

ВЕДЬ ЭТО ТАК ПРОСТО!



Искусственный интеллект

для
Чайников[®]

Издательство ДИАЛЕКТИКА

Искусственный
интеллект и общество

Искусственный интеллект
роботов, дронов и беспилотных
автомобилей

Пределы возможностей
искусственного
интеллекта

Джон Пол Мюллер
Лука Массарон



Глава 1

Знакомство с искусственным интеллектом

В ЭТОЙ ГЛАВЕ...

- » Определение искусственного интеллекта и его история
- » Использование искусственного интеллекта для практических целей
- » Заблуждения по поводу искусственного интеллекта
- » Объединение искусственного интеллекта с компьютерной технологией

В прошлом у *искусственного интеллекта* (Artificial Intelligence — AI) было несколько фальстартов, частично из-за того, что люди действительно не понимают, что такое искусственный интеллект и на что он способен. Главная проблема в том, что кинематограф, телевидение и книги тайно замыслили давать ложные надежды о способностях искусственного интеллекта. Кроме того, люди имеют привычку наделять технологии *человеческими качествами*, а это создает впечатление, что искусственный интеллект способен на большее, чем есть на самом деле. Таким образом, лучше всего начать эту книгу с определения, чем искусственный интеллект является фактически, чем он не является и как он связан с компьютерами на сегодняшний день.



ЗАПОМНИ

Конечно, ожидания от искусственного интеллекта основаны на комбинации того, как вы его себе представляете исходя из имеющихся для его реализации технологий, а также задач, которые вы перед ним ставите. Следовательно, все представляют себе искусственный интеллект по-разному. В этой книге искусственный интеллект рассматривается с нескольких точек зрения. Книга не впадает в крайности, поддаваясь ложным обещаниям сторонников или запугиваниям противников, чтобы вы получили наилучшее возможное представление об искусственном интеллекте как о технологии. В результате вы можете найти, что ваши ожидания несколько отличаются от изложенного в этой книге, доходчиво демонстрирующей то, что технология фактически может сделать для вас, и не надеяться на что-то невозможное.

Определение термина “искусственный интеллект”

Прежде чем использовать термин любым осмысленным способом, необходимо иметь его определение. В конце концов, если не договориться о значении термина, он останется только набором букв. Определение идиомы (термина, смысл которого неоднозначно понятен из смысла составляющих его элементов) особенно важно для технических терминов, получивших более чем широкое освещение в прессе неоднократно и разными способами.



ЗАПОМНИ

Объяснение, что ИИ — это искусственный интеллект, в действительности не говорит ничего осмысленного, что является причиной многих разногласий и жарких обсуждений этого термина. Да, вы можете утверждать, что он искусственного происхождения, т.е. не имеет естественного первоисточника. Но в части интеллекта все в лучшем случае неоднозначно. Хотя вы и не обязаны соглашаться с определением искусственного интеллекта, данным в следующем разделе, в этой книге данный термин используется согласно этому определению, и его знание облегчает понимание остальной части текста.

Распознавание интеллекта

Люди определяют интеллект по-разному. Но вполне можно сказать, что интеллект подразумевает определенную умственную деятельность, состоящую из следующих действий.

- » **Обучение.** Способность получать и обрабатывать новую информацию.
- » **Рассуждение.** Способность манипулировать информацией разными способами.

- » **Понимание.** Осознание результата манипуляции информацией.
- » **Понятие правды.** Определение достоверности используемой информации.
- » **Учет взаимоотношений.** Прогноз взаимодействия достоверных данных с другими данными.
- » **Учет смысла.** Применение фактов к конкретной ситуации способом, совместимым с их взаимоотношениями.
- » **Отделение факта от веры.** Определение, подтверждаются ли данные достоверными источниками, регулярно демонстрирующими свою правдивость.

Этот список легко может стать весьма длинным, но даже в таком виде он по-разному интерпретируется теми, кто принимает его истинность. Однако, как можно заметить из этого списка, интеллект зачастую использует процесс, которому компьютерная система вполне может подражать в ходе симуляции.

1. Установить цель на основании необходимости или желания.
2. Оценить значение любой известной на настоящее время информации, имеющей отношение к цели.
3. Собрать дополнительную информацию, способную иметь отношение к цели.
4. Обработать данные так, чтобы они приняли форму, совместимую с существующей информацией.
5. Установить истинность фактов и отношения между существующей и новой информацией.
6. Определить достижимость цели.
7. Сменить цель в свете новых данных и их влияния на вероятность успеха.
8. При необходимости повторять пп. 2–7 до тех пор, пока не будет найден путь достижения цели (успех) или пока возможные пути не исчерпаются (неудача).



ЗАПОМНИ

Несмотря на возможность создания алгоритмов и предоставления доступа к данным, необходимым для поддержки этого процесса в пределах компьютера, возможность компьютера реализовать интеллект жестко ограничена. Например, компьютер не способен к пониманию чего бы то ни было, поскольку он полагается только на машинные процессы манипулирования данными, используя чистую математику строго механическим способом. Аналогично компьютеры не способны легко отличать правду от лжи (как описано в главе 2). Фактически никакой компьютер не может полностью реализовать ни одно из умственных действий, приведенных в списке описания интеллекта.

В процессе обсуждения того, что же фактически представляет собой интеллект, будет полезна категоризация интеллекта. Решая задачи, люди не используют только один тип интеллекта, они скорее полагаются на несколько типов. Говард Гарднер (Howard Gardner) из Гарварда определил несколько типов интеллекта (см. подробности на <http://www.pz.harvard.edu/projects/multiple-intelligences>), их знание поможет связать их типы с видами задач, которые компьютер способен моделировать как интеллект. Модифицированная версия списка с дополнительным описанием приведена в табл. 1.1.

Таблица 1.1. Понятие видов интеллекта

Тип	Возможность симуляции	Человеческие инструменты	Описание
Визуально-пространственный	Средняя	Модели, графика, диаграммы, фотографии, рисунки, трехмерные модели, видео, телевидение и средства массовой информации	Интеллект физической среды, используется такими людьми, как моряки и архитекторы (и многими другими). Чтобы двигаться вообще, люди нуждаются в понимании своей физической среды, включая ее размерности и характеристики. Эта способность нужна интеллекту каждого робота или ноутбука, но ее зачастую трудно моделировать (как с самоуправляемыми автомобилями) или сделать достаточно точной (как с пылесосом, который, обходя препятствия, создает впечатление осмысленного движения)
Телесно-кинестетический	От средней до высокой	Специализированное оборудование и реальные объекты	Движения тела, как у хирурга или балерины, требуют точности и понимания своего тела. Роботы обычно используют этот вид интеллекта для выполнения повторяющихся задач, зачастую куда точнее, чем люди, но иногда с меньшим изяществом. Следует делать различие между средством усиления возможностей человека, таким как хирургическое устройство, улучшающее физические способности хирурга, и истинным независимым движением. Выше-сказанное — это просто демонстрация математической возможности, в которой все зависит от действий хирурга

Тип	Возможность симуляции	Человеческие инструменты	Описание
Творческий	Нет	Художественная деятельность, новый образ мыслей, изобретения, новые виды музыкальных произведений	Творчество — это действие по выработке нового образа мыслей, приводящее к уникальному результату в форме произведения искусства, музыки или литературы. Действительно, новое произведение — это результат творчества. Искусственный интеллект способен моделировать существующий образ мыслей и даже комбинировать несколько, чтобы создать уникальное представление того, что уже существует, но в действительности является только математически ориентированной версией существующего образа. Для творчества искусственный интеллект должен обладать самосознанием, которое требует внутриличностного интеллекта
Межличностный	От низкой до средней	Телефон, звуковая конференц-связь, видеоконференц-связь, записи, компьютерная конференц-связь, электронная почта	Взаимодействие с другими происходит на нескольких уровнях. Задача этой формы интеллекта — получать, предоставлять, обмениваться и манипулировать информацией на основании опыта других. Компьютеры способны отвечать на простые вопросы на основании ввода ключевых слов, а не потому, что они понимают вопрос. Интеллект действует, получая информацию, находя подходящие ключевые слова и предоставляя затем информацию на основании этих ключевых слов. Поиск терминов в таблице с перекрестными ссылками и последующими действиями согласно предоставляемой таблицей инструкциям демонстрирует логический интеллект, а не межличностный
Внутриличностный	Нет	Книги, творческие материалы, дневники, уединение и время	Взгляд внутрь себя, чтобы понять собственные интересы, и последующая выработка цели на основании этих интересов являются

Тип	Возможность симуляции	Человеческие инструменты	Описание
Лингвистический	Низкая	Игры, средства массовой информации, книги, устройства звукозаписи и произносимые слова	в настоящее время прерогативой только человеческого интеллекта. Как у машин у компьютеров нет никаких нужд, желаний, интересов или творческих способностей. Искусственный интеллект обрабатывает введенные числа, используя набор алгоритмов, и предоставляет вывод, но он не знает ни о том, что он делает, ни о том, зачем он это делает
			Работа со словами — это немало-важный инструмент общения, поскольку разговор и обмен письменной информацией происходит намного быстрее, чем в любой другой форме. Эта форма интеллекта подразумевает понимание речевого и письменного ввода, его обработку для составления ответа и предоставление результата в качестве понятного ответа. Во многих случаях компьютеры могут лишь анализировать ввод по ключевым словам, но вопрос фактически не могут понять вообще. Кроме того, предоставляемый ответ также может оказаться непонятным. У людей за разговорный и письменный лингвистический интеллект отвечают разные области мозга (http://releases.jhu.edu/2015/05/05/say-what-how-the-brain-separates-our-ability-to-talk-and-write/), а значит, обладатели высокого письменного лингвистического интеллекта могут не иметь столь же высокого разговорного лингвистического интеллекта. Компьютеры в настоящее время не разделяют письменную и разговорную лингвистические способности

Тип	Возможность симуляции	Человеческие инструменты	Описание
Логико-математический	Высокая	Логические игры, исследование, тайны и головоломки	Вычисление результата, осуществление сравнений, исследование шаблонов и выявление взаимозависимостей — все это области, в которых компьютеры сейчас превосходны. Когда вы видите победу компьютера над человеком на телевикторине, это практически единственная общеизвестная форма интеллекта из семи. Да, вы могли бы замечать небольшие фрагменты других видов интеллекта, но в фокусе этот. Оценка различий интеллекта человека и компьютера на базе только одной области — это отнюдь не лучшая идея

Выработка четырех способов определения искусственного интеллекта

Как упоминалось в предыдущем разделе, первая концепция, которую важно осознать, — это то, что искусственный интеллект действительно не имеет никакого отношения к человеческому интеллекту. Да, некоторые модели искусственного интеллекта созданы для симуляции человеческого интеллекта, но это только симуляция. Размышляя об искусственном интеллекте, обратите внимание на взаимосвязь между поиском цели, обработкой данных, используемой для достижения этой цели, и сбором данных для лучшего понимания цели. Чтобы достичь результата, искусственный интеллект полагается на алгоритмы, и результат может иметь некое отношение к человеческим задачам или методам их решения, а может и не иметь. С учетом этого искусственный интеллект можно классифицировать четырьмя способами.

- » **Действующий по-человечески.** Когда компьютер действует, как человек, он лучше проходит тест Тьюринга, при котором компьютер по возможности имитирует человека (см. детали на <http://www.turing.org.uk/scrapbook/test.html>). К этой категории относятся все, что средства массовой информации выдают за искусственный интеллект. Такие технологии используются для обработки текстов на естественном языке, для представления знаний,

автоматизации формулирования логических выводов и машинного обучения (все четыре способны проходить тест). Первоначальный тест Тьюринга не подразумевал физического контакта. Более новый, полный тест Тьюринга действительно подразумевает физический контакт в форме перцепционной способности взаимодействия, а значит, для успеха компьютеру требуются машинное зрение и робототехника. Современные технологии склоняются к идее достижения цели, а не полного подражания людям. Например, братья Райт (Wright Brothers) добились успеха в создании самолета не точным копированием полета птиц; птицы, скорее, подсказали идеи, которые привели к созданию аэродинамики, которая в конечном счете привела к полету человека. Цель в том, чтобы летать. И птицы, и люди решают одинаковую задачу, но используют разные подходы.

» **Думающий по-человечески.** Когда компьютер думает, как человек, он решает задачи, требующие интеллекта (а не механических процедур), схожего с человеческим, такие как вождение автомобиля. Чтобы удостовериться, думает ли программа, как человек, необходим некоторый метод выяснения того, как думают люди, определив подход когнитивного моделирования. Эта модель полагается на три методики.

- **Самоанализ.** Выявление и документирование методик, используемых для достижения цели при контроле собственных мыслительных процессов.
- **Психологическая проверка.** Наблюдение за поведением человека и внесение результатов в базу данных подобных поведения других людей при подобном стечении обстоятельств, задаче, ресурсах и условиях окружающей среды (помимо всего прочего).
- **Нейровизуализация.** Контроль мозговой деятельности непосредственно, с использованием различных аппаратных средств, таких как компьютерная томография (Computerized Axial Tomography — CAT), позитронно-эмиссионная томография (Positron Emission Tomography — PET), магнитно-резонансная томография (Magnetic Resonance Imaging — MRI) и магнитоэнцефалография (Magnetoencephalography — MEG).

После создания модели можно написать использующую ее программу. С учетом огромного разнообразия человеческих мыслительных процессов и трудностей их точного представления в программе результаты в лучшем случае носят экспериментальный характер. Эта категория, мышление по-человечески, зачастую используется в психологии и других областях, в которых моделируется человеческий мыслительный процесс для создания реалистичных симуляций.

Думающий рационально. Изучение процесса мышления людей с использованием некоего стандарта позволяет выработать правила, описывающие типичное человеческое поведение. Человека считают рациональным, когда он следует этим правилам поведения в пределах определенных уровней отклонения. Компьютер, который думает рационально, полагается на заранее заданные правила поведения для выработки направлений взаимодействия с окружающей средой на основании имеющихся данных. Цель этого подхода заключается в по возможности логическом решении проблем. Как правило, этот подход подразумевает создание базовой методики решения проблемы, которая будет затем модифицирована для фактического решения конкретной проблемы. Другими словами, решение проблемы в принципе зачастую отличается от ее решения на практике, но отправная точка все же нужна.

- » **Действующий рационально.** Изучение того, как люди действуют в неких ситуациях и при определенных условиях позволяет определить, какие методики эффективны. Компьютер, действующий рационально, полагается на заранее заданные действия при взаимодействии с окружающей средой на основании условий, внешних факторов и имеющихся данных. Как и при рациональном мышлении, рациональные действия зависят от решения в принципе, которое может и не оказаться полезным практически. Однако рациональное действие предоставляет базовую линию, относительно которой компьютер может начать договариваться об успешном завершении задачи.

ЧЕЛОВЕК ПРОТИВ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

Человеческие процессы отличаются от рациональных процессов. Процесс *рационален*, если на основании текущей информации он всегда делает правильные вещи с идеальной эффективностью. Короче говоря, если рациональные процессы руководствуются книгой, то они полагают книгу абсолютно правильной. Человеческие процессы задействуют инстинкт, интуицию и другие переменные, которые не обязательно учтут книгу и могут даже не рассматривать имеющиеся данные.

Например, рациональный способ управления автомобилем подразумевает неукоснительное следование законам. Однако дорожный трафик не рационален. Если вы будете точно следовать правилам дорожного движения, то закончите влипшим во что-нибудь, поскольку другие водители не следуют правилам абсолютно точно. Поэтому, чтобы быть успешным, беспилотный автомобиль должен действовать по-человечески, а не рационально.

Категории, используемые при определении искусственного интеллекта, предоставляют способ учета различных способов его применения. Некоторые из систем, используемых обычно для классификации искусственного интеллекта по типам, не очень точны и по большей части произвольны. Например, некоторые группы разделяют искусственный интеллект на сильный (обобщенный интеллект, способный адаптироваться к множеству ситуаций) и слабый (специфический интеллект, разработанный для хорошего выполнения конкретной специфической задачи). Проблема с сильным искусственным интеллектом в том, что он не справляется с задачами достаточно хорошо, в то время как слабый искусственный интеллект слишком специфичен, чтобы выполнять задачи независимо. Даже в этом случае, только при двух типах, классификация не решает своей задачи даже в общем смысле. Классификация из четырех типов, предлагаемая Арендом Хинтцем (Arend Hintze) (см. <http://theconversation.com/understanding-the-four-types-of-ai-from-reactive-robots-to-self-aware-beings-67616>), дает лучшее основание для понимания искусственного интеллекта.

- » **Реактивные машины.** Примерами реактивных машин являются компьютеры, выигрывающие у людей в шахматы или участвующие в телевикторинах. У них нет никакой памяти или опыта, чтобы обосновать решение. Для поиска каждого решения каждый раз они полагаются исключительно на вычислительную мощь и интеллектуальные алгоритмы. Это пример слабого искусственного интеллекта, используемого для специфической цели.
- » **Ограниченная память.** Беспилотный автомобиль или автономный робот не может позволить себе тратить время на поиск каждого решения с самого начала. Эти машины полагаются на небольшой объем памяти для хранения основанных на опыте знаний для различных ситуаций. Когда машина встречает ту же самую ситуацию, она может положиться на свой опыт и, сократив время реакции, предоставить больше ресурсов для принятия новых решений, которые еще не были приняты. Это пример нынешнего уровня сильного искусственного интеллекта.
- » **Теория сознания.** У машины, способной оценить и свои основные задачи, и потенциальные задачи других существ в том же самом окружении, есть своего рода понимание происходящего, что выполнимо до некоторой степени уже сегодня, но не в любой коммерческой форме. Однако, чтобы беспилотные автомобили стали действительно автономными, этот уровень искусственного интеллекта следует разработать полностью. Беспилотный автомобиль должен не только знать, что он должен прибыть из одной точки в другую, но и предугадывать потенциально противоречащие цели водителей вокруг себя и реагировать соответственно.

» **Самосознание.** Это разновидность искусственного интеллекта, который вы встречаете в кинофильмах. Однако он требует технологий, появление которых пока не предвидится, поскольку у такой машины должно быть и самоощущение, и самосознание. Кроме того, вместо простого предугадывания целей других на основании окружающей обстановки и реакции других существ этот тип машины был бы в состоянии предусмотреть намерения других на основании своего опыта.

История искусственного интеллекта

Предыдущие разделы этой главы помогли вам взглянуть на интеллект с человеческой точки зрения и увидеть, что современные компьютеры прискорбно неадекватны для моделирования такого интеллекта, не говоря уже о том, чтобы самим стать фактически интеллектуальными. Однако желание создать разумную машину (как идола в древние времена) так же старо, как и мир. Желание не быть одиноким во Вселенной, иметь нечто для общения без конфликтов с людьми весьма велико. Конечно, в одной книге нельзя рассмотреть всю историю человечества, поэтому в следующих разделах содержится очень краткий обзор истории современных попыток создания искусственного интеллекта.

Символическая логика в Дартмуте

Первые компьютеры были не более чем вычислительными устройствами. Они подражали человеческой способности манипулировать символами, чтобы выполнять простые математические задачи, такие как сложение. Впоследствии вполне резонно потребовалось добавить возможность выполнения математических рассуждений за счет сравнения (такого, как не больше ли одно значение другого). Тем не менее, чтобы выполнить вычисление, люди все еще должны были определить используемый алгоритм, предоставить необходимые данные в правильной форме, а затем интерпретировать результат. Летом 1956 года на семинаре в кампусе Дартмутского колледжа группа ученых попробовала сделать нечто большее. Они предположили, что машины, способные рассуждать так же эффективно, как люди, потребуют максимум появления следующего поколения. Они ошиблись. Только сейчас мы получили машины, способные выполнять математические и логические рассуждения так же эффективно, как и человек (а это значит, что компьютеры должны овладеть по крайней мере еще шестью типами интеллекта, прежде чем хоть как-то приблизятся к человеческому интеллекту).

Проблема, определенная Дартмутским колледжем и другими исследователями того времени, была связана с аппаратными средствами, а именно — с их

возможностью выполнять вычисления достаточно быстро, чтобы создать симуляцию. Но это еще не вся проблема. Да, аппаратные средства, конечно, тоже важны, но вы не можете моделировать процессы, которых не понимаете. Впрочем, даже в этом случае причиной высокой эффективности искусственного интеллекта в настоящем является то, что аппаратные средства, наконец, стали достаточно мощными, чтобы поддерживать необходимые объемы вычислений.



ВНИМАНИЕ!

Самая большая проблема первых попыток (и все еще значительная проблема нынешних) заключается в том, что мы не понимаем, как люди думают достаточно хорошо, чтобы создать хоть какую-нибудь симуляцию, если даже предположить, что такая симуляция вообще возможна. Вспомните упомянутые ранее проблемы управляемого полета: братья Райт добились успеха, не моделируя полет птиц, а скорее, выработав понимание процессов, используемых птицами, создав, таким образом, науку об аэродинамике¹. Следовательно, если некто говорит вам, что следующее большое усовершенствование искусственного интеллекта уже прямо за углом, а никаких конкретных научных диссертаций по задействуемым им процессам у него нет, то и прямо за углом ничего нет.

Экспертные системы

Экспертные системы появились в 1970-х годах, а в 1980-х с их помощью попытались снизить вычислительные требования к искусственному интеллекту за счет использования знаний экспертов. Создавалось множество вариантов экспертных систем, включая основанные на правилах (они используют операторы `if...then` для принятия решения на базе эмпирических правил), основанные на фреймах (они используют базы данных, организованные во взаимосвязанные иерархии обобщенной информации — фреймы) и основанные на логике (они полагаются на теорию множеств для установления отношений). Появление экспертных систем важно уже потому, что они представляют собой первые действительно полезные и успешные реализации искусственного интеллекта.



СОВЕТ

Экспертные системы используются еще до сих пор (хотя они так больше и не называются). Например, системы проверки правописания и поиска грамматических ошибок в вашем приложении — это разновидности экспертных систем. В частности, система проверки грамматики является примером экспертной системы на основании правил. Если оглядеться внимательнее, то можно найти и другие места, где экспертные системы все еще используются на практике в привычных приложениях.

¹ См. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Газодинамика>. — *Примеч. ред.*

Проблема экспертных систем в том, что их иногда трудно создавать и поддерживать. Первые их пользователи должны были изучить специализированные языки программирования, такие как List Processing (LisP) или Prolog. Некоторые производители увидели возможность передать экспертные системы в руки менее опытных или начинающих программистов, используя такие продукты, как VPExpert (см. <https://www.amazon.com/exec/obidos/ASIN/155622057X/datanetserverip0f-20/>), использовавшие подход на основании правил. Но эти продукты предоставляли чрезвычайно ограниченные функциональные возможности при использовании небольших баз знаний.

В 1990-х годах термин *экспертная система* начал исчезать. Сложилось мнение, что экспертные системы были ошибкой, но действительность такова, что на самом деле экспертные системы были настолько успешны, что прочно укоренились в составе приложений, для поддержки которых они и были разработаны. Используем для примера текстовый процессор Word. Когда-то вы должны были покупать отдельное приложение для проверки правописания, такое как RightWriter (<http://www.right-writer.com/>). Однако теперь Word имеет встроенную систему проверки грамматики, поскольку она доказала свою полезность (хотя и не абсолютную корректность) (см. подробнее на <https://www.washingtonpost.com/archive/opinions/1990/04/29/hello-mr-chips-pcs-learn-english/6487ce8a-18df-4bb8-b53f-62840585e49d/>).

Преодоление зим искусственного интеллекта

Термин *зима искусственного интеллекта* (AI winter) описывает период сокращения финансирования разработки искусственного интеллекта. Вообще, искусственный интеллект следовал пути, на котором сторонники преувеличивали его возможности, побуждая людей с деньгами, но абсолютно не знающих технологию, делать инвестиции. Затем был период критики, когда искусственный интеллект обманывал ожидания, и как следствие происходило сокращение финансирования. За прошлые годы произошло несколько таких циклов, и все они были губительными для истинного прогресса.

В настоящее время искусственный интеллект вновь находится в раздутой фазе благодаря технологии *машинного обучения* (machine learning), позволяющей компьютерам обучаться на основе данных. Обучение компьютера на основе данных означает независимость от задающего действия (устанавливающего задачи) человеческого программиста, он получает их непосредственно из примеров, демонстрирующих компьютеру необходимое поведение. Это похоже на обучение ребенка, когда ему на примерах показывают, как себя вести. У машинного обучения есть проблемы, поскольку при небрежном обучении компьютер может научиться делать нечто неправильно.

Над алгоритмами машинного обучения работают пять научных школ, каждая со своей точкой зрения (см. подробности в разделе “Не обмануться в ожиданиях

от искусственного интеллекта” далее в этой главе). Наиболее успешное решение на настоящий момент — это *глубокое обучение* (deep learning), технология, стремящаяся подражать человеческому мозгу. Глубокое обучение стало возможным благодаря доступности мощных компьютеров, более умных алгоритмов, больших наборов данных, созданных в результате оцифровки нашего сообщества, и огромных инвестиций от таких фирм, как Google, Facebook, Amazon и других, использующих этот ренессанс искусственного интеллекта в интересах своих корпораций.

Все говорят, что благодаря глубокому обучению зима искусственного интеллекта закончена, и это пока правда. Однако, оглядываясь на нынешние представления людей об искусственном интеллекте, вполне можно предугадать следующую фазу критики, которая неизбежно начнется, если сторонники не снизят градус риторики. Искусственный интеллект способен на удивительные вещи, но это вполне приземленный вид удивительного, как описано в следующем разделе.

Области применения искусственного интеллекта

Сегодня искусственный интеллект используется в очень многих приложениях. Единственная проблема в том, что технология работает настолько хорошо, что вы даже не подозреваете о ее существовании. Фактически вы можете быть крайне удивлены, обнаружив, как много устройств в вашем доме уже использует искусственный интеллект. Например, некоторые интеллектуальные термостаты самостоятельно создают расписания на основании того, как вы регулируете температуру вручную. Аналогично голосовой ввод, используемый для управления некоторыми устройствами, способен обучаться вашей речи, чтобы лучше понимать вас. Искусственный интеллект, определенно, присутствует в вашем автомобиле и почти наверняка — на рабочем месте. Фактически он используется миллионами экземпляров и вполне безопасен, раз он не виден, хотя и весьма драматичен по природе.

Вот лишь несколько сфер, в которых вы могли бы увидеть использование искусственного интеллекта.

- » **Обнаружение мошенничества.** Вы получаете из банка запрос, платили ли вы своей кредитной карточкой за определенную покупку. Банк не любопытен; он просто обеспокоен тем фактом, что некто мог сделать покупку, используя вашу карточку. Искусственный интеллект банка обнаружил незнакомый шаблон расходов и предупредил кого следует.

- » **Планирование ресурсов.** Многим организациям необходимо эффективное планирование использования ресурсов. Например, больницы, вероятно, придется решать, куда поместить пациента, исходя из его потребностей, доступности квалифицированного персонала и ожидаемого периода пребывания пациента в больнице.
- » **Комплексный анализ.** Люди нередко нуждаются в комплексном анализе, когда приходится учитывать слишком много факторов. Например, один и тот же набор симптомов может свидетельствовать о нескольких проблемах. Чтобы спасти пациенту жизнь, врачу или другому специалисту может понадобиться помощь в своевременной постановке диагноза.
- » **Автоматизация.** Любая форма автоматизации может извлечь пользу из применения искусственного интеллекта для реакции на непредусмотренные изменения или события. Проблема некоторых типов автоматизации сегодня заключается в том, что непредусмотренное событие, такое как нахождение объекта в неполюженном месте, фактически может привести к ее отказу. Добавление искусственного интеллекта к автоматизации может позволить справиться с непредвиденным событием и продолжить работу, как будто ничего не случилось.
- » **Клиентская служба.** На другом конце линии клиентской службы, в которую вы сегодня звонили, вполне могло и не быть человека. Автоматизация сегодня достаточно хороша, чтобы, используя различные сценарии и ресурсы, справиться с подавляющим большинством вопросов. При корректных интонациях голоса (также предоставляемых искусственным интеллектом) вы не сможете даже с уверенностью сказать, что говорили с компьютером.
- » **Системы безопасности.** Большинство систем безопасности современных машин различных видов полагается на искусственный интеллект, чтобы перехватить управление транспортным средством в критической ситуации. Например, многие автоматические тормозные системы полагаются на искусственный интеллект, чтобы остановить автомобиль исходя из всех исходных данных, которые может предоставить транспортное средство, например направления заноса.
- » **Эффективность машин.** Искусственный интеллект может помочь контролировать машину так, чтобы добиться максимальной эффективности. Искусственный интеллект контролирует использование ресурсов, чтобы система не превышала скорости и для других задач. Каждая унция (28,3495 г) мощности будет использована точно так, как необходимо, чтобы оказать желаемую услугу.

Не обмануться в ожиданиях от искусственного интеллекта

В этой главе сообщается, что слухи об искусственном интеллекте более чем раздуты. К сожалению, здесь даже поверхностно не затрагивается вся существующая ложь. Если вы смотрели такие фильмы, как *Она* (Her) (<https://www.amazon.com/exec/obidos/ASIN/B00H9HZGQ0/datacservip0f-20/>) и *Из машины* (Ex Machina) (<https://www.amazon.com/exec/obidos/ASIN/B00XI057M0/datacservip0f-20/>), то у вас могло создаться впечатление, что искусственный интеллект способен на очень многое. Проблема в том, что искусственный интеллект фактически находится в младенчестве, и любой вид его применения, такого как показано в фильмах, является плодом хорошего воображения.

Возможно, вы слышали нечто о сингулярности, послужившей причиной громких заявлений в средствах массовой информации и кинофильмах. *Технологическая сингулярность* (singularity) — это, по существу, *верховный алгоритм* (master algorithm), охватывающий все пять научных школ в области машинного обучения. Но чтобы достичь того, о чем вещают все эти источники, машина должна быть способна учиться, как человек, а это требует наличия всех семи видов интеллекта, обсуждавшихся ранее, в разделе “Распознавание интеллекта”.

Вот эти пять школ.

- » **Символисты.** Исходной точкой являются логика и философия. При решении проблемы эта группа полагается на обратную дедукцию.
- » **Коннекционисты.** Исходной точкой является неврология. При решении проблемы эта группа полагается на обратное распространение ошибки.
- » **Эволюционисты.** Исходной точкой является эволюционная биология. При решении проблемы эта группа полагается на генетическое программирование.
- » **Байесианцы.** Исходной точкой является статистика. При решении проблемы эта группа полагается на статистический вывод.
- » **Аналогины.** Исходной точкой является психология. При решении проблемы эта группа полагается на многоядерные машины.

