

オフィスのスマート化プロジェクト*

～その4：オフィス機器の分散制御～

1C-4

大林真人† 西山裕之† 溝口文雄†

東京理科大学 理工学部 経営工学科†

1 はじめに

スマートオフィスの環境で使用される様々な目的を持つ複数のロボットや、各種機器と同期と協調による運用の場合、相互の異種間のロボットの認識、複雑な環境間における正確なナビゲーション、対象となる複数の多量のロボットの並列処理等を実現することが必要となる。本稿ではこれら多様な複数のロボット同士の協調を実現するためにあたっての各種センサの分散制御、並列論理型言語を使用した複数のロボット、機器の並列処理について述べ、これらをスマートオフィスの環境において実現した結果を示す。

2 機器の分散制御と統合

2.1 使用機器

本研究では移動ロボットには Nomad Scout(Nomadic technology)、マニピュレータは RV-M1(三菱電機)、カメラロボットには VC-C3(canon)を使用する。また、センサ系は、移動ロボットの動作を支援するための40個の赤外線センサ(OMRON E3JK-R2M2)、人の存在を感知するための10個の焦電センサ(DELDATEC PS-15)を使用する。これらのセンサ群は LonWorks 技術によって分散制御ネットワークを構成する[1]ことにより制御を行なった。

2.2 並列論理型言語による統合

実験環境において、ロボットをはじめとする各機器は、協調して動作するために次の点を満たす必要がある。

- 各機器の並列動作化
- 各機器における動作の同期処理
- 各機器における動作の競合解消

*Smart office project -The distributed control for office devices

†Makoto OOBAYASHI, Hiroyuki NISHIYAMA, Fumio MIZOGUCHI

†Dept.of Industrial Admin.Faculty of Sci.and Tech. Science University of Tokyo

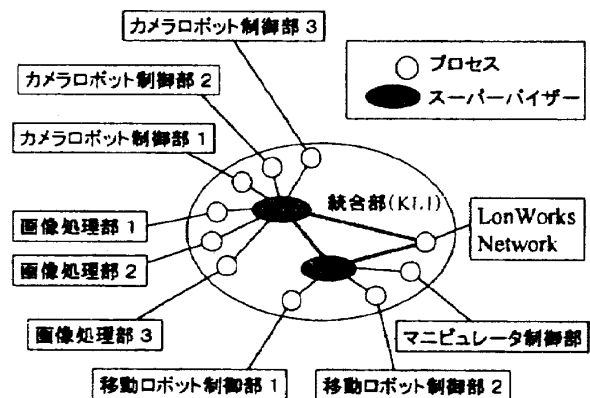


図1: システム構成

これらの項目を実現するために各ロボット、機器のプログラムは並列論理型言語 KL1 をベースに開発された MRL(Multiagent Robot language)[2] によって統合される。MRL は各プロセスの並列動作を可能にし、共有変数による通信機構をもつため、同期処理、競合解消に極めて有効である。

図1にシステムの構成図を示す。複数のカメラロボット制御部、画像処理部、移動ロボット制御部、マニピュレータ制御部が MRL を使用して作られた統合部に接続される。これらの制御部、及び処理部は統合部の中でそれぞれ一つずつのプロセスとして動作する。各プロセスはネットワークを構築し、あらかじめ定められたスーパーバイザーであるプロセスにさらに接続される。スーパーバイザーは複数存在し、それぞれは競合を発生する可能性のある同系統の機器を統括する。

2.3 MRL によるスーパーバイザーの記述

図2に MRL によるスーパーバイザーの記述法を示す。new 述語によって生成されたスーパーバイザーは、init 述語、run 述語を呼び出す。init 述語では自身が管理するプロセス群を新規に生成する。各プロセスは KL1 の特性によって、並列に動作する。また、行動の定義を記述する run 述語ではプロセスどうしの競合の解消を行な

```

:- agent(<スーパーバイザー名>).

new(·):-          %スーパーバイザーの生成
  init(·), run(·).

init(·):-        %プロセスの生成
  #manipulator : new(·),
  #mobilerobot : new(·),
  ⋮
  #<プロセス名>:new(·),
  ⋮
} 各プロセスは
  並列に動作する

run(·) :- (State, ·):- %競合の解消
  *before(Action, Com) |
  Check_conflict(State, Action, NewState, Com),
  run(NewState, ·),
  ⋮

