

3A-5

HURON: 人間とロボットの協調による
移動ロボットのためのナビゲーションシステム*

吉野 隆

川杉 憲二

中内 靖

安西 祐一郎†

慶應義塾大学‡

1 はじめに

これまで、計算機技術の飛躍的な進歩により、オフィスや家庭内などの一般社会においての個人的な作業に対する負荷が軽減されてきた。さらに近年、人間同士の協調作業に対する支援の研究として CSCW の研究、ならびにグループウェアの開発が活発に行われている。

しかしながら、実際の協調作業では計算機で扱える電子的な情報だけでなく、書類や書籍などの実在する物質を扱ったものが存在する。そこで、このような物体に対して働きかけることのできるメディアとして自律移動ロボットを利用できることが望まれている。

情報伝達のメディアとして利用されるロボットは、オフィスや家庭のように、人間と共存する環境で自律移動できる機能が必要である。これまでロボットは、産業用ロボットとして特定の分野において実用化されているものの、オフィスなどで利用される自律移動ロボットとしては、作業空間が複雑であり、しかも高度な機能を要求されるため、その実用化は困難なものとなっている。

本稿では、自律移動ロボットの実用化に向けて、ロボット単体では実行できないタスクを人間と協調することにより作業の遂行を可能とする、自律移動ロボットののためのナビゲーションシステム HURON(HUMAN assisted ROBot Navigation system) を提案する。

2 人間と協調するロボット

2.1 人間とロボットとの協調

一般に自律移動ロボットのナビゲーションシステムでは、人間から目的地を与えられることにより、ロボットはタスクを割り当てられる。その後、ロボットは人間からのタスクをいくつかの実行可能なサブタスクへと分割していく。ところが、与えられたタスクによっては、ロボット単体では実行不可能なサブタスクが存在する。ここで、ロボットが実行不可能なサブタスクは大きく以下の2つに分類される。

- ロボットの機能では実行できないタスク
- ロボットの故障により遂行できなくなったタスク

自律移動ロボットは、設計方針などの違いによりそれぞれ異なる機能を持っている。また、故障による機能の低下を除けば、ロボットの機能は製作されたときに決定されており、一つ一つの動作に対して“実行できる”と“実行できない”を区別することが可能である。

このことから、はじめからロボットにできることとできないことを明確に区別し、サブタスクへの分割の際に

“実行できない”と定義されたサブタスクが存在した場合には、GPS(General Problem Solver)としての人間に“協調作業の申し出”という形で支援を求めることにより、必要に応じて人間との協調作業を行うナビゲーションシステムが実現できる。

ここで、ロボットが協調する相手である人間は、以下の2種類に大別される。

- 周囲に存在する不特定な人間
- 遠隔地にいるロボットのオペレータ

これらの人間の相違点は、ロボットとのインタフェースの違いにある。前者はロボットの周辺環境を良く認識できるが、意志の疎通に際しては現時点では十分ではない対話システムを使わなければならない。一方後者は、カメラなどを通して一部の環境の情報しか入手できないが、日頃からロボットと接している際の使いやすいインタフェースを保有している。

以上のような考察から、人間と協調を行いつつ移動作業を行う自律移動ロボットにおいては、目標から分割されるサブタスクを、

- ロボットが得意
- 周囲の人間が得意
- 遠隔地にいるロボットのオペレータが得意

の3種類に分類し、各サブタスクの実行時にその分類に従って単独あるいは協調して動作することが望まれる。

2.2 既存のシステム

人間とロボットが協調して一つの作業を行うというシステムとして MEISTER や FRECS が開発されている。

MEISTER[1] は、ロボット化の望まれる作業を細かいサブタスクに分割し、それぞれの作業の特徴からロボットが得意な動作と遠隔操作による人間が得意な動作へと分類する。この方法により、遠隔地にあるロボットがオペレータと有効に協調作業を行える環境が提供されている。

一方 FRECS[2] は、移動ロボットがフェイル状態に陥った場合に、そのロボットが人間と協調することによってフェイル状態から復帰し、実行中であった最終目標への移動を継続することを可能とするフェイルリカバリーシステムである。

これらのシステムは、対象は異なっているものの、どちらもロボットにとっては負荷が重く、かつ人間は比較的簡単にできる作業を、ロボットの代わりに人間が行うというものである。どちらの研究においても、ロボットと人間の役割分担に注意が払われ、作業の分担が予め明確に決められている。しかしながら、双方とも、ロボットが協調する相手が“遠隔地にいるロボットのオペレータ”のみであり、ロボット周囲の環境を的確に認識でき、遠隔地にいる人間よりも直接的に協調作業を行うことのできる“周囲の人間”との協調についての考慮が不十分である。

*HURON: Human Assisted Robot Navigation System

†Takashi YOSHINO, Kenji KAWASUGI, Yasushi NAKAUCHI and Yuichiro ANZAI

‡Keio University