Главная задача машинного обучения заключается в объединении технологий и стратегий, представляемых пятью школами для создания единого алгоритма (*верховного алгоритма* — master algorithm), который позволяет что-нибудь изучать. Конечно, до достижения этой цели еще далеко. Но несмотря на это, такие ученые, как Педро Домингос (Pedro Domingos) (<http://homes.cs.washington.edu/~pedrod/>), работают над этой задачей уже сейчас.

Для ясности: эти пять школ не могут предоставить достаточно информации, чтобы фактически решить проблему человеческого интеллекта, поэтому создание верховного алгоритма для всех пяти школ все еще никак не может привести к сингулярности. На настоящий момент вас должно поражать только то, насколько люди ничего не знают о том, как они думают или почему они думают определенным образом. Все слухи об искусственном интеллекте, распространяющиеся по миру, являются либо надеждами людей, либо просто ложью.

Объединение искусственного интеллекта с базовым компьютером

Чтобы увидеть искусственный интеллект в действии, необходимо иметь своего рода вычислительную систему, содержащую необходимое программное обеспечение, и базу знаний. Вычислительной системой может быть нечто с микросхемой внутри; фактически смартфон делает то же самое, что и настольный компьютер, до некоторой степени. Конечно, если речь идет о такой компании, как Amazon, предоставляющей рекомендации о покупке различным людям, то смартфона окажется маловато; для такого приложения понадобится действительно большая вычислительная система. Размер вычислительной системы прямо пропорционален ожидаемому объему работ, выполняемому искусственным интеллектом.

Приложения могут также отличаться по размеру, сложности и даже расположению. Например, занимаясь бизнесом и желая проанализировать клиентские данные, чтобы решить, как лучше поднять продажи, вы могли бы положиться на серверное приложение. С другой стороны, если вы клиент и хотите искать на Amazon товары для покупки, приложение может даже не располагаться на вашем компьютере; вы обращаетесь к нему через веб-ориентированное приложение, размещенное на серверах компании Amazon.

Базы знаний также различаются по расположению и размеру. Чем сложнее данные, тем больше вы можете из них получить, но и манипулировать ими также понадобится больше. Когда дело доходит до управления знаниями, бесплатного обеда вы не получите. Взаимосвязь между расположением и временем также важна. Сетевое соединение позволяет обращаться к большему объему знаний, но требует больше времени из-за необходимости передачи данных по сетевым соединениям. Однако, хотя локальные базы данных работают быстрее, им, как правило, недостает детальности.



Глава 2

Определение роли данных

В ЭТОЙ ГЛАВЕ...

- » Данные как универсальный ресурс
- » Получение и обработка данных
- » Поиск недостоверностей в данных
- » Определение пределов сбора данных

В данных нет ничего нового. Они связаны с каждым серьезным приложением, когда-либо написанным для компьютера. Данные существуют во многих формах — некоторые организованы, некоторые нет. Меняется только их объем. У нас теперь есть доступ к таким большим объемам данных, что охвачен почти каждый аспект жизни большинства людей, причем иногда на таком уровне подробностей, который люди не могут себе даже представить. Некоторые находят это почти ужасающим. Кроме того, использование передовых аппаратных средств и усовершенствованных алгоритмов делает данные универсальным ресурсом для искусственного интеллекта.

Для работы с данными их нужно сначала получить. Сегодня приложения собирают данные вручную, как в прошлом, а также автоматически, используя новые методы. Но это не вопрос только одной или двух методик сбора данных; спектр этих методов распространяется от полностью ручного до полностью автоматического.

Необработанные данные обычно малопригодны для анализа. Эта глава поможет вам осознать необходимость в манипулировании данными и формировании данных в соответствии с определенными требованиями. Вы также убедитесь в необходимости определения истинного значения данных, чтобы гарантировать соответствие результатов анализа набору задач приложения.

Как ни странно, существуют пределы для сбора обрабатываемых данных. В настоящее время не существует технологий для чтения чьих-либо мыслей телепатическим способом. Конечно, есть и другие пределы, о большинстве из которых вам, вероятно, уже известно, но не все из них очевидны.

Поиск данных, вездесущих на данном этапе

Большая революция данных — это намного больше, чем просто громкие слова производителей, предлагающих новые способы хранения и анализа данных; это уже повседневная действительность и движущая сила нашего времени. Возможно, вы уже слышали о больших объемах данных, упоминаемых во многих специализированных научных и деловых публикациях, и даже задавались вопросом, что именно означает этот термин. С технической точки зрения термин *большие данные* (big data) относится к большим и сложным объемам компьютерных данных, столь больших и запутанных, что приложения не могут с ними справиться за счет применения дополнительного хранилища или увеличения мощности компьютера.

Большие данные подразумевают революцию в хранении данных и манипулировании ими. Она затрагивает такое то, чего можно достичь, используя данные уже в качественных терминах (т.е. можно не только выполнять большие задачи, но и выполнять их лучше). Компьютеры хранят большие данные в различных форматах, с человеческой точки зрения, но компьютер видит данные как поток единиц и нулей (базовый язык компьютеров). Вы можете просматривать данные тем или иным способом в зависимости от того, как вы их получаете и используете. Структура одних данных проста (вы знаете точно, что они содержат и где искать каждую их часть), тогда как другие данные структуры не имеют (у вас есть представление о том, что они содержат, но вы не знаете точно, как их упорядочить).

Типичные примеры структурированных данных — это таблицы баз данных, в которых информация упорядочена в столбцы, и каждый столбец содержит определенный тип информации. Как правило, данные структурируются в соответствии с проектом. Вы собираете их выборочно и записываете в соответствующем месте. Например, вы могли бы расположить данные о количестве людей, покупающих определенный товар в определенном столбце определенной

таблицы в определенной базе данных. Как и в библиотеке, если вы знаете, какие данные необходимы, вы можете найти их немедленно.

Неструктурированные данные состоят из изображений, видео и звуковых записей. Неструктурированную форму можно использовать и для текста, чтобы можно было отметить его такими характеристиками, как размер, дата или тип содержимого. Обычно вы не знаете точно, где находятся данные в неструктурированном наборе, поскольку данные представляются как последовательности единиц и нулей, которые приложение должно интерпретировать или визуализировать.



ЗАПОМНИ

Преобразование неструктурированных данных в структурированную форму может потребовать много времени и сил, а также задействовать многих людей. Большинство данных большой революции данных не структурировано и хранится как есть, пока некто не визуализирует их и не структурирует.

Хранилища этих огромных и сложных данных не возникли вдруг в одночасье. На разработку технологий хранения таких объемов данных потребовалось время. Кроме того, ушло время на распространение технологий создания и доставки данных, а именно — компьютеров, датчиков, интеллектуальных мобильных телефонов, Интернета и его служб Всемирной паутины. Следующие разделы помогут понять то, что делает данные универсальным ресурсом.

Понятие значений Мура

В 1965 году Гордон Мур (Gordon Moore), соучредитель компаний Intel и Fairchild Semiconductor, написал в статье “Cramming More Components Onto Integrated Circuits” (<http://ieeexplore.ieee.org/document/4785860/>), что на протяжении следующего десятилетия количество компонентов в интегральных схемах будет удваиваться каждый год. Тогда в электронике доминировали транзисторы. Способность встроить больше транзисторов в *интегральную схему* (Integrated Circuit — IC) означала, что электронные устройства могут стать полезнее, получив больше возможностей. Этот процесс, интеграция, подразумевает миниатюризацию электроники (та же микросхема способна на большее). Современные компьютеры не намного меньше, чем компьютеры десятилетие назад, но все они решительно более мощные. То же самое относится к мобильным телефонам. Хотя их размер практически тот же, что и у предшественников, они способны выполнять куда больше задач.

Объявленное Муром в этой статье фактически было истиной на протяжении многих лет. В полупроводниковой индустрии это известно как закон Гордона Мура (см. подробности на <http://www.moorelaw.org/>). Удвоение

действительно происходило на протяжении первых десяти лет, как и было предсказано. В 1975 году Мур подправил свое утверждение, предсказав удвоение каждые два года. На рис. 2.1 демонстрируется эффект этого удвоения. Такая скорость удвоения все еще имеет место, хотя теперь все едины во мнении, что она не продержится дольше, чем до конца текущего десятилетия (примерно до 2020 года). Начиная с 2012 года начало наблюдаться несоответствие между ожидаемым увеличением скорости и тем, чего полупроводниковым компаниям удастся достичь в области миниатюризации.

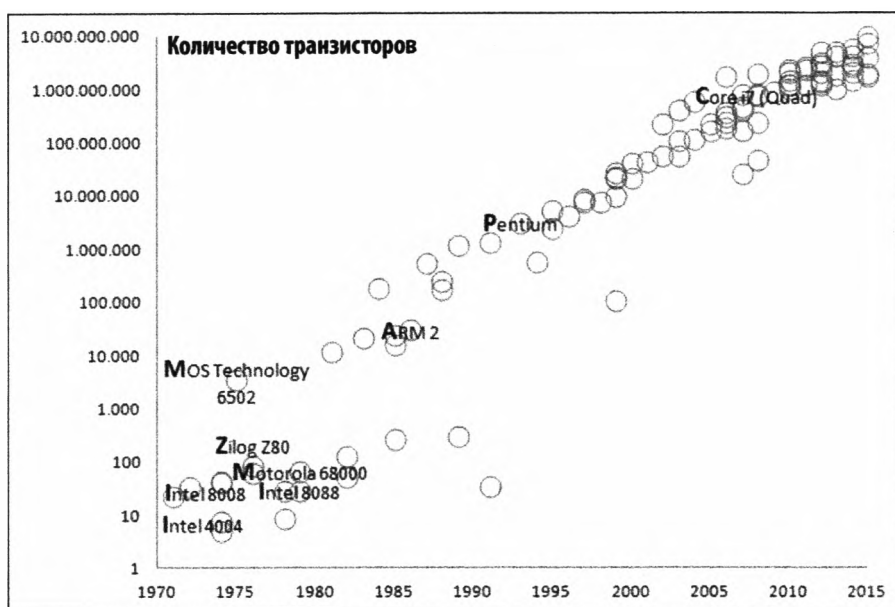


Рис. 2.1. Процессоры содержат все больше и больше транзисторов

Существуют физические препятствия интеграции большего количества элементов в микросхему при использовании существующих кремниевых технологий, поскольку размер компонентов уже практически предельно мал. Однако нововведения продолжают, как описано в статье <http://www.nature.com/news/thechips-are-down-for-moores-law-1.19338>. В будущем закон Гордона Мура может быть неприменим, поскольку промышленность перейдет на новые технологии (компоненты, например, могут создаваться на базе оптических лазеров, а не транзисторов; см. статью <http://www.extremetech.com/extreme/187746-by-2020-you-could-have-an-exascale-speed-of-light-optical-computer-on-your-desk> об оптическом компьютере). Тем не менее с 1965 года удвоение количества компонентов каждые два года возвестило большой скачок в развитии цифровой электроники, имевший далеко идущие последствия в сборе, хранении, манипулировании и управлении данными.

Закон Гордона Мура оказывает прямое влияние на данные. Начнем с более умных устройств. Чем умнее устройства, тем шире они распространены (как доказано электроникой, ставшей повсеместной). Чем шире становится распространенность, тем ниже становится цена — это бесконечный цикл, ведущий к повсеместному использованию мощных компьютеров и маленьких датчиков. Следствием доступности больших объемов машинной памяти и больших дисковых хранилищ для данных стало существенное увеличение доступности данных, включая веб-сайты, транзакционные записи, измерения, цифровые изображения и другие виды данных.

Данные используются повсюду

Для научных экспериментов ученые нуждаются в более мощных компьютерах, чем средний человек. Они имели дело с внушительными объемами данных за много лет до того, как некто выдумал термин “большие данные”. Тогда Интернет не предоставлял столь обширные объемы данных, как сегодня. Помните, что большие данные — не причуда, выдуманная производителями оборудования и программного обеспечения; они имеют основание во многих областях науки, таких как астрономия (космические миссии), спутники (наблюдение и контроль), метеорология, физика (ускорители частиц) и генетика (последовательности ДНК).

Хотя приложения искусственного интеллекта могут специализироваться в научной области (например, Watson от IBM имеет внушительные возможности в медицинской диагностике, поскольку способен изучать информацию из миллионов научных трудов о болезнях и медицине), у фактического утилитарного приложения искусственного интеллекта зачастую превалируют более мирские аспекты. Реальные приложения искусственного интеллекта ценят по большей части за то, что они способны распознавать объекты, находить пути или понимать то, что им говорят люди. Вклад данных в текущий ренессанс искусственного интеллекта поступил отнюдь не из классических источников научных данных.

Сегодня Интернет создает и распространяет новые данные в огромных количествах. На данный момент ежедневно создается приблизительно 2,5 квинтильона (число с 18-тью нулями) байтов данных, львиной долей которых являются такие неструктурированные данные, как видео и аудио. Все эти данные связаны с обычной человеческой деятельностью, чувствами, событиями и отношениями. Странствуя по этим данным, искусственный интеллект может легко учиться тому, как рассуждает и действует человек в различных ситуациях. Вот несколько примеров более интересных данных, которые можно найти.

- » Большое хранилище лиц и их выражений, полученных из фотографий и видео, опубликованных на социальных веб-сайтах, таких как Facebook, YouTube и Google. Предоставляет информацию о поле, возрасте, чувствах и, возможно, сексуальных предпочтениях, политической ориентации и показателе интеллекта (см. <https://www.theguardian.com/technology/2017/sep/12/artificial-intelligence-face-recognition-michal-kosinski>).
- » Частная медицинская информация и биопараметрические данные от смарт-часов, которые измеряют такие показатели, как температура и пульс, как во время болезни, так и в здоровом состоянии.
- » Наборы данных о взаимоотношениях между людьми и интересующих их вещах, полученные из таких источников, как социальные сети и поисковые механизмы. Например, исследование психометрического центра Кембриджского университета показало, что Facebook содержит множество данных о близких отношениях людей (см. <https://www.theguardian.com/technology/2015/jan/13/your-computer-knows-you-researchers-cambridge-stanford-university>).
- » Информация о том, как мы говорим, записывается мобильными телефонами. Например, функция OK Google на мобильных телефонах Android обычно записывает вопросы, а иногда и не только: <https://qz.com/526545/googles-been-quietly-recording-your-voice-heres-how-to-listen-to-and-delete-the-archive/>.

Каждый день пользователи подключают к Интернету все больше устройств, начинающих хранить новые личные данные. Теперь есть личные домашние помощники, такие как Amazon Echo и другие интегрированные интеллектуальные домашние устройства, позволяющие улучшать и регулировать домашнюю обстановку. Это только вершина айсберга, поскольку множество других бытовых приборов (от холодильников до зубных щеток) становятся взаимосвязанными и способными обрабатывать, записывать и передавать данные. *Интернет вещей* (Internet of Things — IoT) становится реальностью. Эксперты полагают, что к 2020 году подключенных вещей будет в шесть раз больше, чем людей, но исследовательские группы и исследовательские центры уже пересматривают эту картину (<http://www.gartner.com/newsroom/id/3165317>).

Приведение алгоритмов в действие

Человеческий род сейчас находится на невероятном перекрестке беспрецедентных объемов данных, создаваемых меньшими и все более мощными аппаратными средствами. Данные все так же обрабатываются и анализируются теми

же самыми компьютерами, что расширяет и углубляет процесс. Это утверждение может показаться очевидным, но данные стали настолько вездесущими, что их ценность больше не распространяется только на значение той информации, которую они содержат (как в случае данных, хранимых в базе компании, выполняющей свою повседневную работу); ценность, скорее всего, в ее использовании как средства создания новой информации; такие данные упоминаются как “новая нефть” (new oil). Это новое значение по большей части заключается в том, как приложения делают данным маникюр, хранят и возвращают их, а также в том, как вы фактически используете их с помощью интеллектуальных алгоритмов.

Алгоритмы и искусственный интеллект изменили игру с данными. Как упоминалось в предыдущей главе, для алгоритмов искусственного интеллекта опробовали различные подходы, от простых алгоритмов до символического рассуждения на основании логики, а затем перешли к экспертным системам. В последние годы стали увлекаться нейронными сетями, а впоследствии перешли к их более зрелой форме, глубокому обучению. Когда этот методологический пассаж произошел, данные превратились из информации, обрабатываемой предопределенными алгоритмами, в то, что формирует алгоритм, выполняющий нечто полезное для задачи. Данные превратились из просто сырья для принятия решения в самого автора решения, как показано на рис. 2.2.



Рис. 2.2. При существующих решениях для искусственного интеллекта больше данных означает больше интеллекта

Таким образом, фотография ваших котят становится куда как более полезной, и не просто из-за ее эмоционального значения (изображение ваших симпатичных котят), а потому, что может стать частью процесса обучения искусственного интеллекта, обнаруживая такие более общие концепции, как характеристики, определяющие кота, или помогая понять смысл определения “симпатичный”.

В значительно большем масштабе такие компании, как Google, кормят свои алгоритмы из источников общедоступных данных, таких как содержимое веб-сайтов или публично доступных текстов и книг. Программный паук Google ползает по Всемирной паутине, перепрыгивая с веб-сайта на веб-сайт, получая веб-страницы с содержащимся на них текстом и изображениями. Даже если Google возвращает часть этих данных пользователям в качестве результатов поиска, она извлекает из данных и другие виды информации, используя свои алгоритмы искусственного интеллекта, которые изучают ее для достижения других целей.

Алгоритмы обработки слов могут помочь системам искусственного интеллекта Google понять и предупредить ваши потребности, даже когда вы не выражаете их в наборе ключевых слов, а выражаетесь простым, невразумительным человеческим языком, на котором вы говорите каждый день (да, разговорный язык зачастую невразумителен). Если вы сейчас попытаете изложить вопрос, а не просто цепочку ключевых слов поисковому механизму Google, то заметите, что он склонен отвечать правильно. После 2012 года, с введением обновления Hummingbird (<http://searchengineland.com/google-hummingbird-172816>), система Google стала более приспособленной к пониманию синонимов и концепций, т.е. того, что обходит первоначально полученные данные, и это результат работы искусственного интеллекта. У Google есть и более передовые алгоритмы, например RankBrain, который непосредственно учится на многих миллионах запросов, поступающих каждый день, и может отвечать на неоднозначные или неясные поисковые запросы, даже выраженные на сленге или в разговорных терминах или просто написанных с ошибками. Алгоритм RankBrain обслуживает не все запросы, но обучается на основе данных тому, как лучше отвечать на запросы. Он уже обрабатывает 15 процентов запросов, а в будущем этот процент может достичь 100.

Успешное использование данных

Доступа к огромным объемам данных недостаточно для создания успешного искусственного интеллекта. Кроме того, алгоритм искусственного интеллекта не может извлечь информацию непосредственно из необработанных данных. Большинство алгоритмов полагается на внешнюю коллекцию и предварительную обработку перед анализом. Когда алгоритм собирает полезную информацию, он может и не представить то, что нужно. Следующие разделы помогут в общих чертах понять, как собрать и обработать данные, а также автоматизировать их сбор.

Источники данных

Используемые вами данные поступают из многих источников. Наиболее распространенный источник данных — это информация, введенная когда-то людьми. Даже когда система собирает данные сайта интернет-магазина автоматически, первоначально его информацию вводят люди. Человек щелкает на разных товарах, добавляет их в корзину покупателя, задает характеристики (например, размер) и количество, а затем просматривает. Затем, уже после покупки, человек дает оценку впечатлению от покупки, от товара и способа доставки, указывая их рейтинг, а также вводит комментарии. Короче говоря, каждое впечатление от покупки также становится источником для сбора данных.

Сегодня многие источники данных полагаются на сведения, собранные людьми. Люди также обеспечивают и их ввод вручную. Вы звоните или идете в некий офис, чтобы договориться о встрече со специалистом. Секретарь спрашивает вас, собирая информацию, необходимую для встречи. Эти вручную собранные данные в конечном счете лягут в основу набора данных, анализируемых где-нибудь в неких целях.

Данные собирают также сенсоры, и эти сенсоры могут быть почти любыми. Например, множество организаций специализируется на физическом сборе данных, таких как количество людей, смотревших на объект в витрине, или на обнаружении сотовых телефонов. Программное обеспечение распознавания лиц потенциально способно обнаруживать постоянных клиентов.

Сенсоры способны создавать наборы данных почти из чего угодно. Служба погоды полагается на наборы данных, созданные сенсорами, контролирующими погодные условия окружающей среды, такие как дождь, температура, влажность, облачный покров и т.д. Роботизированная система контроля позволяет исправить небольшие недостатки в работе робота за счет постоянного анализа собираемых сенсорами данных. Сенсор, объединенный с небольшим приложением искусственного интеллекта, мог бы подсказать вам, когда ваш обед будет совершенно готов сегодня вечером. Данные собирает сенсор, а приложение искусственного интеллекта использует соответствующие правила, чтобы точно определить, когда ваша еда будет готова.

Получение надежных данных

Определение термина *надежный* (reliable) кажется настолько же простым, насколько и трудным в реализации. Нечто считается надежным, если производимые им результаты ожидаемы и единообразны. Надежный источник данных предоставляет обыденные новости без неожиданностей, не потрясая никого сенсациями. В зависимости от вашей точки зрения это может быть и хорошо, когда люди смотрят новости не зевая, а потом не могут заснуть. Неожиданности

делают данные ценными для анализа и изучения. Следовательно, у данных есть аспект двойственности. Мы хотим надежных, обыденных, совершенно предсказуемых данных, которые просто подтверждают то, что мы уже знаем, но именно неожиданности делают сбор данных полезным.

Однако вам вовсе не понравятся совсем необычные данные, на первый взгляд пугающие. При получении данных необходим баланс. Данные должны находиться в определенных рамках (как упоминается далее, в разделе “Маникюр данных”). Они должны также соответствовать определенным критериям и по истинности значения (как описано далее, в разделе “Пять недостоверностей данных”). Данные должны также поступать в ожидаемые интервалы времени, и все поля поступающих записей должны быть заполнены.



ЗАПОМНИ

Защита данных также в некоторой степени влияет на их надежность. Целостность данных имеет несколько форм. Когда данные поступают, вы можете удостовериться в их принадлежности к ожидаемым диапазонам и соответствии конкретной форме. Но и после сохранения надежность данных может снизиться, если вы не гарантируете их хранение в надлежащей форме. Некто, поиграв с данными, способен повлиять на их надежность, сделав их подозрительными и даже потенциально непригодными для последующего анализа. Обеспечение надежности данных означает, что после поступления никто в них не вмешается и не приведет в соответствие с ожидаемыми пределами (сделав их в результате обыденными).

Повышение надежности ввода данных человеком

Люди делают ошибки — это свойство их натуры. Фактически неблагоприятно ожидать, что люди не будут делать ошибок. Все же проекты многих приложений предполагают, что люди так или иначе не будут делать никаких ошибок. Просто проект ожидает, что все будут следовать правилам. К сожалению, подавляющее большинство пользователей гарантированно не читает правил, поскольку они ленивы или им не хватает времени, когда дело доходит до вещей, которые не кажутся им действительно необходимыми.

Рассмотрим графу о штате в форме. Если вы предоставите просто текстовое поле, то некоторые пользователи введут название штата как, скажем, “Kansas” (Канзас). Конечно, некоторые пользователи сделают опечатку или ошибку в регистре букв, и получится “Kansus” или “kANSAS”. Кроме этих ошибок, у людей и организаций могут быть разные подходы к решению одних и тех же задач. Некто из издательской отрасли мог бы, руководствуясь стилем Ассошиэтед Пресс (Associated Press — AP), ввести “Kan”. Кто-то постарше, руководствуясь правилами Правительственной типографии США (Government

Printing Office — GPO), введет вместо этого “Kans.” Используются и другие сокращения. Почтовая служба США (U.S. Post Office — USPS) использует сокращение “KS”, а Береговая охрана США (U.S. Coast Guard) — “KA”. Тем временем Международная организация по стандартизации (International Standards Organization — ISO) ввела такую форму, как US-KS. Представьте, это только графа о штате, довольно простая, как можно было подумать до чтения этого раздела. Понятно, поскольку штаты не собираются менять свои названия часто, в форме вы можете просто предоставить раскрывающийся список, чтобы можно было выбрать штат в необходимом формате и устранить разночтения в использовании сокращений, избежать опечаток и ошибок регистра букв одним махом.



ЗАПОМНИ

Раскрывающиеся списки удивительно хорошо подходят для ввода самых разнообразных данных. Они гарантируют, что ввод данных человеком в эти поля будет чрезвычайно надежным, поскольку у человека нет другого выбора, кроме как использовать одно из стандартных значений. Конечно, человек вполне может выбрать неправильное значение. Вот здесь и играют свою роль перепроверки. Некоторые современные приложения сравнивают введенный почтовый индекс города и указанный штат, чтобы удостовериться в их соответствии. Если соответствия нет, пользователя просят повторить ввод. Эти перепроверки крайне раздражают, но пользователь вряд ли будет встречаться с ними часто, поэтому большой проблемой это стать не должно.

Даже при двойной проверке и статически заданных возможных значениях записи у людей все еще достаточно места для ошибок. Например, проблемой может стать ввод чисел. Когда пользователь должен ввести “2.00”, он может ввести “2” или “2.0”, или “2.”, или любой другой вариант. К счастью, анализ записи и ее переформатирование устранят проблему, и вы сможете решить эту задачу автоматически, без помощи пользователя.

К сожалению, переформатирование не исправит ошибочный числовой ввод. Частично вероятность таких ошибок можно снизить, применив контроль диапазона. Клиент не может купить –5 кусков мыла. Правильный способ позволить клиенту вернуть куски мыла — оформить это как возврат, а не как продажу. Однако пользователь может просто сделать ошибку, а вы можете предоставить сообщение, подсказывающее диапазон корректных вводимых значений.

Автоматизированный сбор данных

Некоторые полагают, что автоматизированный сбор данных решит все проблемы ввода данных человеком. Фактически автоматизированный сбор данных действительно имеет множество преимуществ.

- » Лучшая целостность
- » Повышенная надежность
- » Пониженная вероятность пропуска данных
- » Улучшенная точность
- » Пониженный разброс при периодическом получении исходных данных

К сожалению, нельзя сказать, что автоматизированный сбор данных решает все проблемы. Он все еще полагается на сенсоры, приложения и компьютерные аппаратные средства, разработанные людьми и предоставляющие доступ только к тем данным, которые выберут люди. В связи с ограничениями, налагаемыми людьми на характеристики автоматизированного сбора данных, его результат зачастую куда менее полезен, чем надеялись разработчики. Таким образом, автоматизированный сбор данных находится в постоянном процессе исканий, поскольку разработчики до сих пор пытаются решить все новые проблемы.

Автоматизированный сбор данных страдает также от недостатков оборудования и программного обеспечения, присущих любой вычислительной системе, но с более высокой вероятностью *мелких проблем* (soft issues), возникающих, когда система, безусловно, работает, но желательного результата не дает, чем проблем иного рода. Когда система работает, надежность ввода существенно превышает человеческие возможности. Но когда одолевают не острые проблемы, зачастую даже невозможно догадаться, что проблема в системе вообще существует, поскольку человек допустил бы больше ошибок. В результате набор данных окажется содержащим больше некачественных или даже неправильных данных, чем мог бы.

Маникюр данных

Когда люди говорят о данных, некоторые используют термин *манипуляция* (manipulation), создавая впечатление, что данные изменяются неким хитрым способом или шулерски подтасовываются. Возможно, лучшим окажется термин *маникюр* (manicuring), в результате которого данные получают хорошую форму и прелестный вид. Независимо от используемого термина, необработанные данные редко отвечают требованиям для анализа и обработки. Чтобы нечто извлечь из данных, им нужно сделать маникюр и привести в соответствие определенным требованиям. Следующие разделы посвящены задачам маникюра данных.

Как справиться с отсутствием данных

Чтобы ответить на заданный вопрос правильно, нужно иметь все факты. Вы можете предположить ответ на вопрос и без всех фактов, но этот ответ будет таким же вероятно правильным, как и неправильным. Зачастую некто принимает решение, по существу отвечает на вопрос, не имея всех фактов, а затем говорит, что пришел к такому заключению. Из-за недостающих данных в ходе анализа вы, вероятно, придете к большему количеству заключений, чем думаете. *Запись данных* (data record) — это один из элементов *набора данных* (dataset) (т.е. всех данных), состоящего из *полей* (field), которые содержат факты, используемые для ответа на вопрос. Каждое поле содержит один тип данных, соответствующий одному факту. Если это поле пусто, у вас нет необходимых данных для ответа на вопрос с использованием данной конкретной записи.



ЗАПОМНИ

Прежде чем начать решать проблему отсутствия данных, необходимо о ней узнать. Выяснение, что в вашем наборе данных отсутствует информация, может на практике оказаться весьма трудным, поскольку требует просмотра данных на низком уровне. Большинство людей не способны на это, но даже если у вас действительно есть необходимые навыки, то знайте, что эта работа весьма трудоемка. Зачастую первым признаком отсутствия данных являются нелепые ответы на ваши вопросы, выдаваемые алгоритмом и связанным с ним набором данных. Если используемый алгоритм правильный, значит, ошибка в наборе данных.

Если процесс сбора данных включает в набор не все данные, необходимые для ответа на некий вопрос, возможны проблемы. Фактически иногда выгоднее отбросить факт, чем использовать существенно искаженный факт. Если вы находите, что в некоем поле набора данных отсутствует 90 или более процентов его данных, то это поле, вероятно, бесполезно, и его необходимо удалить из набора данных (или найти способ получения всех недостающих данных).

У менее поврежденных полей данные могут отсутствовать по двум причинам. Случайно отсутствующие данные — это, как правило, результат ошибки сенсора или человека. Когда такое случается, в записях по всему набору данных есть отсутствующие элементы. Иногда причиной повреждений становится простой аппаратный сбой. Систематическое отсутствие данных происходит во время общего отказа некоторого типа. Пропадает весь сегмент записей в наборе данных, а значит, полученный результат анализа может быть существенно искажен.

Проще всего исправить случайное отсутствие данных. Как замену можно просто использовать среднее значение. Да, набор данных не будет абсолютно

точным, но работать он будет, вероятно, достаточно хорошо, чтобы получать вразумительные ответы. В некоторых случаях аналитики данных используют для вычисления недостающих значений специальный алгоритм, который позволяет сделать набор данных более точным.

Справиться с систематически отсутствующими данными значительно труднее, если вообще возможно, поскольку нет никаких окружающих данных, на основании которых можно было бы делать какие-либо предположения. Если вы можете найти причину отсутствия данных, то их иногда можно восстановить. Но если восстановление невозможно, такие поля лучше игнорировать. К сожалению, для некоторых ответов потребуются именно эти поля, а значит, проигнорировать, возможно, придется всю поврежденную последовательность записей данных, потенциально способную привести к неправильным выводам.

