

MIT Technology Review

Published by KADOKAWA / ASCII

Vol.

73

2025.05

ロボット新時代 身体を持つAIがやってくる

Interview

郭 媛元 (東北大学)

News&Trends

推論モデルは考えすぎ？ Geminiに調整機能
化学工場に小型原子炉、米国で初の設置申請

003

特集

ロボット新時代 身体を持つAIがやってくる

004

家庭用ロボットはいつ、
「知能」を手に入れるのか

013

ポストAIへ高まる熱気、
ロボット業界で何が起きるか

017

革命阻む「データ不足」、
研究者が探す新たな宝庫

023

家庭に入り込む人型ロボ、
成功の鍵は「信頼感」

031

高齢者介護を「自動化」する
日本の長い実験

036

U35 イノベーターの軌跡 #25

郭 媛元（東北大学）

「毛髪並み」極細ファイバーで脳科学研究を変える

039

News&Trends

推論モデルは考えすぎ？ グーグルがGeminiに調整機能
化学工場に小型原子炉、ダウ・ケミカルらが設置申請
「あなたの声」政策に、米小都市が直接民主主義を実験
宇宙から覗く森の秘密、炭素貯蔵量を測定する人工衛星

049

Opinion

「予備の体」がもたらす医学革命の可能性

●本PDFに収録した記事の情報は原則として、初出時の情報です。記事中の初出日をご確認ください。

●WebサイトのURLやソフトウェアのバージョン等は予告なく変更されている場合があります。

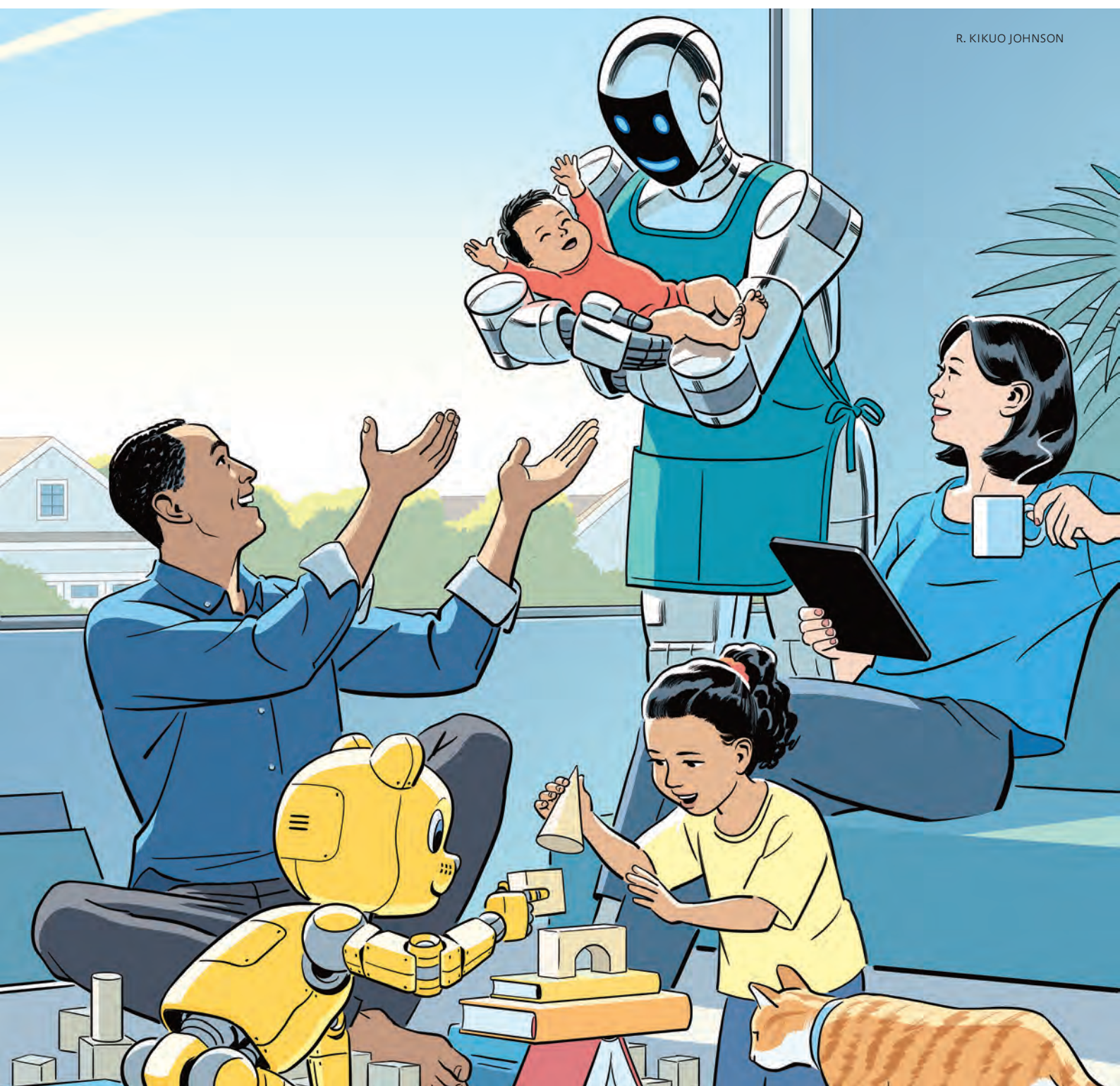
●本PDFは情報の提供のみを目的としています。本PDFを運用した結果について、著者およびMIT Technology Review Japan/株式会社角川アスキー総合研究所は一切の責任を負いません。

