



レプリカント

ブラウダ

レプリカントの真実 - フィジカルAIの新聞

スモレンスク (ロシア)

予報: 2026-11-01・MSK

朝・09:00
曇り
2.9°
風: 北東 2.48 m/s・3%

昼・12:00
曇り
5.9°
風: 北東 2.33 m/s・0%

夕方・18:00
曇り
6°
風: 北東 1.79 m/s・3%

一日: 2.7-8.6 °C
降水確率: 8%

雨の降るあいだ、私たちにできるのは、人間であることを学ぶことだけ。

号 № 4・2026-11-01

rev. 3

天気の出典: Open-Meteo・取得日時: 2026-10-31 19:07 MSK

レプリカント・データ 探究版

ロボットが道具を変え、動き、仕事を続ける仕組みを知る。

ニュース

工具を交換し、触覚も使うロボットアーム

料理では、切る、ぬる、ひっくり返すといった作業ごとに道具が変わり、必要な力のかけ方も違う。Yunchu Zhangらは、ロボットアームが工具を自動交換するSwapBotを発表した。2026年10月29日に公開された研究論文であり、どんな家庭でも料理を完成させる市販ロボットができたという話ではない。

設計の中心は、ロボット側に固定する共通の接続部と、各工具に付ける比較的安価なアダプターである。一つの万能なハンドですべてをこなすのではなく、作業に合った工具を選ぶ。可動部分を持つ工具や複数のロボット機種にも対応する。工具は物理的に固定されなければならない、腕の近くに置くだけでは作業できない。

各アダプターには小型の触覚センサーが入っている。カメラで形や位置が分かっても、物にどれほど強く触れているかは十分に分からないことがある。人が遠隔操作して作業例を集め、その例をまねる模倣学習で動作を学習させた。豆腐の調理、サラダを混ぜる作業、肉を返す作業などを扱った。

比較実験では、RGB画像だけの学習より、触覚を加えた学習の成功率が15~25パーセントポイント高かった。遠隔操作の利用者調査でも、作業時間と操作者の負担が減ったと報告している。ただし、これは特定の条件で得られた著者の結果であり、あらゆる工具や材料で同じ改善が得られると証明したわけではない。

技術的な意義は、機械的な接続、接触計測、学習用の作業例の収集を共通化した点にある。視覚と触覚がどの程度役立つかが比較しやすくなり、異なる作業でも装置を再利用できる。一方、接続部の摩耗、許容荷重、工具の清掃、交換時間、失敗した接続からの復旧は長時間の運用で確かめる

必要がある。

この研究は、複雑な万能の指を作る以外にも、道具を使い分ける方法があるとする。しかし、知らない台所で料理の全工程を自律的に終わらせると証明したものではない。多様な物体、予想外の接触、長い反復運転、第三者による再現実験が今後の課題となる。

読者が注目したいのは、どこまでが実験で確かめられ、どこからが今後の目標なのかという点だ。成功した映像だけでなく、失敗した場合にどうなったか、試験中に変えなかった条件は何かを知ると、技術の意味がより明確になる。

出典

SwapBot: Tool-Centric Robot Manipulation via Interchangeable End-Effectors and Tactile Sensing・2026-10-29

四足歩行ロボットが台車を引いて狭い通路を進む

技術的な注目点は実演の見た目ではなく、実行方式と制約を検証できることにある。学習による最初の経路候補と、予測モデルを使う反復的な経路修正を組み合わせた。特定の機体と台車、15メートルのコースでの評価で、失敗も15%あった。

四本の脚で歩くロボットが、自分だけで障害物を避けるのと、台車を引きながら進むのでは難しさが違う。台車の車輪は横向きに自由に滑れないため、曲がるときには後ろの荷物が通る場所まで考えなければならない。Insung Yangらが2026年10月29日に公開した研究は、四足歩行ロボットRAIBOに専用の台車をつなぎ、狭い通路を通過するための仕組みを示した。単に重い物を引く力だけでなく、ロボットと台車を一つの動くシステムとして計画する点が中心である。

経路を決める方法には二つの役割がある。条件付きフローマッチングと呼ばれる学習方式が、まず進み方の候補を素早く作る。続いてMPPIという予測型の制御方法が、多数

の候補を試算し、より実行しやすい動きへ修正する。その試算には、命令に対してロボットと台車がどう動くかを予測する学習済みの力学モデルを使う。最初の提案だけに頼らず、実際の動きの制約を考えながら改善するので、学習時に見ていない状況にも対応できる可能性がある。ただし万能な経路探索が証明されたわけではない。

実験は屋外の15メートルのコースで行われ、狭い部分を通り抜けることが求められた。必要なセンサーと計算機はすべて機体に搭載されていた。研究チームは40回の試行で85%の成功率を報告し、最大40キログラムの荷物を引いた。これはRAIBO本体の重さにほぼ匹敵する。一方、15%の試行では目的を達成できなかった。数字はこの機体と台車の組み合わせに関するもので、ほかの四足歩行ロボットでも同じ性能になるとは限らない。