Учет рассогласования данных

Данные могут присутствовать в каждой записи набора данных, но они могут не согласоваться с данными в других имеющихся наборах. Например, числовые данные в поле одного набора данных могут иметь тип с плавающей точкой (с десятичной точкой), а в другом наборе данных — целочисленный тип. Прежде чем вы сможете объединить эти два набора данных, поля придется привести к одинаковому типу данных.

Возможны и другие виды рассогласований. Например, поля даты довольно часто имеют разные форматы. Для сравнения форматы дат следует сделать единообразными. Однако даты коварны своей склонностью выглядеть одинаково, но не быть таковыми. Например, даты в одном наборе данных могли бы использовать среднее время по Гринвичу (Greenwich Mean Time — GMT), а даты в другом — некий другой часовой пояс. Прежде чем вы сможете сравнивать время, его придется привести к единому часовому поясу. Все может стать куда интереснее, если даты в один набор данных поступают из мест, использующих летнее время, а в другой — из мест, его не использующих.

Даже если типы данных и формат совпадают, возможны и другие разновидности рассогласования. Например, поля в одном наборе данных могут не соответствовать полям в другом наборе данных. В некоторых случаях исправить эти различия довольно просто. В одном наборе данных первое и второе имена могут быть одним полем, а в другом — двумя отдельными полями (для первого и второго имен). Один из наборов данных придется изменить так, чтобы использовалось одно поле для обоих имен или два поля для первого и второго имен. К сожалению, распознать многие типы рассогласований в содержимом данных куда труднее. На практике зачастую оказывается совершенно невозможно понять, есть ли рассогласование вообще. Однако, прежде чем сдаваться, имеет смысл рассмотреть следующие потенциальные решения проблемы.

- » Вычислите отсутствующие данные из других доступных данных.
- » Найдите отсутствующие данные в другом наборе данных.
- » Объедините наборы данных так, чтобы получить один набор, содержащий единообразные поля.
- » Соберите дополнительные данные из разных источников, чтобы возместить отсутствующие.
- » Переопределите свой вопрос так, чтобы в отсутствующих данных не было больше нужды.

Отделение полезных данных от других

В некоторых организациях считается, что данных много не бывает, но избыток данных является такой же проблемой, как и их недостаток. Чтобы решать проблемы эффективно, искусственному интеллекту требуется только достаточное количество данных. При определении вопроса, на который вы хотите получить краткий полезный ответ, позаботьтесь об использовании правильного алгоритма (или набора алгоритмов). Конечно, главной проблемой наличия слишком больших объемов данных является то, что поиск решения (после перебора всей горы избыточных данных) отнимает слишком много времени, и иногда вы получаете невразумительные результаты, поскольку не можете видеть лес за деревьями.



ВНИМАНИЕ!

Создавая необходимый набор данных для анализа, делайте копию первоначальных данных, а не модифицируйте их сами. Всегда храните первоначальные необработанные данные неизменными, чтобы впоследствии их можно было использовать для другого анализа. Кроме того, для создания хорошего набора данных для анализа может потребоваться несколько попыток, поскольку может оказаться, что полученный результат не соответствует вашим ожиданиям. Главное, создать такой набор данных, который содержит только необходимое для анализа. Однако имейте в виду, что для получения желаемого результата могут понадобиться специфические виды усечения данных (выборка).

Пять недостоверностей данных

Люди привыкли оценивать данные, выясняя, что они собой представляют, и вырабатывая мнение о них. Фактически люди иногда искажают данные до такой степени, что они становятся бесполезными, *недостоверными* (mistruth). Компьютер не способен различать правдивые и неправдивые данные; все, что он видит, — это данные. Одна из проблем, существенно затрудняющих, если

не делающих совсем невозможным, создание искусственного интеллекта, фактически думающего, как человек, заключается в том, что люди могут работать с недостоверными данными, а компьютеры — нет. Лучшее, чего можно надеяться достичь, — это выявить ошибочные данные по выбросам (outliers), а затем отфильтровать их, но данная методика не всегда решает проблему, поскольку использовать данные будет все еще человек и он будет пытаться установить факты на основании недостоверных данных.



ВНИМАНИЕ!

Общепринято мнение, что для создания менее замусоренных наборов данных не стоит позволять вводить данные людям, а по возможности полагаться на сбор данных сенсорами или другими средствами. К сожалению, сенсоры и другие механические технологии ввода отражают задачи разработавших их людей, и есть пределы того, что данная конкретная технология в состоянии обнаружить. Следовательно, даже данные, созданные машиной или сенсором, также склонны к недостоверностям, которые столь трудно обнаружить и преодолеть искусственному интеллекту.

В следующих разделах дорожно-транспортное происшествие используется в качестве базового примера для иллюстрации пяти типов недостоверностей, которые могут присутствовать в данных. Концепции для успешной попытки избежать происшествия (accident) не всегда могут присутствовать в данных, но могут и присутствовать, но не так, как нужно. Однако факт остается фактом: вам придется иметь дело с этим при просмотре данных.

Усердие

Недостоверность усердия (mistruth of commission) является результатом прямой попытки заменить правдоподобной информацией неправдоподобную. Например, при заполнении отчета о происшествии некто может заявить, что его на мгновение ослепило солнце, поэтому он не мог заметить пострадавшего. В действительности человека, возможно, отвлекло что-то другое либо он вообще думал вовсе не о дорожной обстановке (возможно, после хорошего обеда). Если никто не опровергнет эту теорию, человек может отделаться куда меньшим обвинением. Таким образом, данные могли бы быть искажены. В результате страховая компания будет принимать решение о выплате на основании ошибочных данных.



ЗАПОМНИ

Хотя может показаться, что недостоверности усердия легко преодолить, зачастую это не так. Человек говорит “мелкую безобидную ложь”, чтобы не затруднять других или справиться с проблемой наименьшими личными усилиями. Иногда причиной недостоверности

усердия является плохой почерк или слух. Фактически источников ошибок усердия (error of commission) так много, что действительно трудно придумать сценарий, в котором некто мог бы избежать их полностью. В результате недостоверностей этого типа иногда удается избежать, но, как правило, — нет.

Умолчание

Недостоверность умолчания (mistruth of omission) возникает, когда люди говорят правду по каждому запрошенному факту, но умалчивают важный факт, способный изменить восприятие происходящего в целом. Вернемся к отчету о происшествии. Скажем, некто сбивает оленя и наносит существенный урон своему автомобилю. Он правдиво свидетельствует, что дорога была мокрой, что приближались сумерки, что света было маловато, что он с опозданием нажал на тормоз, а олень просто выскочил из чащи прямо под колеса. Заключение: инцидент — это просто несчастный случай.

Однако этот человек умолчал об одном важном факте. В это время он писал SMS-сообщение. Если бы правоохранительные органы знали об SMS-сообщении, то это изменило бы причину происшествия на невнимательность при вождении. Водитель мог бы быть оштрафован, а страховая компания использовала бы другую причину при вводе инцидента в свою базу данных. Как и при недостоверности усердия, страховая компания, если не исправит ошибку в данных, будет принимать решение о выплате на основании ошибочных данных.



ЗАПОМНИ

Избежать недостоверностей умолчания почти невозможно. Да, кто-то может преднамеренно умолчать о факте в отчете, но не менее вероятно, что некто просто забыл включить в отчет все факты. В конце концов, большинство людей после происшествия сильно испуганы, в таком состоянии очень просто растеряться и сообщить только те факты, которые оставили наиболее значительное впечатление. Впоследствии человек может вспомнить дополнительные детали и сообщить их, но база данных все равно вряд ли будет содержать абсолютно полный набор фактов.

Точка зрения

Недостоверность точки зрения (mistruth of perspective) возникает, когда несколько сторон описывают происходящее с разных точек зрения. Рассмотрим пример дорожно-транспортного происшествия, когда был сбит пешеход. У человека, управлявшего автомобилем и совершившего наезд, и у свидетеля будут разные точки зрения на произошедшее. Офицер, берущий показания у каждого, понятное дело, получит от них разные факты, даже с учетом того, что все

говорят правду, известную именно ему. Фактически опыт доказывает, что записанное офицером в отчет почти всегда является средним из показаний обоих, с тенденциозным смещением согласно личному опыту. Другими словами, отчет будет близок к правде, но недостаточно близок для искусственного интеллекта.

Когда имеешь дело с точкой зрения, важно учитывать позицию наблюдателя. Водитель автомобиля мог видеть панель приборов и знать состояние автомобиля во время происшествия. Эта информация отсутствует у других сторон. Аналогично у человека, сбитого автомобилем, наилучшая позиция наблюдения, чтобы увидеть выражение лица водителя (его намерение). Свидетель мог бы находиться в наилучшей позиции, чтобы увидеть, пытался ли водитель затормозить или уклониться от столкновения и была ли у него такая возможность. Каждая сторона дает показания на основании замеченных данных, если не извлекает пользы из сокрытия фактов.



ВНИМАНИЕ!

Точка зрения является, вероятно, самой опасной из недостоверностей, поскольку любой попытавшийся выяснить правду в этом сценарии закончит в лучшем случае средним из всех показаний, которые никогда не будут полной правдой. Человек, просматривающий такую информацию, может полагаться на интуицию и инстинкт, чтобы как-то приблизиться к правде, но искусственный интеллект всегда будет использовать только среднее, а значит, всегда будет далек от истины. К сожалению, избежать недостоверности точки зрения невозможно, поскольку независимо от количества свидетелей события лучшее, на что можно рассчитывать, — это приближение к правде, а не абсолютная истина.

Есть и другая разновидность недостоверности точки зрения. Рассмотрим такой случай: вы — глухой человек в 1927 году. Каждую неделю вы идете в кинотеатр, чтобы посмотреть “немой фильм” и в течение часа или дольше чувствовать себя таким, как все. Вы воспринимаете фильм точно так же, как и все остальные, ничем от них не отличаясь. В октябре того же года вы видите объявление о модернизации кинотеатра звуковой системой, чтобы можно было показывать *звуковые фильмы* — фильмы со звуковой дорожкой. В объявлении сказано, что это прекрасная вещь, и почти все, казалось бы, с этим соглашались, кроме вас. Теперь глухой человек будет чувствовать себя второсортным гражданином, не таким, как все, и даже отлученным от кинематографа. В глазах глухого данное объявление является недостоверностью; добавление звука — это самое худшее, что могло произойти, а не самое лучшее. Дело в том, что очевидная истина не является истиной для всех. Идея всеобщей правды, т.е. истины для всех, является мифом. Ее не существует.

Предубежденность

Недостоверность предубежденности (mistruth of bias) происходит тогда, когда некто был в состоянии заметить факт, но упустил его из-за личных факторов или уверенности. В примере с ДТП водитель мог сосредоточить свое внимание на середине дороги, и олень на обочине стал невидимым. Следовательно, у водителя не было времени реагировать, когда олень внезапно выбежал на середину дороги.

Проблема с предубежденностью в том, что ее невероятно трудно классифицировать. Например, у водителя, не заметившего оленя, мог быть настоящий несчастный случай, олень мог быть скрыт за кустарником. Но водитель мог бы быть виновен и в невнимательном вождении. Водитель мог также отвлечься на мгновение. Короче говоря, тот факт, что водитель не видел оленя, не является вопросом; вопрос в том, почему он его не видел. Во многих случаях подтверждение предубежденности источника становится важным фактором при создании алгоритма, призванного избежать предубежденности источника.



ЗАПОМНИ

Теоретически избежать недостоверности предубежденности можно всегда. Но в действительности у всех людей есть предубеждения разных типов, и эти предубеждения всегда будут приводить к недостоверностям, искажающим наборы данных. Получить нечто, выглядящее, как факт, и фактом являющееся (т.е. сделать так, чтобы это запечатлелось в мозге человека), — довольно трудная задача. Люди фильтруют информацию, чтобы избежать информационной перегрузки, и эти фильтры — также источник предубеждения, поскольку они не позволяют людям видеть вещи реально.

Недопонимание

Система взглядов должна формироваться на основании только понимания, а не быть результатом ошибок из-за этих пяти недостоверностей. *Недостоверность недопонимания* (frame-of-reference mistruth) происходит, когда одна сторона описывает некое событие, а у второй стороны нет об этом никакого понимания. В результате подробности становятся запутанными или полностью непонятными. Многие комедии полагаются на ошибки недопонимания. Общеизвестный пример — эпизод *Кто на первой базе?* (Who's On First?) комедийной группы “Эбботт и Костелло”, доступный по адресу <https://www.youtube.com/watch?v=kTcRRaXV-fg>. Чтобы один человек понял то, что говорит другой, у первого человека должны быть опыт и знания по теме — система взглядов.

Другой пример недостоверности недопонимания — когда одна сторона не может понять другую. Например, у моряка есть опыт хождения в штормовом

море. Возможно, это просто муссон, но предположим на мгновение, что это серьезный шторм, возможно, опасный для жизни. Даже с помощью видео, интервью и симуляторов моряк не может передать опыт выживания в опасный для жизни шторм на море никому, кто не испытал такой шторм на себе; такой человек просто ничего не поймет.



ЗАПОМНИ

Наилучший способ избежать недостоверности недопонимания — обеспечить выработку всеми участвующими сторонами подобных систем взглядов. Для решения этой задачи, гарантированно точной передачи данных от одного человека к другому, все стороны должны иметь подобные опыт и знание. Ошибки недопонимания при работе с набором данных вполне возможны, когда у вероятного контролера нет необходимых опыта и знаний.

У искусственного интеллекта всегда будут проблемы с системой взглядов, поскольку у него отсутствует способность накопления опыта. Банк приобретенных знаний — это вовсе не то же самое, что и опыт. Банк данных содержал бы факты, но опыт на их основании — это не только факты, но и заключения, чего современные технологии повторить не могут.

Установление пределов сбора данных

Может показаться, что все собирают ваши данные безо всякой на то причины или задней мысли. И вы правы, так оно и есть. Фактически организации собирают, классифицируют и хранят всеобщие данные безо всякой видимой цели или намерения. Согласно сайту Data Never Sleeps (<https://www.domo.com/blog/data-never-sleeps-5/>), мир собирает данные со скоростью 2,5 квинтильона байтов в день. Эти ежедневные данные имеют разнообразные типы и формы, что подтверждают следующие примеры.

- » Google осуществляет 3 607 080 поисков.
- » Пользователи Twitter публикуют 456 000 сообщений.
- » Пользователи YouTube просматривают 4 146 600 видеофильмов.
- » Google Inbox получает 103 447 529 сообщений спама по электронной почте.
- » Weather Channel получает 18 055 555,56 запроса о погоде.
- » Giphy осуществляет 694 444 обмена файлами GIF.

Сбор данных стал наркотиком для организаций во всем мире, и некоторые думают, что организация, собравшая их больше всех, так или иначе получит

приз. Однако сбор данных сам по себе ничего не даст. Эта проблема во всей красе демонстрируется в книге Дугласа Адамса (Douglas Adams) *Автостопом по галактике* (*The Hitchhiker's Guide to the Galaxy*) (<https://www.amazon.com/exec/obidos/ASIN/1400052920/datacervip0f-20/>). В книге раса суперсозданий строит огромный компьютер, чтобы вычислить “Основной Ответ на Основной Вопрос”. Ответ 42 ничего не дает, поэтому создания жалуются, что сбор, классификация и анализ всех данных, использованных для ответа, не привел к пригодному для использования результату. Компьютер, без сомнений, разумный, и он дает людям действительно правильный ответ, но они должны знать, что сам вопрос для ответа имеет смысл. Сбор данных может происходить в неограниченных объемах, но сформулировать правильный вопрос, чтобы задать его, достаточно сложно, если вообще возможно.



ЗАПОМНИ

Основная проблема, которую должна решить любая организация по сбору данных, — какие вопросы задать и почему они важны. Организуя сбор данных для ответа на вопрос, следует позаботиться о том, чтобы ответ имел смысл. Например, если вы открываете магазин в городе, то, возможно, нуждаетесь в ответах на следующие вопросы.

- » Сколько людей проходит перед магазином каждый день?
- » Сколько людей останавливается и заглядывает в витрину?
- » Как долго они смотрят?
- » В какое время дня они смотрят?
- » Приводит ли смена содержимого в витрине к лучшим результатам?
- » Что из выставленного фактически заставляет людей заходить в магазин?

Список можно продолжить, но идея в том, что необходимо составить список вопросов, решающих конкретные задачи. После того как вы составили список, необходимо удостовериться, что каждый из вопросов фактически важен (т.е. решает конкретную задачу), а затем установить вид информации, необходимой для получения ответа на вопрос.



ВНИМАНИЕ

Конечно, попытка собрать все эти данные вручную была бы невозможна. Вот где играет свою роль автоматизация. Казалось бы, она обеспечивает надежный, воспроизводимый и единообразный ввод данных. Однако многие факторы автоматического сбора данных могут привести к сбору не особо полезных данных. Рассмотрим, к примеру, следующие проблемы.

- » Сенсоры могут собрать только те данные, для которых они разработаны, поэтому они могут пропустить данные, для которых они не предназначены.

- » Люди допускают ошибки в данных разными способами (см. раздел “Пять недостоверностей данных”), а значит, полученные данные могут быть ложными.
- » Данные могут быть искажены, когда условия для их сбора созданы неправильно.
- » Неправильная интерпретация данных также приводит к неправильным результатам.
- » Преобразование реального вопроса в понятный компьютеру алгоритм также является процессом, подверженным ошибкам.

Учесть необходимо и множество других проблем (хватит на целую книгу). Объединяя плохо собранные и плохо сформированные данные с алгоритмами, которые фактически не отвечают на ваши вопросы, вы получаете результаты, способные повести ваш бизнес в неправильном направлении, а затем искусственный интеллект обвинят в противоречивых или ненадежных ответах. Задайте правильный вопрос, предоставьте правильные данные, правильно их обработайте и проанализируйте — вот и все, что нужно сделать, чтобы сбор данных стал инструментом, на который можно полагаться.



Глава 3

Вопросы использования алгоритмов

В ЭТОЙ ГЛАВЕ...

- » Роль алгоритмов в искусственном интеллекте
- » Победа в играх с поиском в пространстве состояний и мини-максом
- » Анализ работы экспертных систем
- » Машинное обучение и глубокое обучение как часть искусственного интеллекта

Данные — это решающий фактор искусственного интеллекта. Недавние авансы по поводу искусственного интеллекта намекают, что для решения некоторых проблем правильный объем данных важнее правильного алгоритма. Например, в 2001 году два исследователя из Microsoft, Мишель Банко (Banko) и Эрик Брил (Brill), опубликовали незабываемую статью “Scaling to Very Very Large Corpora for Natural Language Disambiguation” (<http://www.aclweb.org/anthology/P01-1005>), в которой утверждали, что если вы хотите, чтобы компьютер создал модель языка, то вам не нужен самый умный алгоритм в городе. После ввода более чем одного миллиарда слов в пределах контекста любые алгоритмы начнут работать невероятно хорошо. Эта

глава поможет вам понять отношения между алгоритмами и данными, а также как они заставляют их выполнять полезную работу.

Однако, независимо от количества имеющихся данных, чтобы сделать их полезными, необходим алгоритм. Кроме того, чтобы данные правильно работали с выбранными алгоритмами, следует выполнить *анализ данных* (набор определенных этапов). Ничего пропускать здесь нельзя. Даже при том, что искусственный интеллект — это интеллектуальная автоматизация, иногда автоматизация должна держаться в тени анализа. Обучаемые машины находятся в далеком будущем. Сейчас вы не найдете машин, обладающих самодостаточностью и способных полностью избежать человеческого вмешательства. Вторая половина этой главы поможет понять роль экспертных систем, машинного обучения, глубокого обучения и таких приложений, как AlphaGo, для приближения будущих возможностей к современной действительности.

Понятие роли алгоритмов

Люди обычно распознают искусственный интеллект, когда инструмент представляет новый подход и взаимодействует с пользователем способом, подобным человеческому. Примерами являются такие цифровые помощники, как Сири (Siri), Алекса (Alexa) и Кортана (Cortana). Но некоторые другие общепринятые инструментальные средства, например навигатор GPS и специализированные планировщики (такие, как позволяющие избежать столкновений автомобилей, автопилоты в самолетах и составители рабочих планов), даже не выглядят, как искусственный интеллект, поскольку слишком распространены и считаются само собой разумеющимися, ведь они действуют на заднем плане приложений.

Это, безусловно, *эффект искусственного интеллекта* (AI effect), описанный Памелой Мак-Кордак (Pamela McCorduck), американской писательницей, автором известной истории искусственного интеллекта, в 1979 году. Эффект искусственного интеллекта заключается в том, что успешные интеллектуальные компьютерные программы быстро теряют благодарность людей и становятся тихими исполнителями, в то время как внимание смещается к тем проблемам искусственного интеллекта, которые все еще требуют решения. Люди перестают осознавать важность классических алгоритмов для искусственного интеллекта и начинают фантазировать об интеллекте, созданном по тайной технологии, или сравнивать его с последними футуристическими анонсами, таким как машинное и глубокое обучение.

Алгоритм (algorithm) — это процедура, представляющая собой последовательность операций (обычно выполняемых компьютером) и гарантирующая

нахождение правильного решения задачи за конечный промежуток времени или уведомляющая об отсутствии решения. Даже при том, что люди использовали алгоритмы вручную на протяжении буквально тысяч лет, в зависимости от сложности решаемой задачи они могут потребовать огромных периодов времени и множества числовых вычислений. Чем быстрее и проще алгоритмы находят решение, тем лучше. Алгоритмы являются продуктом интеллекта создавших их людей, поэтому любая работающая на алгоритмах машина не может не отражать человеческий интеллект, встроенный в такие алгоритмические процедуры.

Что означает алгоритм

Алгоритм всегда представляет последовательность этапов, но для решения проблемы не обязательно выполнять все этапы. Возможности алгоритмов невероятно велики. Операции могут задействовать хранение данных, их исследование и упорядочение в структуры данных. Вы можете найти алгоритмы, решающие задачи в науке, медицине, финансах, промышленном производстве и телекоммуникациях.

Все алгоритмы — это последовательности операций по нахождению правильного решения задачи за разумное время (или оповещению об отсутствии решения, если его нет). Алгоритмы искусственного интеллекта отличаются от обобщенных алгоритмов решения задач, являющихся обычно (или даже исключительно) результатом действия человеческого интеллекта. Алгоритмы искусственного интеллекта обычно имеют дело со сложными проблемами, зачастую являющимися частью NP-полной задачи (где NP — это недетерминированное полиномиальное время), а люди обычно имеют дело с комбинацией рационального подхода и интуиции. Вот лишь несколько примеров.

- » Планирование и распределение при недостатке ресурсов.
- » Поиск маршрутов в сложных физических или фигуративных пространствах.
- » Распознавание шаблонов в видимом изображении (не путать с восстановлением или обработкой изображения) или слышимом звуке.
- » Обработка языка (понимание текста и перевод на другой язык).
- » Игра (и победа) в соревновательных играх.



СОВЕТ

NP-полные задачи отличаются от других алгоритмических задач, поскольку поиск их решения за разумный период времени все еще невозможен. NP-полные задачи — это не те задачи, которые можно решить перебором всех возможностей и их комбинаций. Даже если бы были компьютеры, куда более мощные, чем современные, поиск

решения затянулся бы почти навсегда. Подобной проблемой в области искусственного интеллекта является *полный искусственный интеллект* (AI-complete).

Планирование и ветвление

Планирование помогает определить последовательность действий для достижения определенной цели. Это классическая задача искусственного интеллекта, ее примеры можно найти при планировании в промышленном производстве, распределении ресурсов и перемещениях робота в помещении. Искусственный интеллект определяет все возможные действия начиная с текущего состояния. Технически он *развивает* (expand) текущее состояние во многие будущие состояния. Затем он развивает все будущие состояния уже в их собственные будущие состояния и т.д. Когда дальнейшее развитие становится невозможным, искусственный интеллект останавливает процесс, создав *пространство состояний* (state space), состоящее из того, что могло бы случиться в будущем. Искусственный интеллект может использовать пространство состояний совсем не так, как возможный прогноз (фактически он прогнозирует все, хотя одни будущие состояния более вероятны, чем другие). Он может использовать пространство состояний для исследования решений, которые он может принять, чтобы достигнуть своей цели наилучшим способом. Это *поиск в пространстве состояний* (state-space search).

Работа с пространством состояний требует использования и специфических структур данных и алгоритмов. Общепринятыми структурами для базовых данных являются деревья и графы. Для эффективного исследования графов применяются такие популярные алгоритмы, как *поиск в ширину* (breadth-first search) и *поиск в глубину* (deep-first search).

Дерево данных очень похоже на настоящее дерево. Каждый добавляемый элемент является *узлом* (node). Узлы соединяются между собой связями. Комбинация узлов и связей формирует структуру, выглядящую, как дерево (рис. 3.1).



ЗАПОМНИ

Деревья имеют один корневой узел, точно так же, как и физическое дерево. *Корневой узел* (root node) — это отправная точка для выполняемой обработки. С корнем соединены ветви или листья. *Узел листа* (leaf node) — это конечная точка дерева. *Узлы ветвей* (branch node) поддерживают другие ветви или листья. Дерево на рис. 3.1 является бинарным, поскольку у каждого узла есть по меньшей мере два соединения (но у деревьев, представляющих пространства состояний, может быть какое угодно количество ветвей).

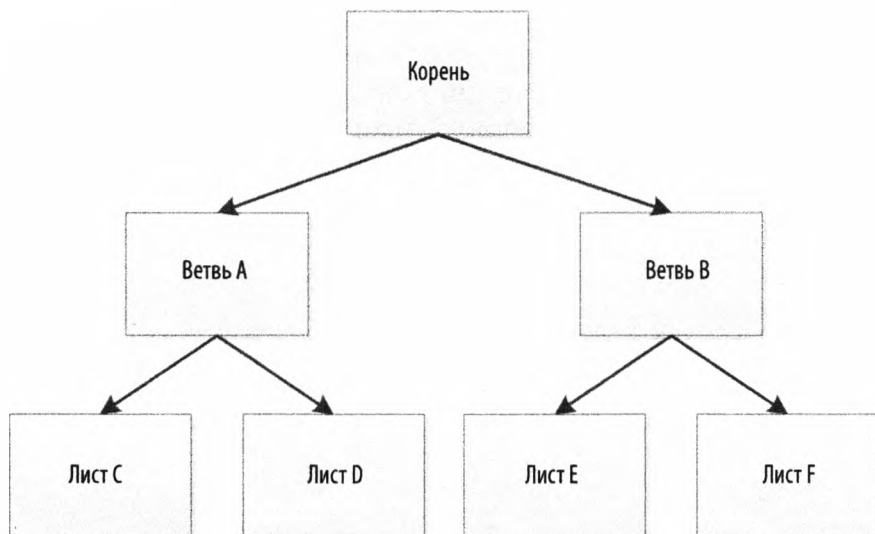


Рис. 3.1. Дерево может выглядеть как его физический прототип, а может располагаться корнем вверх

Если рассмотреть дерево, то ветвь В является *потомком* (child) корневого узла. Поэтому корневой узел является первым в списке. Листья Е и F оба являются потомками ветви В, что делает ветвь В *предком* (parent) листьев Е и F. Отношения между узлами важны, поскольку обсуждения деревьев нередко рассматривают родительски/дочерние отношения между узлами. Без этих терминов обсуждение деревьев может стать весьма невразумительным.

Граф (graph) — это своего рода модификация дерева. Подобно деревьям, здесь есть соединенные между собой узлы, формирующие отношения. Однако в отличие от бинарных деревьев, у узла графа может быть больше одной или двух связей. Фактически у узлов графа обычно есть множество соединений, а самые важные узлы могут иметь связи в любом направлении, а не только от предка к потомку. В простейшем виде граф выглядит как на рис. 3.2.

Графы — это структуры, представляющие множество узлов (или *вершин* (vertex)), соединенных множеством *ребер* (edge) или *дуг* (arc) в зависимости от представления. Граф можно считать структурой, подобной карте, на которой каждое место является узлом, а улицы — ребрами. Это отличается от дерева, на котором каждый путь завершается листом. Граф представлен на рис. 3.2. Графы особенно полезны при изучении состояний, представляющих своего рода физическое пространство. Например, системы GPS используют граф для представления мест и улиц.

Графы имеют также несколько новых подвохов, которые вы, возможно, не заметили. Например, граф может иметь концепцию *направленности*

(directionality). В отличие от дерева, у которого есть родительские/дочерние отношения, узел графа может соединяться с любым другим узлом в определенном направлении. Считайте их улицами в городе. Большинство улиц — с двухсторонним движением, но некоторые — с односторонним, по которым можно двигаться только в одном направлении.

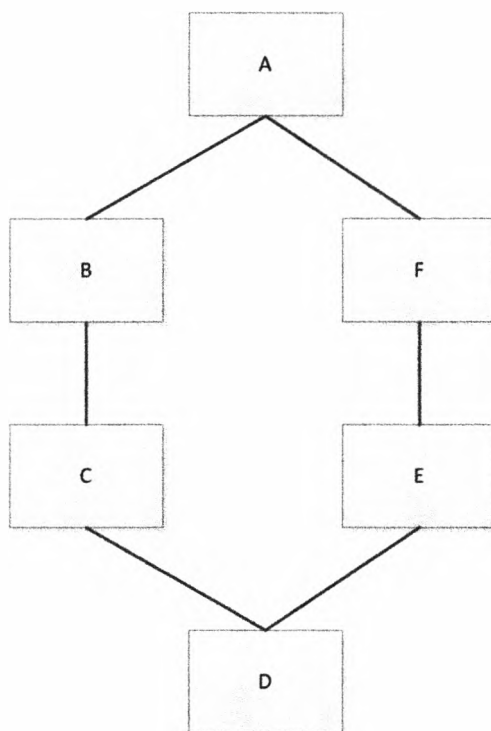


Рис. 3.2. Узлы графа могут соединяться между собой по-разному

Представление соединений графа может и не отражать реалии графа. Граф может определять коэффициенты для соединений. Коэффициент может определять дистанцию между двумя пунктами, время для прохождения маршрута или другие виды информации.



СОВЕТ

Дерево — это не более чем граф, в котором любые две вершины соединяются только одной связью, и это не допускает циклов (чтобы можно было вернуться к предку от любого потомка). Многие алгоритмы графов применимы только к деревьям.

Пересечение графа означает поиск (посещение) каждой вершины (узла) в определенном порядке. Процесс посещения вершины может включать его чтение и модификацию. По мере пересечения графа вы обнаруживаете вершины,

которые еще не были посещены. Вершина становится обнаруженной (поскольку вы ее только что посетили) или обработанной (поскольку алгоритм опробовал все следующие из нее ребра) после поиска. Порядок поиска определяет его вид: неосведомленный (поиск вслепую) и осведомленный (эвристика). При *неосведомленной* (uninformed) стратегии искусственный интеллект исследует пространство состояний без дополнительной информации, кроме структуры графа, которую он выясняет по мере его пересечения. В следующих разделах рассматриваются два популярных алгоритма поиска вслепую: поиск в ширину и поиск в глубину.

