技術展望

TECHNICAL OUTLOOK

フィジカル AI が拓く次世代ものづくり

－環境変化に適応するロボットの実現へ －

企画指導部 笠原 竹博 かさはら たけひろ

■ 実世界へ広がる AI ― フィジカル AI への期待

生成 AI の急速な発展により、AI は文章や画像を生成するだけでなく、実世界を認識し、自ら判断して行動する段階へと進みつつあります。その中心となる技術として、世界的に注目されているのが「フィジカル AI」です。フィジカル AI は、ロボットなどの機械がカメラやセンサから周囲の状況を理解し、AI によって適切な行動を考え、実際の動作につなげる技術です。

これまでのロボットは、あらかじめ決められた環境や手順の中で高速・高精度に作業することを得意としてきました。一方、製品の多品種化や人手不足が進む中、今後はワークの種類や位置、周囲の環境が変化しても、人のように状況を判断しながら作業できるロボットが求められています。さらに、言葉による指示を理解してさまざまな作業を行うなど、一台のロボットを複数の用途に活用できる可能性も期待されています。このように「決められた作業を繰り返すロボット」から「状況を理解し、学習しながら多様な作業に対応するロボット」への進化が、フィジカル AI に対する大きな期待です。

一方で、実世界には対象物のばらつきや環境変化、安全性など多くの不確実性があり、十分な学習データの確保や効率的な学習方法、動作の信頼性の確保など、社会実装に向けて解決すべき課題も残されています。

■ フィジカル AI を実現する学習技術

このような環境変化に適応するロボットを実現する代表的な手法として、模倣学習と強化学習があります。模倣学習では、作業者がロボットを遠隔操作するなどして模範となる動作データを取得し、そのデータから AI モデルを学習させます（図2）。従来のように動作を 1 つずつプログラムするのではなく、実演を通じて作業を教えるため、ワークの変更時にも新たなデータを追加して再学習させることで、比較的柔軟に対応できる可能性があります。さらに、言語、画像、動作を統合して扱う VLA（Vision-Language-Action）モデルでは、「青い部品を取り、右の箱に入れる」といった言葉による指示を理解し、動作へ結び付ける研究も進んでいます。以下にフィジカル AI による模倣学習（動画1）と、双腕ロボットによるハンカチ折りたたみの実例（動画2）を紹介します。

動画1　動画2

一方、強化学習は、仮想空間を活用することで、実機では時間や安全面の制約から難しい試行錯誤を効率的に繰り返し、照明条件による見え方の変化や摩擦係数の違いなど、さまざまな条件に適応できる動作を獲得する手法です。

■ 工業試験場の取り組み

これらの手法を活用するため、石川県工業試験場では、県内企業がフィジカル AI を知り、学び、実践し、実装につなげるための拠点整備を進めています。模倣学習用ロボットに加え、現実空間を計測して仮想環境を構築し、その中で多数の試行を行う強化学習に対応した設備を整備する予定です（図3）。また、企業や大学と連携して「フィジカル AI 社会実装研究会」を立ち上げ、講演会、技術習得講習会、ワークショップ等を開催いたします。フィジカル AI に関心をお持ちの方は、ぜひ研究会にご参加ください。



図1　現場で期待される適応性の高いロボット



図2　模倣学習の流れ

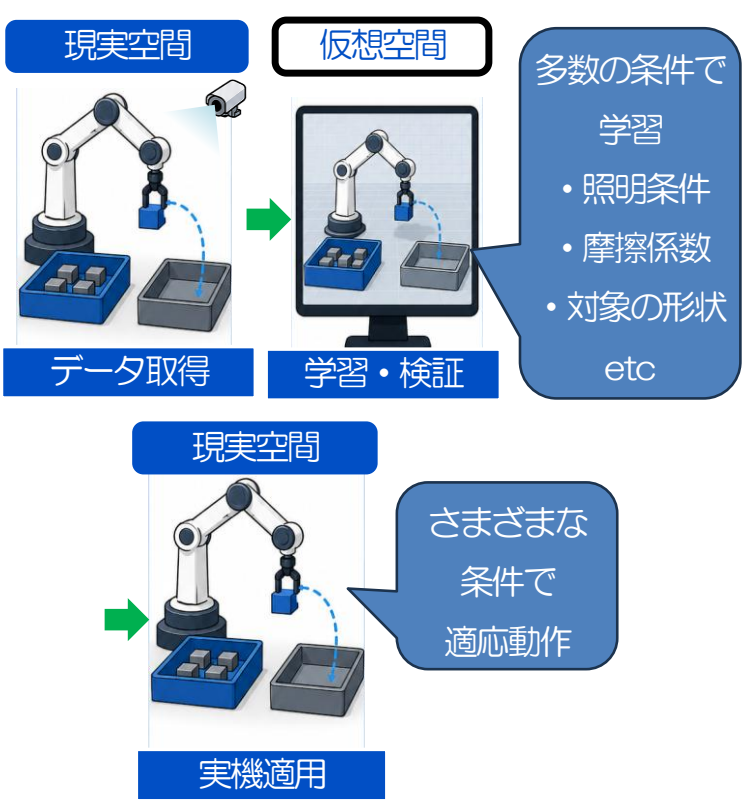


図3　現実空間→仮想空間→現実空間の開発支援