Посвящается Тристану, Колину, Элейн и Сяосяо

RISE OF THE ROBOTS

Technology and the Threat of a Jobless Future

Martin Ford

BASIC
BOOKS
A Member of the Perseus Books Group
New York

РОБОТЫ НАСТУПАЮТ

Развитие технологий и будущее без работы

Мартин Форд

Перевод с английского

АНО
АЛЬПИНА НОН-ФИКШН
Москва 2019

УДК 0004.896
ББК 32.816
Ф79

Переводчик Сергей Чернин
Редактор Антон Никольский

Форд М.

Ф79 Роботы наступают: Развитие технологий и будущее без работы / Мартин Форд ; Пер. с англ. — М. : Альпина нон-фикшн, 2019. — 572 с. — (Серия Alpina Popular Science).

ISBN 978-5-91671-587-3

Смогут ли роботы обеспечить людям материальное изобилие, избыток свободного времени, качественную медицину и образование или же они превратят наш мир в мир неравенства и массовой безработицы? Правда ли, что усердие и талант перестанут быть залогом жизненных достижений? Успешный разработчик программ и IT-предприниматель Мартин Форд не претендует на то, что знает ответы на все вопросы, но аргументированно и веско показывает, почему современные технологии способны оказаться намного более разрушительными для рынка труда, чем инновации прошлого. Цель автора — не испугать читателя, а привлечь внимание к этим непростым темам. Эту увлекательную и содержательную книгу стоит прочитать всем, кто хочет понять, как развитие новых технологий влияет на экономические перспективы, на наших детей и на общество в целом.

УДК 0004.896
ББК 32.816

Все права защищены. Никакая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, включая размещение в сети интернет и в корпоративных сетях, а также запись в память ЭВМ для частного или публичного использования, без письменного разрешения владельца авторских прав. По вопросу организации доступа к электронной библиотеке издательства обращайтесь по адресу mylib@alpina.ru.

ISBN 978-5-91671-297-1 (Серия Alpina Popular Science)
ISBN 978-5-91671-587-3 (рус.)
ISBN 978-0-465-05999-7 (англ.)

© Martin Ford, 2015
Публикуется с разрешения издательства BASIC BOOKS, an imprint of PERSEUS BOOKS LLC. (США) при содействии Агентства Александра Корженевского (Россия)
© Издание на русском языке, перевод, оформление. ООО «Альпина нон-фикшн», 2019

Оглавление

Введение 7

Глава 1. Волна автоматизации 23

Глава 2. В этот раз все по-другому? 69

Глава 3. Информационные технологии: беспрецедентная сила трансформации 122

Глава 4. Белые воротнички под угрозой 153

Глава 5. Трансформация высшего образования 233

Глава 6. Испытание здравоохранением 260

Глава 7. Технологии и отрасли будущего 311

Глава 8. Потребители, пределы роста… и кризис? 340

Глава 9. Сверхразум и технологическая сингулярность 400

Глава 10. На пути к новой экономической парадигме 435

Заключение 491

Благодарности 497

Примечания 499

Предметно-именной указатель 559

Введение

Как-то в 1960-е гг. нобелевскому лауреату экономисту Милтону Фридману довелось консультировать правительство одной развивающейся азиатской страны. Фридмана привезли на место реализации масштабного инфраструктурного проекта, где он с изумлением увидел толпы рабочих, вовсю орудующих лопатами. Бульдозеров, тракторов и прочей тяжелой техники для земляных работ там практически не было. Когда он обратился с вопросом о целесообразности такой организации труда к ответственному за работы чиновнику, тот объяснил, что проект является частью «программы по созданию рабочих мест». Как известно, в ответ на это Фридман иронично заметил: «Ну раз так, почему бы не раздать рабочим ложки вместо лопат?»

Реплика Фридмана отлично передает скептическое отношение — часто переходящее в откровенную насмешку — экономистов к опасениям людей, думающих, что в будущем машины займут все рабочие места и начнется эра хронической безработицы. Как показывает история, скептицизм этот небезоснователен. Взять, к примеру, США, где развитие технологий — особенно в XX в. — способствовало непрерывному росту благосостояния общества.

