

МАРТІН ФОРД

ПРИШЕСТЯ РОБОТІВ

ТЕХНІКА І ЗАГРОЗА
МАЙБУТНЬОГО БЕЗРОБІТТЯ

Переклав з англійської
Володимир Горбатько

«НАШ ФОРМАТ» · КИЇВ · 2016

Зміст

Вступ	9
Розділ 1. Хвиля автоматизації	21
Універсальний робот-працівник · 25. Неминучий вибух у царині робототехніки · 26. Повернення заводів і виробничих робочих місць · 30. Сфера послуг: робочі місця — саме там · 34. Хмарна робототехніка · 46. Роботи в сільському господарстві · 49	
Розділ 2. Чи буде цього разу інакше?	55
Сім убивчих тенденцій · 61. Оповідка про технології · 81. В очікуванні майбутнього · 91	
Розділ 3. Інформаційні технології: БЕЗПРЕЦЕДЕНТНА ДЕСТАБІЛІЗУЮЧА СИЛА	95
Акселерація супроти стагнації · 96. Чому інформаційні технології інакші · 102. Порівняльні переваги і кмітливі машини · 108. Тиранія довгого хвоста · 110. Питання моралі · 115	
Розділ 4. Над «білими комірцями» нависла загроза ВТРАТИТИ РОБОТУ	118
Великі масиви даних і навчання машин · 122. Когнітивне обчислення й програма Watson компанії IBM · 134. Структурні блоки хмарних технологій · 143. Алгоритми на передньому плані · 147. Офшоринг і висококваліфіковані роботи · 156. Освіта й співпраця з машинами · 164	
Розділ 5. Трансформація вищої освіти	174
Піднесення — і падіння — МВДК · 177. Кредит на навчання і кваліфікаційні документи · 181. На межі дестабілізації · 187	
Розділ 6. Проблеми автоматизації у сфері охорони здоров'я	194
Штучний інтелект у галузі медицини · 196. Шпитальна і фармацевтична робототехніка · 204. Роботи для догляду за літніми людьми · 206. Вивільнення інформаційної енергії · 211. Витрати на охорону здоров'я та неефективний ринок · 213	

Розділ 7. ТЕХНОЛОГІЇ ТА ГАЛУЗІ МАЙБУТНЬОГО	232
Тривимірний друк · 234. Автономні автомобілі · 240	
Розділ 8. СПОЖИВАЧІ, ОБМЕЖЕННЯ ЗРОСТАННЯ... І КРИЗА?	254
Уявний експеримент · 255. Машини не є споживачами · 257.	
Нерівність і споживацькі витрати: інформація, що наразі	
наявна · 260. «Мудрі» економісти · 265. Складнощі, ефект	
зворотного зв'язку, поведінка споживачів, і «А де ж ота	
продуктивність, що стрімко зростає?» · 270. Чи є стабільним	
економічне зростання в умовах стрімкого збільшення	
нерівності? · 277. Довготривалі небезпеки: затиснені	
проблемами споживачі, дефляція, економічна криза, і...	
можливо, техно-феодалізм · 281. Технологія і робоча сила, що	
«сивіє» · 287. Споживчий попит в Китаї та інших економіках,	
що розвиваються · 291	
Розділ 9. СУПЕРІНТЕЛЕКТ І УНІКАЛЬНІСТЬ	298
Сингулярність · 303. Темний бік · 309. Розвинена	
нанотехнологія · 312	
Розділ 10. ВПЕРЕД, ДО НОВОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ПАРАДИГМИ	322
Зменшення зиску від освіти · 323. Міркування,	
що заперечують автоматизацію · 327. Аргументи на користь	
гарантованого базового доходу · 332. Спонукальні мотиви	
мають велике значення · 337. Ринок як відновлюваний	
ресурс · 341. Ефект Пельцмана та економічний	
авантюризм · 344. Проблеми, негативні сторони та непевні	
моменти · 345. Звідки взяти кошти на базовий дохід · 349.	
Кожен — капіталіст · 352. Економічні заходи на найближчу	
перспективу · 355	
Висновки	362
Подяки	367
Примітки	369

Хвиля автоматизації

Складський робітник наближається до паки ящиків. Ці ящики мають різні форми, розміри й колір, і складені вони дещо безладно.

