

知能移動ロボット技術の進展と 実用化への課題



豊橋技術科学大学
情報・知能工学系教授
工学博士

三浦 純 Jun Miura

最近自動運転車が注目を集めている。欧米ではすでに長期間の公道試験が実施され、日本でも各所で開発や実験が行われている。自動運転車に使われている技術の多くは自律移動ロボット分野で研究開発されてきたものであり、現在までに30年を超える技術の蓄積がある。それでも近年の自律移動ロボット技術の急激な進展はめざましく、その大きな要因として次の三つが考えられる。

一つ目は環境認識に必要なセンサの高機能化である。例えば、現在ほとんどの自動運転車に使用されているレーザ距離センサは車の周囲360度の物体までの距離を高速かつ高精度に計測可能で、歩行者を含む周囲物体の形状を明確に得ることができる。また、家庭用ゲーム機用距離画像カメラなどの安価なセンサも製品化され、室内・近距離用途では十分な性能が得られている。

二つ目はロボットの知能化に有用な各種情報処理アルゴリズムの進展である。移動ロボットが自由に動き回るためには空間形状の把握（地図の作成）が必須であるが、そのためのSLAM（Simultaneous Localization And Mapping：位置と地図の同時推定）技術は、統計的推定に基づくセンサフュージョン手法の進展にしたがって発展してきた。また、物体認識や場所認識の高精度化は、視点や照明条件の変化に強い視覚特徴量の開発や、高性能な機械学習アルゴリズムの進展によるところが大きい。特に最近では、昨今のAI（人工知能）ブームの中心となっている深層学習（Deep Learning）技術の適用範囲が広がってきている。一方、行動や動作の計画では膨大な数の可能な手のなかから適切なものを速く探索する必要があるが、ランダム探索をベースとする手法が各種提案され、複雑な探索問題でも短時間で適度により解を得ることが可能となっている。最近では、深層学習と強化学習を組み合わせた手法が提案されて囲碁のトップ棋士を破るまでになっており、今後ロボットへの応用も期待されている。

三つ目の要因は、さまざまなソフトウェアのツール化や標準的な開発環境の広がりである。OpenCVやPCLなどのセンサデータ処理ライブラリ、RTミドルウェアやROSなどのモジュール型ソフトウェア開発環境など、多くのオープンソー

ソフトウェアが簡単に利用できるようになり、新たに開発された手法をすぐに取り入れることができる。多数の機能要素を組み合わせる必要のあるロボットのソフトウェアシステムの構築においては、すべてのソフトウェアを単独の研究グループで開発するのは困難であり、これらのライブラリや開発環境の重要性はますます高まってきている。

これら最新の機器や技術は徐々に実用システムへ適用されていくものと思われるが、実用化には運用時の安定性・ロバスト性の向上がなにより重要である。したがって、長期間の検証実験を行うことが必要となるが、そのためには長期間実験できる安定性・ロバスト性が不可欠である。ある意味これらは鶏と卵の関係であり、先進技術を導入したシステムが検証段階へ進むのは容易ではない。そのため先端研究においては、いわゆる Proof-of-Concept（概念実証）の段階にとどまる例も多い。

それではどのようなアプローチをとればよいだろうか。まずは月並みではあるが、現状の技術で長期間検証できる課題を設定し、徐々に課題を高度化していくことで、機能を高めていくことであろう。これはニーズと技術のレベルがうまくマッチした応用場面を十分に検討しながら進めていくということである。次に、認識処理や計画生成の複雑な機能モジュールが相互作用しながら動作する自律知能ロボットの場合では、検証実験の前に個々の機能を十分にチェックしておくことが望ましい。そのためには、センサ情報の生成や力学的挙動の計算など、できるだけ現実に近いシミュレーションが行えるソフトウェアを有効活用して、各機能の検証を十分に行うことが有用であろう。さらには、人との協働を想定したシステムを志向することも考えられる。ほぼ自律動作可能なロボットシステムと完全自律ロボットシステムの間には大きなギャップがある。そこで、そのギャップを人が補う形の実装（例えば、難しい判断は人に任せる、など）を考えれば、早期の導入が可能になる可能性がある。

本特集の扱うロジスティクスシステムの重要な構成要素の一つとしてAGVがあり、明電舎はこれまで数多くの実績を挙げてきている。AGVは言うまでもなく自律移動ロボットの一つであり、製品としての高い信頼性を備えているため、上に挙げたような先進的な移動ロボット技術の導入のプラットフォームとして適している。今後は屋内外の自由な移動や人との共存等も考えながら、その適用範囲を広げていくことを大いに期待したい。