

マルチエージェントによる協調ロボットシステム

3D-6 - 協調プランナの設計 - *

溝口文雄† 西山裕之† 飯塚圭一†

東京理科大学 理工学部‡

1はじめに

本研究では、これまでに変化する環境に対応しながら、自律的に協調して作業を行なうマルチエージェントロボットシステム（MARS）の提案を行なった[1]。しかし、これまでのシステムでは作業の失敗に対する認識を行なうことができず、視覚センサとの連動により、最終的には目標達成が行なわれるものの、失敗に対する柔軟性という点においては不十分であった。

そこで本研究では掴み損ねに対する認識を可能にし、ロボット動作における失敗を考慮に入れた協調リアクティブプランナによる、MARSの提案を行なう。本システムでは、固有の目標と通信資源を持ち、その目標の達成に向けて自律的に行動するエージェントを発生させ、並列分散処理によるこれらのエージェントの動的な生成と消滅に基づき、ロボットが行動する手法を用いている。

また、本システムは並列言語によるロボット言語[2]を用いているため、複数のロボット制御を容易に並列実装することが可能であり、ユーザがシステムの変更を容易に行なえるような汎用性も備えている。

2 実験環境

本研究の実験環境を図1に示す。本システムでは4台の5自由度関節型マニピュレータを2台のUNIXマシン上でC言語により制御しており、ソケット通信によるメッセージを受けとることでマニピュレータを動作させることができになっている。また、カメラからの環境情報をDOS/Vマシンを用いて監視しており、現在0.7秒毎に環境情報の更新を行なっており、要請を受けることで環境情報を送信する機能を持つ。また、各ロボットには物体を掴めたかどうかを認識することができる圧力センサが備え付けられている。

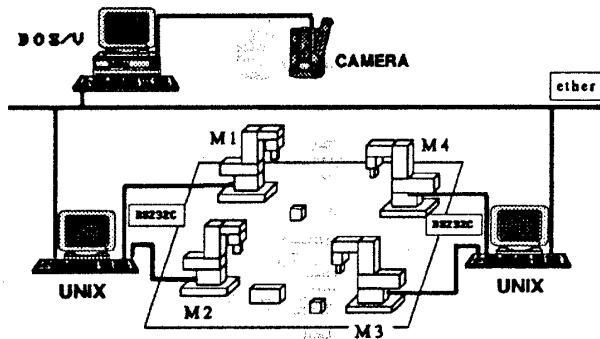


図1 実験環境図

3 作業協調モデル

本研究では例題として[2]で用いられた積木の片付け問題を採用しており、1台のロボットでは目標達成が不可能な場合、複数のロボットを介して目標を達成すべく、ロボット同士の受渡しによる協調作業を可能にしている。

3.1 ロボットモデル

ロボット構造は、それぞれ内部モジュールを持つ2つのエージェントにより構成されている（図2）。個々のロボットである恒久的エージェントを主体エージェントとし、その内部において、固有の目標と通信資源をもち、動的な生成と消滅を行なうエージェントをタスクエージェントとする。

3.1.1 主体エージェント

主体エージェントには知覚モジュール、統括モジュール、駆動モジュール、送受信モジュールの4つの内部モジュールが存在する。

知覚モジュールは、共有知識データベースからの環境情報や、外部からのメッセージを取り込み、情報の振り分けを行ない、自身のデータベースに格納、もしくは統括モジュールへメッセージを転送する。共有知識データベースでは、作業空間全体の環境情報が格納、

