自律移動ロボット開発用ネットワーク分散システムの研究 A Development System for Autonomous Mobile Robot Using Distributing Network Technology

正 黒田洋司（明治大） ○ 三瓶元寛（明治大）

Yoji KURODA, Meiji University
Motohiro SANPEI, Meiji University

This paper proposes a methodology of development for autonomous mobile robot. In recent year, more advanced capability is expected to the robot. For instance, a receptionist and guidance, cleaning of house, care and so on. They need a more advanced interaction with man. However, in order to realize it, in addition to control technology, we have to combine various and advanced technology, such as AI and an interface with man. Therefore, in future robot development, you have to attain the much more rationalization and the much more increase in efficiency. In this paper, the new robot development methodology using a developer's community, an open source, network technology, etc. is proposed.

Key Words: Mobile Robot, Distributing Network

1. 緒言

今日、ロボットは様々な分野への応用が期待され、研究・開発、実証実験などが精力的に行われている。特に最近では、病院や博物館での受付・案内や、一般家庭向けの介護や掃除をするロボットなど、人間との自律的なインタラクションや複雑な環境での自律移動技術を必要とする高度な分野への挑戦が始まっている。

しかしながら、このような高度な自律ロボットを実現するためには、従来の制御理論に加えて、AIや人間とのインタフェースに関する技術を統合する必要がある、限られた人員での作業には手に余る規模になってきた。

こうした背景を受け、本国を含め幾つかの国においては、国家的なプロジェクトとしてロボット関連技術の標準化が取り組まれているが、未だ大きな成果は見られないのが現状である。

そこで本稿では、ロボット開発の現状を調査し、今後のロボット技術の発展を促進するために必要とされる開発基盤について考察した。またその上で、ネットワーク分散システムを利用したロボット開発基盤を提案する。

2. ロボット開発の現状

先に述べたように、これからのロボットには制御技術に加えてAIやインタフェース等の様々な技術が必要であり、それらの技術は個々に研究が進められている。ゆえに、企業や大学の枠を超え、更には国家の枠を超えた技術共有が、これからのロボット技術の発展の促進につながる。

ソフトウェアの共有を実現するためには、開発基盤の標準化が求められる。そのような標準化に向けた取り組みは既に存在し、欧州の OROCOS[1]や米国の CLARAty[2]、そして本国の RT ミドルウェア[3]などが挙げられるが、それらは未だに限られたコミュニティによる利用にとどまっている。

標準化が進まない原因として、企業や研究機関は既に個別に開発基盤を確立しており、よほどのメリットが無い限り他の技術を導入することに労力を割こうとはしない。特に企業は自社の利益を追求しなければならない性質上、開発した技術に関しては特許を取得し利益を独占するのが普通である。

3. コミュニティの確立

先に挙げたプロジェクト群は、まず標準化の仕様を決定し、さらにその標準に則ったプラットフォームを開発してから世の中にアピールするという順序で進んでおり、そのように一部の組織で決定された標準が簡単に国際的に受け入れられるとは考えにくい。RT ミドルウェアはソフトウェア技術の国際標準化団体 OMG を通して日本主導の国際標準化を目指しているが、こちらもやはり他国の研究者が素直に日本主導の標準に従うとは思えない。

すなわち、ソフトウェア基盤の国際的な標準化には、それに賛同する大学やその他研究機関、企業等による大規模なコミュニティの確立が先決である。そして、標準化はそのコミュニティの中で議論されるべきである。

4. モジュール化とモジュールの共有

ロボットのソフトウェアを機能要素にモジュール化することは、CLARAtyやRT ミドルウェアがすでに取り組んでおり、また、各研究機関が独自にモジュール化のシステムを作っているケースも多い。

モジュール化すれば、開発作業を機能要素ごとに特化することができ、モジュールの構成によるシステムは自由度や拡張性が高い。それゆえに、コミュニティによる技術共有もモジュール単位で行えれば理想的である。

しかしながら、様々な開発者が製作したモジュールを共有する際の障壁となるのが、モジュール間の入出力のプロトコルやデータ型等のインタフェースの違いである。一つの研究室内であれば、モジュールのインタフェースは開発者同士で申し合わせておけば問題は無いが、世界各地のモジュールを共有すると、それは難しい。とはいえ、モジュールのインタフェースを細かく規定すると、ロボットの機能要素は多岐に渡るため管理は難しく、また、開発の自由度も圧迫され、開発者がコミュニティから離れていく原因にもなるだろう。

