

分散配置されたセンサを用いた移動台車制御

ユビキタス・ロボットにおける複数センサコンポーネントの選択利用

Control of mobile robot with distributed sensor network

-Selection of Sensor components for Ubiquitous Robot-

学 稲垣 学(芝工大) 学 鈴木 喬(首都大) 学 大原 賢一(筑波大)
正 安藤 慶昭(産総研) 正 谷川 民生(産総研) 正 大場 光太郎(産総研)
正 平井 成興(産総研) 正 水川 眞(芝工大)

Manabu INAGAKI, (Shibaura Inst.of Tech.), Takashi SUZUKI, (Tokyo Met. Univ),
Kenichi OHARA, (Tsukuba Univ),
Noriaki ANDO, Tamio TANIKAWA, Kotaro OHBA, Shigeoki HIRAI,
(National Institute of Advanced Industrial Science and Technology),
Makoto MIZUKAWA, (Shibaura Inst.of Tech.)

Abstract: We have proposed Ubiquitous robot to provide an informational, physical service by distributed the robot functions (computer, sensor, and actuator, etc.) in the human living environment. The ubiquitous robot supports human, and the infrastructure for the robot. It is proposed that the sensor component used as an infrastructure by using RT-Middleware.

Key Words: Ubiquitous Robot, RT-Middleware, Distributed sensor network

1. 緒言

空間に小型コンピュータ、センサに加えて、アクチュエータなどの物理的な作用をもたらすことができる機能要素を分散配置することによって情動的、物理的に生活支援することが可能になる。このような機能要素が分散配置された空間をユビキタス・ロボットと定義している[1]。ユビキタス・ロボットは空間に存在するあらゆるものがロボットの要素を持つ可能性がある。

ユビキタス・ロボットの各機能要素はネットワークを介して分散配置されているため、複数の機能が連携、協調することで、柔軟で幅広いサービスを実現することが期待できる。

ユビキタス・ロボットをサービスアプリケーションとして利用する場合、機能要素を組み合わせることでシステムを構築することになる。従来はシステムを構築するのはシステム開発者であり、一度システムを構築すると変更は困難であった。しかし家庭やオフィスといった環境では、空間内に存在している機能の種類と、配置が一定ではないため、ひとつのシステム構成では対応できないことがある。

ユビキタス・ロボットの実現には、空間に存在する機能要素の状況に応じてシステムの変更が求められる。

本稿ではロボットのためのインフラとして機能する要素として、環境に設置されたセンサに注目し、RTミドルウェアを用いて動的にシステム構成を変更する枠組みを提案する。そして、例として、空間に存在する複数のセンサをシームレスに利用できるようなコンポーネントを作成する際の指標を提案する。

2. ロボットのインフラとしての機能

ユビキタス・ロボットは人間への物理的、情動的サービスを目的とする。一方でユビキタス・ロボットはロボットのためのインフラとしての側面も持ち合わせている。

従来の一体型のロボットはユビキタス・ロボットのネットワークに参加することによって空間に配置された機能を利用することが出来る。たとえば環境に分散配置されたセンサモジュールを用いることによって外界認識能力の低い、あるいはセンサを持たないロボットであっても、空間内での作業を

円滑に行うことが出来るようになる。

しかしながら、空間に多数のセンサが分散配置されていたとしても、それらをインフラとして利用するためには下記の問題がある。

1. 空間ごとに存在する機能要素が不定。
2. 目的に応じて求められるセンサの特性が異なる。

まず、各機能要素は無線ネットワークノード等を利用し、モジュール化されているため、ユーザーレベルでの取り付けやカスタマイズが容易である。そのためロボットが最初に動き出す段階では空間にどんな機能があるのかはわからない。よって、空間に存在する機能要素を検索することが必要である。

次に、空間には多様なセンサが存在するし、センサの種類によって特性が異なる。さらに目的に応じて求められるセンサ特性も異なる。したがって、センサの精度、有効範囲、リアルタイム性といった特性を定量的に評価し、目的の用途との整合性を図ることが必要である。

そして、センサのシステムへの組み込み方は環境によって変わるため、システム構成の動的な変更に対応した仕組みが必要となる。よって、センサモジュールをインフラとして利用するためには以下の3つの事柄が課題となると考えられる。