Поиск в ширину (Breadth-First Search — BFS) начинается с корня графа и исследует каждый присоединенный к нему узел. Затем поиск переходит на следующий уровень и далее по очереди, пока не будет достигнут конец. Следовательно, в примере графа поиск распространится от вершины A к B и C прежде, чем дойдет до вершины D. Поиск в ширину исследует граф систематически, просматривая вершины вокруг начальной вершины. Он начинается с посещения всех вершин от стартовой вершины, а затем переходит к следующей и т.д.

Поиск в глубину (Depth-First Search — DFS) начинается с корня графа, а затем переходит к каждому следующему узлу от корня вниз и до конца. Затем он следует в обратном порядке и начинает исследовать путь, отличный от предыдущего, пока снова не достигнет корня. В этот момент, если доступны другие пути от корня, алгоритм выбирает следующий и начинает тот же самый поиск снова. Идея в том, чтобы исследовать каждый путь полностью прежде, чем исследовать любой другой путь.

Состязательные игры

Самое интересное в поиске в пространстве состояний — это то, что он демонстрирует и нынешние и будущие возможности искусственного интеллекта. Так происходит в случае *состязательных игр* (игр, в которых один побеждает, а остальные проигрывают) или любой подобной ситуации, в которой участники преследуют цель, находящуюся в противоречии с целями других. Простая игра в крестики-нолики представляет собой совершенный пример игры поиска в пространстве, в которую вы, возможно, уже играли с искусственным интеллектом. В фильме *Военные игры* (WarGames), вышедшем в 1983 году, суперкомпьютер WOPR (War Operation Plan Response) играет против себя с потрясающей скоростью, но все же не может победить, поскольку игра действительно проста, и если использовать поиск в пространстве состояний, то проиграть невозможно.

В игре девять клеток, в которые каждый игрок записывает крестик или нолик. Первый, кто соберет метки в ряд (горизонтальный, вертикальный или диагональный), победил. При создании *дерева пространства состояний* каждый

уровень дерева представляет ход в игре. Конечные узлы представляют финальные состояния доски и определяют победу, ничью или поражение искусственного интеллекта. У каждого листа есть бал, у победного — высокий, у ничейного — средний, а у проигрышного — низкий или даже отрицательный. Используя суммирование, искусственный интеллект просчитывает балы к верхним узлам и ветвям до достижения стартового узла. Стартовый узел представляет текущую ситуацию. Для пересечения дерева используется простая стратегия: когда ход искусственного интеллекта и вы должны рассмотреть значения многих узлов, вы суммируете максимальное значение (очевидно, потому, что искусственный интеллект должен добиться максимального счета в игре); когда наступает очередь противника, вы суммируете вместо этого минимальное значение. В результате вы получаете дерево, ветви которого квалифицируются балами. Когда наступает очередь искусственного интеллекта, он выбирает свой переход на основании ветви с самым высоким значением, поскольку это подразумевает путь по узлам с самой высокой возможностью победить. Пример этой стратегии приведен на рис. 3.3.

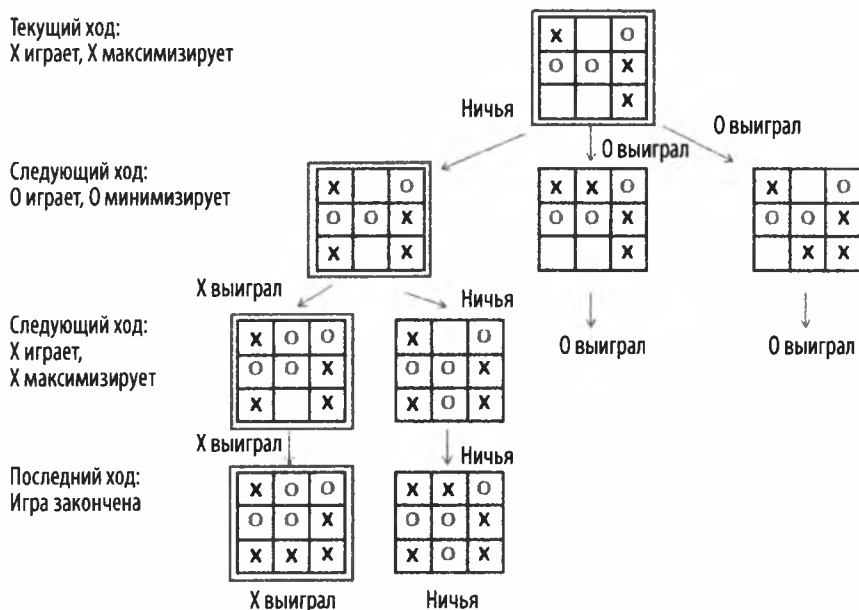


Рис. 3.3. Приближение к мини-максу в игре “крестики-нолики”

Это подход *приближения к мини-максу* (min-max approximation). Рональд Линн Ривест (Ronald Rivest) из лаборатории информатики Массачусетского технологического института опубликовал его в 1987 году (его статью можно прочитать по адресу <https://people.csail.mit.edu/rivest/pubs/Riv87c.pdf>). С тех пор этот алгоритм и его варианты легли в основу множества

соревновательных игр, включая недавно анонсированную игру AlphaGo от Google DeepMind, в которой используется подход, напоминающий приближение к мини-максу (в фильме *Военные игры* 1983 года представлен тот же самый подход).



СОВЕТ

Иногда в контексте приближения к мини-максу можно услышать термин *альфа-бета-отсечение* (alpha-beta pruning). Это интеллектуальный способ сокращения количества рассматриваемых узлов в древовидной иерархии сложных пространств состояний, существенно сокращающий количество вычислений. Не все игры имеют компактные деревья пространства состояний, но когда количества ветвей исчисляются миллионами, их отсечение необходимо для сокращения объемов вычислений.

Использование локального поиска и эвристики

Многое изменилось со времени появления подхода поиска в пространстве состояний. В конце концов, никакая машина независимо от ее мощности не сможет перебрать все возможности в любой ситуации. В этом разделе продолжается рассмотрение игр, поскольку они предсказуемы и имеют фиксированные правила, тогда как большинство реальных ситуаций непредсказуемы и никаких правил не имеют, что делает игры оптимальным выбором.

В шашках, относительно простой игре по сравнению с шахматами или Го, возможно 500 миллиардов миллиардов (500 000 000 000 000 000 000) позиций на доске. Это значение вычислено математиками из Университета Гавайев и соответствует количеству всех песчинок на Земле. Конечно, во время игры в шашки делается куда меньше ходов, но все же количество потенциальных вариантов при каждом ходе слишком велико для вычислений. Чтобы вычислить все 500 миллиардов миллиардов возможных ходов, мощным компьютерам потребуется 18 лет (<http://sciencenetlinks.com/science-news/science-updates/checkers-solved/>). Только представьте, как долго компьютер потребительского класса будет рассчитывать даже куда меньшее количество ходов. Чтобы процесс остался подконтрольным, это должно быть очень маленькое подмножество всех возможных ходов.

Оптимизация с использованием локального поиска и эвристики позволяет ограничить количество возможных вычислений, как при альфа-бета-отсечении, когда некоторые вычисления отбрасываются, поскольку ничего не дают для успеха. *Локальный поиск* (local search) — это общий подход к решению задач, реализуемый множеством алгоритмов, позволяющих избежать экспоненциального роста сложности многих NP-задач. Локальный поиск начинается с текущей ситуации или несовершенного решения задачи и перемещается от

нее шаг за шагом. Локальный поиск выясняет пригодность соседних решений, потенциально приводя к более совершенному решению на основании случайного выбора или осмысленной эвристики (а значит, никакого точного метода решения нет).



ЗАПОМНИ

Эвристика (heuristic) — это обоснованное предположение о решении, такое как эмпирическое правило, которое указывает направление к желаемому результату, но не способное подсказать точно, как его достичь. Это как будто, заблудившись в незнакомом городе, спрашивать людей, как добраться до своей гостиницы. Вам укажут направление, но без точных инструкций и примерного расстояния.

Алгоритмы локального поиска поэтапно улучшают состояние начиная от стартового и переходя шаг за шагом к соседним решениям в пространстве состояний, пока дальнейшее улучшение не окажется невозможным. Поскольку алгоритмы локального поиска просты и интуитивно понятны, разработать подход локального поиска для решения алгоритмической задачи нетрудно, а вот сделать его эффективным обычно более чем трудно. Главное — определить правильную процедуру.

1. Начните с существующей ситуации (это может быть текущая ситуация, случайное или известное решение).
2. Найдите набор новых возможных решений в пределах окрестностей текущего решения; они составят список кандидатов.
3. Определите решение, используемое вместо текущего на основании вывода эвристики, получившей на входе список кандидатов.
4. Продолжите выполнять пп. 2 и 3 до тех пор, пока не прекратится дальнейшее улучшение, означающее нахождение лучшего из решений.

Хотя разработка локального поиска проста, она зачастую не позволяет найти решение за разумное время (вы можете остановить процесс и использовать текущее решение) или предлагает решение, незначительно лучшее. Нет никакой гарантии, что локальный поиск найдет решение задачи, но есть шанс действительно улучшить первоначальное решение, если предоставить ему достаточно времени. Он остановится только после того, как не сможет найти дальнейший способ улучшить решение. Секрет в том, чтобы исследовать правильную окрестность. Если вы исследуете все, то скатитесь к полному перебору, подразумевающему взрывообразный рост вариантов для исследования и проверки.

Доверие к эвристике ограничивает, когда нужна эмпирика. Иногда эвристика — это случайность, и такое решение, несмотря на не интеллектуальность подхода, вполне может прекрасно работать. Немногие знают, что автономный робот-пылесос Roomba, созданный тремя специалистами из Массачусеттского

технологического института, первоначально не планировал свою траекторию, он просто двигался в случайных направлениях. И все же владельцы считали его разумным устройством, ведь свою работу по уборке он выполнял превосходно. (Фактически интеллект заключался в идее использовать случайность для решения задачи, которая в противном случае оказалась бы слишком сложной).

Случайный выбор — не единственная доступная эвристика. При исследовании локальный поиск способен полагаться и на более осмысленные решения с использованием лучше обоснованной эвристики для получения направления поиска, такие как *оптимизация восхождением к вершине* (hill-climbing optimization) или *алгоритм возврата* (twiddle), и избежать ловушки принятия посредственных решений, как при *имитации отжига* (simulated annealing) и *поиске с запретами* (tabu search). Оптимизация восхождением к вершине, алгоритм возврата, имитация отжига и поиск с запретами — это все алгоритмы поиска, эффективно используемые эвристикой для получения направления.

Алгоритм восхождения к вершине сродни действию силы гравитации. Представьте, что, когда мяч катится по склону, он выбирает самый крутой спуск, а когда его нужно закатить на холм, имеет смысл выбрать кратчайший путь достижения вершины, которым также является самый крутой склон. Таким образом, задача искусственного интеллекта — спуститься во впадину или подняться на вершину, а эвристика подскажет направление, указав самый крутой подъем или спуск из возможных в пространстве состояний. Это весьма эффективный алгоритм, хотя в некоторых ситуациях, известных как плато (промежуточные точки минимума) и пики (локальные максимальные точки), он ошибается.

Алгоритм возврата или *покоординатного спуска* (coordinate descent) подобен алгоритму восхождения к вершине. Эвристический алгоритм возврата подразумевает исследование всех возможных направлений, но поиск концентрируется в направлении лучших окрестностей. По мере продвижения он калибрует свои шаги, замедляясь по мере приближения к трудным для поиска участкам, чтобы находить лучшие решения, пока процесс не достигнет остановки.

Термин *имитация отжига* произошел от металлургической технологии, в ходе которой металл нагревают, а затем медленно охлаждают, чтобы сделать его мягче для обработки в холодном состоянии, а также для устранения межкристаллических напряжений (см. <http://www.brighthubengineering.com/manufacturing-technology/30476-what-is-heat-treatment/>). Локальный поиск воспроизводит эту технологию при поиске решения, как будто меняется атомная структура, чтобы улучшить работоспособность. Температура — решающий фактор в процессе оптимизации. Подобно тому, как высокая температура ослабляет структуру материала (твердое плавится, а жидкое испаряется), высокая температура в алгоритме локального поиска снижает *критерий отбора* (objective function), позволяя предпочесть худшие решения лучшим.

Имитация отжига изменяет процедуру восхождения к вершине, сохраняя критерий отбора для вычисления соседнего решения и позволяя осуществлять выбор решения для поиска различными способами.

Поиск с запретами подразумевает запоминание подлежащих исследованию частей окрестности. Когда решение кажется найденным, предпринимается попытка вернуться к другим возможным путям, которые еще не опробовались, чтобы выявить лучшее из решений.

Использование направления (вверх или вниз), температуры (контролируемой случайности) или просто запрета или выделения части в искомом фактически является способом избежать перебора всех возможностей и сконцентрироваться на перспективных решениях. Рассмотрим, например, перемещение робота. Задача — провести робота по неизвестной окружающей обстановке, избегая препятствий, и достичь заданного места. Это сложная фундаментальная задача искусственного интеллекта. Для ориентации на местности роботы могут полагаться на лазерный инфракрасный дальномер (*лидар* — LIDAR) или *сонар* (использует звук для наблюдения окружающей обстановки). Но несмотря на техническое оснащение, роботы все еще нуждаются в надлежащих алгоритмах для следующего.

- » Поиск кратчайшего (или по крайней мере разумно короткого) пути к месту назначения.
- » Избегание препятствий на пути.
- » Выполнение специальных требований, таких как минимум поворотов или торможений.

Алгоритм поиска пути позволит роботу начать движение в одном месте и достичь места назначения по кратчайшему пути между этими двумя точками, избежав препятствий. (Реакции после столкновения со стеной недостаточно.) Поиск пути используется также при перемещении любого объекта к цели в пространстве, даже виртуальном, как в видеоигре или на веб-странице. Робот при поиске пути воспринимает пройденный путь как последовательность пространств состояний в границах его сенсоров. Если цель находится вне пределов их досягаемости, робот не будет знать, куда идти. Эвристика может направить его в правильную сторону (например, знание того, что цель находится в северном направлении), позволив избежать ненужных затруднений, связанных с необходимостью рассматривать все остальные возможные пути.

Понятие обучения машины

Все рассмотренные до сих пор примеры алгоритмов связаны с искусственным интеллектом, поскольку все они — интеллектуальные решения повторяющихся, жестко разграниченных, сложных задач, требующих интеллекта. Они требуют, чтобы архитектор изучил задачу и выбрал правильный алгоритм для ее решения. Однако смена задачи, ее коррекция или непредвиденные факторы могут стать реальной проблемой для успешного применения алгоритма. Это связано с тем, что изучение задачи и ее решение осуществляются раз и навсегда, пока алгоритм используется в программном обеспечении. Например, вы вполне можете создать программу с искусственным интеллектом для решения sudoku (популярная игра, требующая вписать числа в клетки поля согласно правилам: <https://www.learn-sudoku.com/what-is-sudoku.html>). Вы даже можете обеспечить алгоритму некую гибкость, которая позволит учесть больше правил или больший размер игрового поля. Питер Норвиг (Peter Norvig), директор по исследованиям корпорации Google, написал чрезвычайно интересное эссе на эту тему (<http://norvig.com/sudoku.html>), в котором демонстрирует, как разумное использование поиска в глубину позволяет сократить количество вычислений (в противном случае вычисления могут длиться вечно). Применение ограничителей позволяет вначале исследовать меньшие ветви, что делает решение sudoku вполне возможным.

К сожалению, не все проблемы могут полагаться на решения, подобные sudoku. Проблемы реального мира никогда не возникают в простых мирах совершенной информации и четких действий. Рассмотрим задачу поиска страхового мошенника или задачу диагностики заболеваний.

- » **Большой набор правил и возможностей.** Количество возможных мошенничеств невероятно велико; у многих болезней схожие симптомы.
- » **Недостаток информации.** Мошенники могут скрывать информацию; врачи зачастую полагаются на неполную информацию (анализы могут еще отсутствовать).
- » **Правила могут изменяться.** Мошенники изобретают все новые и новые способы надувательства; новые болезни возникают и обнаруживаются.

Для решения таких задач нельзя использовать предопределенный подход. Чтобы справляться с любыми новыми ситуациями, подход должен быть гибким, необходимо накопление полезных знаний. Другими словами, для адаптации к изменениям в сложной окружающей обстановке необходимо продолжать учиться, как люди учатся весь свой век.

Работа экспертных систем

Экспертные системы были первой попыткой избежать жестко заданных алгоритмов и выработать более гибкие и интеллектуальные способы решения реальных задач. Лежащие в основе экспертных систем идеи были простыми и вполне подходящими на те времена, когда хранение и доступ к большим количествам данных в машинной памяти были дорогостоящими. Сегодня это может показаться странным, но в 1970-х годах такие ученые в области искусственного интеллекта, как Росс Квиллиан (Ross Quillian), вынуждены были демонстрировать построение рабочих языковых моделей на базе словаря только из 20 слов, поскольку машинная память тех времен могла содержать лишь столько слов. Немного возможностей доступно, если компьютер не может содержать все данные, и решение заключалось в работе только с ключевой информацией по проблеме и получению ее от людей, разбирающихся в ней лучше всех.



ЗАПОМНИ

Экспертные системы были экспертными не потому, что их знания базировались на результате собственного обучения, а скорее потому, что они получали свои знания от экспертов-людей, которые предоставляли предварительно подготовленную систему ключевой информации, полученной ими из книг либо от других экспертов или изобретенной самостоятельно. В основном это был интеллектуальный способ воплощения знаний в машине.

Примером одной из первых таких систем является MYCIN; она диагностировала болезни, связанные со свертываемостью крови, и такие бактериальные инфекции крови, как менингит (воспаление мембран, защищающих головной и спинной мозг). Система MYCIN рекомендовала правильную дозировку антибиотиков на основании более 500 правил, а при необходимости вызывала использующего систему врача. Когда информации не хватало, например отсутствовали результаты лабораторных анализов, система MYCIN начинала консультативный диалог, задавая корректные вопросы по существу, чтобы удостовериться в правильности диагноза и терапии.

Написанная на языке LisP в качестве докторской диссертации Эдвардом Хансом Шортлифом (Edward Shortliffe) из Стэнфордского университета, система MYCIN потребовала пяти лет труда, а по завершении работала лучше, чем любой начинающий врач, с перспективой достичь точности диагностики опытного врача. За несколько лет до этого в той же лаборатории была разработана система DENDRAL — первая из когда-либо созданных экспертных систем. Она была весьма сложным приложением, специализировавшимся на органической химии с алгоритмами, решавшими задачи “в лоб” и оказывавшимися бесполезными при встрече с человеческой эвристикой на базе практического опыта.

Что касается успеха MYCIN, то возникли некоторые проблемы. Во-первых, были не ясны условия ответственности. (Если система поставила неправильный диагноз, то кто несет ответственность?) Во-вторых, у MYCIN была проблема удобства и простоты использования, поскольку во времена младенчества Интернета врач мог подключиться к MYCIN, только используя дистанционный терминал для мэйнфрейма в Стэнфорде, что было весьма трудно и медленно. Но все же система MYCIN доказала свою эффективность и полноценность в поддержке решений человека, и это проложило путь многим другим экспертным системам, которые распространились чуть позже, в 1970- и 1980-х годах.

Вообще, экспертные системы того времени состояли из двух великолепных компонентов: базы знаний и механизма логического вывода. *База знаний* (knowledge base) хранит знания как коллекцию правил в форме операторов *if...then* (где часть *if* включает одно или несколько условий, а часть *then* — выдаваемые рекомендации). Эти символы операторов, разные у разных систем, способны проверять одиночные события или факты, классы и производные классы, позволяя манипулировать ими, используя булеву логику или сложную логику первого порядка, которая учитывает все возможные операции.



СОВЕТ

Логика первого порядка (first-order logic) — это набор операций, идущих куда далее связанных с простыми комбинациями значений TRUE (истина) и FALSE (ложь). Например, здесь есть такие концепции, как FOR ALL (для всех) и THERE EXIST (существует), позволяющие иметь дело с операторами, которые могут быть истиной, но не могут быть подтверждены доказательством на данный момент. Куда больше об этой форме логики можно узнать из статьи <http://whatis.techtarget.com/definition/first-order-logic>.

Механизм логического вывода (inference engine) — это набор инструкций, указывающих системе, как манипулировать условиями на основании таких операторов булевой логики, как AND, OR или NOT. Этот логический набор, использующий TRUE (соответствующее или, технически, “сработавшее” правило) и FALSE (не соответствующее правило) как символьные условия, способен объединять их в сложные рассуждения.

Поскольку система была создана на базе последовательности операторов *if* (условия) и *then* (выводы) и имела вложенный структурированный по уровням характер, полученная вначале информация позволяла сразу исключить некоторые заключения, а также помочь системе, взаимодействуя с пользователем, выяснить информацию, способную привести к правильному ответу. При использовании с механизмом логического вывода для экспертных систем было характерно следующее.

- » **Прямая цепочка рассуждений.** Доступное доказательство делало на каждом этапе серию правил подходящими, а другие исключало. Система первоначально концентрировалась на правилах, которые могли бы быть подходящими и привести к заключению. Это явно подход, управляемый данными.
- » **Обратная цепочка рассуждений.** Система вычисляет каждое возможное заключение и пытается доказать каждое из них на основании доступного доказательства. Этот подход, управляемый целями, позволяет определить, какие вопросы стоит задать, и исключает целые наборы задач. Система MYCIN использовала обратную цепочку рассуждений — общепринятую стратегию развития от гипотезы назад, к доказанному медицинскому диагнозу.
- » **Разрешение конфликтов.** Если система сделала больше одного вывода за раз, она предпочитает заключение с определенными характеристиками (важность, риск или другие факторы). Иногда система консультируется с пользователем, и решение принимается на основании оценки пользователя. Например, система MYCIN использовала коэффициент уверенности, оценивавший вероятную точность диагноза.

Одним из главных преимуществ таких систем было представление знания в удобочитаемой для людей форме, процесс принятия решения был понятен и изменяем. Если система пришла к выводу, она оповещает об использованных при этом правилах. Пользователь может систематически наблюдать за работой системы и оценивать достоверность или ошибочность выводов. Кроме того, экспертные системы были просты в реализации на таких языках программирования, как LisP или ALGOL. Пользователи улучшали экспертные системы в течение долгого времени, добавляя новые или изменяя существующие правила. Они могли даже заставить ее работать в условиях неуверенности за счет применения *нечеткой логики* (fuzzy logic), своего рода многозадачной логики, в которой значение может содержать нечто среднее между 0, абсолютной ложью и 1, абсолютной истинной. Нечеткая логика избегает резких движений, когда правила выбираются на основании пороговых значений. Например, если утверждается, что правило применимо, если в комнате жарко, оно не будет применено при точном задании температуры, если она чуть-чуть не дотягивает до порогового значения. Закат экспертных систем наступил в конце 1980-х, их разработка остановилась главным образом по следующим причинам.

- » Логика и символика таких систем оказались ограниченными выражением правил, лежащих в основе решения, что привело к созданию индивидуальных систем, сведя все снова к жестко заданным правилам и классическим алгоритмам.

- » Экспертные системы для многих сложных задач стали настолько сложными и запутанными, что потеряли свою привлекательность с точки зрения реализуемости и цены.
- » Поскольку данные становятся все более распространенными и доступными, нет особого смысла тщательно опрашивать опытных специалистов, накапливать и систематизировать ценные знания, когда то же самое (или даже лучшее) можно просто найти в открытых данных.

Экспертные системы все еще существуют. Вы можете найти их используемыми при выдаче кредита, обнаружении мошенничества и в других областях, в которых ответ предоставляется наравне с правилами, лежащими в основе решения, и таким способом, которым пользователь системы находит приемлемым (как сделал бы настоящий эксперт).

Введение в машинное обучение

Решения, способные к самостоятельному обучению непосредственно на данных без их предварительного представления в качестве символов, возникли за несколько десятилетий до экспертных систем. Одни были по природе статистическими; другие по-разному подражали природе; а третьи пытались создать автономную символическую логику в форме правил для необработанной информации. Все эти выработанные различными школами решения сегодня известны под различными названиями, включая *машинное обучение* (machine learning). Машинное обучение — это целый раздел алгоритмов, хотя в отличие от многих других обсуждавшихся до сих пор алгоритмов они не являются набором предопределенных этапов, предназначенных для решения задачи. Как правило, машинное обучение имеет дело с задачами, которые люди не умеют подразделять на этапы, но сами их, естественно, решают. Примером таких задач является распознавание лиц на изображениях или слов в разговорной речи. Машинное обучение упоминается почти в каждой главе этой книги, но работе его основных алгоритмов посвящены только главы 9–11, включая глубокое обучение, вызвавшее новую волну технологий с применением искусственного интеллекта, заголовками о которых пестрят новости почти каждый день.

Достижение новых высот

Роль машинного обучения в новой волне алгоритмов искусственного интеллекта — частично заменить, а частично дополнить существующие алгоритмы, демонстрируя действия, требующие интеллекта, с человеческой точки зрения, поскольку их непросто формализовать в точную последовательность этапов. Хороший пример такой роли — демонстрация мастерства игры в Го, в которой

мастер сразу понимает угрозы и возможности обстановки на доске и интуитивно находит правильные ходы. (Читайте историю игры Го на <http://www.usgo.org/brief-history-go>.)

Го — невероятно сложная игра для искусственного интеллекта. В шахматах приходится просчитывать порядка 35 возможных ходов на доске, и игра обычно длится не более 80 ходов, в то время как в Го возможных ходов бывает до 140 и длится игра обычно более 240 ходов. Никакой вычислительной мощи в современном мире не хватит, чтобы создать полное пространство состояний для игры Го. Группа Google DeepMind в Лондоне разработала программу AlphaGo, победившую многих знаменитых мастеров Го (см. <https://deepmind.com/research/alphago/>). Программа не полагается на алгоритмический подход на базе поиска в огромном пространстве состояний, она использует следующее.

- » Метод интеллектуального поиска на основании проверки случайного возможного хода. Искусственный интеллект многократно применяет поиск в глубину, чтобы выяснить, является ли первый найденный результат лучшим или худшим (в неполном или частичном пространстве состояний).
- » Алгоритм глубокого обучения обрабатывает изображение доски (сразу) и получает как наилучший возможный ход в этой ситуации (алгоритм — *стратегическая сеть* (policy network)), так и оценку вероятности выигрыша искусственного интеллекта после данного хода (алгоритм — *оценочная сеть* (value network)).
- » Возможность учиться на примерах игр, сыгранных экспертами Го в прошлом, а также игра против себя, как WOPR в фильме *Военные игры* 1983 года. Последняя версия программы, AlphaGo Zero, способна учиться совершенно автономно, без человеческих примеров (см. <https://deepmind.com/blog/alphago-zero-learning-scratch/>). Эта способность известна как *обучение с подкреплением* (reinforcement learning).



Глава 4

Первенство специализированных аппаратных средств

В ЭТОЙ ГЛАВЕ...

- » Использование стандартных аппаратных средств
- » Использование специализированных аппаратных средств
- » Улучшение аппаратных средств
- » Взаимодействие с окружающей средой

В главе 1 упоминалось, что одной из причин первых неудач при создании искусственного интеллекта была нехватка подходящих аппаратных средств. Аппаратные средства просто не могли выполнять задачи достаточно быстро, чтобы быть полезными даже для обыденных потребностей, не говоря уже о чем-то столь сложном, как моделирование процесса мышления человека. Эта проблема довольно хорошо представлена в фильме *Игра в имитацию* (The Imitation Game) (<https://www.amazon.com/exec/obidos/ASIN/B00RY86HSU/datacservip0f-20/>), в котором Алан Тьюринг (Alan Turing) взломал код шифровальной машины “Энигма” догадавшись о наличии в конце каждого сообщения повторяющейся фразы “Хайль Гитлер”. Без данной догадки об упущении немецких операторов при использовании “Энигмы” довольно

медленное компьютерное оборудование Тьюринга просто не смогло бы решить задачу достаточно быстро (в фильме это никак не отражено). Если уж на то пошло, исторические документы (полностью рассекречено не так уж и много) свидетельствуют, что проблемы у Тьюринга были куда серьезнее, чем показано в фильме (см. <https://www.scienceabc.com/innovation/cracking-the-uncrackable-how-did-alan-turing-and-his-team-crack-the-enigma-code.html>). К счастью, сегодня стандартные общедоступные аппаратные средства вполне обладают скоростью, достаточной для решения многих задач, с которых начинается эта глава.



ЗАПОМНИ

Действительно, чтобы начать моделировать процесс мышления человека, нужны специализированные аппаратные средства, и даже лучшие из них на сегодня с задачей не справятся. Почти все стандартные аппаратные средства полагаются на *архитектуру фон Неймана* (<http://www.c-jump.com/CIS77/CPU/VonNeumann/lecture.html>), согласно которой память отделена от вычислений, что создает чудесную обобщенную среду обработки, в которой не работают хорошо только некоторые виды алгоритмов, поскольку низкая скорость передачи данных между процессором и памятью создает *узкое место Фон Неймана* (Von Neumann bottleneck). Во второй части этой главы представлены различные методы преодоления узкого места Фон Неймана, чтобы сложные, интенсивно использующие данные алгоритмы работали быстрее.

Даже с аппаратными средствами, специально разработанными для ускорения вычислений, машина, предназначенная для моделирования процесса мышления человека, способна работать только с такой скоростью, с какой позволяют ее механизмы ввода и вывода. Следовательно, необходимо создать лучшую среду, в которой смогут работать аппаратные средства. Это можно сделать множеством способов, но в данной главе рассмотрены только два из них: улучшение возможностей используемого оборудования и использование специализированных сенсоров. Такие улучшения среды работы аппаратных средств хороши, но ниже объясняется, что их все еще недостаточно для моделирования работы человеческого мозга.

В конечном счете аппаратные средства бесполезны, даже самые передовые, если полагающиеся на них люди не могут эффективно с ними взаимодействовать. Заключительный раздел этой главы посвящен методикам повышения эффективности взаимодействия. Эти взаимодействия — просто результат комбинации улучшенного вывода и грамотного программирования. Подобно тому, как Алан Тьюринг использовал уловку, чтобы заставить свой компьютер сделать куда больше того, на что он был способен, эти методики позволят современным

компьютерам выглядеть, как чудо. Фактически компьютер ничего не понимает; весь интеллект закладывают люди, создающие его программы.

