小型全方位移動ロボットによる群知能に関する研究 (第二報：Visual Programming環境を用いたプログラム開発)

Toward realization of swarm intelligence using small mobile robots

(2nd Report: Development of motion control system using a visual programming environment)

○ 学 武村 泰範 (九工大) 学 佐藤 雅紀 (九工大) 正 石井 和男 (九工大)

Yasunori TAKEMURA, Masanori SATO, Kazuo ISHII, Kyushu Institute of Technology

Abstract: The researches on swarm intelligence have been actively investigated using many robots. Cooperative transportation, distributed sensing, and collision avoidance system using communication, research topics of the swarm intelligence. In this paper, a platform of small mobile robots to examine swarm intelligence, named "With" is controlled by visual programming environment. And, we examined the motion control to use visual programming "iCONNECT".

Key Words: swarm intelligence, "With", visual programming, "iCONNECT", Omni-direction

1. はじめに

近年、複数のロボットによる群知能に関する研究が盛んに行われている。例えば、蟻の集団行動では、単体での移動が困難な場合、複数の蟻で橋やボートを作ったり、球状に集まり落下するなどの興味深い行動が見られる。このような知能をロボットに応用した例として、協調搬送[1]や、分散センシング[2]、ロボット間通信を用いた相互衝突回避[3]などが挙げられる。このように様々な方面において群知能は利用されており、単体のロボットでは困難な課題を達成するために複数のロボットを用いた実験・検証が行われている。目的に応じてモジュールを変更することにより、ロボットにいくつかの特徴をもたせ、複雑な作業を複数の単純な行動を行うロボットで行うことが目標である。ロボットにインターネットに接続でき、遠隔操作及び自律的な行動ができる最小構成のデバイスを搭載している。

本研究では、協調作業やドッキングなどの群知能に関する研究を目的としたプラットフォームとして小型全方位移動ロボット"With"を開発した。本稿では、ロボットの軌道を与え追従するコントロールをVisual Programming環境を用いて実験したので報告する。

2. 小型移動ロボット"With"

2.1 ロボットの概略

全方位移動ロボット"With" (Fig.1) は、全方位移動可能な車輪型移動ロボットであり、無線LANによって遠隔操作することが可能である。ロボットの諸元に関しては、Table 1に示す。車体は大きく分けて、3つの層から形成され下の階層から、駆動部、回路部、電源・通信部として構成されている。ロボットの設計に関しては、第一報に示しているのでそちらを参照する[4]。

全方向移動の制御に関する研究として、渡辺らによるもの[5]がある。本研究においても同様に移動する方向は各車輪の移動ベクトルの合成によって算出する。

Fig.1 Omni-direction mobile robots "With"

Table 1 Specification of mobile robot "With"

Dimensions	Hexagon 200 [mm] Height 200
Weight	2.0 [kg]
Actuator	Maxon 6.0 [V] 1.4 [W] DC-Motor
	TiTech JW-014402 × 3
	Omni-wheel × 3
Battery	7.2 [V] 1350 mAh, 7.2 [V] 1800 mAh
Duration	0.5 h
Sensor	Optional

3. Visual Programming環境を用いた制御プログラムの開発

3.1 Visual Programming "iCONNECT"

本研究では、多種多様な動作を行うことを目的としている。このとき、プログラムは莫大な量となり、他の人によって開発されたプログラムを理解することは非常に困難である。よって、今回提案するVisual Programmingとは、microepsilon社によって開発されたソフトウェア "iCONNECT"のことである。"iCONNECT"は、様々なモジュールが用意されており、それらのモジュールを組みあわせることによって簡単にプログラムを開発できるソフトウェアである。本稿では、この環境を用いてロボットのモータ制御をおこなった。

