизмов отсутствовала база для структурного анализа и синтеза, поэтому понадобилось ввести такие конструкты, как идеальная кинематическая пара и структурная группа. При этом возникла возможность определять число степеней свободы, зная количество звеньев и кинематических пар.

В классической кибернетике можно выделить две основные задачи – анализ информации в условиях помех и автоматическое управление движением. К моменту рождения робототехники

теория автоматического управления справилась с задачей управления устройствами с одной степенью свободы. Но в робототехнике возникла необходимость управления системами со многими взаимовлияющими степенями свободы. При этом параметры системы меняются в очень широких пределах.

При объединении обеим наукам пришлось избавиться от некоторых «методологических пут». Главный результат междисциплинарного взаимодействия теории механизмов и кибернетики – это достижение небывалого уровня в соотношении двух противоречивых критериев – гибкости спектра выполняемых операций технического устройства и его автономности [4].

Литература:

1. Хронология робототехники. // Мой робот. [Электронный ресурс]. URL: http://www.myrobot.ru/articles/hist_0-16.php

2. Макаров И.М., Топчиев Ю.И. Робототехника: история и перспективы. - М.: Наука, Издательство МАИ, 2003. - 350 с.

3. Стёпин В. С., Философия науки. Общие проблемы: учебник для аспирантов и соискателей ученой степени кандидата наук / В. С. Степин. – М.: Гардарики, 2006. - 384 с.

4. Глазунов В.А., Алексеев А.Ю. Методологические вопросы робототехники // Инфокиборг. Электронный научно-популярный журнал по кибернетике и робототехнике. 2013. http://infokiborg.ru/journal/5/51/