*Cooperative Robot System by Multi Agent - Designing of Cooperative Planner -

†Fumio MIZOGUCHI, Hironori NISHIYAMA, Keiichi IIZUKA

‡Faculty of Sci. and Tech. Science University of Tokyo

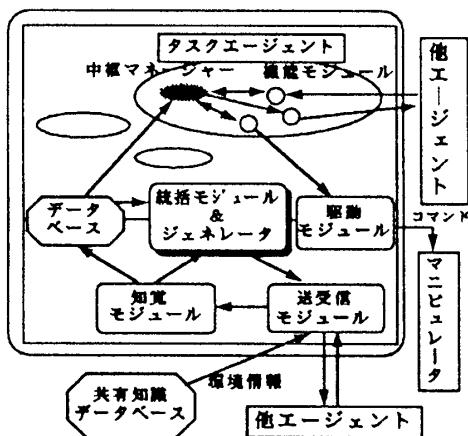


図 2: ロボットの構成

管理されており、視覚センサ、もしくは各主体エージェントによる動作宣言により、内部情報は常に最新化されている。

統括モジュールは保有する知識を参照し、そこに達成可能なタスクが存在する場合、目標とその達成に必要な機能モジュールを与えたタスクエージェントを発生させる。片付け問題では、自分の稼働範囲に掴むことのできる積木が存在し、かつその時点で積木を箱に入れるまでの動作計画が、最低1つ以上生成できた場合、その目標へのタスクエージェントを発生させる。

駆動モジュールは、タスクエージェントの要請によりマニピュレータを駆動させる能力も持ち、送受信モジュールは、他エージェント間との送信と受信を行っている。

3.1.2 タスクエージェント

タスクエージェントは、他エージェントとの通信やマニピュレータの駆動を行なう機能モジュールを保持し、生成された後は独立、並列に実行され、目標が達成されると消滅する。

また、実行中の環境変化に伴い、内部状態を変更させる機能が必要である。このためタスクエージェントには、中枢的管理モジュールが存在し、目標や途中発生する部分目標の遂行のための情報管理を行なう。

3.2 エラーリカバリ機能

本システムでは環境変化に伴うマニピュレータ動作のエラーが発生した場合、その事実を認識すると、タスクエージェントの内部情報および計画を変更させる機能を持つ。

例えば、他ロボットに床におかれてる積木を受け渡す状況において、掴む直前に積木が動かされてしまい、掴み損ねたという事実を圧力センサを介して認識した場合、相手ロボットに作業の失敗を警告し、掴み損ねた物体が稼働範囲内に存在するかどうかを確認する。そして、存在するならその積木を受け渡すべく新たな計画を作成し、その受け渡し要請を改めて相手ロボットに行なう。

4 実験例

図1の状況において、マニピュレータM1とM2、およびM3とM2が受渡し可能な距離にあるものとする。ここで、M2の稼働範囲に箱が配置され、M1、M3の稼働範囲に積木A、Bが一つずつ順番に置かれた場合、M1およびM3の主体エージェントではM2に受渡しを行ない積木を箱の中に片付けるタスクエージェント(以後TA) α および β を発生させる。

先にM2に対する交渉権を得たTA α は、M2に対して協調要請を行ない受諾の返事を受けた後、M1に対し積木Aを掴みM2に受渡す協調作業の指示を出す。

しかし、ここでM1が掴む直前に積木Aが動かされてしまった場合、M1は掴み損ねたこと(エラー)をTA α に報告する。その結果TA α はM2に対し、協調要請の破棄を行ない、M1の作業を中止し掴み損ねた物体の再認識を行なう。

協調要請の破棄を受けたM2では、現在行なっている作業を中止し、次に交渉要請を行なっているTA β に対して受諾の返事を送り、受取協調作業を実行する。

5 おわりに

本稿では、マルチエージェントロボットシステムにおいて、エラーリカバリを実装した作業協調プランナーの設計を行なった。その結果、環境変化に伴うロボット動作の失敗に対する柔軟性が向上し、より実用的なロボットシステムの構築が可能となった。また、並列言語によるロボット言語[2]を用いているため、システムの変更を容易に行なえるような汎用性も考慮されている。

参考文献

- [1] 溝口、西山、飯塚、"KLICシステムによるマルチエージェントロボットシステム—作業協調モデルの設計—", 第9回人工知能学会全国大会, pp.287-290(1995).
- [2] 溝口、飯塚、西山、"マルチエージェントによる協調ロボットシステム—ロボット言語の設計—", 情報処理学会第52回全国大会(1996).