Стандартные аппаратные средства

В большинстве проектов искусственного интеллекта предполагается, что их создание по крайней мере начнется со стандартных аппаратных средств, поскольку современные общедоступные компоненты фактически обладают весьма высокой мощностью обработки, особенно по сравнению с компонентами 1980-х годов, когда искусственный интеллект начал давать результаты, пригодные для практического применения. Следовательно, даже если стандартных аппаратных средств не хватит для создания полностью работоспособной системы, вы можете работать на них со своим экспериментальным кодом и получить рабочую модель, которая в конечном счете заработает с полным набором данных.

Понятие стандартных аппаратных средств

Архитектура (architecture), или структура, стандартного компьютера не менялась с тех пор, как Джон фон Нейман впервые предложил ее в 1946 году (см. статью https://www.maa.org/external_archive/devlin/devlin_12_03.html). Согласно истории (<https://lennartb.home.xs4all.nl/coreboot/col2.html>) в компьютерах 1981 года (и даже ранее) процессор уже соединялся с памятью и периферийными устройствами через шину. Во всех этих системах используется архитектура фон Неймана, поскольку она обеспечивает существенные преимущества и модульность. История свидетельствует, что эти устройства допускают модернизацию каждого компонента как индивидуальное решение, позволяя наращивать *возможности*. Например, в определенных пределах вы можете увеличить объем памяти или дискового хранилища любого компьютера. Вы можете также использовать лучшие периферийные устройства. Но все эти элементы подключаются через шину.



ЗАПОМНИ

Увеличение возможностей компьютера не отменяет фактов его базовой архитектуры. Так, у компьютера, используемого сегодня, та же архитектура, что и раньше; просто у него больше возможностей. Кроме того, форм-фактор устройства также не затрагивает архитектуру. Компьютеры в вашем автомобиле также полагаются на шину при подключении, что тоже является архитектурой фон Неймана. (Даже если вид шины другой, архитектура та же самая.) Что бы вы ни думали, но неизменной осталась архитектура любого устройства, достаточно взглянуть на блок-схему Blackberry по адресу <http://mobilesaudi>.

blogspot.com/2011/10/all-blackberry-schematic-complete.html. Она тоже полагается на схему фон Неймана. Следовательно, почти у любого устройства, которым можно разжиться на сегодняшний день, будет подобная архитектура несмотря на различие форм-факторов, типов шины и основных возможностей.

Недостатки стандартных аппаратных средств

У возможности создать модульную систему действительно есть существенные преимущества, особенно в бизнесе. Возможность вынимать и заменять отдельные компоненты существенно снижает стоимость, одновременно позволяя проводить улучшения по скорости и эффективности. Но как всегда, бесплатный сыр бывает только в мышеловке. Модульность архитектуры фон Неймана имеет ряд серьезных недостатков.

- » **Узкое место фон Неймана.** Из всех недостатков этот является самым серьезным с точки зрения требований таких дисциплин, как искусственный интеллект, машинное обучение и даже наука о данных. Более подробно этот недостаток обсуждается в разделе “Понятие узкого места фон Неймана” далее в этой главе.
- » **Единые точки отказа.** Любая потеря соединения с шиной обязательно означает отказ всего компьютера. Даже в системах с несколькими процессорами потеря одного из них приводит не просто к снижению производительности, а к полному отказу системы. То же самое происходит при потере других системных компонентов: вместо снижения функциональных возможностей система отказывает целиком. С учетом того, что искусственный интеллект зачастую требует непрерывной работы системы, это создает вероятность серьезных последствий и не позволяет полагаться на надежность аппаратных средств.
- » **Односмысловость (single-mindedness).** Шина фон Неймана способна получать либо инструкцию, либо данные, необходимые для выполнения инструкции, но она не может делать это одновременно. Следовательно, когда поиск данных требует нескольких циклов шины, процессор простаивает, а это существенно снижает его способность решать задачи искусственного интеллекта, связанные с интенсивным выполнением инструкцией.
- » **Управление задачами.** Когда мозг решает задачу, множество сигналов срабатывают одновременно, обеспечивая параллельное выполнение множества операций. Первоначальный проект фон Неймана допускал только одну операцию за раз и только после того, как система получала и необходимую инструкцию, и данные. Сегодня

у компьютеров, как правило, несколько ядер, что позволяет одновременно выполнять по одной операции в каждом ядре. Однако код приложения должен быть специально разработан так, чтобы затребовать эту возможность, поэтому зачастую она остается неиспользуемой.

ОТЛИЧИЯ ГАРВАРДСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ

В своих аппаратных изысканиях вы можете встретить *Гарвардскую архитектуру* (Harvard Architecture), модифицированную форму которой некоторые системы используют для ускорения своей работы. И архитектура фон Неймана, и Гарвардская архитектура полагаются на шинную топологию. Однако при работе с архитектурой фон Неймана аппаратные средства полагаются на одну шину и одну область памяти как для инструкций, так и для данных, тогда как Гарвардская архитектура полагается на отдельные шины для инструкций и данных; они также способны использовать отдельные физические области памяти (см. <http://infocenter.arm.com/help/topic/com.arm.doc.faq/ka3839.html>). Использование индивидуальных шин позволяет системе с Гарвардской архитектурой получать следующую инструкцию, ожидая поступления из памяти данных для текущей инструкции. Таким образом, Гарвардская архитектура быстрее и эффективнее. Однако страдает надежность, поскольку теперь появляются две точки отказа для каждой операции: шина инструкций и шина данных.

Микроконтроллеры, такие как в микроволновой печи, нередко используют Гарвардскую архитектуру. Кроме того, ее можно встретить в некоторых необычных местах, по определенной причине. И iPhone, и Xbox 360 используют модифицированную версию Гарвардской архитектуры, в которой используется единая область памяти (а не две), но шины — отдельные. Причиной в данном случае являются *технические средства защиты авторских прав* (Digital Rights Management — DRM). Область памяти кода можно сделать доступной только для чтения, чтобы никто не мог ее изменить или создать новые приложения без разрешения. С точки зрения искусственного интеллекта это может быть проблематично, поскольку одна из его возможностей заключается в разработке новых алгоритмов (выполняемый код), когда необходимо справиться с непредвиденными ситуациями. Поскольку компьютеры редко реализуют Гарвардскую архитектуру в ее классической форме или как базовую конструкцию шины, в этой книге ей не уделяется много внимания.

Использование графических процессоров

После создания прототипа установки, выполняющего задачи, необходимые для моделирования процесса мышления человека в заданной области, вам, вероятно, понадобятся дополнительные аппаратные средства. Эти средства, обладающие достаточной вычислительной мощностью для работы с полным набором данных, необходимы для рабочей системы. Для обеспечения требуемой вычислительной мощности доступно множество путей, но, как правило, в дополнение к центральному процессору машины используют *графические процессоры* (Graphic Processing Unit — GPU). В следующих разделах описана предметная область применения GPU, что именно подразумевается под термином “GPU” и почему они ускоряют обработку.

ЭЛЕКТРОННО-МЕХАНИЧЕСКАЯ МАШИНА АЛАНА ТЬЮРИНГА

Машина Алана Тьюринга ни в коей форме не имела искусственного интеллекта. Фактически это даже не реальный компьютер. Она взломала криптографические сообщения “Энигмы”, и это все. Однако она действительно дала пищу для рассуждений Тьюринга, которые в конечном счете привели к публикации в 1950-х годах его работы “Вычислительные машины и разум” (Computing Machinery and Intelligence) (<http://www.loebner.net/Prize/TuringArticle.html>), как и в фильме *Игра в имитацию*. Однако сама машина фактически была создана на базе польской машины Bomba. Хотя некоторые источники и настаивают на том, что Алан Тьюринг работал сам, Bomba была произведением многих людей, в частности Гордона Уэлчмана (Gordon Welchman). Тьюринг также не возник из ничего, готовый крушить немецкие шифры. В его время в Принстоне находились такие великие люди, как Альберт Эйнштейн и Джон фон Нейман (продолживший саму концепцию программного обеспечения). Работа Тьюринга вдохновила этих и других ученых на эксперименты и доказала, что это возможно.

Пока ученые писали бумаги, ругали идеи друг друга, выдвигали собственные идеи и экспериментировали, продолжали возникать все новые и новые специализированные аппаратные средства всех видов. Когда смотришь фильм или читаешь книгу, претендующую на историческую правдивость, создается впечатление, что эти люди просыпались однажды утром и, сказав “О, сегодня я сделаю открытие!”, совершали нечто невероятное. На самом деле все новые достижения базируются на прежних достижениях. Таким образом, история важна, поскольку позволяет проследить пути развития, а также освещает другие перспективные пути.

Понятие узкого места фон Неймана

Узкое место фон Неймана (Von Neumann bottleneck) — это естественный результат использования шины для передачи данных между процессором, памятью, долговременным хранилищем и периферийными устройствами. Независимо от того, как быстро шина выполняет свою задачу, превзойти ее всегда невозможно (т.е. она создает узкое место, снижающее скорость). Со временем скорость процессора продолжала расти, а разработки памяти и других устройств сосредоточивались на плотности — возможности размещения большего в меньшем объеме. Следовательно, с каждым усовершенствованием узкое место становилось все большей проблемой, вынуждая процессор тратить все больше времени на ожидание.

Некоторые из проблем, связанных с узким местом Фон Неймана, можно преодолеть в разумных пределах и получить хоть и относительно небольшое, но существенное увеличение скорости выполнения. Вот наиболее распространенные решения.

- » **Кеширование.** Когда проблемы со скоростью получения данных из памяти в архитектуре фон Неймана стали очевидными, независимые разработчики аппаратных средств быстро ответили на них добавлением встроенной памяти, которая не требовала шинного доступа. Эта память является внешней по отношению к процессору, но является частью пакета процессора. Высокоскоростной кеш дорог, поэтому его размеры обычно невелики.
- » **Кеш процессора.** К сожалению, внешние кешы все еще не обеспечивают достаточной скорости. Даже использование самой быстрой оперативной памяти из доступных и полное исключение шинного доступа не обеспечат скорости, сравнимой с таковой у процессора. Следовательно, производители начали добавлять внутреннюю память — кеш, меньший, чем внешний кеш, но с очень быстрым доступом, уже как часть процессора.
- » **Предвыборка.** Проблема кеша в том, что он оказывается полезным только тогда, когда содержит правильные данные. К сожалению, процент удачных обращений к кешу низок в приложениях, использующих много данных и выполняющих широкое разнообразие задач. Следующий этап ускорения работы процессоров — это прогнозирование, какие данные потребуются приложению, и их загрузка в кеш прежде, чем приложение их затребует.
- » **Использование специальной оперативной памяти.** В неразбе-
рихе оперативной памяти можно утонуть, поскольку ее видов существует куда больше, чем большинство людей воображает. Каждый вид оперативной памяти способен решать по крайней мере часть

проблемы узких мест фон Неймана, и они действительно работают в определенных рамках. Как правило, усовершенствования сосредотачиваются на идее получения данных из памяти быстрее, чем через шину. На скорость влияют два главных (и множество второстепенных) фактора: *скорость памяти* (как быстро память обменивается данными) и *задержка* (как долго осуществляется поиск конкретной части данных). Больше о памяти и факторах, влияющих на ее скорость, можно узнать по адресу <http://www.computermemoryupgrade.net/types-of-computer-memory-common-uses.html>.



ВНИМАНИЕ!

Подобно многим другим областями технологии, обмен данными может стать проблемой. Например, *многопоточность* (multithreading), ставшая точкой преткновения для приложений, а также другой набор инструкций для раздельного выполнения процессором блоков кода, которые он может обрабатывать и по одному, зачастую рекламируются как средство преодоления узкого места фон Неймана, но фактически они не дают ничего, кроме дополнительной сложности (или проблем похуже). Многопоточность — это ответ на другую задачу: повышение эффективности приложений. Когда к узкому месту фон Неймана приложение добавляет собственные проблемы задержки, вся система замедляется еще больше. Многопоточность позволяет процессору не тратить время впустую на ожидание реакции пользователя или приложения, а заняться вместо этого чем-то другим. Задержка приложения присуща любой архитектуре процессора, не только архитектуре фон Неймана. Но даже в этом случае все ускоряющее общую работу приложения окажется ощутимым и для пользователя, и для системы в целом.

Определение GPU

Первоначально задача *графического процессора* (Graphics Processing Unit — GPU) заключалась в быстрой обработке данных изображений и их последующем отображении на экране. На ранней фазе развития компьютеров всю обработку выполнял процессор, а значит, графика могла отображаться очень медленно, пока процессор выполнял и другие задачи. В те времена компьютер обычно имел такое оборудование, как *видеоадаптер* (display adapter), обладавший (или не обладавший) некоторыми вычислительными возможностями. Все видеоадаптеры должны были преобразовывать компьютерные данные в визуальную форму. Фактически использование только одного процессора казалось почти неизбежным со времен появления компьютеров, когда дисплей

были только текстовыми или с чрезвычайно простой графикой на 16 цветов. Графические процессоры действительно не предвещали никакой революции в вычислительной сфере, пока людям не понадобился трехмерный вывод. Комбинация процессора и видеоадаптера на это просто не была способна.

Первым шагом в этом направлении стал Hauppauge 4860 (<http://www.geekdot.com/hauppauge-4860/>), системная плата которого включала центральный процессор и специальный графический процессор (в данном случае — 80860). Микросхема 80860 выполняла вычисления чрезвычайно быстро (см. <http://www.cpu-world.com/CPUs/80860/index.html>). К сожалению, эта многопроцессорная асинхронная система никак не оправдала возлагавшихся на нее надежд (хотя и была невероятно быстрой для своего времени) и оказалась чрезвычайно дорогой. Кроме того, были проблемы с написанием приложений, способных задействовать вторую микросхему. Эти две микросхемы также совместно использовали память (которой в системе было достаточно).

С появлением GPU обработка графики переместилась с системной платы на плату периферийного графического устройства. Центральный процессор может указать процессору GPU, выполнить некую задачу, а GPU сам определяет наилучший метод для этого и делает все независимо от центрального процессора. У GPU есть отдельная память и собственный очень широкий путь получения данных из шины. Кроме того, процессор GPU способен напрямую обращаться к оперативной памяти, чтобы получать необходимые для выполнения задачи данные и переносить результаты независимо от центрального процессора. Следовательно, такая схема сделала современные графические дисплеи возможными.



Действительно выдающимися GPU делает то, что они обычно содержат сотни ядер (см. <https://www.nvidia.com/en-us/about-nvidia/ai-computing/>), в отличие от лишь нескольких ядер центрального процессора. Центральный процессор обладает куда более универсальными функциональными возможностями, чем GPU, но GPU выполняет вычисления невероятно быстро, а их результат на дисплей передает даже еще быстрее. Эта способность делает специальные процессоры GPU критически важным компонентом современных систем.

Причины хорошей работоспособности GPU

Как и описанные в предыдущем разделе микросхемы 80860, современные GPU превосходны при выполнении специальных задач, связанных с обработкой графики, включая векторную. Все эти параллельно работающие ядра действительно способны ускорять вычисления для решения задач искусственного интеллекта.

В проекте Google Brain 2011 года (<https://research.google.com/teams/brain/>) искусственный интеллект обучали распознавать котов и людей при просмотре роликов на YouTube. Для решения этой задачи Google задействовал две тысячи процессоров в одном из своих гигантских центров данных. Немногим людям удастся разжиться подобным количеством ресурсов, чтобы повторить эксперимент Google.

Тем не менее Брайану Катанцаро (Bryan Catanzaro) и Эндрю Ингу (Andrew Ng) удалось повторить эксперимент Google, используя набор из 12 GPU NVidia (см. <https://blogs.nvidia.com/blog/2016/01/12/accelerating-ai-artificial-intelligence-gpus/>). После того как стало понятно, что платы GPU способны заменить кучу компьютерных систем, снабженных процессорами, появилась возможность запуска множества новых проектов искусственного интеллекта. В 2012 году Алекс Крижевски (Alex Krizhevsky) из Университета Торонто выиграл конкурс по компьютерному распознаванию образов, ImageNet, применив процессоры GPU. Фактически GPU теперь используют многие исследователи, причем с удивительным успехом (см. <https://adeshpande3.github.io/The-9-Deep-Learning-Papers-You-Need-To-Know-About.html>).

Создание специализированной среды обработки

Глубокое обучение и искусственный интеллект — это не фон-неймановские процессы, согласно многим экспертам, таким как Массимилиано Версаче (Massimiliano Versace), CEO из Neurala Inc. (<https://www.neurala.com/>). Поскольку выполняемая алгоритмами задача не соответствует используемому оборудованию, возникают всякого рода сложности, затрудняющие получение результата намного больше, чем хотелось бы. Поэтому разработка аппаратных средств, соответствующих программному обеспечению, весьма востребована. Управление перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США (Defense Advanced Research Projects Agency — DARPA) реализовало один такой проект — Systems of Neuromorphic Adaptive Plastic Scalable Electronics (SyNAPSE). Его идея заключалась в копировании естественного подхода к решению задач за счет объединения памяти и процессора, а не их разделения. И они фактически создали эту систему (она была колоссальна), и вы можете прочитать о ней по адресу <http://www.artificialbrains.com/darpa-synapse-program>.

Проект SyNAPSE получил развитие. Копания IBM создала куда меньшую подобную систему, используя современные технологии; получилось невероятно быстро и эффективно (см. <http://www.research.ibm.com/>

cognitive-computing/neurosynaptic-chips.shtml). Единственная проблема была в том, что их никто не покупал. Многие люди утверждали, что Betamax лучше для хранения данных, чем VHS, но VHS победил по стоимости, легкости в эксплуатации и т.д. (см. <https://gizmodo.com/betamaxvs-vhs-how-sony-lost-the-original-home-video-1591900374>). То же самое относится и к предложению SyNAPSE от IBM, TrueNorth. Трудно было найти людей, желавших платить больше, хотя, конечно, были программисты, желавшие разрабатывать программное обеспечение, используя новую архитектуру и преимущества новой микросхемы. Таким образом, объединение процессора и GPU, даже с учетом его недостатков, продолжает побеждать.



ЗАПОМНИ

В конечном счете кто-то, вероятно, создаст микросхему, которая куда лучше напоминает биологический эквивалент мозга. Нынешние системы, вероятно, не смогут достичь необходимой вычислительной мощности. Такие компании, как Google, работают над альтернативами, например *тензорный процессор* (Tensor Processing Unit — TPU), который предполагается фактически использовать в таких приложениях, как Google Search, Street View, Google Photos и Google Translate (см. <https://cloud.google.com/blog/products/gcp/an-in-depth-look-at-googles-first-tensor-processing-unit-tpu>). Поскольку сейчас уже используются технологии для на самом деле крупномасштабных приложений, некоторые люди уже покупают новые микросхемы, некоторые программисты уже знают, как писать для них приложения, и уже существуют великолепные востребованные продукты. В отличие от SyNAPSE, процессоры TPU полагаются на хорошо известную технологию ASIC (Application Specific Integrated Circuit — *специализированная интегральная микросхема*), которая используется в бесчисленных приложениях, поэтому Google в действительности повторяет уже существующую технологию. В результате возможности микросхем этого вида, преуспевающих на рынке, намного выше, чем когда-то у системы SyNAPSE, которая полагалась на полностью новые технологии.

Увеличение возможностей аппаратных средств

Процессоры все еще хороши для бизнес-систем и приложений, требующих общей гибкости, когда факторы программирования перевешивают чистую вычислительную мощь. Однако сейчас GPU стали стандартом в науке о данных,

машинном обучении, искусственном интеллекте и глубоком обучении. Конечно, изыскания и разработки чего-то следующего и очень большого продолжаются. Центральный процессор и процессор GPU — это процессоры рабочего уровня. В будущем вместо этих двух видов процессоров может использоваться нечто иное.

- » **Специализированные ИМС (ASIC).** В отличие от процессоров общего назначения, производители создают схемы ASIC для вполне конкретной цели. Решения ASIC обеспечивают чрезвычайно высокую производительность, потребляя очень мало мощности, однако гибкость у них отсутствует. Примером решения ASIC является тензорный процессор Google (TPU), который используется только для обработки речи (см. <https://cloud.google.com/blog/products/gcp/an-in-depth-look-at-googles-first-tensor-processing-unit-tpu>).
- » **Программируемые пользователем вентильные матрицы (FPGA).** Подобно ASIC, производители обычно создают *программируемые пользователем вентильные матрицы* (Field Programmable Gate Array — FPGA) для вполне определенной цели. Однако в отличие от ASIC, матрицу FPGA можно запрограммировать так, чтобы изменить ее основные функциональные возможности. Примером решения FPGA является Brainwave от Microsoft для проектов глубокого обучения (см. <https://techcrunch.com/2017/08/22/microsoft-brainwave-aims-to-accelerate-deep-learning-with-fpgas/>).



ЗАПОМНИ

Битва между схемами ASIC и FPGA обещает накалиться, ведь у них появились победители — разработчики искусственного интеллекта. В настоящее время лидерство, похоже, принадлежит Microsoft и FPGA (см. <https://www.forbes.com/sites/moorinsights/2017/08/28/microsoft-fpga-wins-versus-google-tpus-for-ai/#6448980d3904>), но дело в том, что технологии изменчивы, как жидкость, и перемены не заставят себя ждать.

Производители также работают над совершенно новыми типами процессоров, которые могут заработать, как ожидается, а могут и не заработать. Например, Graphcore работает над процессором IPU (Intelligence Processing Unit), как описано по адресу <https://www.prnewswire.com/news-releases/sequoia-backs-graphcore-as-the-future-of-artificial-intelligence-processors-300554316.html>. С учетом всех прежних преувеличений, к подобным новостям о новых процессорах следует относиться с долей осторожности. Но когда видишь реальные приложения от таких больших компаний, как Google и Microsoft, то начинаешь чувствовать немного больше уверенности в будущем подобных технологий.

Добавление специализированных сенсоров

Важнейший компонент искусственного интеллекта — это его способность моделировать человеческий интеллект, используя полный набор чувств. Осмысление восприятия поможет людям в разработке различных видов интеллекта, как описано в главе 1. Человеческие органы чувств обеспечивают правильный способ восприятия для формирования интеллекта человека. Даже если предположить, что искусственный интеллект станет на это способен, для полной реализации всех семи видов интеллекта все еще потребуется правильный вид ввода, который сделает этот интеллект функциональным.

У людей обычно есть пять органов чувств для взаимодействия с окружающей средой: зрение, слух, обоняние, осязание и вкус.¹ Достаточно странно, но люди все еще полностью не понимают своих возможностей, поэтому нет ничего удивительного в том, что компьютеры отстают, когда дело доходит до восприятия окружающей обстановки таким же самым образом, как это делают люди. Например, до недавнего времени считалось, что на вкус различаются только соленое, сладкое, горькое и кислое. Теперь обнаружено еще два вкуса: умами и жирное (см. <https://fivethirtyeight.com/features/can-we-taste-fat/>). Аналогично некоторые женщины тетрахромны (<https://concettaantico.com/tetrachromacy/>), они способны различать 100 000 000 цветов, а все остальные — не более 1 000 000 (тетрахромами могут быть только женщины, из-за особенностей хромосом). Сейчас точное количество женщин, обладающих этой особенностью, неизвестно. (Согласно некоторым источникам их количество весьма велико, порядка 15 процентов; см. <http://sciencevibe.com/2016/12/11/the-women-that-see-100-million-colors-live-in-a-different-world/>).

Использование отфильтрованных статических и динамических данных позволяет сегодня искусственному интеллекту взаимодействовать с людьми определенными способами. Рассмотрим, например, устройство Amazon Alexa (<https://www.amazon.com/Amazon-Echo-And-Alexa-Devices/b?node=9818047011>), которое вас вполне очевидно слышит, а затем что-то отвечает. Даже при том, что Alexa фактически не понимает ничего из того, что вы говорите, общение с ней весьма увлекательно, и люди наделяют эти устройства человеческими чертами. Вообще, для работы Alexa требует доступа к специальному сенсору: микрофону, который позволяет ей слышать. Фактически у Alexa есть несколько микрофонов, чтобы слышать достаточно хорошо и создать иллюзию понимания. К сожалению, даже такая передовая вещь как Alexa, не может видеть, чувствовать, осязать или испытать нечто, что сделает ее хоть в чем-то отдаленно напоминающим человека.

¹ А также вестибулярный аппарат (чувства равновесия, положения в пространстве, ускорения, ощущение веса). — *Примеч. ред.*



СОВЕТ

В некоторых случаях люди хотят, чтобы органы чувств их искусственного интеллекта превосходили или отличались от человеческих. Искусственный интеллект, обнаруживающий движение ночью и реагирующий на него, мог бы полагаться на инфракрасное, а не обычное зрение. Фактически применение альтернативных органов чувств — это один из правильных способов использования искусственного интеллекта сегодня. Возможность работать в окружающей среде, в которой люди работать не могут, является одной из причин огромной популярности роботов некоторых типов, но работа в этих средах зачастую требует набора чувств (сенсоров), отличных от человеческих. Следовательно, тема сенсоров фактически относится к двум категориям (ни одна из которых не определена полностью): сенсоры, подобные человеческим, и альтернативные сенсоры окружающей обстановки.

Разработка методов взаимодействия с окружающей средой

Искусственный интеллект, замкнутый сам на себя и никак не взаимодействующий с окружающей средой, абсолютно бесполезен. Конечно, это взаимодействие имеет форму ввода и вывода. Традиционный метод обеспечения ввода и вывода — непосредственно через легко понятные компьютеру потоки данных, такие как наборы данных, текст, запросы и т.д. Но эти подходы едва ли дружелюбны человеку, для них требуются специальные навыки.



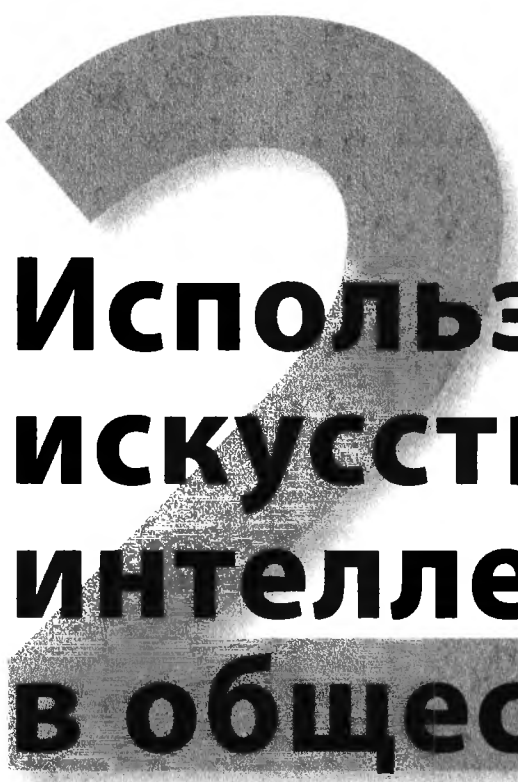
ЗАПОМНИ

Взаимодействие с искусственным интеллектом все чаще осуществляется способами, более приемлемыми для людей, чем непосредственный контакт с компьютером. Например, когда вы задаете Alexa вопрос, ввод осуществляется через набор микрофонов. Искусственный интеллект превращает ключевые слова вопроса в лексемы, которые он может понять. Затем эти лексемы инициализируют вычисления, в результате которых формируется вывод. Искусственный интеллект преобразует вывод в форму, понятную человеку: разговорную речь. Затем вы слышите сентенцию, проговариваемую Alexa через динамик. Короче говоря, для обеспечения полезных функциональных возможностей Alexa должна взаимодействовать с окружающей средой двумя разными способами, присущими людям, но фактически непонятными для самой Alexa.

Взаимодействия могут принимать множество форм. Фактически количество видов и форм взаимодействий непрерывно растет. Например, искусственный интеллект может теперь различать запах (см. <http://www.sciencemag.org/news/2017/02/artificial-intelligence-grows-nose>). Однако фактически компьютер никакого запаха не чувствует. Сенсоры преобразуют результаты химического анализа в данные, которые искусственный интеллект может затем использовать таким же образом, как и любые другие данные. Возможность анализировать химикаты не нова; способность преобразовывать результаты анализа химикатов в цифровую форму не нова; как не новы и алгоритмы, используемые для взаимодействия с вновь полученными данными. Новым является набор данных, используемый для интерпретации входящих данных как запаха, но эти наборы данных являются результатом человеческих исследований. У носа искусственного интеллекта есть множество возможных областей применения. Например, искусственный интеллект мог бы использовать нос при работе в очень опасной окружающей обстановке, например почувствовать запах при утечке газа, чего другие сенсоры не способны заметить.

Физические взаимодействия также развиваются. Роботы, работающие на сборочных линиях, уже привычны, но давайте рассмотрим роботы, способные управлять автомобилем. Это отличная область для применения физического взаимодействия. Предположим также, что реагировать искусственный интеллект может небольшим количеством способов. Хью Херр (Hugh Herr), например, использует искусственный интеллект для взаимодействия с бионическим протезом ноги (см. <https://www.smithsonianmag.com/innovation/future-robotic-legs-180953040/>). Этот бионический протез является превосходной заменой для людей, потерявших реальную ногу. Вместо статической обратной связи, предоставляемой человеку стандартным протезом, этот фактически обеспечивает активную обратную связь, которую люди привыкли получать от реальной ноги. Например, опора на ногу при подъеме по склону отличается от таковой при спуске. Аналогично подъем на бордюр требует обратной связи, отличной от таковой при спуске с него.

Дело в том, что поскольку искусственный интеллект становится все более и более способным выполнять сложные вычисления с большими наборами данных, его возможность выполнять действительно интересные задачи растет. Но человеческих категорий у задач, выполняемых искусственным интеллектом, сегодня быть не может. Вы никогда не сможете взаимодействовать с искусственным интеллектом, который понимает вашу речь, но вы можете положиться на искусственный интеллект, который спасет вам жизнь или по крайней мере сделает ее лучше.



Использование искусственного интеллекта в обществе

В ЭТОЙ ЧАСТИ...

- » Работа с искусственным интеллектом в компьютерных приложениях**
- » Использование искусственного интеллекта для автоматизации популярных процессов**
- » Как искусственный интеллект решает медицинские задачи**
- » Методы взаимодействия непосредственно с людьми**



Глава 5

Искусственный интеллект в компьютерных приложениях

В ЭТОЙ ГЛАВЕ...

- » Определение и применение искусственного интеллекта в приложениях
- » Использование искусственного интеллекта для исправлений и рекомендаций
- » Потенциальные ошибки искусственного интеллекта

Искусственный интеллект вы, вероятно, уже используете, в некоторой форме он присутствует в большинстве компьютерных приложений, на которые вы полагаетесь в своей работе. Например, разговор с вашим смартфоном требует искусственного интеллекта для распознавания речи. Аналогично искусственный интеллект отфильтровывает весь спам, поступающий в вашу папку “Входящие”. В первой части этой главы обсуждаются типы приложений искусственного интеллекта, большинство из которых вас удивит, а также области, в которых он обычно решает множество важных задач. Вы также узнаете об источнике ограничений на создание приложений, использующих

искусственный интеллект, это поможет вам понять, почему разумных роботов не будет никогда, по крайней мере при технологиях, доступных на настоящее время.