このインタフェース問題について、次章でオープンソースによる解決策を講じる。

5. オープンソース

ソフトウェアの共有は、オープンソースという考え方が既に技術者には定着している。オープンソースの成功例として、GNU プロジェクトが管理する Linux のオープンソースは世界的に深く定着し、日々開発が進んでいる。さらに Linux は、パッケージマネージャがソフトウェアパッケージ間の依存関係を自動的に解決し、スムーズなインストールを実現している。

この Linux の機構をロボット開発にそのまま当てはめられないだろうか。ソフトウェアはモジュール単位で扱い、パッケージマネージャがモジュールのインタフェース関係を解決すれば、モジュールの共有がスムーズに行われる。しかし、多岐にわたるモジュールのインタフェース関係をどのように解決するのかという問題が残っているように思われるが、オープンソースという性質上、モジュールは修正が重ねられ、優れたモジュールが支持されることにより自然にインタフェースが統一されていくことが期待できる。

6. ネットワーク分散システム

本稿の題目でもあるネットワーク分散システムについて述べる。ここでのネットワーク分散の対象はモジュールである。前章まではモジュール化はソフトウェアのオープンソース化のための基盤として位置づけてきたが、本研究では、モジュールによるネットワーク分散システムを形成し、モジュールの利用価値をさらに高める。すなわち、本研究の全容は、ネットワーク分散モジュールを利用して、研究者の国際的な協調による開発の促進、システム開発・デバッグの効率化など、ロボットの開発を全面的に飛躍させることを目指すものである。

図 1 にモジュールのネットワークによって構成された自律移動ロボットのシステムの例を示す。このようにモジュールをネットワーク化することで、システム構成の自由度や拡張性の向上が図られる。

また、RT ミドルウェアも同じくモジュールをネットワーク分散することで、異種ロボットや環境中に設置されたセンサを繋ぎ、ロボットの環境認識精度の向上や人間への新しいサービスを模索している。

このようなモジュールのネットワークはもはや新しい概念ではないが、本研究において新しく示すことは、分散モジュールをさらにロボットの開発基盤として有効に利用できるということである。

6.1 センサデータの共有

先の図 1 において、センサマネージャ層のモジュールは、センサの出力を一定周期で読み取り、その最新データを上層モジュールの要求に応じて送信する働きをもつ。図 1 ではどのモジュールも一つのモジュールとのみ接続しているが、実際にはモジュールは複数のクライアントを受け付けることができる。すなわち、センサマネージャ層のモジュールにより、センサデータをネットワーク経由で複数のモジュールで共有することが可能である。

この特徴を利用すると、一台のロボットのセンサデータをネットワーク上の複数のコンピュータで共有でき、開発を並行して行うことができる。

6.2 仮想センサモジュール

センサマネージャ層のモジュールで、実際のセンサ出力を読む代わりに過去のログを読ませれば、過去の実験を再現する形で、上位層のモジュールをデバッグすることができる。

また、センサマネージャ層をログではなく仮想空間とリンクさせることにより、上位層モジュールをそのままの形でシミュレーションすることができる。

このように、センサマネージャ層のモジュールを仮想センサ用と実センサ用のどちらにアクセスするかを選択するだけで、ロボットのシステムは仮想空間と実空間との間を自由に行き来できるようになる。また、この仮想空間と実空間の切り替えはモジュール単位で行うことができるため、シミュレーションから実機テストへの移行を段階的に行うことができる。例えば、レーザ測域センサのみを仮想センサにすれば、ロボットは見えない障害物（仮想空間の障害物）を検知してそれを回避するように動作する。このようなことが簡単に行えることにより、より柔軟なデバッグが可能となる。

Fig 1. Module architecture for autonomous mobile robot

7. 結言

本研究では、人間と生活空間を共有できるような高度な自律移動ロボットの実現には、研究機関の国際的な連携が求められることを示唆し、そのための基盤としてコミュニティの形成やオープンソース、ネットワークを応用した開発手法を提案した。

文 献

- [1] Herman, B., "Open Robot Control Software: the OROCOS project" *IEEE International Conference on Robotics & Automation*, 2001.
- [2] Nesnas, Reid, S., Daniel, G., Clayton, K., Antonio D., Tara, E., Richard, M., John, G., Michael, M., I-Hsiang Shu & David Apfelbaum "CLARAty: Challenges and Steps Toward Reusable Robotic Software" *IEEE International Journal on Robotics and Automation*, 2006
- [3] Ando, N., Suehiro, T., Kitagaki, K., Kotoku, T. and Yoon, W "RT-Component Object Model in RT-Middleware," *IEEE International Symposium on Computational Intelligence in Robotics and Automation*, 2005