

# GRID コンピューティングに基づくサービスロボットシステムの設計

## Design of Service Robot System based on GRID Computing

西山 裕之      酒井 純一      溝口 文雄  
 Hiroyuki Nishiyama      Junichi Sakai      Fumio Mizoguchi

東京理科大学 理工学部, 情報メディアセンター  
 Faculty of Sci. and Tech., Information Media Center, Tokyo University of Science

Recently, the researches that use many kinds of robots and sensors in an office or a house are developing. In this paper, we design a service robot system based on GRID computing that consists of several networked computers, a humanoid robot and many kinds of sensors. In this system, we defined each robot and device as an agent, and these agents can cooperate with each other via agent communication. Using this system, the humanoid robot can execute the presentation of our research building to visitors instead of us.

### 1. はじめに

今世紀に入り、ヒューマノイドロボット(以下、ヒューマノイド)の研究に注目が集まるようになり、企業を中心に様々なロボットが開発されている。これらのヒューマノイドは、手や足を用いた人間と同じような動作が可能であり、今後、人間に代わる様々な労働力として期待されている。しかしながら、ヒューマノイドの動作に関しては人間と同様に行えるようになったが、人間の持つ感覚系においては、ほとんど考慮されていないのが現状である。最近では備え付けたカメラセンサからの動的な画像解析により、ロボット間でボールのパス等をリアルタイムに行えるなど [2]、飛躍的な技術の向上が行われているが、計算能力に限界があるため複雑な環境情報を即座に認識することは難しい。そのため予め決められた振る舞いをプログラム通りに実行することは可能であるが、周りの状況に応じた動作を行うことは困難である。

このような背景の下、本研究では我々の情報メディアセンター内にカメラセンサやレーザーセンサ、音声センサ、スピーカーなどの様々な感覚系を設置するとともに、これらの感覚系を制御する計算機や演算を行わせるための計算機群をネットワークで接続し、GRID 環境を構築する。そして、このような環境の中で、一般的なヒューマノイドを導入し、人間に対するサービスを行うことが我々の目的である。使用するヒューマノイドは市販されている HOAP-1 (富士通) を使用する。人間に対するサービスとして、情報メディアセンターの見学者に対するセンター紹介のプレゼンテーションを行わせるものとする。なお、このプレゼンテーションでは、液晶プロジェクタを介したスライドによる説明を行う。このとき、我々の開発したスライド管理システムをネットワークに接続することで、スライドの移動はヒューマノイドからの指示により行われる。ヒューマノイドは手振り身振りを交えながら、表示されたスライドに対して予め用意された音声で説明を行う。このとき、カメラセンサとレーザーセンサから得られたヒューマノイドの位置や角度情報に基づき、位置情報の補正を行うものとする。また、機械的に説明を行うだけでなく、見学者からの質問を音声センサやカメラセンサで感知することにより、インタラプによる見学者との質疑応答も可能にする。

本研究では、上記のようなロボット制御や各種センサ系の統合を実現するために、各機能を個別のエージェントとして設

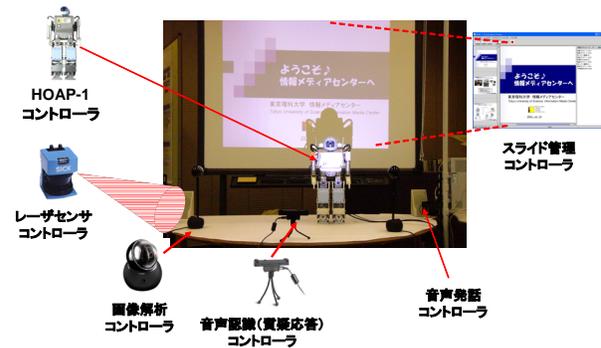


図 1: プレゼンテーションシステムで使用する機器

計するとともに、各エージェント間の通信により情報の共有を可能にする。システムの実装には、我々の開発したマルチエージェント言語 JMAL(Java Multi-Agent Language)[4] を用いることにより、各エージェントの制御および情報共有に基づく協調システムを実現した。

### 2. システム設計

本研究におけるプレゼンテーションシステムの実行イメージは、図 1 のようになる。この図において、ヒューマノイドは投影されたスライドに応じて、見学者へスピーカーを介した音声により説明を行う。また、歩行による移動や手振り身振りで説明に補足を行う。その他、ヒューマノイドにおけるハードウェアの性質上、移動や振る舞いを行うことで座標や角度上の誤差が生じるため、レーザーセンサやカメラセンサにより誤差の修正を行う。その他、説明中において、マイクを介した見学者からの質問にも応じるものとする。

このとき使用する各機材は図 1 の写真の通りであり、それぞれの機材およびセンサは個別の計算機に接続されているものとする。本設計では、まず各機材を制御するコントローラエージェントを別個に用意する。そして、スライドに応じた音声発話やヒューマノイドの振る舞いなどの協調作業、そして、ヒューマノイドに対する各センサ系からの補正情報の伝達などは、エージェント間の通信により実現する。各エージェントの構成は図 2 のようになり、ヒューマノイドを制御する HOAP-1 エージェントを中心としたマルチエージェントシステムとして実現している。

連絡先: 西山 裕之, 東京理科大学理工学部, 〒 278-8510 千葉県野田市山崎 2641, Tel:0471-24-1501ex6007, Fax:0471-21-4225, E-mail:nisiyama@ia.noda.tus.ac.jp