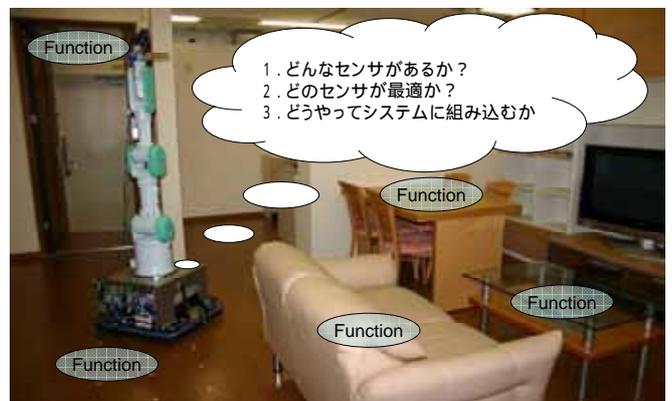


Fig.1 Support by Ubiquitous Robots

- 1) 空間内に存在するセンサの検索
- 2) 目的に応じたセンサの選択基準となる特性評価
- 3) センサの変更によるシステム変更に対応できる仕組み

これら3つの課題から、本稿では特に(3)についての検討を行うこととする。

3. RTミドルウェア

RTミドルウェアは、ロボットのソフトウェアをRTコンポーネントとしてモジュール化し、システムの可換性、再利用性を高めることが出来るため、機能の組み換えに対応したシステムを構築するのに有効である[2]。

複数種類のセンサシステムをRTコンポーネントとして扱い、RTミドルウェアの枠組みで利用できるようにすることで、センサモジュールを切り替える際のシステム変更が円滑になる。

そこで、空間内に存在する特性の異なるセンサを用いて、ロボットの位置に応じてセンサコンポーネントを自動的に組み替えることによって、互いのセンサの有効範囲をシームレスにロボットが移動できるような柔軟なシステムを構築することが出来ると思われる。

4. 実験

コンポーネントの組み換えの実証例として、床に配置されたRFIDタグによるセンシングシステムと超音波3次元タグシステムの2つを用いて、移動台車のナビゲーションシステムを構築する。

4.1 センサシステム

RFIDタグによるセンシングシステムは、床下にマトリクス状に配置されたタグをロボットに設置されたタグリーダーで読み取る。得られたタグIDからデータベースに記述された位置情報を取得するシステムである。

また、超音波3次元タグシステムは超音波を発振するタグと複数の受信ユニットにより構成されており、タグの3次元位置情報を取得するシステムである。こちらはタグをロボット側に、受信ユニットを環境(天井)に設置する[3]。

これらの2つのセンサシステムは、位置情報の取得という共通の目的に使用するが、有効範囲や精度が異なっている。そこでまず、2つのセンサの有効範囲と特性を評価する予備実験を行った。

実験方法はタグリーダーに超音波タグを取り付け、床下タグ、超音波センサの配置された範囲内を移動させ、取得できたデータを調べてみた。図2はセンサユニットをロボットの移動範囲内でx軸方向に3[m]直線移動させた際のx座標のデータである。

超音波タグのデータは配置された受信ユニットの中心付近では、ほぼ直線的な数値を取っており、比較的信頼性が高いと思われる。ただし受信ユニットの中心から離れるとデータが不安定になることがわかる。

また、RFIDタグは床下にマトリクス上に配置されているため、当然離散的な数値を取る。タグが存在しない空白の領域があり、図3に示すとおりタグの前後に10mmほどの不感帯となる領域が存在することがわかった。このことから実装する際にはタグデータの履歴を利用した自己位置の推定モデルを用いる必要があると思われる。

これらの結果を踏まえた上で、センサコンポーネントを作成し、システムを組み立てていく事とする。

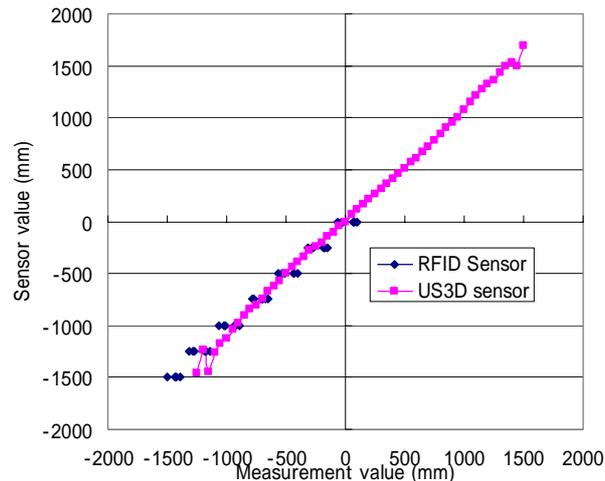


Fig.2 Sensor data

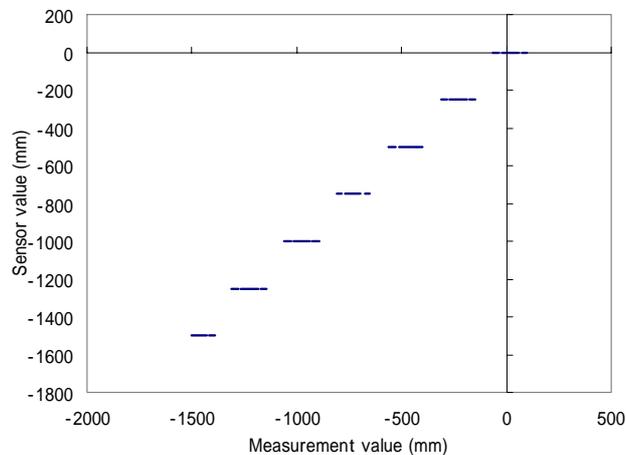


Fig.3 RFID Tag read data

4.2 コンポーネント作成の指標

これらのシステムを用いて、RFIDタグの有効範囲にあるA地点から、3次元超音波タグの有効範囲のB地点までロボットを移動させることをタスクとし、実験を行う(図4)。