●本PDFに登場する会社名、商品名は該当する各社の商標または登録商標です。本PDFでは®マークおよびTMマークの表示を省略しています。

ロボット新時代 身体を持つAIがやってくる

ここ数年の生成AIブームの波に乗って、人工知能（AI）とロボット工学の分野が急接近している。ロボット工学の分野ではロボットに頭脳となるAIの搭載を進め、より賢いロボットの実現に取り組んでいる。一方のAIの側では、AIに身体を与え、物理世界とやり取りできるAIを作っている。チャットボットが会話するだけでなく、実際に家事を手伝い、高齢者を介護し、子どもと遊ぶ——そんな「身体を持つAI」が私たちの日常に入り込む日がやってくるのか。いま幕を開けようとしているロボット新時代を追った。

R. KIKUO JOHNSON



Story

1

ロボット新時代 身体を持つAIがやってくる

家庭用ロボットはいつ、「知能」を手に入れるのか

家事の多くをこなせるロボットを作ることは、長らくロボット工学研究者の夢だった。生成AI技術が急速に進展する今、夢のロボットはいつ実現するか。

by Melissa Heikkilä (米国版AI担当上級記者)

沈

黙。強固。不器用。

ヘンリー・エヴァンズと妻のジェーンは、どこにもお客には慣れている。カリフォルニア州ロス・アルトス・ヒルズに住むこの夫妻は、10年以上もの間、自宅で数多くのロボットを迎え入れてきた。

2002年、当時40歳だったヘンリーは重い脳卒中を起こし、四肢麻痺と会話不能の状態に陥った。それ以来、ヘンリーは文字盤の上で目動かすことでコミュニケーションを取るようになった。日々の生活には介護者と妻のジェーンの助けが不可欠だ。

ヘンリーは2010年、CNNに出演しているチャーリー・ケンプを目にして、別の形の人生を垣間見た。ジョージア工科大学のロボット工学教授であるケンプは、テレビでウィロー・ガレージ (Willow Garage) が開発したロボット、「PR2」について語っていた。PR2は車輪のついた巨大な2つの腕を持つ機械で、荒削りな金属製の執事のような外見をしていた。同教授はロボットがどのように機能するかを実演し、ヘルスケアロボットがいかにして人々を助けることができるかに関する自身の研究について話していた。そして、PR2ロボットがテレビ司会者に薬

を手渡す様子を披露した。

「突然、ヘンリーが私に向かって言ったんです。『あのロボットは僕の身体の代わりになれるんじゃないか?』って。私は『なれるかもね』と言いました」とジェーンは語る。

だが、そうはならない明確な理由があった。エンジニアは研究室や工場のような厳重に管理された環境でロボットを働かせることについては大きな進歩を遂げてきたものの、家庭向けロボットの設計は難しいことが分かっている。現実の複雑な世界では、家具や間取りは千差万別だ。子どもやペットがロボットの邪魔をすることもあり得るし、たまたま必要のある衣服の形、色、サイズもさまざまである。これまで、このような予測不可能な環境やさまざまな条件を管理することは、最先端のロボット・プロトタイプでさえその能力の範疇を超えていた。

その状況が、主に人工知能 (AI) のおかげで、ようやく変わりつつあるようだ。何十年もの間、ロボット工学者は、ロボットの「体」、つまりロボットの腕や脚、レバー、車輪などを、目的に応じたソフトウェアで制御することに、多かれ少なかれ焦点を当ててきた。しかし、新世代の科学者や発明家は、AI技術を取り入れることで、ロボットにかつてな

