



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 技術版

ロボットの制御、評価、再現性に関する研究と、その限界を検証する。

ニュース

ロボットAIを性能だけでなく費用と再現性でも比べる

ロボットが実験で高い成功率を出しても、企業が安く導入できるとは限らない。追加学習に必要な計算機、運用時に使う装置、試験結果の信頼性も重要になる。Xin Maらは2026年10月29日、画像と指示から動作を作るモデルなどを比較するRoboSeedという評価の枠組みを発表した。

評価するのは五つの観点である。課題をこなす能力、追加学習の負担、実際の配備に必要な資源、手元で検証された研究上の価値、結果を再現できる証拠だ。各項目を固定した基準で0から100の尺度に変換し、学習費用を重視する場合と運用費用を重視する場合など、条件を変えて比較できる。

重要なのは、測定値がないところを勝手に埋めないことだ。証拠が足りなければ総合点を算出せず、何が不明なのかを明示する。さらに、異なるロボットや課題の結果を同じ条件で比べてよいのか、入力形式や評価手順も確認する。見かけの順位だけで製品を選ぶ危険を減らす考え方だ。

研究者は公開モデルの重みを使う試験、現地での追加学習、課題ごとの監査にこの方法を適用した。適切な基盤モデルは計算予算や学習方法によって変わるという結果が得られた。一方、実行時の計測が不十分で試験手順も統一されていないため、すべてを並べた数値の総合順位は提示していない。

企業が試験導入するなら、どの作業で成功したのか、成功をどう数えたのか、追加学習にどれほどの時間と計算資源が必要かを確かめたい。現場の装置での応答速度や再現実験の結果も必要だ。この研究は質問を整理する助けになるが、費用対効果や安全性、実際の省人化を保証するものではない。

再現性を確かめるには、論文で実際に測った結果と、別の環境で期待される利点を分けて考える必要がある。次の技術的な検証では、設定値、試験場面の選び方、失敗の記録方法を変えたときの結果を調べることが重要だ。

特に重要なのは、研究で選ばれた比較対象と評価指標が何を意味するかを明示することだ。実機の試験と計算上の試験を分け、対象物や初期位置が変わった場合にも同じ結果になるかを調べなければ、一般的な性能向上とは言えない。

出典

RoboSeed: Multidimensional Evaluation of Vision-Language-Action and World-Action Models · 2026-10-29

LOGIVは作業の依存関係を検証し、崩れた条件を部分的に修復する

導入判断では、研究結果と保証された運用性能を区別する必要がある。動作生成と長期計画の信頼性を別の層として評価できる。対象は限定された双腕作業で、実機の成功は30試行中17回にとどまる。

ロボットが物を正しく置いたとしても、その後で誰かが物を動かせば、次の作業は失敗する可能性がある。Enqiao Luらが2026年10月29日に公開したLOGIVは、この問題を個々の腕の動作ではなく、作業間の依存関係として扱う仕組みだ。長い手順を実行するとき、以前に成立した条件が現在も保たれているかを確認する。単に命令が終了したという記録だけを信用しない点が重要である。ロボットの動作モデルそのものを置き換える提案ではなく、その上位で実行を管理する研究である。

中心になるのは作業グラフという表現だ。ある動作が次の動作に必要な状態を作る関係や、同じ資源を使う作業の順序を、明示的なつながりとして保存する。実行中にはカメラなどの観測結果から条件を確かめる。外部の変化で前提が崩れた場合、どの依存関係が壊れたかをたどり、必要な

部分だけを回復する手順を選ぶ。残っている作業との整合性も記号的な計画検証によって確認してから再開する。画像、言語、行動を結びつけるVLAモデルなどの上に置ける構成で、新しい学習パラメータを追加しない。