Разумеется, без трудностей — а иногда и настоящих трагедий — на этом пути не обошлось. Механизация

сельского хозяйства привела к исчезновению миллионов рабочих мест, вынудив толпы ставших ненужными батраков отправиться в города в поисках работы на заводах и фабриках. Потом, в эпоху всеобщей автоматизации и глобализации, настал черед промышленных рабочих, которым пришлось переквалифицироваться и трудоустраиваться в сфере услуг. Нередко в эти переходные периоды возникала проблема краткосрочной безработицы, но она никогда не превращалась в системную или хроническую. Появлялись другие специальности, и перед оказавшимися не у дел работниками открывались новые возможности.

Более того, новая работа часто оказывалась лучше прежней: она не только была интереснее, требуя освоения других навыков, но еще и лучше оплачивалась. Пожалуй, самым ярким примером этой эволюции являются первые два с половиной десятилетия после Второй мировой войны. Этот «золотой век» в истории американской экономики характеризовался, казалось бы, идеальным балансом между стремительным развитием технологий и ростом благосостояния работающего населения США. Модернизация производственного оборудования приводила к увеличению производительности труда работавших на нем рабочих, которые, становясь все более ценным активом, могли требовать повышения оплаты труда. На протяжении всего послевоенного времени развитие технологий сопровождалось ростом благосостояния обычных рабочих, зарплаты которых поднимались вслед за быстро растущей производительностью

труда. Рабочие, в свою очередь, отправлялись в магазины и тратили там все больше и больше, способствуя дальнейшему увеличению спроса на производимые ими же товары и услуги.

Пока энергия, рождаемая этой удивительной петлей обратной связи, заставляла американскую экономику двигаться вперед, экономическое знание переживало собственный «золотой век». Как раз в это время выдающиеся умы вроде Пола Самуэльсона трудились над превращением экономической теории в науку с прочным математическим фундаментом. Постепенно на первый план в экономическом знании вышли изощренные количественные и статистические методы анализа, а экономисты принялись строить сложные математические модели, которые до сих пор составляют интеллектуальную основу этой научной области. Нет ничего удивительного в том, что, делая свою работу и наблюдая за бурным ростом экономики, экономисты послевоенной эпохи считали происходящее нормой: экономика работала так, как она должна была работать — *и как она всегда будет работать*.

В своей книге 2005 г. «Коллапс: Почему одни общества выживают, а другие умирают» (Collapse: How Societies Choose to Succeed or Fail)* Джаред Даймонд рассказывает об истории сельского хозяйства в Австралии. В XIX в., когда на этот континент прибыли первые

* Даймонд Дж. Коллапс: Почему одни общества выживают, а другие умирают. — М.: АСТ, 2008.

поселенцы из Европы, они увидели зеленый ландшафт, покрытый относительно богатой растительностью. Подобно американским экономистам 1950-х гг., австралийские поселенцы решили, что наблюдаемая ими картина обычна для этих мест и что так будет всегда. Они, не жалея денег, принялись строить фермы и ранчо на земле, казавшейся им плодородной.

Однако суровая реальность дала о себе знать уже в первые десять–двадцать лет. Фермеры поняли, что в новой стране на самом деле намного засушливее, чем они думали. Им просто повезло (или, скорее, не повезло) прибыть на континент тогда, когда климат находился в состоянии оптимального равновесия — точке «золотой середины», в которой были все условия для успешного ведения сельского хозяйства. По сей день в Австралии можно найти следы тех злополучных первых лет — заброшенные фермерские дома посреди самой настоящей пустыни.

По всей вероятности, период оптимального равновесия в истории американской экономики тоже подошел к концу. Симбиоз между повышением производительности и ростом зарплат начал рушиться еще в 1970-е гг. Согласно данным за 2013 г., рядовой работник, занятый в сфере промышленного производства и услуг, зарабатывал на 13% меньше, чем в 1973 г. (после корректировки с учетом инфляции), несмотря даже на то, что производительность за этот период выросла на 107%, а такие затратные статьи расходов, как жилье, образование и медицина, увеличились многократно[1].