車輪は荷物の重さを支え、脚は地面に合わせて移動できるため、この組み合わせには運搬の可能性がある。しかし実際の倉庫や工事現場では、坂道、滑りやすい床、人の往来などが加わる。研究では長期間の連続運用やさまざまな台車での再現性までは確認されていない。今後は荷物の重さだけでなく、重心の位置、台車の大きさ、路面の状態を変えて試す必要がある。失敗したときに安全に止まり、経路を考え直せるかも重要な評価点になる。

読者が注目したいのは、どこまでが実験で確かめられ、どこからが今後の目標なのかという点だ。成功した映像だけでなく、失敗した場合にどうなったか、試験中に変えなかった条件は何かを知ると、技術の意味がより明確になる。

出典

RAIBO-Wagon: Real-Time Navigation System for a Legged Robot Towing a Wagon · 2026-10-29

ねじを外すロボット、位置合わせと回転を分けて学ぶ

技術的な注目点は実演の見た目ではなく、実行方式と制約を検証できることにある。拡散モデルによる位置合わせと、視覚・力による接触判定、力制御の回転を組み合わせる。初期のかみ合わせが難しく、斜めのねじや未知の製品全般は検証されていない。

ねじを外すとき、人はドライバーの先がねじ頭に合っているかを目と手の感覚で確かめる。ロボットには、この最初の作業が意外に難しい。少し位置がずれるだけで先端が滑り、回転してもねじは外れない。Hemant Kumarらが2026年10月29日に発表したDAWNは、ねじ外しを複数の段階に分けて学習させる研究システムだ。使い終わった電子機器などを分解し、部品を取り出す作業への応用を想定している。ねじを画像で見つけるだけでは、実際に外せることにはならない。

まず拡散モデルを使った動作方針が、カメラなどの情報からドライバーの位置合わせと差し込みを行う。拡散モデルは、候補の動作を段階的に整えていく学習方式の一つである。次に別の判定モデルが画像と力の情報を合わせ、先端

がしっかりかみ合ったかを確認する。最後は力の変化を主に利用する制御器がねじを回して外す。この段階では反力を20ニュートン未満に保つ制約が設けられている。位置合わせ、接触の判断、回転という異なる問題に、それぞれ適した方法を使う設計である。

実験にはFranka Emikaのロボットアームと電動ドライバーが使われた。研究チームは位置合わせのために199回の専門家の実演を集め、接触判定には6000枚の画像を用意した。ある比較試験では、位置合わせからかみ合わせまでの成功が約半数で、同じ条件で訓練を受けた人の遠隔操作と同程度だった。接触判定モデルの正解率は0.90と報告された。先端が正しくかみ合った後のねじ外しは、対象とした試験ではより安定していた。しかし最初の段階が失敗すれば、全体の作業も完了できない。

この研究から分かるのは、ねじを回す力だけではなく、正しい接触を作ることが重要だという点である。ねじ頭の形や見え方が学習時と違うと、位置合わせは難しくなる。斜めに取り付けられたねじは今回の評価対象ではない。実際の分解工場では、複雑な製品の中からねじを探し、先端が滑ったときに安全にやり直し、周囲の部品を傷つけない必要がある。DAWNはそのための有望な考え方を示すが、何でも分解できる完成品ではない。

読者が注目したいのは、どこまでが実験で確かめられ、どこからが今後の目標なのかという点だ。成功した映像だけでなく、失敗した場合にどうなったか、試験中に変えなかった条件は何かを知ると、技術の意味がより明確になる。

出典

DAWN: Diffusion-based Alignment and unfastening Workflow Network · 2026-10-29

一つの全身制御モデルで歩行と物体操作を切り替える

人型ロボットが机まで歩き、止まり、手を伸ばし、姿勢を立て直すには、全身の動きを連続して調整する必要がある。従来は動作ごとに別の制御モデルを学習させる場合が多い。Chen Tesslerらが10月27日に公開したMetatronは、一つの学習済み全身制御モデルと、目的に応じて書き換えられる技能プログラムを組み合わせる研究である。ニュース一覧に掲載された日と、論文が最初に公開された日を混同してはいけない。

基盤となるモデルには、関節の動きを最初から最後まで細かく指定する代わりに、体の一部をいつどこへ動かすか、どの方向へ進むか、どんな動き方にするかといった部分的な目標を与える。学習には動作計測の記録、バランスを崩した状態から戻る合成データ、物に触れる動作をロボットへ変換したデータを用いた。学習後はモデルの重みを固定し、新しい技能ごとに学習し直さない構成とした。

技能は状態を覚える通常のプログラムとして記述される。プログラムが毎回おおまかな動作目標を示し、共通の制御モデルが全身の関節を協調させる。著者らは記録された動きを解析し、簡潔な規則を調整するプログラミング用のエ

