

ユーザの要望・動作に応じた案内ロボットシステムの設計

笹岡 健海

西山 裕之

東京理科大学理工学部

1 はじめに

近年、様々な展示場やオフィス等において、受付や案内、そして展示物の説明など、ロボットが人間の代わりにサービスを実施する研究が行われている [1, 2]. このような研究では、ユーザがサービスを受けるためには、ロボットに近づくことが必要であった。これに対し本研究では、ユーザが環境内を自由に散策し、ロボットからのサービスを必要としたときに、手振り身振りによりロボットを呼び出すことが可能なサービスシステムを目指す。

このようなサービスを実現するために、本研究では、ユーザにセンサーを保持してもらうとともに、環境内の展示物やロボットにもセンサーを備え付けることにより、ユーザの振舞いから要望を推測し、案内および説明が可能な移動型案内ロボットシステムの設計を行う。使用するセンサーとして、加速度やセンサー間の距離を計測可能な SunSPOT [4] を用い、ユーザのセンサーを保持している手の動きの認識や、ユーザとロボットおよび各種展示物との距離計測を可能にする。具体的に本システムでは、複数のポスターが展示されている環境において、ユーザが手を振る事で案内ロボットは呼び出される。そして、案内ロボットが近づいた後に、ユーザが手振りでポスターを選択することで、そのポスターの前まで案内ロボットは移動し、ポスターの説明を実施する。

2 案内ロボットシステム

本案内ロボットシステムの利用イメージを図 1 に示す。本イメージでは、各ポスターおよび案内ロボットに個別の SunSPOT が設置されている。ユーザはポスター展示場に入る段階で SunSPOT を保持し、案内ロボットからの説明を受けたい場合は、SunSPOT を保持した手を振ることで呼び出すことができる。本システムでは、SunSPOT 間の電波強度の変化により、そのユーザがどのポスターの周辺に存在するかを把握する。呼び出された案内ロボットは、ユーザに近いポスターへ近づくとともに、自分自身とユーザとの SunSPOT 間の電波強度、および自身のソナーセンサーとレーザーセンサーを用いることでユーザの位置を推測する。ユーザへ近づいた案内ロボットは、ユーザに対してどのポスターの説明を行えばよいかを音声で質問し、ユーザが (図 1 の様に SunSPOT を保持した手で) 指差したポスターに対する説明を開始する。なお、案内ロボットは、移動ロボット Nomad XR4000 により環境内を移動し、XR4000 上のエンターテインメントロボット SONY AIBO により、身振り手振りを交えたポスターの説明を行う。

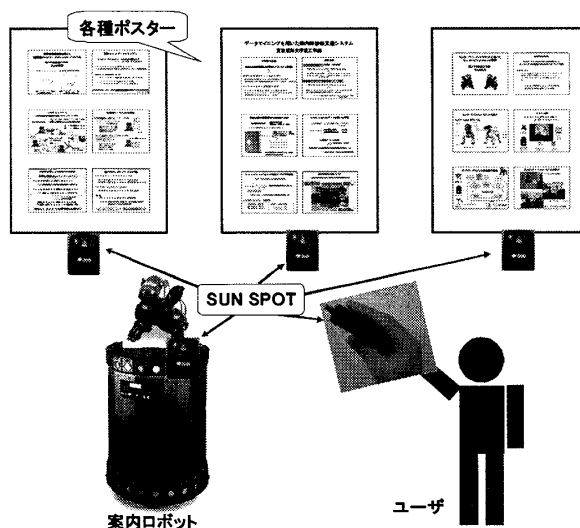


図 1: 案内ロボットシステムの利用イメージ

3 SunSPOT

SunSPOT (Sun Small Programmable Object Technology) [4] は、CPU 上で直接実行できる Java ベースのセンサー・アプリケーションを構築可能な無線センサーネットワークデバイス* である。

SunSPOT は、他のセンサーデバイスと接続して情報収集の端末として使用できるほか、SunSPOT 自身に加速度計測の他、数種類のセンサーとしての機能を有している。本研究では、SunSPOT の以下の機能を利用する。

● 加速度計測

3 方向 (X 軸, Y 軸, Z 軸: -90~90) に対する加速度を計測可能である。この機能を利用することにより、ユーザが SunSPOT を保持した状態で手を振ることにより、その動作を認識することが可能になる。また、ポスターを指差したときも、同様に手が動いたことを認識できる。

● 電波強度計測

SunSPOT 間での電波強度 (-60~60) を計測可能である。この機能を利用することにより、ユーザと各ポスターまでの電波強度、および、ユーザとロボット間の電波強度を計測することが可能になる。また、ポスターを指差したとき、どのポスターに対して一番電波強度が変化したかにより、ユーザが選択したポスターを推測することができる。