Газета *Washington Post* 2 января 2010 г. сообщила, что за первое десятилетие XXI в. не было создано ни одного нового рабочего места. Ноль[2]. Такого не было со времен Великой депрессии. Более того, каждое десятилетие в послевоенный период количество рабочих мест увеличивалось не менее чем на 20%. Даже в 1970-е гг., то есть в эпоху стагфляции и энергетического кризиса, число рабочих мест выросло на 27%[3]. Итоги потерянного десятилетия 2000-х не могут не вызывать удивления, если вспомнить, что только с учетом прироста трудоспособного населения экономика США нуждается приблизительно в миллионе новых рабочих мест ежегодно. Другими словами, за эти первые десять лет мы недосчитались около 10 млн рабочих мест, которые следовало бы создать, но которые так и не появились.

Когда неравенство доходов взлетело до уровня, не наблюдавшегося с 1929 г., стало ясно, что плоды растущей производительности, которые в 1950-е гг. оставались у рабочих, теперь почти в полном объеме достаются собственникам бизнеса и инвесторам. Доля труда в совокупном национальном доходе резко уменьшилась на фоне увеличения доли капитала и, судя по всему, продолжает свое свободное падение. Эпоха оптимального равновесия подошла к концу, и американская экономика вступает в новую эру.

Определяющим в формировании этой новой эры будет фундаментальный сдвиг в отношениях между работниками и машинами. В конечном итоге этот сдвиг заставит нас пересмотреть одно из базовых представлений

о технологиях: о том, что *машины — это средство* увеличения производительности работников. Вместо этого машины сами превращаются в работников, а граница между возможностями труда и капитала размывается так сильно, как никогда прежде.

Разумеется, движущим фактором всех этих процессов является неудержимая экспансия компьютерных технологий. При этом, несмотря на знакомство большинства людей с законом Мура — проверенным временем и практикой правилом, согласно которому вычислительная мощность приблизительно удваивается каждые 18–24 месяца, — далеко не все до конца осознают последствия этого экспоненциального роста.

Представьте, что вы садитесь в автомобиль и начинаете двигаться со скоростью 10 км/ч. Вы едете одну минуту, затем, удваивая скорость, разгоняетесь до 20 км/ч, едете так еще минуту, снова удваиваете скорость и т. д. По-настоящему удивительным в этом примере является не сам факт удвоения скорости, а расстояние, которое вы будете проезжать за одну минуту спустя некоторое время. В первую минуту вы проедете приблизительно 160 м. В третью минуту на скорости 40 км/ч — около 660 м. В пятую минуту при скорости приблизительно 160 км/ч вы преодолеете уже более 2,6 км. Чтобы проделать все то же самое в шестую минуту, вам понадобится более быстрый автомобиль, а также гоночный трек. Теперь представьте, насколько быстро вы будете двигаться — и какое расстояние вы проедете в последнюю минуту, — если будете удваивать скорость двадцать

семь раз! Приблизительно столько раз вычислительная мощность удвоилась с момента изобретения интегральной микросхемы в 1958 г. Разворачивающаяся на наших глазах революция происходит не только из-за ускорения темпов роста, но и из-за того, что *это ускорение продолжается уже так долго*, что ожидаемые годовые темпы прироста достигают умопомрачительной величины.

Кстати, ответ на вопрос о скорости автомобиля после двадцатисемикратного удвоения — 1080 млн км/ч. Иными словами, за последнюю, двадцать восьмую, минуту вы преодолеете расстояние, составляющее приблизительно 8 млн км. Пять минут с такой скоростью — и вы на Марсе. Этот пример позволяет показать, не вдаваясь в подробности, насколько современное состояние вычислительной техники отличается от того, какой она была в 1950-е гг., когда появились первые, не отличавшиеся высокой скоростью интегральные микросхемы.

Как человек, посвятивший более 25 лет жизни разработке программного обеспечения (ПО), я имел возможность непосредственно наблюдать за этим необычайным ускорением темпов роста вычислительной мощности. Да и о колоссальном прогрессе в области проектирования ПО и развития инструментов, помогающих программистам работать более продуктивно, я знаю не понаслышке. Наконец, опираясь на собственный опыт владения небольшой компанией, я могу судить, насколько сильно изменились подходы к ведению бизнеса под влиянием развития технологий — в особенности как резко снизилась потребность в найме

сотрудников для выполнения повседневных рутинных задач, которые всегда была важнейшей частью деятельности любой компании.

