

САМОСОЗНАНИЕ РОБОТОВ

Самосознание роботов и самосознание человека – достаточно разные вещи. Основной целью разработки роботов, наделенных самосознанием, является построение систем, способных самоидентифицировать свое устройство для обеспечения возможности наилучшего приспособления к среде функционирования даже в случае непредвиденных изменений собственной структуры или параметров среды. Также важным качеством самосознающих машин является возможность собственной самоидентификации для эффективной работы в группе роботов.

«Морская звезда» Корнельского университета

Рассказ о самосознании роботов стоит начать со вступления о молодом аспиранте Корнельского университета Викторе Зыкове. Родившись в Иванове, он закончил Ивановский государственный энергетический университет. Защитив в 2002 году диплом на кафедре электропривода, Виктор получил степень магистра по электромеханике. После института молодой человек успел сменить несколько мест работы, прежде чем обнаружил, что, несмотря на потребность в электрических машинах, аналогичной потребности в специалистах по ним не наблюдается.

Тоску молодого специалиста развеяла одна из научно-популярных передач канала «Дискавери», где Ход Липсон, кандидат наук израильского происхождения из частного массачусетского университета Брэндайс, рассказывал о своей необычной CAD-программе, которая позволяла по нарисованному от руки наброску в виде проволоочной модели восстанавливать законченную сложную трехмерную фигуру. Сообщалось также о разработанных американцем технологиях автоматической сборки роботов из унифицированных элементов, а напоследок Липсон поделился со зрителями результатами своих исследований в области эволюционных алгоритмов.

Зыков, вдохновившись идеями американского ученого, написал ему письмо, в котором, в свою очередь, изложил свои мысли о робототехнике, и спросил, каким образом он мог бы принять участие в его научной деятельности. Липсон откликнулся на письмо ивановского электромеханика, посоветовав ему прислать свою заявку на место в аспирантуре Корнельского университета, где Ход к тому времени начал преподавать.

Заявка Зыкова была одобрена, и в марте 2003 года Виктор получил приглашение на учебу в университете. Там он влился в коллектив лаборатории вычисляемого синтеза и с Ходом Липсоном и его бывшим студентом Джошем Бонгардом из университета Вермонта занялся исследованиями в области эволюционной робототехники. Одним из последних результатов совместной работы явилось создание робота, обладающего «внутренним самосознанием».

По словам сотрудников лаборатории, их передвигающееся на четырех конечностях детище способно самостоятельно оценивать причиненные ему повреждения и определять, как приспособиться к тому, чтобы продолжить выполнение задания.

Возьмём в качестве примера собаку, у которой вдруг оказалась перебитой одна лапа. Маловероятно, что пёс встанет как вкопанный или упадёт на землю. Скорее всего, он, воспользовавшись тремя здоровыми лапами, убежит в безопасное место. А вот для большинства автономных роботов повреждение ноги смерти подобно. Существующие роботы действуют в условиях неизменяющейся окружающей среды, но, если им предстоит оказаться полезными за ее пределами, то им надо научиться приспосабливаться к неожиданным переменам.

Новый робот, прозванный из-за своей формы «Морской звездой», «использует взаимосвязь "восприятие – приведение в действие", чтобы изучить своё собственное строение и впоследствии использовать эту "самоделю" для передвижения. А когда часть его ноги удалена, робот приспосабливает свою модель для создания альтернативной "походки". Эта концепция может помочь в разработке новых сложных машин и пролить свет на "само моделирование" у животных». «Большинство роботов имеет фиксированную модель – программу, заложенную инженерами, – объясняет Липсон. – Мы же впервые показали, как модель может появиться внутри самого робота. Это делает машины адаптивными на новом уровне, потому что перед ними можно поставить задачу, не заботясь о создании программы для



её выполнения. Мы надеемся, что это – выход роботов на следующую ступеньку познания».