3.2 Visual Programming環境を用いた軌道追従制御プログラム

ロボットへの通信は第一報で述べたように無線LANを搭載しているのでインターネット経由での指令の送信を実現している。今回は、ロボットの移動に関して車輪の速度制御はロボットの内部に搭載しているマイクロコンピュータによって制御を行っている。よって、“iCONNECT”上において、ロボットの進む方向に関しての速度ベクトルを指令として送る。指令に関しては、RS232通信モジュールを使用することによって軌道を生じ、各速度ベクトルをロボットに送信している。

これらの速度は、パルスジェネレーターモジュールを用いて10[Hz]の周波数でロボットへ指令値を送信している。また、軌道に関しては、数式として与えることによって、Inter prèt モジュールを介して、各方向への指令速度に変換され送信される。これらの“iCONNECT”環境下でのプログラムソースの例を以下のFig.2に示す。この図から見られるように非常にシンプルな構造となっておりワイヤリングすることでデータの受け渡しを実現している。

3.3 軌道追従プログラム実験

今回は、ロボットに円軌道を追従させることで実験を行った。円軌道に関しては、以下の軌道をInterprètモジュールに組み込むことによって各方向への速度を算出し、指令値を送信した。

$$x = r \cdot \cos(\omega t) \quad (1)$$

$$y = r \cdot \sin(\omega t) \quad (2)$$

このとき r は、円軌道に関する半径を示しており、 ω は各速度を示している。これらを用いて、実際に円軌道を送信し、円軌道に移動することを可能とさせた。また、これらの軌道を追従するための速度指令などを表示する機能としてディスプレイモジュールを用いて速度指令の値とターゲットの現在位置を示すディスプレイを用意した(Fig. 3)。これによってロボットの現在の状況を簡単に把握することが可能となる。

Fig. 2 Visual Programming source

Fig. 3 Display manager module

4. おわりに

本稿では、プラットフォームに対する基本行動を行うためのVisual Programming環境におけるモータの制御を行った。現段階においては、無線LANを用いたモータ制御を実現しており様々な軌道をホストコンピュータによって変更することが可能である。

実験の結果からロボットが完全に軌道を追従できておらず、原因としては車輪の空転などが考えられる。よって今後の課題として、エンコーダの値を返し、それをもとにホストコンピュータなどでPID制御などによるより円滑な走行を可能とすることが今後の課題である。また、群知能を実現するためにも個性を持たせたロボット群の開発が目標となる。今後は、アームを搭載したロボットや眼球運動を行うビジョンシステムを搭載したロボットなどの開発を行い、協調作業を行うためのネットワーク環境の整備を行うことが目標である。

このように、個性を持たせたロボット群を開発することで群知能研究としての拡張性は格段に広がると考えられる。また、将来的な展望として様々な移動機構、形態のロボット群として状況に応じた変化を行うことができ、未知の環境や被災地などで活躍する探査ロボットやレスキューロボットなどへの応用も期待できる。

参考：

なお、この研究の一部は、21世紀COEプログラム「生物とロボットが織りなす脳情報工学の世界」（拠点番号J19）の推進事業として実施した。

参考文献

- [1] 大隅久 ほか：“3台の移動ロボットによる物体の協調搬送制御”，日本ロボット学会誌，vol.19，no.6，pp.744-752，2001
- [2] 特集「未来開拓：「分散協調視覚」プロジェクト」，日本ロボット学会誌，vol.19，no.4，pp.415-457，2001.
- [3] 新井義和 ほか：“群ロボット環境における局所的通信に基づく衝突回避”，日本ロボット学会誌，vol.19，no.1，pp.45-58，2001
- [4] 武村泰範 ほか：“小型全方位移動ロボットによる群知能に関する研究（第一報：移動ロボットプラットフォームの開発”，Robomec2005,CD-ROM，1P2S018
- [5] 湯 軍 ほか：“直交車輪機構を用いた全方位移動ロボット車の自律制御”，日本ロボット学会誌，Vol.17，no.1,pp.51～60,1999