Но независимо от того, достигнет ли искусственный интеллект когда-нибудь самосознания, остается тот факт, что он действительно уже выполняет существенное количество практических задач. В настоящее время искусственный интеллект помогает людям двумя основными способами: это исправления и рекомендации. Вряд ли эти два термина требуют объяснений. Исправление — это необязательно ответ на ошибку, а рекомендация — это необязательно ответ на вопрос. Рассмотрим, например, помощь при вождении автомобиля (когда искусственный интеллект помогает водителю, а не заменяет его). Когда автомобиль находится в движении, искусственный интеллект может вносить небольшие корректировки, учитывающие дорожные условия и обстановку, включая пешеходов и множество других проблем еще до того, как ошибка станет фактом. Искусственный интеллект применяет превентивный подход к решению проблемы, которая может возникнуть, а может и нет. Аналогично искусственный интеллект может предложить управляющему автомобилем человеку определенный путь к цели поездки, наилучший на данный момент, а затем изменить рекомендацию на основании новых условий.

Во второй части главы исправления и рекомендации рассматриваются по отдельности.

В третьей части главы обсуждаются потенциальные ошибки искусственного интеллекта. Ошибка происходит всякий раз, когда результат отличен от ожиданий. Результат может быть успешным, но он остается неожиданным. Конечно, настоящие ошибки также происходят; искусственный интеллект не всегда может предоставить успешный результат. Результат может даже противоречить первоначальной задаче (и принести вред). Если вы понимаете, что приложения искусственного интеллекта имеют полутона, а не только черные или белые цвета, то это хорошо, и вы находитесь на пути к пониманию того, как искусственный интеллект изменяет типичные компьютерные приложения, которые действительно предоставляют абсолютно правильный или абсолютно неправильный результат.

Наиболее популярные типы приложений

Подобно тому, как единственным ограничением разнообразия типов процедурных компьютерных приложений является воображение программистов, приложения искусственного интеллекта применимы в любом месте и почти для любых целей, о которых многие даже не подозревают. Гибкость предложений

искусственного интеллекта фактически означают, что некоторые из них могут использоваться в таких местах, для которых они первоначально даже не предназначались. Фактически когда-нибудь программные средства систем искусственного интеллекта смогут описать собственное следующее поколение (см. <https://www.technologyreview.com/s/603381/ai-software-learnsto-make-ai-software/>). Однако, чтобы получить лучшее представление о том, что делает искусственный интеллект полезным в приложениях, имеет смысл рассмотреть наиболее популярные случаи использования искусственного интеллекта сегодня (а также возможные проблемы, связанные с этим), описанные в следующих разделах.

Использование искусственного интеллекта в типичных приложениях

Искусственный интеллект можно найти в таких местах, где его применение даже трудно предположить. Например, ваш интеллектуальный термостат, контролирующий температуру в доме, может содержать искусственный интеллект, если он достаточно сложен (см. <https://www.popsci.com/gadgets/article/2011-12/artificially-intelligent-thermostats-learns-adapt-automatically>). Использование искусственного интеллекта даже в таких сугубо специфических приложениях действительно имеет смысл, если он используется для вещей, в которых искусственный интеллект особенно хорош, например для отслеживания предпочтительных температур на протяжении долгого времени, чтобы автоматически выработать расписание температурного режима. Вот лишь некоторые из наиболее типичных случаев использования искусственного интеллекта.

- » Моделирование творчества
- » Компьютерное зрение, виртуальная реальность и обработка изображений
- » Диагностика (искусственный интеллект)
- » Распознавание лиц
- » Искусственный интеллект игр, боты компьютерных игр, теория игр и стратегическое планирование
- » Распознавание рукописного текста
- » Обработка текстов на естественном языке, перевод и виртуальные собеседники
- » Нелинейное управление и робототехника
- » Оптическое распознавание образов
- » Распознавание речи

Области применения искусственного интеллекта

Приложения определяют конкретные виды применения искусственного интеллекта. Искусственный интеллект может использоваться и в более общих экспертных областях. Вот список наиболее вероятных областей применения искусственного интеллекта.

- » Искусственная жизнь
- » Автоматизация формулирования логических выводов
- » Автоматизация
- » Бионика
- » Интеллектуальный анализ понятий
- » Интеллектуальный анализ данных
- » Фильтрация спама электронной почты
- » Гибридная интеллектуальная система
- » Интеллектуальный агент и интеллектуальное управление
- » Представление знаний
- » Судопроизводство
- » Поведенческая робототехника, процесс познания, кибернетика, эволюционная робототехника (эпигенетика) и инженерная робототехника
- » Семантически структурированная сеть

Аргумент китайской комнаты

В 1980 году Джон Роджерс Сёрл (John Searle) опубликовал в научном журнале *Behavioral and Brain Sciences* статью *Сознание, мозг и программы* (Minds, Brains, and Programs). Акцент в ней был сделан на опровержении теста Тьюринга, в котором, отвечая на серию вопросов, компьютер может уверить человека в том, что он является человеком, а не компьютером (см. <https://www.abelard.org/turpap/turpap.php>). Основная идея в том, что функционализм, или способность имитировать определенные характеристики человеческого разума, — это вовсе не то же самое, что и фактическое мышление.

Мысленный эксперимент “Китайская комната” полагается на два теста.

В первом тесте некто создает искусственный интеллект, способный получать китайские иероглифы и, используя набор правил, создавать на них ответ, а затем выводить ответ, также используя китайские иероглифы. Искусственный интеллект должен интерпретировать поставленный вопрос и ответить на него,

отражая фактический смысл, а не просто случайным образом. Искусственный интеллект настолько хорош, что никто вне комнаты не может догадаться, что эту задачу выполняет искусственный интеллект. Люди, говорящие на китайском языке, полностью вводятся в заблуждение, полагая, что искусственный интеллект действительно может читать и понимать китайский язык.

Во втором тесте человеку, не говорящему на китайском языке, предоставляются три вещи, как и компьютеру в предыдущем тесте. Первый — список, содержащий огромное количество китайских иероглифов, второй — история на китайском языке и третий — набор правил для соотнесения первого элемента со вторым. Некто передает набор вопросов, написанных на китайском языке, человек в комнате, используя свод правил, находит на основании интерпретации китайских иероглифов место в истории, содержащее ответ.

Полученный на основании правил ответ в виде набора китайских иероглифов вполне соответствует вопросу. Человек может настолько хорошо справляться с этой задачей, что никому и в голову не придет, что он совершенно не знает китайского языка.

Эти тесты призваны продемонстрировать, что с помощью формальных правил можно получить результат (синтаксис) и без фактического понимания того, что происходит (семантика). Сёрл сделал вывод, что синтаксиса недостаточно для семантики, но все же некоторые люди, реализующие искусственный интеллект, пытаются доказать обратное, когда дело доходит до создания различных механизмов на базе правил, таких как Script Applier Mechanism (SAM) (см. <https://eric.ed.gov/?id=ED161024>).

Основная проблема — в наличии сильного искусственного интеллекта, того, который фактически понимает то, что пытается делать, а слабый искусственный интеллект — это тот, который просто следует правилам. Весь искусственный интеллект сегодня — это слабый искусственный интеллект, который фактически ничего не понимает. То, что вы видите, является хитрой программой, имитирующей мышление за счет использования правил (rule) (включая неявные в алгоритмах).

Конечно, возникает большое идейное противоречие, согласно которому независимо от сложности будущих машин, фактически разработать мозг не получится, а значит, они никогда не будут ничего понимать.

Таким образом, Сёрл утверждает, что искусственный интеллект всегда останется слабым. Более подробная информация по этой теме приведена на сайте <http://www.iep.utm.edu/chineser/>. Читать аргументы и контраргументы на этом сайте интересно, поскольку они позволяют понять суть того, что действительно важно при создании искусственного интеллекта.

Как искусственный интеллект делает приложения более дружелюбными

Есть множество разных взглядов на вопрос дружелюбия приложений с поддержкой искусственным интеллектom. В самой простой форме искусственный интеллект может помогать при пользовательском вводе. Например, когда пользователь вводит несколько букв некоего слова, искусственный интеллект предлагает остальные буквы. Оказывая эту услугу, искусственный интеллект достигает нескольких целей.

- » Пользователь работает эффективнее, вводя меньше знаков.
- » Приложение получает меньше записей с ошибками из-за опечаток.
- » Пользователь и приложение, оба, участвуют в высокоуровневой коммуникации. Приложение узнает у пользователя правильные или улучшенные термины, которых пользователь мог бы и не помнить, а также позволяет избегать альтернативных терминов, которые компьютер не может распознать.

Искусственный интеллект может также обучаться на предыдущем пользовательском вводе, видоизменяя рекомендации таким способом, который лучше соответствует подходам пользователя к решению задач. Этот следующий уровень взаимодействия находится в пределах области рекомендаций, описанной далее, в разделе “Создание рекомендаций”. Рекомендации могут также включать подсказку пользователю идей, которые в противном случае пользователь, возможно, и не рассматривал бы.



ВНИМАНИЕ!

Даже в области рекомендаций у людей может сложиться мнение, что искусственный интеллект способен думать, но это не так. Искусственный интеллект просто выполняет расширенный поиск по шаблону и анализ вероятности уместности термина в текущем вводе. Различия между слабым искусственным интеллектom, встречающимся практически в каждом приложении, и сильным искусственным интеллектom, который в конечном счете, возможно, удастся получить, рассматривались ранее, в разделе “Аргумент китайской комнаты”.

Искусственный интеллект позволяет людям осуществлять и другие виды интеллектуального ввода.

Пример распознавания голоса избит уже до синяков, но остается одной из главных общепринятых методик интеллектуального ввода. Но даже если искусственный интеллект испытывает пока недостаток в полном диапазоне смыслов,

как описано в главе 4, он уже может поддерживать широкое разнообразие невербальных способов интеллектуального ввода данных. В качестве визуальных способов можно упомянуть распознавание лица владельца или выявление угрозы на основании выражения лиц.

Однако ввод может также подразумевать мониторинг. Вполне можно отслеживать показатели состояния организма пользователя для выявления потенциальных проблем. Фактически искусственный интеллект может использовать огромное количество методов интеллектуального ввода данных, большинство из которых еще даже не изобретено.

В настоящее время приложения обычно обеспечивают только три первых уровня дружелюбия.

По мере роста интеллекта искусственный интеллект становится немаловажным фактором действия *дружественного искусственного интеллекта* (Friendly Artificial Intelligence — FAI), совместимого с *общим искусственным интеллектом* (Artificial General Intelligence — AGI), оказывающим положительное влияние на человечество. У искусственного интеллекта есть задачи, но они могут не иметь ничего общего с человеческой этикой, и это потенциальное различие вызывает тревогу сегодня. Интеллект FAI обладает логикой, гарантирующей соответствие задач искусственного интеллекта человеческим, — это три закона роботехники Айзека Азимова (<https://www.auburn.edu/~vestmon/robotics.html>), книги которого обсуждаются подробнее в главе 12. Однако многие утверждают, что эти три закона — только хорошая отправная точка (<http://theconversation.com/after-75-years-isaac-asimovsthree-laws-of-robotics-need-updating-74501>) и что необходимы дополнительные гарантии.



СОВЕТ

Конечно, все это обсуждение законов и этики может оказаться весьма сомнительным и трудным в определениях. Но вот простой пример поведения FAI: он откажется разглашать личную информацию пользователя, если у спрашивающего нет необходимости ее знать.

Фактически FAI может пойти даже далее ввода данных человеком, поиска соответствия по шаблону, защиты его личной информации и уведомления пользователя о возможном вреде прежде, чем он опубликует некую информацию где-нибудь. Дело в том, что искусственный интеллект может существенно изменить точку зрения людей на сами приложения и взаимодействие с ними.

Автоматическое исправление

Люди постоянно все исправляют. И вовсе не потому, что нечто неправильно.

Это скорее вопрос постоянного усовершенствования (или по крайней мере попытки сделать это). Даже когда людям удастся достичь необходимого уровня правильности, в некий момент появляется новый опыт, подвергающий этот уровень сомнению, поскольку теперь у человека есть дополнительные данные для суждения о том, что есть правильно в конкретной ситуации. Для полного подражания человеческому интеллекту у искусственного интеллекта также должна быть эта возможность — постоянно исправлять достигнутые результаты, даже когда эти результаты положительны. В следующих разделах обсуждается проблема правильности, а также исследуется, почему автоматизированные исправления иногда терпят неудачу.

Виды исправлений

Когда большинство людей думает об искусственном интеллекте и исправлениях, они имеют в виду системы проверки правописания и грамматики. Человек совершает ошибку (или так полагает искусственный интеллект), и искусственный интеллект эту ошибку исправляет, чтобы документ получился настолько точным, насколько возможно. Конечно, люди делают много ошибок, поэтому идея использовать искусственный интеллект таким образом, безусловно, хороша.

Исправления могут принимать разные формы и необязательно означать, что ошибка произошла или произойдет в будущем. Например, автомобиль может помогать водителю, регулярно корректируя маршрут. Водитель вполне может и сам хорошо вести машину, но искусственный интеллект способен вносить микро-коррекции, чтобы помочь водителю оставаться в границах безопасности.

Рассмотрим такой случай: перед автомобилем с искусственным интеллектом внезапно останавливается другой автомобиль из-за оленя на дороге. Водитель первого автомобиля не совершил никакой ошибки. Однако искусственный интеллект успел среагировать быстрее и действовал так, чтобы остановить автомобиль настолько быстро и безопасно, насколько это возможно, чтобы избежать столкновения с автомобилем, остановившимся перед ним.

Преимущества автоматических исправлений

Когда искусственный интеллект видит необходимость в исправлении, он может попросить у человека разрешение внести исправление или сделать это автоматически. Например, некто использует распознавание речи для набора документа и делает грамматическую ошибку. Искусственный интеллект должен просить разрешение, прежде чем делать замену, поскольку человек,

возможно, именно это слово и имел в виду, а искусственный интеллект, возможно, неправильно понял сказанное.

Но иногда критически важно, чтобы искусственный интеллект обеспечивал процесс принятия решений, достаточно надежный для того, чтобы выполнять исправления автоматически. Например, в предыдущем случае экстренного торможения у искусственного интеллекта нет времени на просьбы о разрешении; он должен тормозить немедленно, или произойдет авария. У автоматических исправлений с искусственным интеллектом есть вполне определенная область применения — когда критически важные решения следует принимать быстро и искусственный интеллект достаточно надежен.

Почему автоматические исправления не срабатывают

Как упоминалось в разделе “Аргумент китайской комнаты”, фактически искусственный интеллект ничего понять не может. Без понимания этого нет никакой возможности справиться с непредвиденным обстоятельством. В данном случае под непредвиденным обстоятельством следует понимать событие, сценарий которого не предусмотрен заранее, когда искусственный интеллект не может накопить дополнительные данные или положиться на другие средства механического решения.

Человек может решить проблему, поскольку понимает ее суть, и обычно достаточно многие из окружающих событий подчинены шаблону, помогающему выработать решение. Кроме того, человек способен на новаторские и творческие решения, когда не подходит ни одно из очевидных. В настоящее время искусственный интеллект испытывает недостаток и в новаторском, и в творческом потенциале, поэтому он находится в невыгодном положении при решении задач в некоторых областях.

Чтобы получить представление об этой проблеме, рассмотрим случай с программой поиска опечаток. Человек вводит совершенно правильное слово, отсутствующее в словаре, используемом искусственным интеллектом при внесении исправлений. Искусственный интеллект нередко заменяет слово похожим, но другим словом. Даже после того, как человек, проверив документ и исправив неправильное слово, добавляет нужное в словарь, искусственный интеллект все еще склонен делать ту же ошибку. Например, искусственный интеллект может считать аббревиатуру *CPU* (процессор) отличной от *сри*, из-за разницы в регистре символов. Человек бы увидел, что эти два сокращения означают одно и то же самое и что сокращение во втором случае правильно, но, возможно, должно быть в верхнем регистре.

Создание рекомендаций

Рекомендация — это вовсе не команда. Хотя некоторые люди, кажется, совершенно упускают этот момент, рекомендация — это просто идея, выдвинутая как возможное решение задачи. Рекомендация подразумевает возможность и других решений, а принятие рекомендации не означает ее неизбежной реализации. Фактически рекомендация — это только идея; она может даже не сработать. Конечно, в совершенном мире все рекомендации хороши, по крайней мере возможные решения правильного вывода, что редко имеет место в реальном мире. В следующих разделах описана природа рекомендаций применительно к искусственному интеллекту.

Получение рекомендаций на основании предыдущих действий

Наиболее распространенный способ использования искусственного интеллекта для создания рекомендаций подразумевает сбор данных о действиях при предыдущих событиях и выработку новых рекомендаций на их основании.

Например, некто покупает Half-Baked Widget каждый месяц в течение трех месяцев. В начале четвертого месяца он решает, что имеет смысл купить другой. Действительно умный искусственный интеллект мог бы порекомендовать и нужное время месяца. Например, если пользователь делает покупку между третьим и пятым днем месяца в течение первых трех месяцев, он платит в третий день месяца, а затем переходит на что-то еще после пятого дня.

Решая задачи, люди отбрасывают огромные количества подсказок. В отличие от людей искусственный интеллект фактически обратит внимание на каждую из этих подсказок и запишет их единообразным способом. Во многих случаях единообразный набор данных о действиях позволяет искусственному интеллекту давать рекомендации на основании предыдущих действий с высокой степенью точности.

Получение рекомендаций на основании групп

Другой наиболее популярный способ создания рекомендаций основан на принадлежности к группе. В данном случае принадлежность к группе не должна быть формальной. Группа может состоять из свободной ассоциации людей, обладающей некоторой незначительной общей потребностью или деятельностью. Например, дровосеки, владельцы магазинов и диетологи все могут покупать детективные романы. Даже при том, что ничего иного общего у них нет, они даже не живут рядом, тот факт, что все они имеют детективные романы, делает их частью группы. Искусственный интеллект легко может определить шаблон, который люди могли бы и упустить. Таким образом, искусственный

интеллект способен давать хорошие коммерческие рекомендации на основании принадлежности даже к весьма свободно связанным группам.

Группы могут объединять как эфемерные, так и временные связи. Например, все люди, летевшие рейсом 1982 из Хьюстона в определенный день, могут быть группой.

Между этими людьми может не быть никакой связи вообще, за исключением того, что они оказались на некоем конкретном рейсе. Однако, зная эту информацию, искусственный интеллект может (осуществив дополнительную фильтрацию) выявить людей в пределах этого рейса, которым нравятся детективы. Дело в том, что искусственный интеллект может давать хорошие рекомендации на основании принадлежности к группам, даже когда группу очень трудно (если вообще возможно) выявить с человеческой точки зрения.

Получение неправильных рекомендаций

Любой, кто делал покупки в интернет-магазине, знает, что веб-сайты зачастую предоставляют рекомендации на основании различных критериев, таких как предыдущие покупки. К сожалению, эти рекомендации редко бывают правильными, поскольку у базового искусственного интеллекта отсутствует понимание. Когда некто делает покупку всей своей жизни и приобретает Супер-Мега-Штуку, он, вероятно, заранее знает, что такая покупка действительно бывает только раз в жизни, поскольку крайне маловероятно, что такого понадобится два. Однако искусственный интеллект этого факта не понимает. Поэтому, если программист не создаст специально правило, гласящее, что Супер-Мега-Штуку покупают только раз, искусственный интеллект может решить продолжать рекомендовать этот товар, поскольку его продажи, понятно, низки. Следуя второму правилу о продвижении товаров с низкими продажами, искусственный интеллект ведет себя согласно требованию, предусмотренному разработчиком, но рекомендации, которые он дает, абсолютно неправильны.

Помимо ошибок из-за правил или логических ошибок, рекомендации искусственного интеллекта могут быть ошибочны из-за проблем с данными. Например, GPS-навигатор может дать рекомендацию о наилучшем маршруте на основании имеющихся данных. Однако состояние дорог может сделать предложенный путь непроходимым, поскольку одна из дорог закрыта на ремонт. Конечно, многие приложения GPS учитывают состояние дорог, но они иногда не принимают во внимание другие проблемы, такие как внезапное изменение в ограничении скорости или погодные условия, делающие некий участок дороги опасным. Люди способны преодолевать недостаток данных новаторски, используя менее популярные дороги или поняв смысл надписи об объезде.

Когда искусственный интеллект сумеет преодолеть проблемы логики, правил и данных, он все равно будет иногда давать плохие рекомендации, поскольку он не осознает корреляции между определенными наборами данных, как человек. Например, искусственный интеллект не сможет предложить цвет краски после того, как человек купил комбинацию батарей и гипсокартона для ремонта дома. Необходимость покрасить гипсокартон и все вокруг после ремонта очевидна для человека, поскольку у него есть эстетический вкус, а у искусственного интеллекта его нет. Человек легко находит корреляцию между различными элементами, но она не очевидна для искусственного интеллекта.

Учет ошибок искусственного интеллекта

Прямая ошибка (outright error) происходит в результате ввода исходных данных, неправильных в любой форме. Результат не содержит правильный ответ на вопрос. Примеры подобных ошибок искусственного интеллекта найти совсем не трудно. Недавно сеть BBC News опубликовала сообщение о том, что изображения с различием в один пиксель ввели в заблуждение специальный искусственный интеллект (см. статью на <http://www.bbc.com/news/technology-41845878>). Вы можете узнать больше о влиянии враждебных атак на искусственный интеллект по адресу <https://blog.openai.com/adversarial-example-research/>. Статья лаборатории Касперского по адресу <https://www.kaspersky.com/blog/aifails/18318/> дает дополнительную информацию о ситуациях, когда искусственный интеллект не в состоянии дать правильный ответ. Дело в том, что у искусственного интеллекта все еще высок процент ошибок при некоторых обстоятельствах, и разработчики, работающие с искусственным интеллектом, обычно не могут с уверенностью указать их причину.

Ошибки искусственного интеллекта возникают по множеству причин. Но как уже упоминалось в главе 1, искусственный интеллект не обязан подражать всем семи формам человеческого интеллекта, поэтому ошибки не только возможны, но и неизбежны. Большая часть главы 2 сосредоточена на данных и их воздействии на искусственный интеллект, когда данные в некотором роде неверны. В главе 3 также упоминается, что даже у используемых искусственным интеллектом алгоритмов есть пределы. Глава 4 указывает, что искусственному интеллекту недоступны ни то же самое количество, ни те же самые типы чувств, что и человеку.

В статье на сайте TechCrunch по адресу <https://techcrunch.com/2017/07/25/artificial-intelligence-is-not-as-smart-as-you-or-elon-musk-think/> указывается множество, по-видимому, невозможных задач, которые искусственный интеллект пытается сегодня решать методами “в лоб”, а не используя нечто, даже близко напоминающее мышление.

Все более очевидной становится главная проблема — корпорации зачастую просто замалчивают или даже игнорируют проблемы искусственного интеллекта. Акцент смещается на использование искусственного интеллекта для снижения стоимости и улучшения продуктивности, что может быть и недостижимо. Компания Bloomberg опубликовала статью <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-06-13/the-limits-of-artificial-intelligence>, посвященную подробному обсуждению этой проблемы. Одним из наиболее интересных недавних примеров сущности корпораций, зашедших слишком далеко с искусственным интеллектом, является бот Tay от Microsoft (см. <https://www.geekwire.com/2016/microsoft-chatbot-tay-mit-technology-fails/>), который “набрался ума” из комментариев расиста, женофоба и любителя порнографии, а затем начал публиковать оскорбительные и провокационные сообщения через свою учетную запись в Twitter.



СОВЕТ

Ценнейший факт, который стоит извлечь из этого раздела, не в том, что искусственный интеллект ненадежен или неприменим. Фактически рядом с хорошо образованным человеком искусственный интеллект может выработать свой человеческий образ быстро и эффективно. Искусственный интеллект способен помочь людям избегать наиболее распространенных или повторяющихся ошибок. В некоторых случаях ошибки искусственного интеллекта способны даже вносить немного юмора в повседневную жизнь. Однако искусственный интеллект не думает, и он не сможет заменить людей во многих ситуациях сегодня. Он работает лучше, когда решение контролирует человек или когда окружающая обстановка достаточно статична, чтобы предсказуемость хороших результатов была высока (все хорошо, пока человек не решается обмануть искусственный интеллект).



Глава 6

Автоматизация наиболее популярных процессов

В ЭТОЙ ГЛАВЕ...

- » Применение искусственного интеллекта для нужд человека
- » Повышение эффективности производства
- » Разработка динамических протоколов безопасности с использованием искусственного интеллекта

В главе 5 рассматривалось применение искусственного интеллекта в *приложении*, когда человек взаимодействует с искусственным интеллектом неким осмысленным способом, даже если не осознает присутствия искусственного интеллекта. Задача заключается в том, чтобы помочь людям сделать нечто быстрее, проще и эффективнее либо удовлетворить некоторую другую потребность. *Процесс*, в котором участвует искусственный интеллект, зависит от конкретной задачи, поскольку искусственный интеллект должен либо помочь человеку в решении его задачи, либо работать самостоятельно, без прямого вмешательства человека. В первом разделе этой главы рассматривается, как процессы помогают людям. Возможно, это покажется скучным (только подумайте обо всех неприятностях, которые случаются, когда людям становится скучно), но здесь процесс искусственного интеллекта рассматривается именно с точки зрения скуки людей.

Один из самых давних процессов, применяющих искусственный интеллект, — это промышленное производство. Вспомните обо всех роботах, которыми теперь полны заводы во всем мире. Контролируемая искусственным интеллектом автоматика не только заменяет людей, она и делает труд людей безопаснее, выполняя задачи, обычно считающиеся опасными. Как ни странно, одной из наиболее серьезных причин несчастных случаев на производстве и многих других проблем является скука (см. <https://thepsychologist.bps.org.uk/volume-20/edition-2/boredom-work>). Роботы могут выполнить монотонные действия постоянно, и им это не надоест.

На случай, если вы еще достаточно не скучали, можете прочитать об этом в третьем разделе данной главы, в котором обсуждаются некоторые из самых новых областей, в которых искусственный интеллект просто великолепен, — как сделать окружающую обстановку во всех смыслах более безопасной. Фактически только в автомобильной промышленности можно найти бесчисленные способы применения искусственного интеллекта для улучшений (см. <https://igniteoutsourcing.com/publications/artificial-intelligence-in-automotive-industry/>).



ЗАПОМНИ

Основная идея этой главы — искусственный интеллект хорош в производственных процессах, особенно в тех, в которых люди обычно скучают и допускают ошибки в отличие от искусственного интеллекта. Конечно, искусственный интеллект не может устранить каждый источник потери эффективности, включая незаинтересованность и проблемы безопасности. С одной стороны, люди могут решить игнорировать помощь искусственного интеллекта, но природа ограничений имеет куда более глубокие корни, чем этот. Как обсуждалось в предыдущих главах (особенно в главе 5), искусственный интеллект ничего не понимает; он не может предоставить творческое или новаторское решение проблем, поэтому некоторые проблемы искусственным интеллектом не разрешимы, независимо от того, сколько усилий некто вложил в его создание.

Решения для скуки

Опросы зачастую показывают, что люди только думают, что они чего-то хотят, а на самом деле не хотят, но такие опросы все же полезны. Когда опрашивали недавних выпускников колледжа, о какой жизни они мечтают, ни один из них не сказал, что мечтает о скучной жизни (см. https://www.huffingtonpost.com/paul-raushenbush/what-kindof-life-do-you_b_595594.html). Фактически опросить можно практически любую группу, и никто не будет мечтать

о скуке. Большинству людей (сказав “всем”, я, вероятно, нарвусь на лавину электронных писем с опровержениями) скука не нравится. В некоторых случаях искусственный интеллект может, работая с людьми, делать их жизнь интереснее, по крайней мере для человека. Ниже обсуждаются решения для человеческой скуки, которые может обеспечить искусственный интеллект (а также те, которые не может).

Как сделать задачи интереснее

У любого занятия, персонального или группового, есть определенные привлекательные характеристики, из-за которых люди желают в нем участвовать. Вполне очевидно, что некоторые занятия, такие как забота о собственных детях, бесплатны, но удовлетворение от них может быть невероятно высоким. Аналогично работу бухгалтера могут оплачивать весьма хорошо, но морального удовлетворения в этой работе немного. Различные опросы (такие, как на <https://www.careercast.com/jobs-rated/jobs-rated-report-2016-ranking-200-jobs>) и статьи (такие, как на <http://www.nytimes.com/2010/09/12/jobs/12search.html>) свидетельствуют о балансе денег и удовлетворения, но их результаты зачастую выглядят сомнительно, поскольку основания для таких выводов неоднозначны. Однако большинство этих источников сходится во мнении, что после того, как человек получает определенную сумму денег, ключом для поддержания интереса к занятию становится удовлетворение (причем независимо от занятия). Конечно, практически невозможно выяснить, в чем заключается удовлетворение от работы, но интерес остается в списке первым. Удовлетворение от интересного занятия всегда будет более вероятным.



СОВЕТ

Проблема не в обязательной смене работы, просто, сделав работу немного интереснее, можно избежать скуки. Искусственный интеллект может эффективно в этом помочь, устранив из задач повторяющиеся действия. Однако такие примеры, как Alexa от Amazon и Home от Google, действительно предоставляют другие варианты. Чувство одиночества, которое может проникнуть в дом, на рабочее место, в автомобиль или в другое место, является мощнейшим источником скуки. Когда люди начинают чувствовать себя одинокими, начинается депрессия, и скука зачастую — только начало. Приложения, использующие интерфейс Alexa (см. <https://developer.amazon.com/>) или Actions на API Google (см. <https://developers.google.com/actions/>) для имитации общения с человеком соответствующего типа, может улучшить ощущения на рабочем месте. Однако важнее всего то, что разработка интеллектуальных интерфейсов такого типа способна помочь людям быстро выполнять различные повседневные

задачи, такие как поиск информации и взаимодействие с интеллектуальными устройствами, а не только выключение света (см. <https://www.imore.com/how-control-your-lights-amazon-echo> и https://store.google.com/product/google_home).

Как помочь работать эффективнее

У большинства людей, по крайней мере у думающих, есть некоторое представление о том, чего они хотели бы от искусственного интеллекта в плане улучшения их жизни за счет устранения задач, которые они не хотят выполнять. Недавний опрос выявил некоторые из наиболее интересных способов, которыми искусственный интеллект может это сделать: <https://blog.devolutions.net/2017/10/october-poll-results-which-tasks-in-your-job-would-you-like-to-be-automated-by-ai>. Большинство из них вполне обыденны, но один обращает на себя внимание — предлагается выяснять, когда жена чувствует себя несчастной, и посылать ей цветы. Это, скорее всего, не сработает, но сама идея интересна.