«Если машина ломается, то она имеет тенденцию ломаться полностью, – говорит Джош Бонгард. – Главным достижением является то, что робот может приспособиться и продолжать действовать, несмотря на повреждения».

«Морская звезда» самостоятельно – без написанного человеком алгоритма – научилась передвигаться, пусть ее «походка» и выглядит нелепо. Передвигается робот, скорее, ползком, причем какими-то странными рывками. Но создателей «Морской звезды» это мало заботит. «У него и не было задания поднять свое тело над землей и ходить пешком. У него было задание передвигаться по плоскости, по прямой, и робот эту задачу решил достаточно эффективно», – рассказывает Виктор Зыков. «Впервые в мире робот решил задачу не по заложенным в него людьми алгоритмам, а самостоятельно создав эти алгоритмы», – с гордостью добавляет Ход Липсон.

«Вначале, когда робот включается, он не ассоциирует себя как нечто обособленное. Человек смотрит на него и видит: у него четыре конечности и небольшое туловище. Но робот этого не знает: он получит эту информацию во время работы, когда начнет изучать себя и окружающий мир», – говорит Липсон.

Сразу после включения «сознание» робота представляет собой почти что «чистый лист». У машины есть задача – двигаться по прямой. Кроме того, роботу известен набор элементов, из которых он состоит (за моторику отвечают восемь подвижных частей – по две на каждую конечность). Из этого набора данных он у себя в голове случайным образом строит сотню различных комбинаций – предположений о том, как управляться со всеми этими механизмами. После чего посылает сигнал на сервоприводы – и с помощью встроенных сенсоров проверяет результат. Из ста моделей «первого поколения» 90% отсеиваются, а остальные слегка видоизменяются, «скрещиваются» друг с другом и заново проходят проверку на полезность для достижения задачи. По словам Зыкова, этот процесс похож на то, как маленький ребенок постигает мир, пытаясь, например, все объекты попробовать на вкус. Так и «Морская звезда» поначалу может пытаться проводить над собой эксперименты, которые не совсем логичны. Например, попытается стукнуть себя об землю. Потом она поймет, что если цель – двигаться вперед, то бить себя об землю неконструктивно, и больше так поступать не будет.

Спустя шестнадцать циклов, в каждом из которых строится по двести поколений виртуальных моделей, «Морская звезда», наконец, «осознает», как именно она устроена, и запоминает выбранную ею виртуальную модель. «На основе этой модели робот пытается добиться такого режима работы, при котором достигнет своей цели и при этом себя не разрушит», – рассказывает Виктор Зыков. По его словам, в первом же опыте их «Морская звезда» разработала такую систему управления ногами, которая позволила ей сдвинуться с места в правильном направлении с первой же попытки.

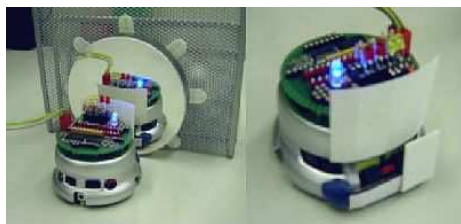
«У машины нет какой-то единой модели себя – у неё одновременно имеется множество вариантов, которые конкурируют друг с другом», – говорит Липсон. В итоге робот вырабатывает неловкую, но вполне функциональную походку, а самым эффективным вариантом пока является способ, при котором он опирается на «живот», подтягивает своё тело, отталкивается «задними» ногами, переваливается и перекатывается.

После того как робот научился передвигаться с помощью четырех ног, ученые имитируют аварию: отключают робота, отрывают ему одну ногу и включают заново. При первом же шаге машина понимает, что старая, приспособленная для четырех ног виртуальная модель не соответствует реальным показаниям датчиков, и тут же останавливается. Тогда «Морская звезда» пускается в очередной виток эволюционных построений и вырабатывает новый алгоритм передвижения – для трех ног. Еще более нелепый с виду, но от этого не менее эффективный.