В 2008 г., когда начался мировой финансовый кризис, я всерьез задумался о последствиях этого непрерывного удвоения вычислительной мощности. В частности, меня занимал вопрос о том, может ли он привести к полной перестройке рынка труда и экономики в целом в ближайшие годы и десятилетия. Итогом размышлений стала моя первая книга — «Технологии, которые изменят мир» (The Lights in the Tunnel: Automation, Accelerating Technology and the Economy of the Future)*, опубликованная в 2009 г.

Когда в той книге я писал о значении ускорения темпов развития технологий, сам не до конца понимал, насколько быстро все будет меняться на самом деле. Например, я упомянул о работе автопроизводителей над системами предупреждения столкновения, задача которых — предотвращать аварии, и предположил, что «со временем эти системы могут эволюционировать в системы автономного управления автомобилем». Что ж, оказалось, что «со временем» — это почти сразу! Не прошло и года с момента публикации книги, как компания Google представила полностью автономный автомобиль, способный передвигаться по обычным дорогам среди других машин. К настоящему времени

* Форд М. Технологии, которые изменят мир. — М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014.

в трех штатах — Невада, Калифорния и Флорида — были приняты законы, разрешающие использование (с определенными ограничениями) беспилотных автомобилей на дорогах общего пользования.

Я также писал о прогрессе в области искусственного интеллекта. В то время, пожалуй, самым впечатляющим примером превосходства искусственного интеллекта была история победы созданного IBM суперкомпьютера Deep Blue над чемпионом мира по шахматам Гарри Каспаровым в 1997 г. Но и на этот раз реальность превзошла все мои ожидания, когда IBM представила потомка Deep Blue — суперкомпьютер Watson, который взялся за куда более трудную задачу — телевизионную игру-викторину «Jeopardy!»*. В шахматах игроки подчиняются жестко заданным правилам, т. е. делают то, что, как мы думаем, должно лучше всего получаться у компьютера. В «Jeopardy!» все совершенно иначе: это игра, в которой задействуется практически неограниченный массив знаний и которая требует сложных навыков понимания языка, включая даже шутки и игру слов. Успех Watson в «Jeopardy!» не только поражает воображение, но и имеет большое значение с практической точки зрения: фактически IBM уже отводит компьютеру важную роль в таких областях, как медицина и обслуживание клиентов.

Готов поручиться, что в ближайшие годы и десятилетия почти всем нам предстоит столкнуться

* В России выходит под названием «Своя игра». — *Прим. ред.*

с поражающими воображение проявлениями прогресса. И речь не только о технических новинках как таковых: влияние набирающего обороты прогресса на рынок труда и на экономику в целом вот-вот перерастет в нечто такое, что не укладывается в общепринятые представления о взаимодействии технологий и экономических процессов.

Одно из мнений, которое наверняка подвергнется пересмотру, это мнение о том, что автоматизация главным образом угрожает малоквалифицированным работникам с низким уровнем образования. Это допущение исходит из убеждения, что такая работа обычно носит рутинный характер. Однако вместо того, чтобы успокаивать себя этой мыслью, задумайтесь, насколько быстро расширяются пределы понятия «рутина». Когда-то «рутинной» называли работу на конвейере. В наше время это уже далеко не так. Разумеется, профессии, не требующие особой квалификации, по-прежнему относятся к «рутинным», но при этом, учитывая, как быстро растут возможности ПО для автоматизации и алгоритмов прогнозирования, огромному количеству белых воротничков с высшим образованием предстоит столкнуться с той же проблемой.

На самом деле прилагательное «рутинный» не совсем подходит для описания профессий, являющихся наиболее вероятной жертвой новых технологий. Более точным представляется другое прилагательное — «предсказуемый». Может ли другой человек научиться тому, что вы делаете в рамках своих должностных

обязанностей, подробно изучив описание ваших действий? Можно ли освоить ваше ремесло, повторяя за вами те задачи, работу над которыми вы уже завершили, подобно тому, как при подготовке к экзамену учащийся выполняет практические задания? Если это так, то вполне вероятно, что однажды появится алгоритм, который сможет научиться делать всю работу — или значительную ее часть — за вас. Причем вероятность именно такого развития событий многократно увеличивается по мере все более глубокого проникновения в нашу жизнь такого феномена, как «большие данные»: организации собирают невообразимое количество информации практически обо всех аспектах своей деятельности, и с большой долей вероятности можно утверждать, что эти данные включают подробные сведения об огромном количестве профессиональных навыков и операций. Так что остается лишь дождаться дня, когда появится изощренный алгоритм машинного обучения, который, углубившись в оставленные предшественниками-людьми цифровые следы, сам всему научится.