いほどの速さで新しいスキルを学習させ、新しい環境に適応する能力を与えることができると考えている。この新たなアプローチにより、もしかすると、ようやくロボットを工場から家庭へと送り出すことができるようになるかもしれない。

しかし、エヴァンズ夫妻が長年さまざまなロボットのプロトタイプを使用してきた経験からよく知っているように、進歩は一朝一夕には起こらない。

PR2は夫妻が迎えた最初のロボットだった。そして、PR2のおかげでヘンリーにとってまったく新しいスキルが開花した。このロボットが髭剃りを持ち、ヘンリーがそれに顔を当てて動かすことで、彼は10年ぶりに自分で髭を剃り、かゆい所をかくことができた。しかし、200キログラムほどの重さがあり、40万ドルもするこのロボットは、身の回りに置くことは難しいものだった。「家の壁を簡単に壊してしまうかもしれません」とジェーンは言う。「私はあまり好きではありませんでした」。

エヴァンズ夫妻は最近、ケンプ教授が自身のスタートアップ「ハロー・ロボット (Hello Robot)」で開発した「ストレッチ (Stretch)」と呼ばれるより小型のロボットを試している。



ヘンリー・エヴァンズは、ロボットの「ストレッチ」を使い、髪をとかし、食事をし、さらには孫娘とも遊んだ。

PETER ADAMS

ストレッチの最初のモデルは新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) のパンデミックの最中に発売され、価格は約1万8千ドルとより手頃なものであった。

ストレッチの重さは約23キログラムだ。このロボットには、小型のモバイルベース、カメラをぶら下げたスティック、両端に吸盤の付いたグripperを備えた調節可能なアームがあり、コンソール・コントローラーで操作可能だ。ヘンリーは、頭の動きを追跡してカーソルを動かすツールを使って、ノートPCでストレッチを操作する。ヘンリーは、親指と人差し指をコンピューターのマ

ウスをクリックできる程度には動かすことができる。2023年の夏、ストレッチはエヴァンズ夫妻のもとで1カ月以上を過ごしたが、それによりまったく新しいレベルの自律性を得たとヘンリーは語る。「実用的で、毎日使えると思いました」。

ノートPCを使い、ヘンリーはロボットに髪をとかしてもらったり、おやつフルーツケバブを持たせて食べたりできた。さらに、ストレッチのおかげで孫娘のテディとの関係も発展した。2人は以前はほとんど交流がなかった。「テディはまったくヘンリーにお別れのハグをしなかったんです。そのようなことは何も

しませんでした」とジェーンは言う。しかし、「パパ・ウィーリー」ことヘンリーとテディはストレッチ遊びに使い、リレー競争やボーリング、マグネット・フィッシングに熱中した。

ヘンリーが操作に使用するWebインターフェイスや、AI対応ナビゲーションなどの機能は用意されているものの、ストレッチはそれほどスマートなロボットではない。ストレッチの主な利点は、人々が自分のAIモデルをプラグインし、実験するのに使用できることだ。しかし、ストレッチにより、便利な家庭用ロボットのある世界がどのようなものになり得るかを垣間見ることができる。洗濯物をたたんだり、食事を作ったり、掃除をしたりといった、人間が家庭でする仕事の多くをこなせるロボットは、1950年代にロボット工学の分野が始まって以来、ロボット工学研究における夢である。長い間、夢でしかないのだ。「ロボット工学の世界は夢想家ばかりですよ」とケンプ教授は言う。

しかし、この分野は転換点を迎えていると、カリフォルニア大学パークレー校のロボット工学教授であるケン・ゴールドバーグは言う。便利な家庭用ロボットを作ろうという取り組みは、これまで見事に大衆文化が設定した期待に応えられなかったと同教授は語る。この期待というのは、『宇宙家族ジェットソン (原題: The Jetsons)』に出てくるメイドロボットを思い浮かべてもらえばいいだろう。今では状況が大きく変わっている。ストレッチのような安価なハードウェアと、データを収集・共有する取り組み、そして生成AIの進歩のおかげで、ロボットはかつてないほどのスピードで、より有能に、

より役に立つようになってきている。「私たちは今、今後本当に役に立つ能力を手に入れられる段階の非常に近くまで来ています」とゴールドバーグ教授は言う。

洗濯物をたたんだり、エビを調理したり、表面を拭いたり、買い物かごを降ろしたりと、今日のAI搭載ロボットは、以前のロボットにとっては非常に困難であった作業を学習しつつあるのだ。