*SunSPOT 間の無線通信の他、ベースステーションデバイスを紹介することで、コンピュータ間との無線通信も可能である。

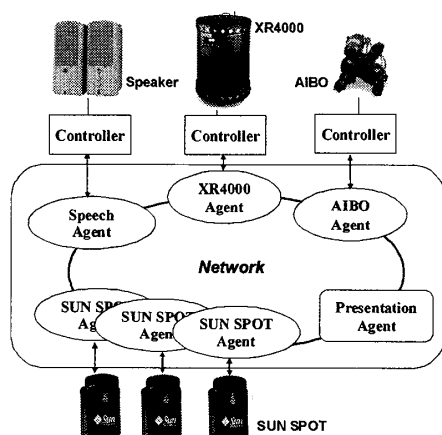


図 2: システム構成図

4 システム設計

本研究では、案内ロボットシステムの設計を行うために、2台のロボット（XR4000 および AIBO）、スピーカ（音声合成システム）、および多数の SunSPOT を制御するソフトウェアの統合を行う。ここで、各制御ソフトウェアは異なる言語により実装されているため、本研究では、各制御ソフトウェアごとに仲介ソフトウェアとしてのエージェントを定義し、エージェント間通信を可能にすることでソフトウェア間の統合を行う（図 2 参照）。図 2 における各エージェントの役割は、次の通りである。

• XR4000 エージェント

移動ロボット XR4000 の制御ソフトウェアを管理するエージェントである。ユーザへのアプローチや指定されたポスター前まで移動する依頼を受けることにより、移動タスクを実行する。

• AIBO エージェント

エンターテインメントロボット AIBO の制御ソフトウェアを管理するエージェントである。ユーザへの案内やポスターに対する説明時に、手振り身振りによりユーザの注目を集めたり、説明の補助を行う。

• Speech エージェント

音声合成ソフトウェアを管理するエージェントである。スピーカを介した音声発話による案内やポスターの説明を行う。

• SunSPOT エージェント

ユーザが保持する SunSPOT からの情報を収集し、ユーザの状況や振舞いを認識するためのエージェントである。ポスターに備え付けられた SunSPOT[†] との電波強度の変化によりポスターへの接近を認識する。

[†]この SunSPOT はユーザの保持する SunSPOT に電波強度を確認するための通信を行うだけであるので、エージェントとしては本システムでは扱わない。

ユーザが案内ロボットを呼ぶために手を振ると、加速度計測の変化によりその動作を認識し、ユーザへのアプローチのタスクを発生させ、XR4000 エージェントに移動タスクが送信される。本アプローチタスクの実行後に、特定ポスターの SunSPOT への急接近、および、加速度計測による変化が確認された場合、ユーザが、そのポスターへの説明を要望したものと判断し、ポスターの説明タスクを発生させる。これにより、XR4000 へのポスター前の移動、および Presentation エージェントによるポスターの説明が実施される。

• Presentation エージェント

ポスターの説明を行うために、AIBO エージェントと Speech エージェントに対して、説明補助のための振舞いと、音声発話による説明を行うためのタスクを送信する。また、各タスクの終了のタイミングを計ることで、振舞いと音声発話の同期を取る。

本研究では、本システムの実装に、マルチエージェント言語 GMAL(Grid Multi-Agent Language)[3] を実装言語として用いることにより、図 2 のシステムを構築することが可能になる。なお、GMAL は最終的に Java に変換されるため、実行環境としては、JavaVM が動作する環境であれば、どのようなコンピュータ上でも実行可能である。本 GMAL はエージェントを動的に増減させる機能を有することから、環境内のユーザの増減に対しても、SunSPOT エージェントの生成と削除により、容易に対応することが可能である。

5 おわりに

本研究では、ユーザの振舞いから要望を認識し、案内および説明が可能な案内ロボットシステムを設計した。本システムでは、SunSPOT を用いることでユーザの状態や振舞いを把握できるようにした他、各ロボットやスピーカ、そして SunSPOT を個別のエージェントとして定義することで、エージェント間通信に基づくシステムの統合を行った。本システムを用いることで、ユーザは手を振ることにより案内ロボットを呼び出すことができるようになり、説明を受けたいポスターの選択を手振りにより行え、音声発話とロボットの振舞いにより、その内容の説明を受けることができる。

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] H. Nishiyama, J. Sakai and F. Mizoguchi: Design of Presentation System using Humanoid Robot, *Dialogical Robots, Verbal Interaction with Embodied Agents and Situated Devices*, AAAI 2005 Spring Symposium, pp.19-20, 2005.
- [3] 山崎 航, 西山 裕之, 溝口 文雄: 分散環境におけるプロセス間通信の為に論理型言語 GMAL, コンピュータソフトウェア Vol21, No.5, pp.49-64, 2004.
- [4] Sun Microsystems Laboratories: SunSPOT, <http://www.sunspotworld.com/>