Из этого следует вывод, что, скорее всего, от автоматизации в будущем не спасет ни получение дополнительного образования, ни освоение новых навыков. Взять, к примеру, рентгенологов — врачей, специализирующихся на интерпретации рентгеновских снимков. Чтобы стать специалистом в этой области, нужно очень долго учиться: обычно на освоение этой профессии уходит не меньше тринадцати лет. Однако компьютеры стремительными темпами догоняют человека в способности

анализировать снимки. Так что уже сейчас можно легко представить будущее — причем достаточно близкое будущее, — в котором практически всю работу за рентгенологов делают машины.

Таким образом, уже совсем скоро компьютеры научатся легко и быстро осваивать новые навыки, особенно в тех случаях, когда у них будет доступ к большому объему данных для обучения. В первую очередь под ударом окажутся позиции начального уровня. О том, что это уже происходит, свидетельствует ряд данных. В частности, в последние десять лет наблюдается снижение реальных зарплат выпускников колледжей. При этом 50% из них вынуждены браться за работу, не требующую высшего образования. Более того, как я собираюсь показать в этой книге, развитие информационных технологий уже привело к ощутимому сокращению возможностей для трудоустройства даже высококвалифицированных профессионалов во многих областях, включая юриспруденцию, журналистику, науку и фармацевтику. Та же судьба ждет и остальных: большинство видов профессиональной деятельности так или иначе связано с рутиной и являются предсказуемыми, тогда как людей, которым в первую очередь платят за по-настоящему творческую работу и инновационную деятельность, относительно немного.

Как только машины возьмутся за эту рутинную, предсказуемую работу, люди, которые выполняют ее сейчас, столкнутся с беспрецедентными трудностями при попытке адаптироваться к новым реалиям. В прошлом технологии автоматизации, как правило, были

достаточно узкоспециализированными, лишая будущего какой-то один сектор рынка труда за раз, благодаря чему у занятых в нем работников была возможность перейти в нарождающиеся отрасли. Сейчас ситуация совсем иная. Информационные технологии становятся по-настоящему универсальными, и их влияние будет ощущаться одинаково сильно во всех сферах. Велика вероятность того, что по мере внедрения новых технологий в бизнес-модели практически во всех существующих отраслях будет наблюдаться снижение потребности в труде человека — и снижаться она будет очень быстро. В то же время можно не сомневаться, что в новых отраслях, которые появятся в будущем, с самого момента их рождения будут активно использоваться все последние достижения из мира технологий с целью экономии расходов на персонал. Например, такие компании, как Google и Facebook, стали частью жизни всех и каждого и добились космического роста капитализации, используя труд совсем небольшого — относительно их размера и влияния — числа людей. Есть все основания полагать, что подавляющее большинство новых отраслей в будущем будет создаваться и развиваться по аналогичному сценарию.

Все это указывает на то, что мы вступаем в эпоху перемен, которые будут сопровождаться колоссальным давлением на экономику и общество. О большинстве рекомендаций, которые обычно получают молодые люди, в том числе студенты, в начале карьеры, скорее всего, можно будет забыть. Реальность такова, что даже если

все делать правильно, т. е. стремиться получить высшее образование и все время учиться новому, огромному числу людей все равно не найдется места в новой экономике.

Наряду с потенциально разрушительным воздействием на жизнь отдельных людей и общества в целом длительная безработица и неполная занятость представляют значительную угрозу и для экономики. Та самая обратная связь между производительностью труда, ростом зарплат и увеличением потребительских расходов, которая так эффективно работала до сих пор, будет разорвана. Рождаемый ею положительный эффект уже снижается: мы наблюдаем колоссальный рост неравенства не только в доходах, но и в потреблении. На 5% богатейших семей в настоящее время приходится почти 40% расходов, и эта тенденция ко все большей концентрации потребления на верхних ступеньках социальной лестницы почти наверняка продолжится. Работа остается главным механизмом перераспределения покупательной способности в руки потребителей. Если деградация этого механизма продолжится, мы столкнемся с проблемой отсутствия такого количества платежеспособных потребителей, которое необходимо для дальнейшего роста нашей, ориентированной на массовый рынок, экономике.