Дело в том, что люди, вероятно, предложат самые интересные идеи о том, как создать искусственный интеллект, специально предназначенный для решения именно их задач. В большинстве случаев серьезные идеи будут хороши и для других пользователей. Например, автоматическая система эксплуатационной поддержки может применяться во многих отраслях. Если некто обеспечит обобщенный интерфейс с программируемой внутренней структурой приложения для применения индивидуальных систем вопросов, то искусственный интеллект сможет сэкономить пользователям много времени и гарантировать правильные последующие действия, обеспечив грамотный опрос и запись необходимой информации.

Как искусственный интеллект борется со скукой

Скука бывает разной, и люди относятся к ней по-разному.

Бывает, скука наступает от отсутствия необходимых ресурсов, знаний или других вещей. Другой вид скуки наступает из-за незнания, что делать дальше. Искусственный интеллект может помочь с первым видом скуки, но не справится со вторым. В этом разделе рассматривается первый вид скуки. (В следующем разделе рассматривается второй.)



ЗАПОМНИ

Доступ к ресурсам всех видов помогает справиться со скукой, позволив людям творить без необходимости приобретать нужные материалы обычными способами. Вот некоторые из способов, которыми искусственный интеллект способен упростить доступ к ресурсам.

- » Поиск необходимых элементов по Интернету.
- » Автоматический заказ необходимых элементов.
- » Осуществление сенсорного сбора данных и другого мониторинга.
- » Управление данными.
- » Выполнение обыденных или повторяющихся задач.

Как искусственный интеллект не может бороться со скукой

Как уже говорилось в предыдущих главах, особенно в главах 4 и 5, искусственный интеллект не является ни творческим, ни интуитивным. Поэтому запрос к искусственному интеллекту придумать, что вам делать, вряд ли приведет к удовлетворительным результатам. Некто может запрограммировать искусственный интеллект так, чтобы он отследил десять ваших любимых занятий, а затем выбрал одно из них наугад, но результат не будет удовлетворительным, поскольку искусственный интеллект не может учесть все аспекты, включая ваше текущее настроение и увлечение. Фактически даже в самом лучшем случае искусственный интеллект не сможет общаться с вами способом, обеспечивающим удовлетворительный результат любого вида.

Искусственный интеллект не может также вас мотивировать. Вспомните, как иногда приходят друзья, чтобы вас мотивировать (или вы приходите к ним). Друг фактически полагается на комбинацию внутриличностного (сочувствие, как если бы он оказался в вашей ситуации) и межличностного знания (предложение творческих идей, чтобы получить от вас положительный эмоциональный отклик). У искусственного интеллекта нет первого вида знаний и есть лишь чрезвычайно ограниченный объем второго, как описано в главе 1. Следовательно, искусственный интеллект не сможет развеять вашу скуку, используя мотивационные методики.



СОВЕТ

Так или иначе скука — это не всегда плохо. Многие недавние исследования показали, что скука фактически порождает творческую мысль (например, см. <https://www.fastcompany.com/3042046/the-science-behind-howboredom-benefits-creative-thought>), что людям еще предстоит осмыслить. После просмотра бесчисленных статей о том, как искусственный интеллект собирается устранить рутинные работы, складывается впечатление, что деятельность, на которую он претендует зачастую скучна и не оставляет людям никакого времени на творчество. Даже сегодня люди вполне могут найти продуктивную творческую работу, если они действительно об этом подумают. Статья “7 удивительных фактов о творческом потенциале согласно науке” (7 Surprising Facts About Creativity, According To Science) (<https://www.fastcompany.com>).

com/3063626/7-surprising-factsabout-creativity-according-to-science) фактически обсуждает роль таких связанных со скукой действий, как мечтание в усилении творческого потенциала. В будущем, если люди действительно хотят достичь звезд и сделать другие удивительные вещи, творческий потенциал станет крайне важным, поэтому тот факт, что искусственный интеллект не способен развеять вашу скуку, фактически будет очень хорош.

Работа в промышленных условиях

В любых промышленных условиях, вероятно, будет небезопасно, независимо от количества вложенных в решение этой проблемы денег, времени и усилий. Можно легко найти такие статьи, как <http://www.safetyandhealthmagazine.com/articles/14054-common-workplace-safety-hazards>, описывающие семь наибольших угроз безопасности в промышленных условиях. Хотя люди и решают большинство этих проблем, скука осложняет фактическую окружающую обстановку, в которой люди работают, и служит причиной очень многих проблем. В следующих разделах описано, как автоматизация способна помочь людям жить дольше и счастливее.

Уровни автоматизации

Автоматизация в промышленных условиях намного старше, чем вы могли бы подумать. Отправной точкой автоматизации некоторые считают сборочные линии Генри Форда (см. <https://www.history.com/this-day-in-history/fords-assembly-line-starts-rolling>). Фактически автоматизация началась в 1104 году нашей эры в Венеции (см. <https://www.mouser.com/applications/factory-automation-trends/>), где 16 тысяч рабочих были способны построить весь военный корабль за один день. Американцы повторили этот подвиг с современными судами во время второй мировой войны (см. <https://www.nps.gov/nr/travel/wwiibayarea/shipbuilding.htm>). Таким образом, автоматизация существовала давно и везде.

Но чего не существовало давно и везде, так это искусственного интеллекта, который может реально помочь людям в пределах процесса автоматизации. Сегодня обычно человек-оператор сначала думает, как выполнить некую работу, и ставит задачу, а затем перепоручает ее компьютеру. Одним из недавних примеров является *автоматизация роботизированных процессов* (Robot Process Automation — RPA), позволяющая человеку научить программное обеспечение действовать в поле человека при работе с приложениями (см. <https://www.valamis.com/blog/the-tools-of-the-future-today-what-is-robotic-process-automation-artificial-intelligence-and-machine-learning>). Этот процесс

отличается от простого сценария, как при использовании VBA (Visual Basic for Applications) в Microsoft Office, RPA — это не конкретное приложение и не требует программирования. Многих удивит тот факт, что фактически есть десять уровней автоматизации, девять из которых могут полагаться на искусственный интеллект. Выбираемый вами уровень зависит от вашего конкретного случая.

1. Человек-оператор создает задачу и передает ее компьютеру для реализации.
2. Искусственный интеллект помогает человеку определить параметры задачи.
3. Искусственный интеллект устанавливает наилучшие параметры задачи, а затем позволяет человеку принять или отклонить рекомендацию.
4. Искусственный интеллект определяет параметры и на их основании определяет последовательность действий, а затем предоставляет список действий человеку для принятия или отклонения конкретных действий до их реализации.
5. Искусственный интеллект определяет параметры, последовательность действий, формирует задачу, а затем запрашивает у человека одобрение, прежде чем передать задачу компьютеру.
6. Искусственный интеллект автоматически создает задачу и передает ее в очередь задач компьютера, а человек-оператор выступает в роли посредника на случай, если выбранная задача требует доводки перед фактической реализацией.
7. Искусственный интеллект создает и реализует задачу, а затем уведомляет человека-оператора о сделанном на случай, если задачу потребуется откорректировать или аннулировать.
8. Искусственный интеллект создает и реализует задачу, уведомляя человека о сделанном, только если он спросит.
9. Искусственный интеллект создает и реализует задачу безо всякой обратной связи, если только не потребуется вмешательство человека из-за ошибки или непредвиденных результатов.
10. Искусственный интеллект не ждет приказа от человека, он сам выявляет потребность в задаче и инициализирует ее выполнение. Искусственный интеллект предоставляет обратную связь только тогда, когда требуется вмешательство человека, например при серьезной ошибке. С ошибками определенного уровня и непредвиденными результатами искусственный интеллект справляется самостоятельно.

Больше чем просто роботы

Размышляя об автоматизации промышленности, большинство людей полагает, что все делают роботы. Фактически общество сейчас находится в состоянии четвертой промышленной революции; была революция пара, массовое производство, автоматизация, а теперь — коммуникация (см. <https://www.engineering.com/ElectronicsDesign/ElectronicsDesignArticles/ArticleID/8379/New-Chips-are-Bringing-Factory-Automation-into-the-Era-of-Industry-40.aspx>). Для эффективного выполнения задачи искусственный

интеллект запрашивает информацию из источников всякого рода. Из этого следует, что чем более подробную информацию промышленная установка может получить из всякого рода источников, тем лучше ее искусственный интеллект сможет работать (если, конечно, этими данными правильно распорядиться). С учетом этого промышленные установки всех видов полагаются теперь на *индустриальный механизм связи* (Industrial Communication Engine — ICE), чтобы координировать взаимосвязь между всеми столь разными источниками, в которых нуждается искусственный интеллект.

Роботы действительно выполняют большую часть реальной работы на индустриальном производстве, однако нужны также сенсоры для оценки потенциальных рисков, таких как штормы. Но для поддержания эффективности производства координация становится все более и более важным фактором. Например, грузовики с сырьем должны поступать своевременно, а другие грузовики, отвозящие готовые товары, должны задействоваться по мере необходимости — эта задача крайне важна для эффективного использования складских помещений. Чтобы повысить эффективность работ, искусственный интеллект должен знать о техническом состоянии всего оборудования, чтобы гарантировать его наилучшее обслуживание, причем в то время, когда в этом оборудовании меньше всего потребности.

Искусственный интеллект должен также учитывать такие проблемы, как цена ресурса. Возможно, получится что-то выиграть, если использовать определенное оборудование в вечерние часы, когда цена электричества ниже.

Не автоматизацией единой

Первые примеры фабрик без людей относились к таким весьма специфическим производствам, как выпуск микросхем, для которых требовалась абсолютная чистота окружающей среды. Однако с тех пор автоматизация распространилась. Из-за опасностей для здоровья людей или очень высокой стоимости использования человека при выполнении определенных видов промышленных задач сегодня можно найти множество самых обычных фабрик, не требующих никакого человеческого вмешательства вообще (см. примеры на <https://singularityhub.com/2010/02/11/no-humans-just-robots-amazing-videos-of-the-modern-factory/>).



ЗАПОМНИ

Многие технологии до некоторой степени эффективно разрешают все связанные с производством задачи без человеческого вмешательства (см. примеры на <https://www.automationmag.com/opinion/thought-leaders/5248-top-10-industrial-automation-trends-automationdirect>). Дело в том, что в конечном счете обществу придется искать задачи и кроме рутинных фабричных работ, чтобы занять население.

Безопасность окружающей обстановки

Одной из наиболее обсуждаемых ролей искусственного интеллекта, помимо автоматизации производственных задач, является обеспечение безопасности людей различными способами. В таких статьях, как <https://futurism.com/7-reasons-you-should-embrace-not-fear-artificial-intelligence/>, описаны опасные ситуации, в которых искусственный интеллект выступает в качестве посредника, принимая на себя удар, который иначе достался бы людям. Безопасность бывает разной. Да, искусственный интеллект может сделать работу в различных обстановках более безопасной, но он также помогает сделать окружающую обстановку более здоровой, а также снизить риски, связанные с самыми обычными занятиями, включая серфинг в Интернете. В следующих разделах содержится краткий обзор путей, которыми искусственный интеллект может повышать безопасность окружающей обстановки.

Роль скуки в происшествиях

От вождения (см. <http://healthland.time.com/2011/01/04/bored-drivers-most-likely-to-have-accidents/>) до работы (см. <http://www.universaldrugstore.com/news/general-healthnews/boredom-increases-accidents-at-workplace/>) скука повышает вероятность происшествий всех видов. Фактически, когда выполнение некой задачи требует постоянного внимания, она действует усыпляюще, и результат редко оказывается хорошим. Проблема настолько серьезна и существенна, что по этой теме можно найти множество статей, таких как “Modelling human boredom at work: mathematical formulations and a probabilistic framework” (Моделирование человеческой скуки на работе: математические формулировки и вероятностная среда возникновения) (<http://www.emeraldinsight.com/doi/full/10.1108/17410381311327981>). Произойдет ли происшествие фактически (или просто создастся опасная ситуация), зависит от случая.

Представьте реальную разработку алгоритмов, позволяющих определить вероятность происшествий, происходящих из-за скуки при определенных обстоятельствах.

Как искусственный интеллект помогает избежать проблем безопасности

Никакой искусственный интеллект не сможет предотвратить происшествий из-за человеческих факторов, таких как скука. В лучшем случае, когда люди действительно решают следовать правилам, выработанным с использованием искусственного интеллекта, последний может только помочь избежать

возможных проблем. В отличие от роботов Азимова, сейчас нет никакой защиты тремя законами, работающими в любой обстановке; люди должны сами заботиться о своей безопасности. С учетом этого искусственный интеллект может оказать помощь следующими способами.

- » Предложить ротацию задач (на рабочем месте, в автомобиле или даже дома), чтобы дело осталось интересным.
- » Проконтролировать продуктивность человека и предложить лучшее время отдыха от усталости или других факторов.
- » Помочь в решении задач, в которых выгодна комбинация сообразительности человеческого интеллекта и скорости реакции искусственного.
- » Улучшить человеческие возможности по обнаружению вероятных источников опасности, чтобы они стали очевидней.
- » Устранить повторяющиеся задачи, чтобы люди меньше утомлялись и участвовали только в интересных аспектах своей работы.

Почему искусственный интеллект не может устранить проблемы безопасности

Обеспечение полной безопасности подразумевает способность предвидеть будущее. Поскольку будущее неизвестно, потенциальный риск для людей в любой момент времени также остается неизвестным, ведь неожиданные ситуации могут возникнуть когда угодно. Неожиданная ситуация — это то, о чем и не предполагали заранее разработчики некой стратегии безопасности. Люди имеют огромный опыт по части поиска новых способов попасть в затруднительное положение, частично из-за любопытства и творческого характера. Методы предотвращения опасности искусственным интеллектом следует искать в человеческой натуре, поскольку люди любознательны; мы хотим увидеть, а что будет, если что-то попробуем? Как правило, получается глупость.

Непредсказуемые ситуации — не единственная проблема для искусственного интеллекта. Даже если кому-то удалось бы найти все возможные ситуации, способные создать опасность для человека, то потребуется астрономическая вычислительная мощь, чтобы выявить и предотвратить подобное событие. Искусственный интеллект работал бы так медленно, что его ответ всегда опаздывал бы настолько, что был бы бесполезным. Следовательно, разработчикам оборудования для обеспечения безопасности фактически требуется такой искусственный интеллект, который обеспечит лишь необходимый уровень безопасности, который будет готов иметь дело с наиболее вероятными ситуациями.



Глава 7

Применение искусственного интеллекта в медицине

В ЭТОЙ ГЛАВЕ...

- » Более эффективный мониторинг пациентов
- » Помощь людям в различных ситуациях
- » Анализ потребностей пациентов
- » Решение хирургических и других медицинских задач

Медицина сложна. И не случайно для обучения врача может потребоваться 15 или более лет в зависимости от специальности (см. <http://work.chron.com/long-become-doctor-us-7921.html>). К тому времени, когда система образования упакует врача достаточным количеством информации почти до краев, большинство других людей уже трудится лет 11 (с учетом, что большинство останавливается на уровне среднего специального образования или степени бакалавра). Тем временем новые технологии, подходы и так далее — все тайно сговорилось сделать эту задачу еще сложнее. В один

прекрасный момент любой человек просто не может стать еще более опытным даже в узкой специальности. Именно поэтому незаменимому человеку нужна последовательная, логичная и беспристрастная помощь в виде искусственного интеллекта. Процесс начинается с помощи в мониторинге пациентов (как описано в первом разделе этой главы) такими способами, которые для человеческого персонала просто невозможны, поскольку количество анализов очень высоко и выполнять их требуется в определенном порядке и определенным способом. Это критически важно, и вероятность ошибки недопустима.

К счастью, сегодня у людей куда больше возможностей для самостоятельного решения многих связанных с медициной задач, чем когда-либо прежде. Например, игры позволяют пациентам выполнять некоторые из терапевтических задач самостоятельно, но все же им нужно руководство от приложения, гарантирующего выполнение упражнений способом, наилучшим образом подходящим для восстановления их здоровья. Улучшенные эндопротезы и другие медицинские средства также позволяют людям стать менее зависимыми от профессиональной помощи. Во втором разделе этой главы описано, как искусственный интеллект может помочь людям в их медицинских потребностях.

Очень трудно, если вообще возможно, починить устройство, не зная, как оно работает. Точно так же нельзя игнорировать проведение анализов при диагностике болезни. Проведение различных анализов помогает врачу выявить конкретную проблему и упростить ее решение. Сегодня врач вполне может снабдить пациента устройством мониторинга и контролировать его состояние дистанционно, а результаты направить искусственному интеллекту для их анализа и диагностики проблемы, причем все это за один визит пациента в кабинет врача (он нужен, чтобы прикрепить устройство мониторинга). Такие мониторы, как глюкометры, пациенты вполне могут купить сами, и тогда посещение кабинета врача становится вообще ненужным. Хотя в третьем разделе этой главы не затрагивается даже часть всех анализирующих устройств, вы хотя бы получите о них представление.

Конечно, требуется некоторое вмешательство, чтобы подвергнуть пациента хирургическим или другим процедурам (как описано в четвертом разделе этой главы). Роботизированные решения иногда могут выполнять такие задачи даже лучше, чем врач. В некоторых случаях помощь робота повышает эффективность врача и позволяет ему сосредоточить внимание на том, с чем может справиться только человек. Различные технологии упрощают диагностику, проводя ее быстрее и точнее. Например, искусственный интеллект может помочь врачу диагностировать рак на начальной стадии куда быстрее, чем если бы врач делал это сам.

Носимый терапевтический монитор

Медик не всегда может сказать, что происходит с пациентом, просто прослушав его сердце, проверив пульс или сделав анализ крови. Тело не всегда подает однозначные сигналы, которые позволяют медику узнать их причину сразу. Кроме того, некоторые показатели организма, такие как сахар в крови, изменяются со временем, поэтому необходим постоянный их мониторинг. Посещение кабинета врача при каждой необходимости проверить один из этих параметров — дело трудоемкое и не всегда полезное. Прежние методы определения некоторых медицинских характеристик требовали внешнего ручного вмешательства со стороны пациента, а этот процесс приводит к ошибкам, в лучшем случае. По этим и многим другим причинам искусственный интеллект может помочь контролировать статистику пациента эффективным, менее склонным к ошибкам и более единообразным способом, как описано в следующих разделах.

Ношение полезных мониторов

Все мониторы относятся к категории полезных. Фактически большинство из них не имеют никакого отношения к медицине, но все же дают положительный эффект для здоровья. Рассмотрим монитор Moov (<https://welcome.moov.cc/>), который контролирует и пульс, и движение в пространстве. Искусственный интеллект этого устройства отслеживает статистические данные и предоставляет совет о том, как лучше делать разминку. Фактически вы получаете советы о том, как лучше ставить ногу во время бега и стоит ли увеличивать шаг. Задача этого устройства — гарантировать самую эффективную разминку, которая улучшит здоровье, без риска получить травму.

Представьте, если бы такой монитор был слишком большим! Motiv (<https://mymotiv.com/>) представляет собой простое кольцо, которое контролирует то же самое, что и Моов, но меньше в объеме. Это кольцо даже следит, как вы спите, чтобы вы лучше отдыхали за ночь. Кольца действительно имеют свои преимущества и недостатки. Из статьи <https://www.wareable.com/smart-jewellery/best-smart-rings-1340> можно узнать об их проблемах больше. Достаточно интересно то, что большинство изображений на сайте ничем не напоминает фитнес-монитор; таким образом, вы получаете и стиль, и здоровье в одном пакете.

Конечно, если ваша единственная задача — контролировать свой пульс, можно обзавестись таким устройством, как Apple Watch (<https://support.apple.com/en-us/HT204666>), обеспечивающим также некий анализ с использованием искусственного интеллекта. Все эти устройства взаимодействуют со смартфоном, поэтому вы можете увязать данные с некими другими приложениями или при необходимости отослать их своему врачу.

Доверие к критически важным мониторам

Проблема с некоторыми показателями человеческого организма состоит в том, что они постоянно изменяются, поэтому их проверка лишь время от времени фактически ничего не дает. Уровень глюкозы, статистика о которой собирается при диабете, является одним из показателей, относящихся к этой категории. Чем чаще вы контролируете суточные повышения и падения уровня глюкозы, тем проще назначить лекарства и держать диабет под контролем. Такие устройства, как K'Watch (<http://www.pkvitality.com/ktrack-glucose/>), обеспечивают постоянный мониторинг, а также обладают приложением, которое человек может использовать для получения полезной информации о своем состоянии при диабете. Конечно, люди использовали регулярный мониторинг годами; просто это устройство обеспечивает тот дополнительный уровень контроля, который при наличии диабета может означать различие между незначительной неприятностью и опасной для жизни проблемой.

Постоянный мониторинг чьего-то сахара в крови или другой хронической болезни мог бы показаться чрезмерным, но у него есть практическое применение. Такие продукты, как Sentrian (<http://sentrian.com/>), позволяют использовать дистанционно собранные данные для прогноза заболевания прежде, чем оно фактически возникнет. Внося изменения в лекарства и поведение пациента прежде, чем произойдет событие, Sentrian снижает количество неизбежных госпитализаций, делая жизнь пациентов лучше и сокращая медицинские затраты.

Некоторые устройства, такие как нательный дефибриллятор Wearable Defibrillator Vest (WDV), действительно критически важны. Они непрерывно контролируют состояние сердца и при необходимости обеспечивают разряд, чтобы сердце не остановилось и работало правильно (см. <https://www.healthcentral.com/article/wearable-defibrillator-vest-pros-and-cons>). Это краткосрочное решение помогает врачу принять решение, нужна ли вживляемая версия того же устройства. У его ношения есть преимущества и недостатки, но, с другой стороны, трудно оценить постоянное наличие на теле кардиостимулятора, когда необходимо спасти свою жизнь. Конечно, основное назначение этого устройства — это мониторинг, и оно его обеспечивает. Некоторым людям на самом деле вживляемое устройство не нужно, поэтому контроль очень важен, чтобы избежать ненужной хирургической операции.

Использование носимых мониторов

Количество и разнообразие устройств для мониторинга состояния здоровья с поддержкой искусственного интеллекта на рынке сейчас колеблются (см. <https://www.mobihealthnews.com/content/31-new-digital-health->



ВНИМАНИЕ

Проблема любой медицинской технологии кроется в недостатке защиты. Вероятность взлома вживленного устройства ужасает. В статье <http://www.independent.co.uk/lifestyle/gadgets-and-tech/news/first-online-murder-will-happen-by-end-of-year-warns-us-firm-9774955.html> описано, что может случиться, если некто взломает медицинское устройство. К счастью, согласно многим источникам, никто еще не умер.

Однако представьте отказ инсулиновой помпы или вживленного дефибриллятора из-за взлома, а также вообразите вред, который может нести злоумышленник. Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов (Food and Drug Administration — FDA), наконец, опубликовало руководство по защите медицинских устройств, доступное по адресу <http://www.securityweek.com/fda-releases-guidance-medical-device-cybersecurity>, но в жизнь эти правила, очевидно, не претворяются. Фактически эта статья просто свидетельствует, что производители сейчас активно ищут способы защиты своих устройств.

Искусственный интеллект не несет ответственности за отсутствие защиты этих устройств, но может доказать вину злоумышленника. Дело в том, что необходимо учитывать все аспекты использования искусственного интеллекта, особенно когда дело доходит до устройств, непосредственно затрагивающих жизнь людей, таких как вживляемые медицинские устройства.

tools-showcased-ces-2017). Например, вы фактически можете купить зубную щетку с поддержкой искусственным интеллектом, которая будет контролировать ваши привычки по чистке зубов и давать советы относительно лучшей методики чистки (<http://www.businesswire.com/news/home/20170103005546/en/Kolibree-Introduces-Ara-Toothbrush-Artificial-Intelligence/>). Трудно представить, сколько сложностей пришлось преодолеть, создавая такое устройство, включая разработку схемы мониторинга состояния человеческого рта. Конечно, некоторые люди могут сказать, что улучшение чистки зубов в действительности не имеет непосредственного отношения к хорошему здоровью, но на самом деле это так (см. <https://www.mayoclinic.org/healthy-lifestyle/adult-health/indepth/dental/art-20047475>).

Как правило, при создании носимых мониторов ставится задача сделать их поменьше и менее навязчивыми. Простота — это также немаловажное требование для устройств, предназначенных для использования людьми с минимальными или вообще отсутствующими познаниями в медицине. Одним из таких

устройство является носимый кардиомонитор (ECG). Кардиомонитор в кабинете врача требует подключения пациента проводами к стационарному устройству, осуществляющему необходимые замеры. Устройство QardioCore (<https://www.prnewswire.com/news-releases/qardio-makes-a-breakthrough-in-preventative-healthcare-with-the-launch-of-qardiocore-the-first-wearable-ecg-monitor-300384471.html>) снимает кардиограмму без проводов, и любой человек с минимальными медицинскими знаниями легко может его использовать. Подобно многим другим устройствам, это полагается на ваш смартфон, чтобы сделать необходимый анализ и при необходимости подключиться к внешним источникам.



ЗАПОМНИ

Современные медицинские устройства работают хорошо, но они не портативны. Задача создания приложений с поддержкой искусственным интеллектом и специализированных устройств заключается в получении только необходимых данных, в которых фактически нуждается врач. В противном случае результатов анализов придется ждать. Даже если вы не купили умную зубную щетку или носимый кардиомонитор для контроля своего сердцебиения, тот факт, что эти устройства есть, что они малы, функциональны и удобны, уже хорош, поскольку при необходимости вы можете ими воспользоваться.

Расширение возможностей людей

Сегодня множество технологий нацелено на увеличение продолжительности здоровой человеческой жизни (сегмент жизни без существенной болезни), а не только на увеличение количества лет жизни. Они призваны дать людям больше возможностей для улучшения их здоровья различными способами. Вы легко можете найти статьи, предлагающие 30, 40 или даже 50 способов увеличения продолжительности здоровой человеческой жизни, но зачастую они сводятся к комбинации правильного питания, достаточных тренировок и хорошего отдыха. Конечно, установить, какие именно еда, упражнения и отдых лучше всего подходят именно для вас, почти невозможно. В следующих разделах описаны случаи, когда наличие устройства с поддержкой искусственного интеллекта могло бы означать различие между 60-ю годами хорошей жизни и 80-ю или даже больше. (Фактически сейчас нетрудно найти статьи о продолжительности в будущем человеческой жизни до тысячи и более лет благодаря новейшим технологиям.)

Проблема любой медицинской технологии кроется в недостатке защиты. Вероятность взлома вживленного устройства ужасает. В статье <http://www.independent.co.uk> Забота является главным назначением любого медицинского средства. Предположим, что забота осуществляется не только наилучшим образом, но и беспристрастно. Вот в чем искусственный интеллект может проявить себя в медицинской области; он гарантирует, что технические навыки останутся высокими и не будет никакого пристрастия, по крайней мере с его точки зрения.

Люди всегда будут пристрастны, поскольку они обладают внутриличностным интеллектом (как описано в главе 1). Даже самые добрые, альтруистически настроенные люди демонстрируют некоторую форму пристрастия (обычно подсознательно), создавая ситуацию, когда врач видит одно, а пациент — другое (см. раздел “Пять недостоверностей данных” в главе 2). Однако пациенты почти всегда склонны преувеличивать серьезность своей болезни, хотя, вероятно, и непреднамеренно. Использование искусственного интеллекта гарантирует беспристрастность при работе с пациентами, позволяет избежать этой проблемы. Искусственный интеллект может также помочь врачу обнаружить недостоверности (непреднамеренные или иные) в симптомах, излагаемых пациентами, повысив, таким образом, качество лечения.

В медицине время от времени возникают проблемы, поскольку чисто технических навыков зачастую недостаточно. Люди нередко жалуются на отсутствие такта у врачей и медицинского персонала. Те же самые люди, которые хотят беспристрастного лечения, так или иначе хотят и сочувствия со стороны врача (просто делающего свою работу), поскольку пристрастны теперь они. Сочувствие отличается от симпатии в корне. Люди демонстрируют *сочувствие*, когда они в состоянии чувствовать то же самое, что и пациент. Два упражнения из раздела “Программно-ориентированные решения” этой главы помогут вам понять, как некто может построить систему взглядов так, чтобы вызвать сочувствие. Искусственный интеллект никогда не сможет сочувствовать, поскольку у него нет ни чувств, ни понимания, необходимых для создания системы взглядов, а также внутриличностного интеллекта, обязательного для использования такой системы взглядов.

К сожалению, сочувствие может сыграть злую шутку с медиком относительно истинных медицинских потребностей, поскольку теперь он участвует в недостоверности точки зрения, наблюдая происходящее только с точки зрения пациента. Таким образом, врачи нередко испытывают *симпатию*, благодаря которой могут взглянуть на ситуацию извне, понять, что пациент мог бы чувствовать (а не что он чувствует), и не строить систему взглядов на основе этого.

Следовательно, врач может оказать необходимую эмоциональную поддержку, видя при этом реальную потребность в выполнении действий, которые пациенту могут вовсе и не понравиться в ближайшей перспективе. Искусственный интеллект не может решить эту задачу, поскольку ему недостает внутриличностного интеллекта и он не понимает концепции точки зрения достаточно хорошо, чтобы соответственно ее применить. k/lifestyle/gadgets-and-tech/news/first-online-murder-will-happen-by-end-of-year-warns-usfirm-9774955.html описано, что может случиться, если некто взламывает медицинское устройство. К счастью, согласно многим источникам, никто еще не умер.

Однако представьте отказ инсулиновой помпы или вживленного дефибриллятора из-за взлома, а также вообразите вред, который может нести злоумышленник. Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов (Food and Drug Administration — FDA), наконец, опубликовало руководство по защите медицинских устройств, доступное по адресу <http://www.securityweek.com/fda-releases-guidance-medical-device-cybersecurity>, но в жизнь эти правила, очевидно, не претворяются. Фактически эта статья просто свидетельствует, что производители сейчас активно ищут способы защиты своих устройств.

Искусственный интеллект не несет ответственности за отсутствие защиты этих устройств, но может доказать вину злоумышленника. Дело в том, что необходимо учитывать все аспекты использования искусственного интеллекта, особенно когда дело доходит до устройств, непосредственно затрагивающих жизнь людей, таких как вживляемые медицинские устройства.

Использование игр для терапии

Игровая консоль может стать мощным и интересным инструментом физической терапии. И Nintendo Wii, и Xbox 360 уже используются во многих местах для физической терапии (<https://www.webpt.com/blog/post/do-you-wii-hab-using-motion-gaming-your-therapy-clinic>). Задача этих игр в том, чтобы приучить людей двигаться определенным способом. Игра автоматически поощряет надлежащие движения пациента, получающего одновременно и терапию, и развлечение. Поскольку терапия становится развлечением, пациент выполняет ее с большей заинтересованностью и поправляется быстрее.