欠けているピース

ロボット工学者の間ではよく知られている、ある見解がある。人間にとって難しいことは機械にとって簡単であり、人間にとって簡単なことは機械にとって難しいというものだ。「モラベックのパラドックス」と呼ばれるこの考えは、1980年代にカーネギーメロン大学ロボット工学研究所のロボット工学者、ハンス・モラベックによって初めて提唱された。ロボットは何の問題もなく、チェスをしたり、物体を何時間も静止させたりすることができる。しかし、靴ひもを結んだり、ボールをキャッチしたり、会話をしたりするのは別問題だ。

その理由は3つあるとゴールドバーグ教授は言う。第一に、ロボットには正確な制御と調整が欠けている。第二に、ロボットの周囲の環境に対する理解は限られている。周囲の環境を認識するのにカメラやセンサーに頼っているためだ。第三に、ロボットは実用的な物理学の天性のセンスに欠けている。

「ハンマーを手にとれば、重い部分の近くを掴まない限り、おそらくつかんだ部分から落ちてしまうでしょう。しかし、ハンマーがどのよう



1957年のある映像では、男性が2本の大きなロボットアームを操作し、機械を使って女性の口紅を塗っている。ロボットはそれ以来長い道のりを歩んできた。

“LIGHTER SIDE OF THE NEWS –ATOMIC ROBOT A HANDY GUY”
(1957) VIA YOUTUBE

なものかを知らなければ、ただ見ただけではそうと分かりません」とゴールドバーグ教授は語る。

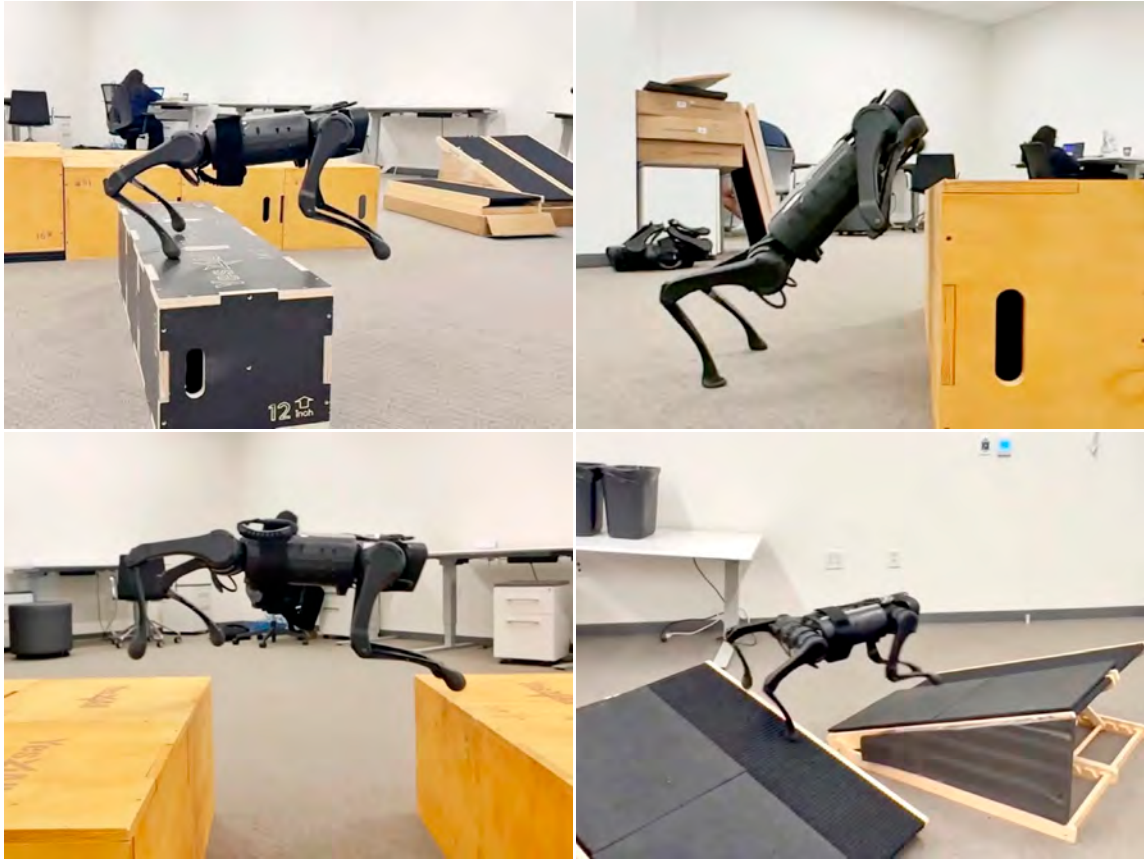
このような基本的な考慮事項に加え、モーターからカメラ、Wi-Fi接続に至るまで、適切でなければならぬ技術的な要素が他にも多くあり、さらにはハードウェアは非常に高価な場合もある。