Как будет показано в этой книге, в результате развития информационных технологий мы окажемся в принципиально новой для себя ситуации, когда снизится трудоемкость во всех без исключения секторах экономики.

Однако этот переход необязательно будет носить поступательный характер и легко поддаваться прогнозированию. Например, двум секторам — высшему образованию и здравоохранению — до сих пор удавалось успешно противостоять разрушительному влиянию новых технологий, которые уже заявили о себе во всех остальных сферах экономики. Ирония в том, что стойкость этих двух секторов, в результате которой расходы на здравоохранение и образование будут становиться все более и более обременительными, может способствовать нарастанию негативных тенденций за их пределами.

Разумеется, будущее будет определяться не только технологиями. Разумнее рассматривать их в контексте других значимых социальных и экологических проблем, таких как старение населения, изменение климата и исчерпание ресурсов. Часто предсказывают, что на самом деле в будущем, когда старение поколения послевоенного бума рождаемости приведет к сокращению экономически активного населения, нам придется иметь дело с проблемой нехватки рабочей силы, которая сведет на нет — или даже затмит — любые последствия автоматизации. Наращивание темпов внедрения инноваций обычно трактуется исключительно в качестве компенсирующей силы, способной минимизировать или даже полностью нейтрализовать влияние нашей деятельности на окружающую среду. Однако, как мы увидим позже, многие из этих допущений покоятся на шатком основании: реальная картина, безусловно, намного сложнее. Более того, суровая действительность такова, что, если

не отнестись с должным вниманием к последствиям развития технологий и не приспособиться к ним, можно оказаться в ситуации «идеального шторма», когда на нас одновременно будут влиять сразу три тенденции: растущее неравенство, безработица, вызванная автоматизацией, и изменение климата, — которые будут развиваться практически параллельно, в некоторых случаях усиливая друг друга.

В разговорах обитателей Кремниевой долины то и дело проскакивает фраза «подрывная технология». Никто не сомневается, что новые технологии способны подорвать существование целых отраслей или изменить до неузнаваемости определенный сектор экономики и рынка труда. В этой книге я ставлю вопрос несколько шире: может ли стремительное развитие технологий подорвать всю систему так, что в какой-то момент нам придется полностью ее перестроить, если мы хотим сохранить нынешний уровень материального благосостояния?

Глава 1

Волна автоматизации

Сотрудник склада подходит к груде коробок. Коробки различных форм, размеров и цветов беспорядочно навалены друг на друга.

Представьте себя на секунду на месте рабочего, которому поручено перенести эти коробки в другое место, и задумайтесь, какую сложную задачу ему предстоит решить.

Многие из коробок обычного картонного цвета; к тому же они плотно прилегают друг к другу, из-за чего трудно найти края. Где именно заканчивается одна коробка и начинается другая? Между некоторыми коробками есть большие зазоры, и они не выровнены относительно друг друга. Некоторые повернуты так, что один край выходит наружу. На самом верху под углом стоит маленькая коробка между двумя коробками большего размера. Большинство коробок сделано из простого коричневого или белого картона, тогда как на некоторых видны логотипы компаний. Несколько коробок предназначены для демонстрации на витрине — привлекать внимание покупателей яркими цветами.

Мозг человека, разумеется, способен практически мгновенно разобраться в этой сложной визуальной информации. Рабочий без труда определяет габариты и ориентацию каждой коробки и, кажется,

на каком-то инстинктивном уровне понимает, что начинать нужно с коробок, стоящих на самом верху, а перемещать остальные следует так, чтобы не нарушить равновесие всей груды.