Конечно, одних только движений при работе с соответствующей игрой для успеха недостаточно. Фактически, играя в эти игры, кто-то сможет заработать новые болезни. Дополнение Jintronix для аппаратных средств Xbox Kinect стандартизирует использование данной игровой консоли для терапии (<https://www.forbes.com/sites/kevinanderton/2017/09/30/>

jintronix-program-uses-xbox-kinect-hardware-to-help-rehab-patients-infographic/#2cffc63a61d3), увеличивая вероятность положительного результата.

Использование экзоскелетов

Одной из самых сложных задач искусственного интеллекта является поддержка всего человеческого тела. Это случай, когда некто носит *экзоскелет* (по существу, разновидность робота). Искусственный интеллект считывает движения человека (или его намерение переместиться) и приводит экзоскелет в действие. В использовании экзоскелетов продвинулись вооруженные силы (см. <http://exoskeletonreport.com/2016/07/military-exoskeletons/>). Представьте себе возможность двигаться быстрее и носить значительно более тяжелый вес. Видео на <https://www.youtube.com/watch?v=p2W23ysgWKI> дает лишь некоторое представление об этих возможностях. Конечно, военные продолжают экспериментировать, но это пригодно и в гражданских целях. Экзоскелет, который вы в конечном счете увидите (а вы его когда-нибудь наверняка увидите), вероятно, будет создан военными.

Промышленность также интересуется технологиями экзоскелета (см. <https://www.nbcnews.com/mach/science/new-exoskeleton-does-heavy-liftingfactory-workers-ncna819291>). В настоящее время промышленные рабочие страдают от травм и массы болезней, вызванных регулярным стрессом. Кроме того, работа на заводе невероятно утомительна. Ношение экзоскелета снизит не только усталость, но и вероятность ошибки, сделав труд рабочих более эффективным. Люди, сохраняющие силы в течение всего дня, могут сделать больше и с гораздо меньшей вероятностью травмы или еще какого-либо вреда.

Экзоскелеты, используемые в промышленности сегодня, отражают свои военные начала. Их возможности и внешний вид в будущем изменятся так, чтобы больше походить на экзоскелеты из таких фильмов, как *Чужие* (Aliens) (<https://www.amazon.com/exec/obidos/ASIN/B01I0K018W/datacservip0f-20/>). Реальные примеры этой технологии (см. видео и статью <http://www.bbc.com/news/technology-26418358> в качестве примера) менее внушительны, но все равно полезны.

Самое интересное, что экзоскелеты позволяют людям делать не только то, на что они способны и сами, но и на что они не были раньше способны, и это замечательно. Например, недавно была опубликована статья об использовании экзоскелета, позволившего ходить ребенку с церебральным параличом (<https://www.smithsonianmag.com/innovation/this-robotic-exoskeleton-helps-kids-cerebral-palsy-walk-upright-180964750/>). Не все используемые в медицинских целях экзоскелеты предназначены для поддержания жизни, как бы то ни было. Например, экзоскелет может помочь пациенту после инсульта снова нормально ходить (<http://www.sciencemag.org/news/2017/07/>

watch-robotic-exoskeleton-help-stroke-patient-walk). По мере восстановления экзоскелет поддерживает человека все меньше и меньше и в конце концов становится ненужным. Некоторые пользователи даже объединили свой экзоскелет с другими устройствами, такими как Alexa от Amazon (см. <https://spectrum.ieee.org/the-human-os/biomedical/bionics/how-a-paraplegic-user-commands-this-exoskeleton-alexa-im-ready-to-walk>).



ЗАПОМНИ!

Назначение экзоскелета вовсе не в том, чтобы сделать из вас Железного человека (Iron Man). Они, скорее, позволяют снизить регулярные нагрузки, ведущие к туннельному синдрому, и нагрузки после травм, а также помогают людям лучше решать те задачи, которые в настоящее время для них слишком утомительны или просто невозможны из-за физической ограниченности тела. С медицинской точки зрения использование экзоскелета — это хорошо, поскольку он сохраняет людям подвижность, а подвижность немаловажна для хорошего здоровья.

ТЕМНАЯ СТОРОНА ЭКСОСКЕЛЕТОВ

В Сети нет описания злонамеренных способов использования экзоскелетов, если не учитывать военные цели. Но ломать — не строить. Рано или поздно кто-нибудь придумает способы использования экзоскелетов во зло (как, вероятно, и любой технологии, описанной в этой главе). Предположим, например, что высокотехнологичные воры, используя экзоскелеты, украдут тяжелый объект.

Хотя эта книга призвана развеять мифы, окружающие искусственный интеллект, и ознакомить с положительными направлениями его применения, факт остается фактом, и действительно думающие люди не могут по крайней мере не задумываться о темной стороне любой технологии. Эта стратегия становится опасной, когда люди безосновательно поднимают тревогу. Да, взбесившиеся воры в экзоскелетах способны наделать дел, но просто нужно правильно обеспечить защиту от них, и, кроме того, этого еще не случалось. Этические соображения возможного применения, как позитивного, так и негативного, всегда сопровождают создание любой технологии, включая искусственный интеллект.

Повсюду в книге вы найдете различные этические и моральные соображения о позитивном применении искусственного интеллекта для помощи обществу. Безусловно, безопасность технологии важна, но имейте также в виду, что отказываться от технологии из-за ее негативного потенциала действительно неразумно.

Решение специфических задач

Когда-то потеря конечности, например, означала годы визитов к врачу, а также более короткую и менее счастливую жизнь. Однако хорошие эндопротезы и другие подобные устройства, большинство с поддержкой искусственным интеллектом, сделали этот сценарий историей для многих людей. Посмотрите, например, на танцующую пару <https://www.youtube.com/watch?v=AJOQj4NGJXA>. У женщины протез ноги. Сейчас люди могут бежать марафон или заниматься скалолазанием, даже потеряв свои настоящие ноги.

Многие люди считают термин *специальные потребности* (special needs) эквивалентным физической или умственной недостаточности или даже неполноценности. Однако почти у всех есть некая специальная потребность. В конце долгого дня кто-то с вполне нормальным зрением увеличивает размер шрифта в текстовом программном обеспечении или делает изображения крупнее. Цветовое программное обеспечение может помочь кому-то с нормальным цветным восприятием лучше различать детали, которые обычно ему не видны (по крайней мере тому, кто считает, что зрение у него нормальное). Когда люди становятся старше, они обычно нуждаются в большей помощи, чтобы услышать, увидеть, ощутить, коснуться или иначе взаимодействовать с самыми обыкновенными объектами. Аналогично помощь с такими задачами, как ходьба, может спасти кого-то от медицинского стационара и вернуть домой навсегда. Дело в том, что использование различных технологий с поддержкой искусственным интеллектом может существенно улучшить жизнь всем, о ком идет речь в следующих разделах.

Программно-ориентированные решения

Для удовлетворения специфических потребностей многие пользователи компьютеров сегодня полагаются на некий тип программно-ориентированного решения. Одним из самых известных подобных решений является программа для чтения с экрана Job Access With Speech (JAWS) (<https://www.freedomscientific.com/Products/Blindness/JAWS>), произносящая текст на дисплее, используя сложные методы. Как вы, возможно, догадались, любая полагающаяся на науку о данных и искусственный интеллект технология должна получить данные, интерпретировать их, а затем предоставить результат, как это делает программное обеспечение JAWS, являющееся хорошим примером для понимания возможностей и пределов программно-ориентированных решений. Наилучший способ убедиться в этом самом — это загрузить и установить программное обеспечение, а затем испытать его, как будто вы слепы и пытаетесь выполнить определенные действия в своей системе. (Не делайте ничего критически важного, ибо ошибки неизбежны.)

Люди, которых вы видите в Сети, особенно с большим опытом по части удивительной жизни несмотря на их специальные потребности, обычно являются специфическими людьми. Они действительно тяжело работали, чтобы добиться того, что имеют теперь. Использование устройства с поддержкой искусственным интеллектом может быть шагом в нужном направлении, но чтобы достичь цели, нужна воля сделать все, независимо от того, что именно делает это устройство и сколько часов терапии потребуется. Данная глава не пытается пролить свет на невероятный объем работы, который проделали эти удивительные люди, чтобы жить полноценно. Она скорее о технологии, оказавшей им помощь на пути к успеху. Если вы хотите увидеть нечто действительно удивительное, посмотрите на балерину <http://www.dailymail.co.uk/news/article-3653215/Schoolgirlleg-amputated-knee-foot-attached-stump-suffering-rare-bone-cancer-defies-oddscompetitive-ballet-dancer.html>. В статье описано, сколько работы потребовалось, чтобы заставить эту технологию работать.



СОВЕТ

Подобное программное обеспечение позволяет людям со специальными потребностями делать невероятные вещи. Оно способно даже помочь понять то, на что это походило бы, имей они специальную потребность. Доступно немало таких приложений, но попробуйте для примера Vischeck с <http://www.vischeck.com/vischeck/vischeckImage.php>.¹ Оно позволяет увидеть изображения так, как их видят люди с различными формами дальтонизма. Конечно, вы сразу заметите, что термин *дальтонизм* фактически неправилен; люди в этом состоянии различают цвета, но не так. Цвета просто смещаются к другому цвету, поэтому лучшим термином, вероятно, было бы *смещение цвета*.

Доверие к аппаратному усилению

Для помощи людям со специальными потребностями необходимо куда больше, чем только подходящее программное обеспечение. В разделе “Использование экзоскелетов”, приведенном выше в этой главе, обсуждались способы использования экзоскелетов для предотвращения травм, усиления естественных человеческих возможностей или удовлетворения специальных потребностей (чтобы люди, страдающие параличом нижних конечностей, могли ходить). Однако потребности людей решают и многие другие виды аппаратных

¹ Актуальность ссылки не гарантируется. — *Примеч. ред.*

средств усиления, подавляющему большинству которых для правильной работы требуется помощь искусственного интеллекта некоторого уровня.

Рассмотрите, например, систему Eye-Gaze (<http://www.eyegaze.com/>). Прежние системы полагались на шаблон, прикрепленный поверх монитора. Парализованный мог смотреть на отдельные символы, которые считывались двумя камерами (по одной на каждой стороне монитора), а затем вводились в компьютер. Вводя команды таким способом, больной мог выполнить простые задачи на компьютере.

Некоторые из первых систем, управляемых взглядом, совмещались через компьютер с роботизированным манипулятором. Роботизированный манипулятор мог делать чрезвычайно простые, но важные действия, например подать пользователю напиток или вытереть ему нос. Современные системы фактически способны соединить мозг пользователя непосредственно с роботизированным манипулятором и позволить ему выполнять такие задачи, как еда без посторонней помощи (см. <https://www.engadget.com/2017/03/29/paralyzed-man-first-to-move-his-arm-by-thinking-about-it/>).

Искусственный интеллект эндопротеза

Можно найти множество примеров применения искусственного интеллекта в эндопротезах. Да, существуют и пассивные решения эндопротеза, но более новые полагаются на динамические подходы, требующие искусственного интеллекта. Один из наиболее удивительных примеров эндопротеза с поддержкой искусственным интеллектом — это полностью динамическая стопа, созданная Хью Херром (Hugh Herr) (<https://www.smithsonianmag.com/innovation/future-robotic-legs-180953040/>). Эта стопа и лодыжка работают настолько хорошо, что фактически позволили Хью заниматься скалолазанием. Вы можете посмотреть презентацию, недавно выпущенную TED, по адресу <https://www.youtube.com/watch?v=CDsNZJTWw0w>.



ВНИМАНИЕ!

Небольшая дилемма, с которой нам, вероятно, придется встретиться когда-нибудь в будущем (к счастью, не сегодня), когда эндопротезы фактически позволят их владельцам существенно превзойти природные человеческие возможности. Например, у Ситандры в фильме *Эон Флакс* кисти вместо стоп (<https://www.awn.com/vfx-world/aeon-flux-live-action-animated-world>). Кисти — это, по существу, своего рода протез, привитый тому, кто изначально имел обычные ступни. Вопрос в том, допустим ли подобный вид протезирования, полезен ли он и даже желателен ли. В некий момент должна будет собраться группа людей и установить, где должно заканчиваться использование протезов, чтобы сохранить людей в виде

людей (если мы только решим оставаться людьми, а не развиться в некую следующую форму жизни). Сегодня вы вряд ли кого увидите с кистями вместо стоп.

Новые способы анализа

Использовать искусственный интеллект в медицинских целях можно не только для разных носимых устройств. Его возможности способны повысить потенциал специалистов и другими полезными способами. Анализ данных — это одна из областей, в которых искусственный интеллект непревзойден. Фактически роли искусственного интеллекта в современной медицине посвящены целые веб-сайты, такие как <http://medicalfuturist.com/category/blog/digitalized-care/artificial-intelligence/>.²

Казалось бы, чтобы поставить точный диагноз, специалисту достаточно сделать снимок участка потенциальной опухоли, а затем просмотреть результат. Но большинство методик получения необходимого снимка полагается на проницаемость тканей, не являющихся частью опухоли и не затеняющих результат. Кроме того, врач желает получить наилучшую информацию, просматривая снимки опухоли на ее ранних этапах.

Искусственный интеллект позволяет не только поставить диагноз и идентифицировать опухоль на ранних этапах, но и сделать это с высокой точностью и очень быстро. При многих болезнях время критически важно. Согласно статье <https://www.wired.com/2017/01/look-x-rays-moles-living-ai-coming-job/> повышение скорости существенно, а цена не столь велика при использовании этого нового подхода.

Столь же внушительной, как и возможная скорость диагностики искусственного интеллекта в этой области, является возможность его объединения с Интернетом вещей (IoT) и компиляция данных. Когда искусственный интеллект обнаруживает у пациента специфическое состояние, он может самостоятельно проверить записи пациента и вывести на экран информацию, имеющую отношение к наблюдаемому диагнозу, как демонстрируется в статье <https://www.itnonline.com/article/how-artificial-intelligence-will-change-medical-imaging>. Теперь у врача есть каждая деталь необходимой информации о пациенте, чтобы поставить диагноз и назначить конкретное лечение.

² Вероятно, имелось в виду <https://medicalfuturist.com/category/artificial-intelligence/>. — *Примеч. ред.*

Новые хирургические технологии

Сегодня роботы и искусственный интеллект уже участвуют в хирургических процедурах. Фактически некоторые хирургические операции были бы практически невозможны без использования роботов и искусственного интеллекта. Однако история применения этой технологии еще не велика. Первый хирургический робот, Arthrobot, появился в 1983 году (см. <https://www.roboticoncology.com/history-of-robotic-surgery/>). Даже в то время применение этих спасительных технологий снижало количество ошибок, улучшало результаты, ускоряло заживание и делало хирургию относительно проще. В следующих разделах рассматривается применение роботов и искусственного интеллекта в различных аспектах хирургии.

Выработка хирургических рекомендаций

К хирургическим рекомендациям можно относиться по-разному. Например, искусственный интеллект может проанализировать все данные о пациенте и предоставить хирургу рекомендации о наилучших подходах на основании записей данного конкретного пациента. Хирург может выполнить эту задачу и сам, но это отнимет больше времени и возможны ошибки, которых искусственный интеллект не сделает. Искусственный интеллект не устанет к концу дня и ничего не упустит; он последовательно просмотрит все доступные данные точно так, как и всегда.

К сожалению, даже несмотря на помощь искусственного интеллекта, неожиданности во время хирургической операции все еще случаются, и тогда в игру вступает следующий уровень рекомендаций. Согласно статье https://www.huffingtonpost.com/entry/therole-of-ai-in-surgery_us_58d40b7fe4b002482d6e6f59 у врачей теперь может быть доступ к устройству, работающему на тех же принципах, что и Alexa, Siri или Cortana (искусственный интеллект устройств, которые фактически могут быть в любом доме). Нет, устройство не будет спрашивать врача о музыке, проигрываемой во время хирургической операции, но врач может использовать устройство для поиска определенной информации без необходимости отрываться от дела. Для пациента это означает пользу от второго мнения при непредвиденном осложнении во время хирургической операции. Устройство фактически не делает ничего большего, чем уже сделано другими врачами в ходе их исследований, оно просто с готовностью дает ответ на вопрос хирурга; никакого реального мышления здесь нет.

Подготовка к хирургической операции означает также просмотр всех анализов, на которых настаивает врач. Скорость — это преимущество искусственного интеллекта перед рентгенологом. Такие системы с технологией глубокого

обучения, как Enlitic (<https://www.enlitic.com/>), способны проанализировать рентгеновский снимок за миллисекунды, в 10 тысяч раз быстрее рентгенолога. Кроме того, система на 50 процентов лучше в классификации опухолей и имеет весьма низкий процент ошибок (0 процентов против 7 у людей). Другая система той же самой категории, Arterys (<https://arterys.com/>), способна выполнить сканирование сердца за 6–10 минут, а не за час, как обычно. Пациентам даже не приходится задерживать дыхание. Удивительно, но эта система получает несколько размерностей данных (трехмерную анатомию сердца, скорость и направление кровотока) за это короткое время. Видео об Arterys можно посмотреть по адресу <https://www.youtube.com/watch?v=IcooATgPYXc>.

РАБОТА В СТРАНАХ ТРЕТЬЕГО МИРА

Люди зачастую сетуют, что ни одна из этих удивительных технологий, на которые сегодня полагаются медицинские профессионалы, не применяются в странах третьего мира. Фактически некоторые из этих технологий, такие как продукты от Bay Labs (<https://baylabs.io/>), предназначены специально для стран третьего мира. Врачи опробовали их в Африке для выявления признаков ревмокардита (Rheumatic Heart Disease — RHD) у кенийских детей. Во время визита в сентябре 2016 года врачи использовали оборудование Bay Labs для осмотра 1 200 детей за четыре дня и выявили 48 детей с RHD или врожденными пороками сердца. Без искусственного интеллекта такое оборудование не было бы возможным, поскольку иначе оно никак не могло бы быть ни достаточно компактным, ни легким, чтобы работать в этих условиях.

Помощь хирургу

Самая роботизированная хирургическая система сегодня только помогает хирургу, а не заменяет его. Первая роботизированная хирургическая система, RUMA, появилась в 1986 году. Она выполняла чрезвычайно тонкую нейрохирургическую биопсию, являющуюся лапароскопическим типом хирургической операции. Лапароскопическая хирургия минимально агрессивна, с одним или несколькими небольшими разрезами, служащими только для доступа к такому органу, как желчный пузырь, для удаления или восстановления. Первые работы не были достаточно искусны в решении таких задач.

В 2000 году хирургическая система da Vinci продемонстрировала способность выполнять лапароскопическую хирургическую операцию, используя трехмерную оптическую систему. Хирург направляет движения робота, но фактическую хирургию выполняет робот. Во время операции хирург видит

высококачественное изображение и может следить за операцией куда лучше, чем выполняя ее лично. Система da Vinci использует также меньшие отверстия, чем хирург, и риск инфекции также ниже.

Тем не менее важнейшая особенность системы da Vinci в том, что она усиливает возможности хирурга. Например, если рука хирурга немного дрогнет, хирургическая система это устранил, подобно средствам стабилизации съёмочной камеры. Система также сглаживает внешнюю вибрацию. Она также позволяет хирургу выполнять чрезвычайно малые движения, куда меньшие, чем способен человек, обеспечивая намного более высокую точность хирургической операции, чем хирург может достичь сам.



Хирургическая система da Vinci является сложным и чрезвычайно гибким устройством. Министерство здравоохранения одобрило его и для педиатрических, и для взрослых хирургических операций следующих типов.

- » Урологическая хирургия
- » Общая лапароскопическая хирургия
- » Общая не сердечно-сосудистая торакоскопическая хирургия
- » Вспомогательные торакоскопические кардиотомические процедуры

Вся эта медицинская терминология приведена здесь только для доказательства того, что хирургическая система da Vinci способна выполнять множество задач, не задействуя хирурга непосредственно. В один прекрасный момент роботы-хирурги станут более автономными, отстранив врача еще дальше от пациента во время хирургической операции. В будущем никто вообще не войдет в операционную с пациентом, чтобы снизить вероятность инфекции почти до нуля. О хирургической системе da Vinci можно прочитать больше по адресу <http://www.davincisurgery.com/da-vincisurgery/da-vinci-surgical-system/>.

Замена хирургии наблюдением

В фильме *Звездные войны* (Star Wars) роботы-хирурги регулярно чинят людей. Фактически возникает вопрос, есть ли у них врачи-люди вообще. Теоретически роботы в будущем могли бы и сами проводить некоторые типы хирургических операций, но эта возможность все еще далека. Роботам еще предстоит проделать весьма долгий путь от промышленных установок, которыми они являются сегодня. Современные роботы почти не автономны и требуют человеческого вмешательства для настройки.

Однако искусство хирургии — это достижение для роботов. Например, система STAR (Smart Tissue Autonomous Robot) превзошла по скорости хирургов

при зашивании кишечника свиньи, как описано в статье <https://spectrum.ieee.org/the-human-os/robotics/medical-robots/autonomous-robot-surgeon-bests-human-surgeons-in-world-first>. Во время хирургической операции врачи контролировали STAR, но фактически робот выполнил задачу самостоятельно, что является огромным шагом вперед в автоматизации хирургических операций. Видео о ходе хирургической операции (см. https://www.youtube.com/watch?v=vb79-_hGLkc) весьма информативно.

Автоматизация решений

Искусственный интеллект великолепен при автоматизации. Он никогда не отклоняется от инструкций, никогда не устает и не делает ошибок, если первоначальные инструкции правильны. В отличие от людей искусственный интеллект никогда не нуждается в отпуске, выходных или даже восьмичасовом рабочем дне (не у многих в медицинской профессии есть все это). Следовательно, искусственный интеллект, общающийся с пациентами с утра, будет так же работать и в обед, и вечером. Изначально у искусственного интеллекта не особенно много существенных преимуществ, если смотреть исключительно с точки зрения согласованности, точности и долговечности (случаи, когда искусственный интеллект терпит неудачу, приведены в разделе “ПРИСТРАСТИЕ, СИМПАТИЯ И СОЧУВСТВИЕ”). Ниже рассматриваются способы, которыми искусственный интеллект может помочь в автоматизации за счет улучшения доступа к таким ресурсам, как данные.

Работа с медицинскими записями

Главная помощь искусственного интеллекта в медицине заключается в работе с медицинскими записями. В прошлом для хранения всех терапевтических данных использовали записи на бумаге. У каждого пациента могла быть также специальная доска, на которой медицинский персонал ежедневно записывал текущую информацию во время пребывания пациента в стационаре. Данные пациента содержат и различные диаграммы, в которые врач может также вносить примечания. Наличие всех этих источников информации в очень разных местах существенно затрудняет контроль над состоянием пациента. Искусственный интеллект совместно с компьютерной базой данных помогает сделать эту информацию более доступной, единообразной и надежной. Такие системы, как Google Deepmind Health (<https://deepmind.com/applied/deepmind-health/working-partners/health-research-tomorrow/>), позволяют медперсоналу обрабатывать информацию пациентов так, чтобы находить в ней шаблоны, которые иначе не были бы очевидны.



ЗАПОМНИ

Врачи не всегда работают с записями таким же образом, как и все остальные. Система, подобная WatsonPaths от IBM (<http://www.research.ibm.com/cognitivecomputing/watson/watsonpaths.shtml>), помогает врачам работать с данными пациента всех видов новыми способами, чтобы принимать наилучшие диагностические решения. Видео о работе системы можно посмотреть по адресу <https://www.youtube.com/watch?v=07XPEqkHJ6U>.

Медицина — дело командное, в ней много разных людей сотрудничают друг с другом. Однако любой, кто понаблюдает процесс некоторое время, очень скоро поймет, что эти люди не общаются между собой в достаточной степени, поскольку они слишком заняты пациентами. Такие системы, как CloudMedX (<http://www.cloudmedxhealth.com/>), собирают все, что введено всеми участниками, и анализируют. Это программное обеспечение способно помочь обнаружить потенциально проблемные области, повысив вероятность хорошего терапевтического результата. Другими словами, эта система частично берет на себя разговоры, которые, вероятно, вели бы между собой различные заинтересованные лица, если бы они не были столь заняты лечением.

Предсказание будущего

Действительно удивляет программное обеспечение CareSkore (<https://www.careskore.com/>), создающее прогноз на основании медицинских записей. Оно использует алгоритмы для определения вероятности повторного попадания пациента в больницу после выписки. Выяснив причины вероятной повторной госпитализации, медицинский персонал может устранить их прежде, чем пациент покинет больницу, сделав повторную госпитализацию менее вероятной. Согласно этой стратегии Zephyr Health (<https://zephyrhealth.com/>) помогает врачам подбирать подходящие методы лечения и достигать положительного результата с наибольшей вероятностью, что также снижает для пациента риск повторной госпитализации. Видео на <https://www.youtube.com/watch?v=9y930hioWjw> поможет узнать больше о Zephyr Health.

В некотором отношении именно ваша генетика определяет то, что будет с вами в будущем. Следовательно, знание генетики увеличивает шансы понять свои преимущества и недостатки, что поможет вам жить лучше. Система Deep Genomics (<https://www.deepgenomics.com/>) выясняет, как генетические мутации влияют на человека. Мутации не всегда приводят к отрицательному результату; некоторые мутации делают людей лучше, поэтому знание о мутациях может быть положительной практикой. Более подробная информация по этой теме содержится в видео на <https://www.youtube.com/watch?v=hVibPJyf-xg>.

Повышение безопасности процедур

Чтобы принимать правильные решения, врачи нуждаются в большом количестве данных. Однако при повсеместном распространении данных врачи зачастую не могут проанализировать эти разнородные данные достаточно быстро и принимают несовершенные решения. Чтобы сделать процедуры более безопасными, врач должен иметь доступ не только к данным, но также к неким средствам их организации и анализа способом, отражающим специальность врача. Одним из таких средств является Oncora Medical (<https://oncoramedical.com/>), оно собирает и организует медицинские записи онкологов-радиологов. В результате им удастся установить точный объем радиации только для правильного места, чтобы получить необходимый результат при минимальном нежелательном побочном эффекте.

Врачам также бывает трудно получить необходимую информацию потому, что используемые ими машины обычно велики и дороги. Изобретатель Джонатан Ротберг (Jonathan Rothberg) решил заменить все это системой Butterfly Network (<https://www.butterflynetwork.com/#News>). Вообразите устройство на базе iPhone, способное сделать МРТ и ультразвуковое сканирование. Изображение на веб-сайте просто удивительно.

Создание лучших медикаментов

Сегодня все жалуются на цену лекарств. Да, лекарства способны на удивительные вещи, но иногда стоят так дорого, что некоторые закладывают дома, чтобы их купить. Частично проблема кроется в продолжительности проверки. Анализ тканей для выявления действия нового препарата может занять до года. К счастью, такие системы, как 3Scan (<http://www.3scan.com/>), способны сократить время того же самого анализа тканей всего до одного дня.

Конечно, было бы просто прекрасно, если бы производящая препараты компания имела лучшее представление о вероятном действии лекарства до того, как инвестирует деньги в его исследование. Система Atomwise (<http://www.atomwise.com/>) использует огромную базу данных молекулярных структур, чтобы выполнять исследования, при которых молекулы будут отвечать поставленным требованиям. В 2015 году исследователи использовали систему Atomwise для разработки лекарства, сделавшего эболу не более чем очередной инфекционной болезнью. Анализ, который занял бы у людей месяцы или даже годы исследований, система Atomwise провела всего за один день. Вообразите этот сценарий во время потенциально глобальной эпидемии. Если Atomwise способна выполнить анализ, необходимый для выявления вируса или неинфекционной бактерии за один день, возможная эпидемия может быть предотвращена.

Фармацевтические компании производят огромные количества лекарств. Причина столь внушительного разнообразия продукции, помимо доходов, в том, что каждый человек немного отличается от других. Препарат, хорошо помогающий и не дающий побочных эффектов одним людям, может вовсе не помогать и даже вредить другим. Система Turbine (<http://turbine.ai/>) позволяет фармацевтическим компаниям моделировать препараты так, чтобы они с высокой вероятностью подходили для конкретных людей. Сейчас Turbine специализируется на лечении рака, однако несложно предположить, что тот же самый подход применим во многих других областях.



СОВЕТ

Лекарства бывают разными. Некоторые полагают, что они бывают в виде пилюль и уколов; на самом деле диапазон значительно шире, вплоть до микробиомов. Фактически количество микробов в теле человека примерно равно одной десятой части количества его собственных клеток, и большинство этих микробов важны для его жизни; без них он умер бы очень быстро. Система Whole Biome (<https://www.wholebiome.com/>) использует множество методов, чтобы наладить работу микробиомов так, чтобы вы не обязательно нуждались в пилюле или уколе, чтобы нечто исправить. Посмотрите видео на <https://www.youtube.com/watch?v=t1Y2AckssyI>, чтобы узнать больше.

Некоторым компаниям все еще предстоит реализовать свой потенциал, и в конечном счете они, вероятно, так и сделают. Одна из таких компаний, Recursion Pharmaceuticals (<https://www.recursionpharma.com/>), использует автоматизацию для разработки новых способов применения известных лекарств, биологически активных и фармацевтических препаратов, которые ранее недооценили, для решения новых проблем. Компания имела некоторый успех в лечении редких генетических заболеваний и задалась целью победить сто болезней за следующие десять лет (безусловно, задача чрезвычайно сложная).

Объединение роботов и медицинских специалистов

В общество начинают интегрироваться полуавтономные роботы с ограниченными возможностями. В Японии они уже используются некоторое время (см. <https://www.japantimes.co.jp/news/2017/05/18/national/science-health/japans-nursing-facilities-using-humanoid-robots-improve-lives-safety-elderly/>). В Америке используются такие роботы, как Rudy (см. <https://www.roboticsbusinessreview.com/rbr/>

rudy_assistive_robot_helps_elderly_age_in_place/). В большинстве случаев эти роботы способны выполнять очень простые задачи, такие как напоминания о приеме лекарств и простые игры, безо всяких возможностей в смысле вмешательства. Однако при необходимости врач или другой медицинский специалист может дистанционно связаться с роботом и выполнить с его помощью более сложные задачи. Применение подобных средств позволяет оказать человеку мгновенную помощь, и это не так уж и дорого.



ЗАПОМНИ

Сейчас подобные роботы находятся еще в младенчестве, но со временем они усовершенствуются. Хотя эти роботы являются вспомогательным инструментом медицинского персонала и никак не могут заменить врача или медсестру при выполнении многих специальных задач, они действительно обеспечивают постоянное наблюдение за пациентом наряду с эффектом присутствия. Кроме того, роботы могут выполнять простейшие человеческие задачи (такие, как распределение пилюль, напоминания и помощь при ходьбе), причем весьма хорошо.