Уявіть на мить, що ви маєте можливість зазирнути до мозку робітника, якому дали завдання перемістити ці ящики, і зважте на складність тієї проблеми, з якою він має впоратися.

Значна частина ящиків мають стандартний коричневий колір і щільно прилягають один до одного, тому їхні краї погано видно. Де закінчується один короб і починається інший? А тим часом решта коробок поставлені криво, і між ними видніються прогалини. Декотрі повернуті так, що їхні краї стирчать назовні. А нагорі цієї купи невеликий ящик лежить під кутом поміж двома іншими більшого розміру. Більшість коробок — це простий картон коричневого чи білого кольору, але декотрі з них прикрашені логотипами компаній, а невеличка кількість — узагалі різнокольорові й призначені для роздрібної торгівлі — їх виставлятимуть на полицях супермаркетів.

Звісно, що людський мозок здатен обробити всю цю складну візуальну інформацію майже миттєво. Робітник легко оцінює розміри і розташування кожного ящика і, схоже, інстинктивно розуміє, що має розпочати з пересування горішніх коробок, і також розуміє, в якій послідовності це слід робити, щоби ця купа не розсипалася.

Це — саме той тип проблеми візуальної оцінки, який людський мозок навчився долати внаслідок своєї еволюції. Те, що

робітник успішно впорається з завданням переміщення ящиків, було б абсолютно неістотним, якби не той факт, що цей робітник є роботом. Якщо точніше, то це — рука-робот, схожа на змію, чією головою є вакуумний захватний пристрій. Робот мислить повільніше за людину. Він вдивляється в ящики, знову на певний час замислюється, а потім насамкінець рвучко рушає вперед і хапає ящика, що лежить на купі зверху^{*}. Однак ця неповороткість майже цілковито зумовлюється приголомшливою складністю обчислення, необхідного для виконання цього напевно простого завдання. Якщо історія інформаційних технологій чомусь і вчить, то насамперед тому, що невдовзі внаслідок модернізації швидкість, з якою цей робот виконує операції, значно зростає.

І дійсно, інженери з новоствореної компанії Industrial Perception, Inc. (розташованої в Кремнієвій Долині), яка спроектувала й збудувала цього робота, сподіваються, що, у підсумку, ця машина буде здатна переміщати по ящику щосекунди. Для порівняння слід сказати, що максимальна швидкість людини на цьому робочому місці складала б один ящик за майже шість секунд [1]. Зайве пояснювати, що робот здатен працювати безупинно; він ніколи не стомлюється, у нього не болить спина, і він ніколи не подасть скаргу з вимогою компенсації — це беззаперечно.

Робот виробництва компанії Industrial Perception, Inc. вирізняється тим, що його можливості ґрунтуються на поєднанні візуального сприйняття, просторового обчислення і кмітливості. Іншими словами, він втручається в ту завершальну сферу машинної автоматизації, де змагатиметься за ті нечисленні відносно рутинні ручні роботи, які ще досі виконують люди.

* Відео з роботом, створеним компанією Industrial Perception, Inc., можна знайти на сайті цієї компанії за адресою <http://www.industrial-perception.com/technology.html>. (Тут і далі за винятком окремо зазначених місць примітки автора.)

Звісно, роботи на фабриках не є чимось новим. Вони стали незамінними майже в кожному секторі промислового виробництва — від автомобілів до напівпровідників. На новому заводі електромобільної компанії Tesla у Фремонті, штат Каліфорнія, для збирання 400 авто на тиждень використовуються 160 промислових поліуніверсальних роботів. Коли корпус нового автомобіля пересувається конвеєром до наступної позиції, за нього беруться численні роботи, які узгоджено виконують свої функції. Для виконання різноманітних операцій ці машини здатні міняти інструменти, які вони тримають у своїх механічних руках. Наприклад, один і той самий робот монтує сидіння, потім «переозброюється» новим інструментом і починає клеювати в корпус майбутнього авто вітрове скло [2]. Згідно з даними Міжнародної Федерації Робототехніки, світові поставки промислових роботів за період 2000–2012 років зросли на понад 60 %, і 2012 року загальна сума їхніх продажів склала близько 28 млрд дол. Поза будь-яким сумнівом, найшвидше ринок робототехніки зростає в Китаї, де використання роботів протягом 2005–2012 років збільшилося на понад 25 % [3].