RTコンポーネントを用いてロボットに実装する際、システム概要は図5のような形になる。

前項の結果より、センサはその特性上、ソフトウェア的なデータ補正が必要な場合がある。したがってセンサ部はセンサからデータを取得するコンポーネントと、推定モデルなどを用いたデータ補正アルゴリズムコンポーネントで構成される。

さらにロボットの現在位置によって2種類のセンサコンポーネントを切り替えられるようなコンポーネントを作成する。切り替え手法としては、RFIDタグが有効な領域、超音波タグが有効な領域、両方が有効な領域に分ける。そして両方が有効な領域で2つのセンサの自己位置データを比較し、2種類の自己位置データの整合性を取り、RFIDタグの位置データから超音波タグの位置データへ移行する。これにより、RFIDセンシングシステムから超音波タグシステムへ、シームレスな切り替えが可能になると考えられる。

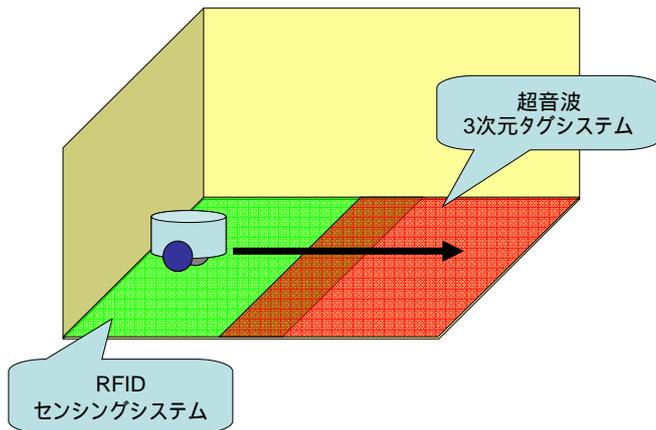


Fig.4 Experiment task

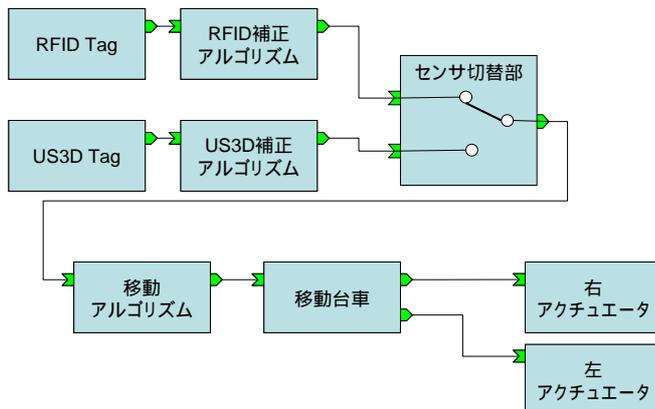


Fig.5 System configuration

5. 結言

本稿ではユビキタス・ロボットのインフラとしての側面に着目し、RTミドルウェアを利用したセンサコンポーネントの入れ替えによって、異なるセンサシステムのシームレスな切り替えについて述べた。

今後の課題として、今回は既知の2種類のセンサを選択する方式を取っていたが、実際には多数の未知のセンサが存在する空間での利用が求められる。そのときに空間に存在するセンサ機能を選択する基準としてどのようなものが必要となるのかを議論していく必要がある。さらに、複数センサによるセンサフュージョンへの応用も視野に入れて検討する。

参考文献

- [1] 大原, 大場, 金, 谷川, 平井, “ユビキタス・ロボットにおける機能分散に関する検討”, 第23回日本ロボット学会 学術講演会予稿集, p.2B21, 2005.9
- [2] 安藤, 新妻, 都島, 橋本, “RTミドルウェアによる知能化空間のシステムデザイン”, 第23回日本ロボット学会 学術講演会予稿集, p.2B22, 2005.9
- [3] Y. Nishida, H. Aizawa, T. Hori, N.H. Hoffman, T. Kanade, M. Kakikura, “3D Ultrasonic Tagging System for Observing Human Activity,” in Proceedings of IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS2003), pp.785-791, October2003