研究ではRoboTwin V2とBiCoordという二つの双腕作業評価環境から計20課題を用い、三種類の実行基盤で比較した。人為的な妨害を入れない条件では、平均成功率がそれぞれ10.67ポイントと15.33ポイント改善したと報告する。決められた妨害を加えた実験でも、比較した三つの復旧方式より作業完了と条件回復が良好だった。さらに実物のロボットを使った三課題では、30試行中の成功が12回から17回に増えた。改善は確認できる一方、13回は失敗しており、完全な自律運転が実証されたわけではない。

実装上の意味は、動作の上手さと作業全体の信頼性を切り分けられることにある。腕が正確に動いても、計画が古い環境状態を前提にしていれば失敗する。依存関係を明示すれば、その原因を特定して部分的に修復しやすい。ただし観測が誤っている場合、必要条件の定義が不完全な場合、あるいは回復に使う動作が用意されていない場合には限界がある。より長い工場工程や同時に起こる複数の変化については、追加の検証が必要である。

再現性を確かめるには、論文で実際に測った結果と、別の環境で期待される利点を分けて考える必要がある。次の技術的な検証では、設定値、試験場面の選び方、失敗の記録方法を変えたときの結果を調べることが重要だ。

出典

LOGIV: Graph-Verified Execution with Causal Local Repair for Long-Horizon Robot Tasks · 2026-10-29

可否判定だけでロボットの生成動作に制約を組み込む研究

導入判断では、研究結果と保証された運用性能を区別する必要がある。既存の衝突判定器を生成型動作モデルの制約処理に組み込む可能性がある。評価は一つのシミュレーション課題に限られ、推論時間は0.071秒から1.345秒に増加した。

生成型のロボット制御モデルは、学習した動きに似た指令を作れても、その指令が障害物にぶつからないとは限らない。Jianming Maらが2026年10月29日に発表した研究は、この問題を動作生成の途中で扱う。対象はフローマッチングという方式で、初期状態から何回かの更新を重ねて行動列を作る。必要なのは、候補の関節姿勢が許されるかを「はい」「いいえ」で返す判定器だけだ。許される姿勢の範囲を完全な数式として記述する必要はない。衝突判定器が利用できても、その内部を微分できない場合を想定している。

この二値の判定器を研究では実行可能性オラクルと呼ぶ。動作生成の順方向では、提案された移動方向に沿って判定を繰り返し、許容範囲から出る直前まで更新量を短くする。学習時には境界の近くを追加で調べ、どちら側が許さ

れない領域かを推定する。その情報から近似的な勾配を作り、モデルの更新に反映する。つまり完成した行動だけを最後に検査するのではなく、学習と実行の両方に同じ保護処理を置く設計だ。ただし安全な初期姿勢が得られることなど、重要な前提条件が存在する。

実験はRoboTwin 2.0というシミュレーション環境で行われた。ロボットアームが瓶を移動させる際に、別の瓶や机、関節の可動範囲を避ける課題である。研究チームは150本の専門家による動作軌跡を使い、H100を1基用いて既存モデルを追加学習した。30回の評価では、保護付きモデルの課題成功は11回で、検査した動作段階の制約遵守率は100%だった。元のモデルは13回成功したが、遵守率は78.25%だった。一方で行動ブロック当たりの推論時間は0.071秒から1.345秒に増えた。安全側への修正には計算上の費用が伴う。

この結果は、実物のロボットがどんな環境でも安全になったことを意味しない。判定器はシミュレータ内部の正確な情報を使っており、現実のセンサー誤差は評価されていない。また障害物を大きく迂回しなければならない複雑な領域では、提案方向を短くするだけでは適切な経路を見つけられない可能性がある。実用化には判定器の見落とし、処理遅延、動く障害物、初期状態が不適切な場合の対応を調べる必要がある。100%という数字は今回検査したシミュレーション上の段階に限定して読むべきだ。

再現性を確かめるには、論文で実際に測った結果と、別の環境で期待される利点を分けて考える必要がある。次の技術的な検証では、設定値、試験場面の選び方、失敗の記録方法を変えたときの結果を調べることが重要だ。