機械的な面では、しばらく前からかなり複雑なことができるようになっていた。1957年に撮影された映像では、2本の大きなロボットの腕が器用にタバコをつまみ、タイプライターの前にいる女性の口にそれをくわえさせ、口紅を塗り直している。しかし、そのロボットの知性と空間認識は、ロボットを操作する人間のものではなかった。

「欠けているピースは、どうすればソフトウェアが自動的に（これらのことを）やってくれるようになるのかです」とカーネギーメロン大学でコンピューター科学を教えるディーパック・パタック助教授は言う。

ロボットを訓練する研究者は従来、ロボットの行動すべてを耐え難いほど詳細まで計画することによって、この問題に取り組んできた。ロボット工学の大手企業であるボストン・ダイナミクス (Boston dynamics) は、踊ったりパルクールをしたりする人型ロボット「アトラス (Atlas)」を開発した際、このアプローチを採用した。物体や場面を識別するにはカメラとコンピュータビジョンを使用する。研究チームはそのデータを使って、ロボットが特定の動きをしたらどうなるかを極めて正確に予測するために使用できるモデルを作る。このようなモデルを用いて、ロボット工学者は機械が取るべき行動の極めて具体的なリストを記述し、それにより機械の動きを計画する。そして、エンジニアはこれらの動きを研究所で何度もテストし、完璧なものになるように微調整するのだ。

この方法には限界がある。このように訓練されたロボットは、ある1つの特定の環境で機能するように厳



カーネギーメロン大学のディーバック・パタック助教授のチームは、強化学習と呼ばれるAI手法を使って、最小限の事前プログラミングでエクストリーム・パルクールをこなすロボット犬を作った。

“EXTREME PARKOUR WITH LEGGED ROBOTS,” XUXIN CHENG, ET AL.

密に設定されている。そのため、研究所から不慣れな場所に持ち出すと、うまく機能しない可能性が高い。

パタック助教授は、コンピュータビジョンなどの他の分野に比べ、ロボット工学は暗黒時代の渦中にあるという。しかし、それもそう長くは続かないかもしれない。なぜなら、この分野では今、大きな変革が起きているからだ。AIブームのおかげで、今や焦点は身体的な器用さから、ニューラルネットワークの形態の「汎用ロボット頭脳」の構築に移りつつあると同助教授は言う。人間の脳には適応性があって人体のさまざまな側面をコントロールできるように、これらのネットワークも、さまざまなロボットやさまざまなシナリオで機能するように適応させること

ができる。この取り組みの初期段階での成果は、有望な結果を示している。

ロボット、AIと出会う

長い間、ロボット工学の研究は非常に難しい分野であり、なかなか進歩がないことに悩まされてきた。パタック助教授は、自分が勤めるカーネギーメロン大学のロボット工学研究所では、「かつてはロボットに触ると博士号が1年延びると言われていました」と語る。今では学生たちは多くのロボットに触れ、数週間で結果を出すようになっている。

この新たなロボット群の特徴は、そのソフトウェアにある。ロボット工学者は、従来の骨の折れる計画立

案や訓練の代わりに、動作中に周りの環境から学習し、それに応じて行動を調整するシステムを作るため、深層学習やニューラルネットワークを使い始めている。同時に、市販の部品やストレッチのようなロボットなど、新しく、より安価なハードウェアが、この種の実験をより身近なものにしている。

大まかに言えば、研究者がロボットを訓練するためにAIを使用する一般的な方法は2つある。パタック助教授は、ロボットに新しい環境に適応した動きをさせるため、システムが試行錯誤を繰り返しながら改善することを可能にするAI手法である強化学習を使っている。これは、ボストン・ダイナミクスも「スポット (Spot)」と呼ばれるロボット「犬」

Insider Online限定

eムックはMITテクノロジーレビュー[日本版]の
有料会員限定サービスです。
有料会員はすべてのページ、バックナンバーを
ダウンロードできます。

ご購入はこちら



<https://www.technologyreview.jp/insider/pricing/>

No part of this issue may be produced by any mechanical, photographic or electronic process, or in the form of a phonographic recording, nor may it be stored in a retrieval system, transmitted or otherwise copied for public or private use without written permission of KADOKAWA ASCII Research Laboratories, Inc.

本書のいかなる部分も、法令または利用規約に定めのある場合あるいは株式会社角川アスキー総合研究所の書面による許可がある場合を除いて、電子的、光学的、機械的処理によって、あるいは口述記録の形態によっても、製品にしたり、公衆向けか個人用かに関わらず送信したり複製したりすることはできません。