ージェントも使った。実機のUnitree G1では、同じモデルで歩行、姿勢の回復、家具への着座、遠隔操作を伴う物体の持ち上げを実演した。比較試験では、選ばれた従来方式より手を目標へ届ける成功率と押された際の頑健性が高いと報告している。

ただし、物体を持ち上げる実験には人間の遠隔操作が関与しており、未知の部屋で自分だけで作業を理解した証拠ではない。論文にある登坂や曲芸的な動作はシミュレーション上のキャラクターでの結果で、実物のG1で確認した内容とは区別する必要がある。計算資源、未知の接触条件、安全停止、家具の種類による失敗率などは実運用に向けた検証課題である。共通の運動能力と作業ごとの手順を分ける設計が、どこまで再利用できるかが今後の焦点となる。

読者が注目したいのは、どこまでが実験で確かめられ、どこからが今後の目標なのかという点だ。成功した映像だけでなく、失敗した場合にどうなったか、試験中に変えなかった条件は何かを知ると、技術の意味がより明確になる。

出典

METATRON: A Promptable Whole-Body Execution Layer for Humanoids・2026-10-27

東京の展示会で五本指のロボットが出荷作業を実演

物流の出荷作業では、箱を持ち上げるだけでなく、小さな商品を見分け、傷つけずに並べ、包装する必要がある。RLWRLDは2026年10月30日、東京のKDDI SUMMITで自社のロボット基盤モデルRLDX-1を使った実演を行ったと発表した。展示会の開催日は10月27日と28日であり、発表文の公開日とは異なる。基盤モデルとは、個別の動作だけでなく複数の作業に応用することを目指した学習モデルを指す。

展示では五本指のハンドを備えたロボットが使われた。会社の説明によると、コンベヤーから段ボール箱を取り出し、形や材質の異なるスマートフォン関連の小物などを見分け、出荷用に箱詰めする流れを披露した。ただし、これは展示会での実演であり、実際の物流倉庫で長期間連続稼働したことを示す独立した試験ではない。成功回数、時間当たりの処理数、破損率、無人で動ける時間は公表されていない。

企業が導入を検討する場合、ハンドの器用さだけでは判断できない。コンベヤーや在庫管理との接続、商品の向きが違う場合のやり直し、人が近づいたときの安全対策、保守や停止時の対応を確認する必要がある。五本指の手は多様な物を扱える可能性がある一方、単純な二本指のハンドや専用設備より安く速いと証明されたわけではない。会社は産業パートナーとの実証も説明しているが、その成果を比較できる運用データは示していない。

次の評価では、実際の商品の種類を用いて、毎時の処理件数、失敗時の人手介入、商品への損傷、注文一件当たりの費用を測ることが重要になる。現時点で確認できるのは、

開発会社が展示内容を報告したという事実である。物流向けのロボット基盤モデルがどのような仕事を狙っているかは分かるが、どんな倉庫でも自律運転できると結論づける段階ではない。

読者が注目したいのは、どこまでが実験で確かめられ、どこからが今後の目標なのかという点だ。成功した映像だけでなく、失敗した場合にどうなったか、試験中に変えなかった条件は何かを知ると、技術の意味がより明確になる。

出典

RLWRLD KDDI SUMMIT 2026 RLDX-1 logistics packing demonstration・2026-10-30

分析

単発の実演から検証できる作業へ

研究や実演によってロボットの仕事の幅は広がるが、結果の確かさは試験条件によって変わる。

成功例だけでなく、失敗、再現性、費用、人の介入も比べる必要がある。

出典

SwapBot: Tool-Centric Robot Manipulation via Interchangeable End-Effectors and Tactile Sensing・2026-10-29

RAIBO-Wagon: Real-Time Navigation System for a Legged Robot Towing a Wagon・2026-10-29

DAWN: Diffusion-based Alignment and unfastening Workflow Network・2026-10-29

METATRON: A Promptable Whole-Body Execution Layer for Humanoids・2026-10-27

RLWRLD KDDI SUMMIT 2026 RLDX-1 logistics packing demonstration・2026-10-30

本号の用語集

この号のキーワードを解説します。

01 触覚情報

物に触れたときの力や接触を示し、ロボットの動きを助ける情報。

02 拡散方策

候補となる動きを少しずつ整えて、実行する動作を作る方法。

03 動力学モデル

命令を出したとき、ロボットがどう動くかを近似するモデル。

04 遠隔操作

人が離れた場所からロボットを動かすこと。

05 五本指ハンド

形の違う物を持てる、五本の指を備えたロボットの手。

出典

SwapBot: Tool-Centric Robot Manipulation via Interchangeable End-Effectors and Tactile Sensing · 2026-10-29

RAIBO-Wagon: Real-Time Navigation System for a Legged Robot Towing a Wagon · 2026-10-29

DAWN: Diffusion-based Alignment and unfastening Workflow Network · 2026-10-29

METATRON: A Promptable Whole-Body Execution Layer for Humanoids · 2026-10-27

RLWRDL KDDI SUMMIT 2026 RLDX-1 logistics packing demonstration · 2026-10-30