```

図 2: MRL によるスーパーバイザーの記述

う。具体的には、各プロセスは動作を実行する前にスーパーバイザーに行動計画を報告し、自分の行動が他プロセスの行動と競合するか否かを確認する。すなわち、スーパーバイザーは、各プロセス間の競合を認識させるために存在する。

3 実装

本研究ではスマートオフィス機能の一端として、マニピュレータ、移動ロボット、カメラロボット等の複数機器を用いたプリントデリバリシステムを構築する。このデリバリシステムは、印刷された用紙をマニピュレータが移動ロボットに受渡し、移動ロボットが配達を行なう(図3参照)。配達における移動ロボットの誘導には実験環境の天井に多数とりつけられた赤外線センサ及びカメラロボットを使用する。このシステムにおいて以下の点が必要とされる。

- 移動ロボットとマニピュレータの受渡しの協調
- 移動ロボットとカメラロボットの誘導のための協調
- 複数の移動ロボットの競合の解消
- 複数のカメラロボットの競合の解消

このような点において、図1に示されるモデルを使用することによって、同期処理による協調作業およびスーパーバイザーを介した競合解消を実現できる。

3.1 複数台のカメラロボットによるナビゲーションと競合の解消

環境内に設置された7台のカメラロボットにより外部視覚からの移動ロボットのナビゲーションを行なう。

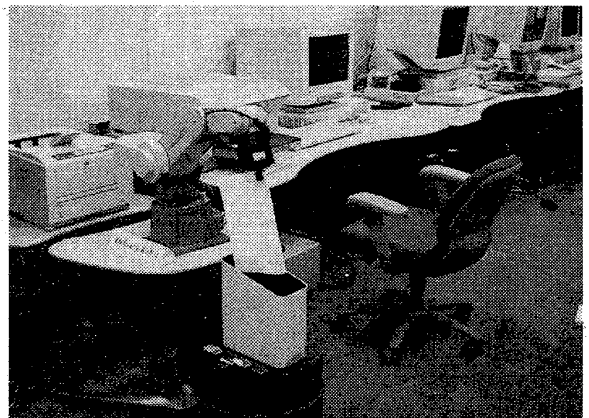


図 3: プリントデリバリ

この場合、複数台のカメラロボットから同時にナビゲーションが発生し、競合が生じる。このような問題に際し、誘導を行なおうとするカメラロボットは、スーパーバイザーを介して競合の確認を行なう。その結果、他のカメラロボットが既に誘導を行なっていた場合、そのロボットと交渉を行ない、誘導を実行するロボットを決定する。

3.2 異種間のロボットの協調動作

プリンタは LonWorks による分散制御ネットワークに接続されており、リアルタイムにプリンタの状態を監視している。その情報はスーパーバイザーを介してマニピュレータに送られる。一方、マニピュレータと移動ロボットは互いの状態情報を通知し合うことによって、協調作業を実現する。

4 おわりに

本研究においてはオフィス機器としてのロボットの異機種間、複数台における協調動作及び、競合の解消を各機器の分散制御、並列論理型言語による統合によって実現した。また、異機種間のロボットの協調動作を、スマートオフィスの機能の一部として実現した。

参考文献

- [1] 大澤寛, 田中博康, 溝口文雄, シームレスな分散制御ネットワーク上での自律移動ロボットの構築(その2)~ロボットにおける知的制御~, 情報処理学会第56回全国大会.
- [2] Hiroyuki Nishiyama, Hayato Ohwada and Fumio Mizoguchi, A Multiagent Robot Language for Communication and Concurrency Control, *International Conference on Multiagent Systems(ICMAS)*, 1998.