

コンビニがAI×ロボットの実験場になる

選考委員 永田 和之

産総研の中に AI×ロボットの実験場としてコンビニの模擬店舗ができた。2019年1月に、お台場の日本科学未来館の隣に、サイバーフィジカルシステム研究棟という建物ができ、このなかの目玉施設としてコンビニの模擬店舗がある。広さは約220㎡で、コンビニとしてはやや大きめ。ここにコンビニと同じレイアウトで什器、レジカウンター、調理器具が設置され、コンビニで扱われている数百種類の商品が陳列されている。なぜこのような施設が作られたかという、労働人口の減少に伴い、コンビニ店員が一人でこなす仕事が、レジ接客、調理、商品の陳列・廃棄、清掃と多岐にわたり増加していること



ことから、AI×ロボットを適用して省力化し、サービスの向上を図りたいという業界からの強いニーズがあるからである。また、2018年に米国のシアトルにオープンした Amazon Go という無人店舗（正確にはレジの無人化）の出現もコンビニの無人化に拍車をかけた。Amazon Go では、店舗の天井や棚のいたるところにカメラや圧力センサが設置され、AIにより人が手に取った商品を判別することができる。この判別能力は、人が商品を万引しようとしてもできないと言われるほど高い。顧客は商品をカバンに入れてそのまま店舗を出るだけで、自動的に会計が行われる。Amazon Go はAIの適用によるコンビニの未来像を示したことから注目された。

ところで、AI×ロボットのコンビニへの適用は、ホットでチャレンジングな課題が多く含まれている。例えば、コンビニ商品の検品を自動化しようとした場合、商品の一つひとつを認識する必要がある。コンビニ店舗には約2,500種類もの商品が並べられおり、商品の種類が多い。また、商品は棚にびっしりと並べられていることから、商品の一部しか見えなかったりする。このような状況で、AIで商品の一つひとつを認識することは非常にハードルが高い。更に、AIで商品を認識するための学習データを収集することもハードルが高い。



図1 コンビニ模擬店舗

AIで商品を認識するためには、様々な背景や照明環境、様々な方向からの視点や異なったスケールで撮影した商品画像を最低でも300枚用意する必要がある。認識率を上げるためには、できれば数千枚の画像データが欲しい。これらの大量の画像にラベル付けする作業は退屈で長時間を要する。これを、常に入れ替わる新商品に対して行うことは現実的ではない。現在、効率的に学習データを収集する研究が盛んに行われている。また、AI×ロボットをコンビニ内での物理的なサービスに適用することは、物体認識の先にあり、更にハードルが高い。例えば、ロボットによるコンビニ商品の補充や入替え作業の自動化が望まれているが、この作業を実現するためには、動き回っている人や障害物を安全に避けながら商品の前に移動するナビゲーション技術が必要となる。また、棚に密集して陳列された商品をロボットで安定にハンドリングする技術の開発も必要だ。これらの技術は、高い動作精度が要求されるとともに、これまで扱われてこなかった課題が多く含まれている。更に、ロボットの動作を学習させるためには、実際にロボットを動かして試行錯誤を繰り返し、膨大なデータを収集する必要がある。ロボットの運動データの収集は、物体認識と比べると、はるかに時間と労力がかかる。

実際の現場に近いコンビニ模擬店舗の中で、これらの課題に取り組むことで、実用化でネックとなる問題の抽出と、開発された技術が本当に有効かどうかの評価が行える。現在、コンビニの模擬店舗では、主に三つの課題に取り組んでいる。一つは、コンビニ模擬店舗の天井に複数台のカメラを設置し、人やロボットの動きを追跡する人流解析の研究を行っている。この技術は、人とロボットの共動作業や、顧客分析に応用できる。二つ目として、コンビニ商品の3Dモデルデータベース構築とAIによる商品認識の研究を行っている。商品をレンチマーク付きの回転テーブルの上に乗せ、テーブルを回転させながら商品を撮影することで、商品の姿勢データ付きの多視点画像を一度に大量に得ることができる。商品の3Dモデルデータベースが構築され、商品一つひとつの認識が可能になると、需給マッチングや棚卸作業の自動化が期待できる。三つ目は、モバイルマニピュレータによる商品のピッキングである。コンビニ商品は特定のパターンで密集して陳列されており、商品の取り出し方は陳列パターンに依存する。そこで、商品の陳列パターンを認識し、商品を取り出すための動作設計や、ロボットハンドのハードウェア開発を行っている。陳列商品のピッキング技術は、物流倉庫や家庭、オフィス、



図2 モバイルマニピュレータ

病院でのオブジェクトピッキングに水平展開できる。ところでAIは、どれだけの情報を持っているかということが肝になる。コンビニの模擬店舗では、これら三つの課題を通して、「人」「物」「ロボット」の情報を効率的に収集する仕組みの開発が一つの重要な課題となっている。また、収集した情報を用いて、サイバー空間にコンビニ店舗を構成し、その中で繰り返し学習をして、実世界にフィードバックする。このサイクルを循環させることで、実世界で作業が行えるAI×ロボットの実現を目指している。

現在のAIブームは、第三次ブームと言われている。第一次ブームでは、神経回路の数理モデルが提案された。第二次ブームでは、バックプロパゲーションという重要な学習アルゴリズムが生まれた。そして第三次ブームでは、ディープラーニングが登場し、物体認識能力が飛躍的に向上した。また、ロボットが経験を積めるようになったことは革命的である。しかし、現状のAI×ロボットは単純なことしかできない。この原因として考えられることは二つある。一つは、先にも述べたが、実機を動かす必要性から学習データが効率的に得られないことである。この問題については、物理シミュレータを活用して、シミュレーションにより効率的に学習データを収集する研究が開始されている。二つ目は、ハードウェアの制約によるものである。学習には短期と長期のものがある。短期の学習とは、個体の経験に基づく学習である。長期の学習は、世代をまたいで遺伝子に記録された身体の進化を伴う学習である。現在のAI×ロボットは、ハードウェアありきの短期の学習である。現在のAIブームは、応用が広がっていて、まだまだ発展すると思われるが、もし次のAIブームがあるとしたら、身体の進化を伴った長期と短期が混在した学習を期待したい。

以上、完成したばかりのコンビニ模擬店舗と、この施設で展開するAI×ロボット研究の課題を紹介し、雑感を述べてみた。

(国研) 産業技術総合研究所