Попри те, що роботи забезпечують неперевершене поєднання швидкості, точності та грубої сили, вони, здебільшого, є лишень сліпими акторами в жорстко зрежисованій виставі. Та загалом вони залежать від чіткості хронометражу та позиціонування. У тих нечисленних випадках, коли роботи мають здатність машинного бачення, вони, зазвичай, спроможні бачити виключно в двох вимірах і лише в певних контрольованих умовах освітлення. Приміром, роботи можуть вибирати потрібні деталі, розташовані на пласкій поверхні, проте їхня нездатність оцінювати глибину свого бачення призводить до низьких допусків щодо середовищ із більш-менш істотним ступенем непередбачуваності. Як наслідок, певну кількість рутинних фабричних операцій зарезервували за людьми. Дуже часто ці операції полягають у заповненні проміжків між машинами, або ж у виконанні робіт на завершальних етапах виробничого

процесу. Для прикладу можна навести такі операції, як вибирання деталей з контейнера з подальшою подачею цієї деталі наступній машині, або завантаження й розвантаження вагозовів, які транспортують продукцію на фабрику і з фабрики.

Технологія, що уможливорює здатність робота фірми Industrial Perception бачити в трьох вимірах, є ні чим іншим, як практичним прикладом того, як взаємодія і взаємозбагачення здатні породити вибухові інновації в тих галузях, де це здавалося малоімовірним. Можна стверджувати, що вперше робото-очі з'явилися в листопаді 2006 року, коли компанія Nintendo запровадила свою ігрову відеоприставку Wii. Машина цієї компанії містила ігровий контролер принципово нового типу: бездротовий пульт із вмонтованим недорогим пристроєм, що називається акселерометр. Цей акселерометр мав здатність фіксувати рухи в трьох вимірах, а потім видавати потік даних для обробки в ігровій приставці. Відтак з'явилася змога керувати відеоіграми за допомогою жестів і рухів тіла. Як наслідок, саме сприйняття гри різко змінилося. Ця інновація фірми Nintendo зруйнувала стереотип хлопчика-очкарика, що сидить, приклеївшись до джойстика й утупившись в екран, і відкрила нові обрії для ігор як активної діяльності.

А ще вона спонукнула решту великих гравців із царини відеоігор до створення власного конкурентоспроможного продукту. Sony Corporation, виробник ігрової приставки PlayStation, вирішила скопіювати конструкцію фірми Nintendo і запровадила свій власний пульт, здатний розрізняти й фіксувати рухи. А компанія Microsoft намірилася одним махом обскакати Nintendo і витворила дещо абсолютно нове. Додаток Kinect до ігрової приставки Xbox 360 цілком усунув потребу в ігровому контролері. Для цього Microsoft створила схожий на веб-камеру пристрій зі здатністю тривимірного машинного бачення, що частково базується на технології, створеній невеликою ізраїльською фірмою з назвою PrimeSense. Додаток Kinect має здатність бачити у трьох вимірах за допомогою пристрою, який є, по суті, сонаром

і діє зі швидкістю світла: він спрямовує інфрачервоний промінь на людей і предмети, які перебувають у приміщенні, а потім обчислює відстань до них шляхом вимірювання часу, необхідного для того, щоби відбите світло повернулося до інфрачервоного сенсора. Відтак гравці отримали змогу взаємодіяти з ігровою приставкою Xbox за допомогою жестів, або ж просто рухаючись перед камерою додатка Kinect.

Беззаперечно революційною особливістю цього додатка стала його ціна. Складна техніка машинного бачення, що колись могла коштувати десятки, а то й сотні тисяч доларів та ще й потребувала громіздкого обладнання, нині помістилася в легкий і компактний споживацький пристрій вартістю 150 дол. Дослідники зі сфери робототехніки миттєво використали потенціал, закладений у технології Kinect, для трансформації своєї галузі. Буквально за декілька тижнів опісля того, як цей продукт з'явився на ринку, університетські групи фахівців і новатори-аматори зламали систему Kinect і розмістили в YouTube відеоматеріали про роботів, які тепер отримали змогу бачити в трьох вимірах [4]. Industrial Perception вирішила також покласти в основу своєї системи бачення технологію Kinect, і в результаті з'явилася недорога машина, яка швидко наближається до майже людської здатності сприймати довкілля й взаємодіяти з ним, враховуючи водночас ту мінливість і непевність, що характерні для реального світу.