Путь длиной в несколько метров занял у «Морской звезды» больше суток. Но эти десять уродливых «шагов» одного робота – огромный прорыв для всей робототехники.

Основная цель исследования состояла в демонстрации работоспособности самой концепции самопознания, что и было с блеском продемонстрировано: робот смог не только самостоятельно оценить обстановку, построив собственную виртуальную модель, но и продолжал передвигаться после удаления одного из щупальцев. Кроме того, своим экспериментом научная группа Липсона доказала, что для комфортного существования в окружающем мире будущим роботам нет необходимости обладать детальной моделью своего тела.

Самоидентифицирующийся робот университета Мейдзи



Продолжая тему о самосознании роботов, перенесемся в японский университет Мейдзи. Группа исследователей, возглавляемая профессором Юничи Такено, построила робота, который отличает собственное отражение в зеркале от отражения похожих на него роботов.

Для реализации данной возможности ученые оснастили электронный мозг робота искусственными нервными клетками.

Технологии нейронных сетей позволяют роботу одновременно анализировать информацию о собственном поведении и сопоставлять ее с данными, полученными в результате работы органов восприятия. Примерно по тому же принципу работают механизмы самоидентификации, заложенные в человеческом организме. «Что касается людей, то сознание, по существу, это состояние, в котором распознается поведение себя самого и прочих людей», – говорит Такено. Люди учатся вести себя во время познания и, наоборот, учатся думать в процессе «поведения», считает он. Чтобы создать динамическую модель этой цепочки, роботу необходима область в нейронной сети, которая способна обрабатывать информацию, связанную как с поведением, так и с познанием. Моделирование, по мнению Такено, это действие, которое требует как созерцания поведения другого робота, так и немедленной передачи его самому себе; это действие, которое является лучшим свидетельством сознания.

Таким образом, японские разработчики наделили машину способностью признавать себя и других, основываясь на анализе движений увиденного образа и своих собственных. Команда Такено надеется, что её достижение, в конечном счёте, поможет создать роботов, способных выражать эмоции. Также эта работа – способ смоделировать то, что можно было бы назвать самосознанием, самоидентификацией в машине.

Робот располагает красными, синими и зелеными светодиодами, которые соединены с искусственной нервной системой и загораются при обработке различного рода данных. Например, два красных светодиода загораются, когда робот выполняет какие-либо действия, воспринимаемые им как собственное поведение. Два зеленых диода загораются при наблюдении за поведением других устройств. Мигание синего индикатора сигнализирует о том, что робот пытается имитировать наблюдаемое им поведение других роботов.

В одном из экспериментов робот, представлявший «себя», действовал с идентичным роботом, представлявшим «другого». Когда робот «сам» двигался вперед, останавливался или двигался назад, другой робот делал то же самое. Возбуждение нейроподобных элементов и соответствующее мигание голубого диода показало, что робот «сам» понимал, что другой робот имитировал его поведение.

В другом эксперименте исследователи поместили робота «сам» перед зеркалом. В данном случае робот «сам» и его отражение (то есть нечто, что могло быть интерпретировано в качестве другого робота) двигались вперед и назад в одно и то же время. Хотя голубые диоды зажигались, это происходило гораздо реже, чем в других экспериментах. «Способность имитации чужого поведения свидетельствует о том, что робот способен следить за действиями, выполняемыми другими электронными организмами и мгновенно изменять собственное поведение с учетом полученной информации, – резюмирует Такено. – Таким образом, мы с полной уверенностью можем говорить о наличии у робота самосознания».

Сконструированный японскими изобретателями робот с успехом прошел испытания и в 70 процентах тестов с уверенностью распознал собственное отражение в зеркале. В этом японский робот превзошел обезьян, которые вместо себя видят в зеркале незнакомцев и начинают проявлять в отношении к ним агрессию.