出典

Learning Safe Flow Matching Robot Policies from Binary Feasibility Oracles · 2026-10-29

少し位置がずれても物をつかめる柔らかいハンド

ロボットが物の位置を正しく見つけても、手を近づけるときに少しずれることがある。硬い指では滑ってしまう場面でも、柔らかい指なら物の形に合わせて変形できるかもしれない。Kurt Enkeraらは、そうした失敗への強さを設計段階から考えるSimTO-Robustという方法を発表した。

一つの物を理想的な位置でつかむ条件だけを使うのではなく、複数の形の物と異なるつかみ方をコンピューター内で試す。接触した場所に働く力をまとめて調べ、柔らかいハンドの形を改良する。制御プログラムだけでなく、部品の形そのものに失敗しにくさを持たせようとする。

研究者は6646種類の候補を計算で作り、そのうち24種類を実際に製作した。比較相手には、特定の物に合わせた柔らかいハンド10種類、硬いハンド2種類、一般的な設計法による柔らかいハンド1種類を使った。合計37種類を、形に特徴のある五つの物、六つのつかむ位置、外から加える力を変えた条件で試した。

平均すると、新方式のハンドは専用設計のものや硬い比較用ハンドより安定して物を移動できた。最も良い候補は、ほかの装置より大きな外乱にも耐えた。ただし、これは論文で選んだ物と条件での結果であり、どんな材質でもどんな重さでも必ず優れていると証明したわけではない。

この研究が示すのは、ロボットの賢さは計算機の中だけにあるわけではないということだ。部品の形や柔らかさを工夫すれば、多少の位置ずれを機械的に吸収できる。実用化には、繰り返し使ったときの摩耗、汚れ、動作速度、より重い物や未知の形への対応を確かめる必要がある。

再現性を確かめるには、論文で実際に測った結果と、別の環境で期待される利点を分けて考える必要がある。次の技術的な検証では、設定値、試験場面の選び方、失敗の記録方法を変えたときの結果を調べることが重要だ。

特に重要なのは、研究で選ばれた比較対象と評価指標が何を意味するかを明示することだ。実機の試験と計算上の試験を分け、対象物や初期位置が変わった場合にも同じ結果になるかを調べなければ、一般的な性能向上とは言えない。

出典

SimTO-Robust: Automated Design of Soft Grippers Robust to Grasp Pose and Object Geometry · 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、体の一部をいつでもどこへ動かすか、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。

出典

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

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

RoboSeed: Multidimensional Evaluation of Vision-Language-Action and World-Action Models · 2026-10-29

LOGIV: Graph-Verified Execution with Causal Local Repair for Long-Horizon Robot Tasks · 2026-10-29

Learning Safe Flow Matching Robot Policies from Binary Feasibility Oracles · 2026-10-29

SimTO-Robust: Automated Design of Soft Grippers Robust to Grasp Pose and Object Geometry · 2026-10-29

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

本号の用語集

この号のキーワードを解説します。

01 VLAモデル

視覚情報と言葉の指示を、ロボットの動作につなげるモデル。

02 タスクグラフ

作業の手順と、先に満たす条件を表す構造。

03 柔軟な把持具

少し位置がずれても物をつかめる、しなる指を持つ道具。

04 衝突判定

予定した動きが障害物にぶつからないか調べる処理。

05 全身制御

胴体・腕・脚の動きをまとめて調整する方法。

出典

RoboSeed: Multidimensional Evaluation of Vision-Language-Action and World-Action Models · 2026-10-29

LOGIV: Graph-Verified Execution with Causal Local Repair for Long-Horizon Robot Tasks · 2026-10-29

Learning Safe Flow Matching Robot Policies from Binary Feasibility Oracles · 2026-10-29

SimTO-Robust: Automated Design of Soft Grippers Robust to Grasp Pose and Object Geometry · 2026-10-29

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