Это как раз тот тип проблем зрительного восприятия, необходимость преодоления которых послужила одним из факторов формирования человеческого мозга. В том, что рабочий успешно справляется с задачей перемещения коробок, не было бы ничего примечательного, если бы не тот факт, что в данном случае в качестве рабочего выступает робот. Точнее говоря, змееподобная роботизированная рука с пневматическим захватывающим устройством на конце. Чтобы разобраться в ситуации, роботу требуется больше времени, чем человеку. Он долго разглядывает коробки, слегка корректируя параметры наблюдения, обрабатывает информацию еще в течение некоторого времени и наконец делает движение вперед и берет коробку с самого верха. Впрочем, эта медлительность объясняется лишь одним — колоссальной сложностью вычислений, которые требуются для выполнения этой, кажущейся столь простой задачи. История развития информационных технологий подсказывает, что уже очень скоро этот робот будет работать намного быстрее.

И действительно, если верить инженерам стартапа Industrial Perception, Inc. в Кремниевой долине, которые спроектировали и собрали этого робота, в перспективе он будет работать со скоростью одна коробка в секунду. Для сравнения — пределом человеческих возможностей

является перемещение одной коробки в шесть секунд[1]. Само собой разумеется, робот может работать без остановки; он никогда не устанет, не надсадит спину, ну и конечно же, не подаст заявление на получение пособия по нетрудоспособности.

В основе разработки Industrial Perception лежит сочетание технологий зрительного восприятия, пространственных вычислений и развитых средств манипулирования объектами. Можно сказать, что ее появление означает преодоление последнего рубежа на пути к полной автоматизации, за которым машины начинают претендовать уже и на те немногочисленные относительно рутинные виды ручного труда, которые пока еще выполняются людьми.

Разумеется, в использовании роботов в промышленном производстве нет ничего нового. Они уже стали незаменимыми практически во всех отраслях промышленности — от автомобилестроения до производства полупроводников. На заводе производителя электромобилей Tesla в Фремонте, в штате Калифорния 160 универсальных промышленных роботов собирают приблизительно 400 автомобилей в неделю. Как только шасси нового автомобиля оказывается в следующей точке сборочной линии, к нему опускаются сразу несколько манипуляторов и начинают работать в тесном взаимодействии друг с другом. Роботы способны самостоятельно менять инструменты, установленные на манипуляторах, что позволяет выполнять различные задачи. Например, один и тот же робот сначала монтирует сиденья, а затем,

поменяв инструменты, наносит клеящий состав и устанавливает лобовое стекло[2]. По данным Международной федерации робототехники, в период с 2000 по 2012 г. мировой объем продаж промышленных роботов вырос более чем на 60%, достигнув $28 млрд в 2012 г. Абсолютным лидером по темпам роста является рынок Китая, где в период с 2005 по 2012 г. ежегодный темп прироста количества устанавливаемых роботов составил приблизительно 25%[3].

Несмотря на то что промышленные роботы — это уникальное сочетание скорости, точности и грубой силы, в большинстве своем они являются слепыми актерами в мастерски срежиссированном спектакле. Они нуждаются в точной синхронизации во времени и точном позиционировании. Очень немногие из них обладают средствами визуального восприятия, как правило, обеспечивающими возможность видеть в двух измерениях и только при определенном освещении. Например, они могут выбирать детали на плоской поверхности, но из-за неспособности воспринимать глубину поля зрения они плохо приспособлены к работе в средах даже с незначительной степенью непредсказуемости. Вследствие этого ряд рутинных работ на промышленных предприятиях по-прежнему приходится выполнять людям. Очень часто это работы, которые подразумевают выполнение промежуточных операций при передаче изделия от одного робота другому, либо выполняемые на последних этапах производственного процесса. В качестве примера может служить функция

рабочего, который берет детали из ящика и вставляет их в манипуляторы робота на конвейере, или работа грузчиков, занимающихся загрузкой и разгрузкой машин, увозящих продукцию с фабрики или доставляющих детали.

Технология, благодаря которой робот Industrial Perception может ориентироваться в трехмерном пространстве, является яркой иллюстрацией плодотворного междисциплинарного взаимодействия, обеспечивающего появление новых разработок в неожиданных областях. Можно возразить, что впервые роботы научились видеть еще в ноябре 2006 г., когда компания Nintendo представила свою игровую приставку Wii. В комплекте с устройством Nintendo пользователь получал игровой контроллер принципиально нового типа: беспроводной модуль, в который было встроено недорогое устройство под названием «акселерометр». Акселерометр воспринимал движение в трех измерениях и формировал поток данных, который затем интерпретировался игровой приставкой. Теперь у игроков была возможность контролировать движения персонажей видеоигр с помощью движений собственного тела и жестов. Это полностью перевернуло представления об игровом процессе. Инновационная разработка Nintendo разрушила стереотип занудного игромана, не спускающего глаз с монитора и не выпускающего из рук джойстик, и открыла новую страницу в истории игр, сделав их активным времяпрепровождением.