Следующий шаг – робот, не только узнающий себя и других в зеркале, но и испытывающий от этого радость. Поначалу робот будет испытывать эмоции, как трехмесячный ребенок, впервые узнавший себя в зеркале. Постепенно примитивные эмоции сменятся на более сложные чувства привязанности и нежности, страха и недоверия, симпатии и даже любви. «Таким образом, нам удастся доказать саму возможность создания не только искусственного интеллекта, но и

искусственных эмоций, – говорит Такено. – А это означает серьезный прорыв в робототехнике: думающие и чувствующие машины – уже не фантастика».

Эволюционное моделирование самосознания роботов

Рассмотрев две робототехнические системы, в которых подход к самосознанию роботов определяется с разных углов зрения, стоит задаться вопросом о том, что же рассматривать в качестве робота, обладающего самосознанием. В общем виде можно говорить, что робот обладает самосознанием, если он способен репрезентировать собственные мыслительные состояния и процессы, существенные для организации полноценного интеллектуального поведения. Конечно же, до создания машин, способных осознавать свое собственное субъективное Я и использовать его при восприятии внешнего мира, еще очень далеко, но первые шаги на пути к созданию таких роботов уже сделаны.

Одним из путей решения задачи по созданию самосознающих машин является конструирование нейронных сетей управления роботами, в которых в процессе эволюционной самоорганизации и должно возникнуть то, что принято называть самосознанием. Существует целое направление исследований – эволюционная роботика, в котором исследуются подходы к эволюционному моделированию нейронных схем управления роботами.

Интересным направлением в эволюционной роботике является исследование коллективного поведения роботов. При этом можно работать и с компьютерными моделями роботов, например, такими, как модели, исследуемые профессором факультета кибернетики СПбГТУ Львом Александровичем Станкевичем и его группой, которая занимается моделированием поведения команды виртуальных роботов–футболистов.

У таких роботов уже есть довольно сложная модульная «нервная система», архитектура которой включает три уровня:

- 1) уровень физических действий;
- 2) уровень индивидуального поведения;
- 3) уровень координированного коллективного поведения.

Отметим, что петербургская команда «Степ» под руководством Л. А. Станкевича, моделирующая виртуальных роботов, стала чемпионом мира в 2D-симуляционной лиге футбола роботов на соревнованиях Robocup 2004 (Лиссабон, Португалия).

Таким образом, отечественная наука также предлагает свои решения в области исследований сложных блочных многоуровневых систем управления виртуальными и реальными роботами. Важно, что эти системы управления могут оптимизироваться путем эволюционной самоорганизации.

Возникновение осознания субъективного Я у роботов может привести к весьма неожиданным социальным и этическим проблемам. Так, главный научный консультант правительства Великобритании сэр Дэвид Кинг полагает, что через пятьдесят лет может возникнуть необходимость дать роботам права, которыми до этого обладал только человек. 270-страничный доклад Дэвида Кинга подготовлен в соавторстве с британской консалтинговой фирмой и социологической службой и посвящен проблемам взаимоотношений человека и машин. Авторы доклада предполагают, что при правильном устройстве нового мира через полвека наличие у роботов прав человека приведет к повышению производительности труда и всеобщему благополучию. На этом этапе государство будет обязано предоставлять машинам, наряду с правами, и социальные блага, включая справедливую оплату труда и предоставление жилища.

По материалам Robotic Introspection: Self Modeling, [The Self-Aware Robot](#), Компьютерра, Newsweek, Мембрана, РобоКлуб, Софт@Mail.Ru, а также статьи В. Г. Редько «Как промоделировать сознание?»

