

小特集 「空間移動自動運転技術」 にあたって

嶋田 悟
(エアロセンス株式会社)

市瀬 龍太郎
(国立情報学研究所)

人間は、目標設定、環境認識、検知、判断、行動という行為を日々繰り返している。21世紀も四半世紀に近づくなか、ロボットはどこまで人間に近づいているのだろうか。これまで広く使われており、普及したといえるロボットは、工場内における双腕ロボットや、家の中における掃除ロボットなど、変化の乏しい空間内での利用に限られている。一方、使われるハードウェアの計算能力の面では、パソコンやスマホの普及により、単位面積当たりの能力は格段に向上し、CMOSセンサの単位面積当たりの画素数も劇的に増加した。計算処理能力の向上と相まって、リアルタイムに画像処理などをオンボードで行い、周りの状況を検知し、あらかじめプログラムされたルールに基づき、アクチュエータに指令を出し、行動を調整することはできるようになりつつある。

どこまでできれば「知的」と呼べるか定かではないが、ハードウェアの発展により、屋外のように変化に富んだ現実世界に対応しながら、あらかじめ定められた目的を遂行する機能を有する「知的な」ロボットの普及は間近にきている。例えば、パイロットの操縦なしで自動飛行できる小型無人航空機（通称、ドローン）はすでにコモディティ化が進み、ドローンの業務への利活用が拡大の一途にある。自動で飛ぶのみでは仕事にならないが、ドローンで撮影した画像をクラウド上で自動三次元モデル化し測量を行う、あるいはクラウド上で自動的に画像を診断し点検を行うことはすでに実現されてきている。さらに今後5G（第五世代移動通信システム）が始まり、携帯通信の上空利用が解禁されれば、ドローンとクラウドがリアルタイムでつながり、現場作業のさらなる自動化・効率化が進む。このように生産性が向上することは「働き方改革」につながるとして、国土交通省が発注する土木工事の仕様書にも反映されており、新しい技術の普及が図られてきている。

空は地上に比べれば環境変数が少なく、かつ移動の自由度が高いため、上記のように最も自動化が進んでいる空間であるが、本特集では、陸・海・空および宇宙の四つの空間それぞれにおいて「空間移動自動運転技術」がどこまで進んできているかを概観する。

鈴木達也氏らによる「自動運転のための運転知能と今後の展開」では、車の自動運転に必要な知能を機能分解し、機能ごとのモデル化の試みを紹介し、機械学習がモデルの構築に寄与することを解説している。次に、巻俊宏氏による「自律型海中ロボット—魚のごとく—」では、

空や陸と異なり、GPSによる位置同定が使えず、通信も音波のみで、センサによる環境認識も限られる海の中で、どのように自律移動を実現していくかを解説している。野波健蔵氏による「鳥のように飛行する小型無人航空機・飛行ロボットの近未来自律制御技術」では、舞台を空に移して、自律飛行の程度をレベル分けし、それぞれに必要なとされる技術を解説している。此村 領氏による「無重力空間で活躍する「きぼう」船内カメラロボット Int-Ball と画像航法の仕組み」では、無重力な宇宙空間において、いかに自動航行できるかを解説している。

いずれの領域においても、ハードウェアの進化をベースに、いかにソフトウェアで制御していくかに問題が帰着されるが、これまでの単純なインプット→規則的処理→アウトプットという処理の流れから、インプット→内部モデル処理→アウトプットへと制御モデルが発展していくことが予想される。当面は、機械学習を中心に検知能力が向上し、よりロバストに環境変化に対応していくことができるようになると思われる。ただ、これは生き物に例えると、反射神経がより良くなるようなことで、置かれた状況から複数の選択肢が考えられる場合には、管制システムのように、メタな視点からの介入が必要となるであろう。より高度な自律移動には、あらかじめ設定された目的から、置かれた状況における行動オプションとそのオプションの確率的結果を予測・評価し、一定の時間軸で実行に移せることが必要である。しかし、厳密に評価を行った結果、「フレーム問題」に突き当たり、現実的な時間軸で解を出せずに、停止してしまっただけは元も子もない。高度な内部モデルをもつ人間の脳はいかに「フレーム問題」を回避しているのか。そこには、まだまだ多くの謎が含まれており、移動ロボットへの応用も待たれている。

本特集では、フレーム問題まで考察を広げるには、少し距離のある内容ではあるが、それぞれの空間における自動運転技術の最先端の取組みについて、本誌の読者に知っていただき、空間を自律移動し、業を成すロボットの開発とビジネス展開に興味をもっていただけたら幸いである。人工知能でソフトウェア制御の知能化を実現し、自律移動できるロボットと人間が協働していくことで、生身のヒトが活動できない空間にまで人間の活動範囲を広げ、もって人間の知的フロンティアが切り開かれていくことを願っている。