Універсальний робот-працівник

Робот, створений компанією Industrial Perception, це високо-спеціалізована машина, зосереджена конкретно на тому, щоб з максимальною ефективністю переміщувати ящики. Бостонська ж фірма Rethink Robotics пішла іншим шляхом, створюючи свого Бакстера (Baxter) — невеликого й легкого промислового робота-гуманоїда, якого можна легко навчити виконанню численних повторювальних операцій. Rethink Robotics була

заснована Родні Бруксом, одним із провідних світових дослідників робототехніки з Массачусетського технологічного інституту (MIT) та співзасновником iRobot, компанії, яка виробляє автоматичний пилосос Roomba, а також роботів військового призначення, що використовувалися для знешкодження бомб в Іраці й Афганістані. Бакстер, який коштує значно менше річної зарплатні пересічного промислового робітника в Сполучених Штатах, є, по суті, зменшеною копією промислового робота, сконструйованого для безпечної роботи в безпосередній близькості від людей.

На відміну від промислових роботів, які потребують складного й недешевого програмування, Бакстера можна навчити, просто виконавши його руками рухи в потрібних напрямках. Якщо на підприємстві використовується значна кількість роботів, то можна навчити одного Бакстера, а іншим можна буде передати його знання просто підключаючи до них USB-пристрій. Цього робота можна адаптувати для виконання різноманітних завдань, зокрема й до нескладної монтажної роботи, переміщенням деталей від одного конвеєра до іншого, пакування продукції в упаковки для роздрібно́ї торгівлі або для обслуговування металообробних станків. Найповніше таланти Бакстера розкриваються в такій справі, як пакування готової продукції в ящики для транспортування. Фірма K'NEX, виробник іграшкових будівельних наборів, розташована в Гатфілді, штат Пенсильванія, виявила, що вміння Бакстера щільно пакувати її продукцію дозволило компанії зменшити використання ящиків на 20–40 % [5]. Робот фірми Rethink теж має двовимірний машинний зір, який йому забезпечують камерами на обох зап'ястях; він уміє вибирати потрібні деталі і навіть виконувати нескладний контроль якості.

Неминучий вибух у царині робототехніки

Хоча Бакстер і робот для переміщення ящиків, змайстрований компанією Industrial Perception, є кардинально різними

машинами, збудовані вони на одній і тій самій фундаментальній програмній платформі. РОС (Робототехнічна Операційна Система) (ROS, Robot Operating System) вперше була створена в Лабораторії штучного розуму Стенфордського університету, а потім Willow Garage, Inc., маленька компанія, яка займається конструюванням і виробництвом програмованих роботів, використовуваних, головним чином, університетськими дослідниками, удосконалила її, зробивши з неї повноцінну робототехнічну платформу. РОС схожа на операційні системи типу Microsoft Windows, Macintosh OS або Google's Android, проте вона призначена конкретно для полегшення програмування роботів і керування ними. Завдяки тому, що РОС є безкоштовним і відкритим ресурсом (а це означає, що розробники програмного забезпечення можуть із легкістю модернізувати його та посилювати), вона швидко стає стандартною програмною платформою для розвитку робототехніки.

Історія комп'ютерного обчислення чітко засвідчує, що коли стандартна операційна система разом із недорогими й легкими у використанні програмними інструментами стає доступною, то невдовзі після цього неодмінно має статися вибух у царині прикладного програмного забезпечення. Так було з програмним забезпеченням персональних комп'ютерів і, зовсім нещодавно — з прикладними програмами для таких пристроїв, як iPhone, iPad і Android. І дійсно, нині ці платформи так насичені прикладними програмами, що навіть буває насправду пригадати ідею, яка ще не знайшла своєї реалізації в опціях цих гаджетів.

Навряд чи помилиться той, хто висловить припущення, що робототехніці судилося піти тим самим шляхом; беззаперечно, наразі ми перебуваємо на гребені вибухової хвилі інновацій, яка в підсумку створить роботів, придатних для виконання всіх мислимих комерційних, промислових і споживацьких завдань. Рушієм цього вибуху стане наявність стандартизованих модулів програмного й апаратного забезпечення, які значно спростять створення нових конструкцій без необхідності