Задания к тексту

1. Прочитайте текст по частям. Обратившись к словарю, объясните значение слов:

а) робот, разработка, система, самоидентификация, самоидентифицировать, среда, функционирование, структура, параметр, эффективный, набросок, модель, трёхмерный, технология, автоматический, унифицированный, элемент, эволюционный, эволюция, алгоритм, робототехника, электромеханика, синтез, адаптировать, адаптироваться, адаптивный, восприятие, альтернативный, концепция, само моделирование, фиксированный, инженер, инженерия, программа, тенденция, повреждение, нелепый, ползком, рывок, ассоциировать, ассоциация, обособленный, сенсор, эксперимент, конструктивный, конструктивно, неконструктивно, цикл, виртуальный, конкурировать, имитация, имитировать, виток, демонстрация;

б) реализация, оснастить, нейронный, сеть, анализ, анализировать, динамический, созерцание, эмоция, светодиод, индикатор, идентичный, интерпретировать, интерпретация, наличие, резюмировать, резюме, превзойти, агрессия, примитивный, симпатия, антипатия, интеллект;

в) субъективный, объективный, конструирование, эволюционный, репрезентировать, кибернетика, архитектура «нервной системы» роботов, модуль, модульный, индивидуальный, координируемый, симуляция, симуляционный, блочный, оптимизировать, оптимизироваться, этика, этический, консультант, консалтинг, консалтинговый, производительность труда.

2. Ответьте на вопросы по тексту.

I

- а) Какова основная цель разработки роботов, наделенных самосознанием? Зачем создавать таких роботов?
- б) Как и почему Виктор Зыков оказался в команде американского ученого Хода Липсона?
- в) Чем занимался Липсон, когда Зыков впервые услышал его рассказ о своей работе по телевизору?
- г) Над чем стали работать Липсон и Зыков, объединив свои усилия?
- д) С какой проблемой сталкиваются существующие роботы в процессе функционирования?
- е) Чем «морская звезда» отличается от существовавших до неё роботов?
- ж) Какой эксперимент провели учёные, чтобы испытать «самосознание» «морской звезды»?
- з) Справилась ли «морская звезда» с поставленной перед ней задачей? Если да, то благодаря чему?
- и) В чём заключаются результаты исследований научной группы Липсона?

II

- а) Чем робот профессора Такено отличается от других роботов? Чем он отличается от «морской звезды»?
- б) Какой способностью наделили своего робота японские учёные?
- в) Какие перспективы может иметь их научная разработка?
- г) Какие два эксперимента провели японские исследователи над своими роботами?
- д) Какие результаты они получили?
- е) Эффективными ли оказались эти результаты? Обоснуйте свой ответ, опираясь на текст.
- ж) Чего в будущем будет добиваться Такено от своих «созданий»?

III

- а) Какого робота можно рассматривать в качестве робота, обладающего самосознанием?
- б) Чем разработка группы Л. А. Станкевича отличается от разработок Х. Липсона и Ю. Такено?
- в) Какие задачи ставили перед собой учёные группы петербургского профессора?
- г) Какие результаты они получили?
- д) Из скольких уровней состоит «нервная система» роботов-«футболистов»? За какие действия отвечает каждый из уровней?
- е) Успешным ли оказался эксперимент группы Станкевича? Обоснуйте свой ответ.
- ж) Какие проблемы в обществе могут возникнуть в связи с разработками роботов, обладающих самосознанием?
- з) Согласны ли вы с опасениями, высказанными Дэвидом Кингом? Обоснуйте свой ответ.

Основные этапы подготовки к написанию тезисного плана и реферата

1. Разделите каждую из трёх частей текста на смысловые части.
2. Найдите в каждой выделенной вами смысловой части ключевые (опорные) слова.
3. Озаглавьте каждую выделенную вами смысловую часть текста.
4. Начертите в тетради таблицу. В левом столбце запишите план каждой из трёх частей текста, используя заголовки смысловых частей в качестве подпунктов плана.
5. В правом столбце таблицы к каждому подпункту плана запишите развёрнутый тезис.

Тезис – это утверждение (1-2 предложения), раскрывающее содержание соответствующего пункта плана, основная мысль того или иного фрагмента текста.

6. Опираясь на тезисный план, перескажите текст по частям и напишите его реферат.