Это также стало вызовом для других ключевых игроков в мире компьютерных игр, на который они

не могли не ответить. Корпорация Sony, производитель PlayStation, пошла по пути копирования идеи Nintendo, представив собственный модуль с датчиками движения. Однако Microsoft решила превзойти Nintendo и разработать нечто принципиально новое. С выходом дополнения Kinect к игровой консоли Xbox 360 необходимость в контроллере движений отпала вовсе. Чтобы добиться этого, инженеры Microsoft спроектировали похожее на веб-камеру устройство с возможностью трехмерного машинного зрения, основанной на технологии обработки изображений небольшой израильской компании PrimeSense. Kinect «видит» в трех измерениях, используя специальное устройство, которое, по сути, представляет собой радар, работающий со скоростью света: оно испускает пучок инфракрасных лучей в сторону находящихся в помещении людей и объектов, а затем определяет расстояние до них, рассчитывая время, требуемое для того, чтобы отраженный луч вернулся в инфракрасный датчик. Для взаимодействия с консолью Xbox игрокам достаточно жестикулировать или двигаться в поле зрения камеры Kinect.

По-настоящему революционной особенностью Kinect была его цена. Сложная технология машинного зрения, которая прежде стоила десятки или даже сотни тысяч долларов и требовала использования громоздкого оборудования, теперь была доступна в компактном и легком бытовом устройстве по цене $150. Исследователи, работавшие в области робототехники, сразу же увидели в технологии Kinect огромный потенциал,

который мог полностью преобразить их сферу деятельности. Уже через несколько недель после выхода устройства на рынок инженеры из университетов и изобретатели-одиночки научились управлять Kinect и начали публиковать в YouTube видеоролики с роботами, которые теперь могли видеть в трех измерениях[4]. Специалисты Industrial Perception также решили использовать в своей системе восприятия изображения технологию, лежавшую в основе работы Kinect, результатом чего стало появление относительно недорогого устройства, быстро приближающегося к человеку по умению воспринимать внешнюю среду и взаимодействовать с ней в условиях обычной для реального мира неопределенности.

Универсальный робот-рабочий

Робот Industrial Perception — узкоспециализированное устройство, предназначенное для перемещения коробок с максимальной эффективностью. Компания Rethink Robotics из Бостона выбрала иной путь, разработав легкого человекоподобного промышленного робота по имени Бакстер (Baxter), которого можно легко научить выполнять различные повторяющиеся задачи. Rethink была основана Родни Бруксом, исследователем робототехники с мировым именем из Массачусетского технологического института (MIT) и сооснователем iRobot, компании — производителя роботов-пылесосов Roomba,

а также военных роботов, занимающихся обезвреживанием бомб в Ираке и Афганистане. Бакстер, стоимость которого значительно меньше годовой зарплаты обычного американского рабочего, по сути дела, является уменьшенной версией промышленного робота, предназначенной для безопасной работы в непосредственной близости от людей.

В отличие от промышленных роботов, нуждающихся в сложном дорогостоящем программировании, научить Бакстера требуемым движениям очень просто: достаточно повторить их с помощью его манипуляторов. Если на предприятии используется несколько роботов, достаточно обучить одного Бакстера, а затем передать нужные знания остальным роботам, подключив к каждому из них USB-устройство с соответствующими данными. Робот может выполнять широкий круг задач, включая сборочные работы, перемещение деталей между конвейерными лентами, расфасовку продукции и обслуживающие работы при обработке металлов. Особенно хорошо Бакстеру удается упаковка готовой продукции в коробки. По данным K'NEX (компании — производителя детских конструкторов из Хатфилда в Пенсильвании), умение Бакстера упаковывать продукцию с максимальной плотностью позволило уменьшить количество используемых коробок на 20–40%[5]. Робот Rethink обладает двухмерным зрением, обеспечиваемым камерами на его запястьях, что дает ему возможность брать детали и даже выполнять несложные работы по проверке качества.