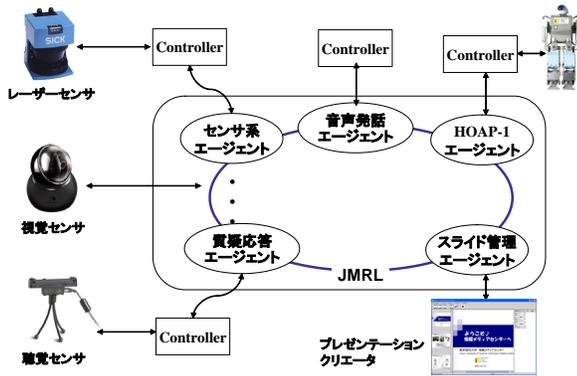


図 2: プレゼンテーションシステムのエージェント構成

### 3. システム構成

図 2 における本システムの各エージェントの機能は、次の通りである。

- HOAP-1 エージェント

説明を行うべきスライド情報を受け取ることで、HOAP-1 の振る舞いを決定し、実行するためのエージェントである。現在、動作は 89 パターン用意されており、スライド管理エージェントから情報を受け取ることで、行うべき動作の選択が行われる。また、動作中はセンサ系エージェントとの協調により、投影されているスライドの位置を確認するとともに、位置や角度などの補正を行う。

- 音声発話エージェント

スライド管理エージェントからの指示により、音声をスピーカから発話するためのエージェントである。発話方法として、IBM の ViaVoice の発話機能を組み込んでいる他、予め用意された音声データファイルを再生する機能を有する。

- スライド管理エージェント

スライドを管理するためのエージェントで、投影するスライドを表示する機能を持つ。また、各スライドに応じた振る舞いを HOAP-1 エージェントへ送るとともに、発話内容を音声発話エージェントに送信する。各エージェント間の同期処理も行っている。

- 質疑応答エージェント

マイクを介して見学者からの質問を受けることにより、上記の 3 つのエージェント間と通信を行う。まず、行っている説明を中断するとともに、質問に応じて音声による応答および振る舞いを行わせる。なお、音声認識には IBM の ViaVoice の機能を用いており、質疑応答の各内容も、予め用意されているものとする。

- センサ系エージェント

カメラセンサやレーザーセンサなど、ヒューマノイドの位置や角度の誤差を認識するためのエージェントであり、各センサごとに個別のエージェントを用意している。ヒューマノイドの認識方法は、我々の開発した環境内の人間を認識する技術 [3] を応用している。

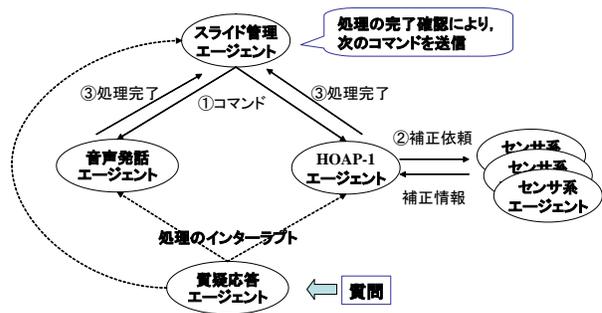


図 3: エージェント間のメッセージの流れ

### 4. システム実装

本研究では、本システムの各エージェントを実装するために、マルチエージェント言語 JMAL[4] を用いている。JMAL は我々の開発した言語 MRL(Multi-agent Robot Language)[1] を拡張し、Java 言語に変換可能にした他、分散処理機能を強化した言語である。本言語を用いることにより、各機器の接続された計算機上で動作するエージェントの統合を容易にする。さらに、画像解析などの処理時間を計算機群への分散処理により短縮可能である。なお、本言語で実装された分散処理部分は、計算機の OS に依存しないため、環境内に存在する全ての計算機群を用いた処理が可能である。本言語では、各エージェントの動作を状態-行動のルールベースの集合として記述できる。これにより、図 3 のように、複数のエージェント間で同期を取りながら、一連の動作を連続して行うような作業が可能である。さらに、途中のインタラプトによる処理の中断や変更するための記述を、簡潔に行うことができる。

### 5. おわりに

本研究では、各種センサ系を制御する計算機群や解析処理等を行う計算機群からなる GRID 環境を構築するとともに、その環境を用いたヒューマノイドによるサービスシステムの設計を行った。サービス内容としては、施設の見学者へのプレゼンテーションサービスを行うことである。本システムを用いることで、音声による施設の説明を行うとともに、各センサ系との協調により見学者とのコミュニケーションを可能にするほか、位置情報の補正による正確な動作を実現した。

### 参考文献

- [1] F. Mizoguchi, H. Nishiyama, H. Ohwada and H. Hiraishi: Smart Office Robot Collaboration based on Multi-agent Programming, *Artificial Intelligence*, Vol. 114, pp. 57-94, 1999.
- [2] Masaki Ogino, Yutaka Katoh, Minoru Asada and Koh Hosoda: Reinforcement Learning of Parameters for Humanoid Rhythmic Walking based on Visual Information, 人工知能学会第 17 回 SIG-Challenge 研究会, pp.41-46, 2003.
- [3] 高橋 正樹, 西山 裕之, 溝口 文雄: カメラロボットの協調動作による人物追跡システムの設計, 第 17 回人工知能学会全国大会, 3D1-09, 2003.
- [4] 山崎 航, 西山 裕之, 平石 広典, 溝口 文雄: マルチエージェント技術を用いた共同作業システムの設計と実装, 第 17 回人工知能学会全国大会, 3D1-03, 2003.