

部屋型人間行動計測環境における センサネットワークミドルウェアの構築

野口 博史 佐藤 知正 森 武俊
情報理工学系研究科 知能機械情報学専攻

概要

人の日常生活を見守り・理解するためには、多数の埋め込み型センサをネットワークで結びつけることによる計測が有効だと考えられる。そのような多数センサからなるセンシング環境におけるセンサデータ統合のためのネットワークミドルウェアを開発したので報告する。ネットワーク上に存在する処理プログラムを組み合わせることでセンサの多様性に対して、動的に対処可能なソフトウェア基盤である。また、昨年度成果として構築した部屋型人間行動計測環境に適用し、簡易な居住者表示を実現したことについても報告する。

1 はじめに

センサや計算機の超小型化・安価化を背景に、埋め込み型センサあるいはワイヤレスネットワークセンサなどを多数、実世界環境に遍在化させることで、人間支援を行う応用研究が進みつつある。特に屋外環境に比べ屋内環境においては、センサの設置しやすさおよび対象者が明確であることなどから、人間支援環境が容易に構築できると考えられる。しかし、そのような実環境下での利用を想定した場合、多数かつ多様なセンサの管理および、データの統合は困難であることが予想される。そこで、本研究では、住居内におけるセンサおよびセンサ処理プログラムを統一かつ容易に扱うことを目的とし、ネットワークミドルウェアについて構築した。

2 センサデータ統合のためのネットワークミドルウェア

ネットワークミドルウェアを構築するにあたり重要だと考えられることは、個別センサへの依存性の低減および、センサ処理プログラム等の再利用性である。また、データ統合や処理のプログラムにおいても同様のことが言える。その実現として、前者に対しては、1)

各センサおよび処理用のプログラムを共通の枠組みで利用できるようにし、それらの性質を外部化しての管理することで実現し、後者に対しては、2) それぞれのセンサやプログラムをネットワーク上で任意に組み合わせることを可能とし、さらに、外部化した情報に基づいたプログラム毎に結合する仕組みにより実現する。

2.1 センササービスと管理サーバ

ミドルウェアにおけるセンサおよび処理プログラムは、センササービスとして扱われる。センサおよび処理プログラムを同等に扱うのは、入力部が実世界か他のセンサデータかの違いであり、プログラムインターフェイスの観点から考えた場合は同等にみなせるというアイデアに基づいている。インターネットなどの分散システムなどと異なり住居内では、通信における信頼性が確保しやすいことから、中央集権的な構造をとることにし、管理サーバで名前解決等の機構を一元的に行う図1のような構造をとっている。

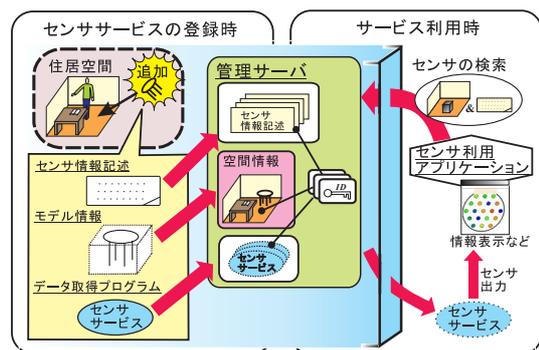


図 1: センササービスと管理サーバの構成

管理サーバでは、図左のように、住居内におけるセンサあるいはプログラムの監視を行う。新規登録時にはプログラムそのものだけでなく、そのセンサに関する情報（出力形式、サンプリング、取得物理量など）を記述した XML ファイルおよび、位置情報管理や出力視覚化用のモデルなどを登録し、部屋に存在するセンササービスの管理を行う。一方アプリケーションでセ

ンサデータに基づく支援などを行いたい場合には、図右の示すように、管理サーバへセンサの特性やあるいは位置情報などを検索条件として問い合わせ、センササービスを取り出すことにより、センサデータが利用可能である。その際、センササービスは分散オブジェクト技術を背景に作成されており、ネットワーク透過的に部屋のセンサに依存することなく利用可能である。

2.2 管理サーバを利用したサービスの結合

センサ処理プログラムをセンサと同等にみなすためには、プログラムに対する入力を外部から明示的に与えるのではなく、プログラム側で自発的に取得する必要がある。また、取得するためにはそもそもどのセンササービスからデータを取得すべきかを判断しなければならない問題がある。そこでミドルウェアにおける管理機構を利用し、各サービスごとに取得すべきサービスの検索条件としてサービスごとに記述することで、サービスが独自にデータをやり取りできる構造になっている。これにより、住居環境などが変換した場合にでも動的に取得するセンサデータを切り替えることができ、センサ状況などに依存しない形でセンサ処理を実現することが可能となる。

3 SensingRoom における適用と居住者表示

本ミドルウェアを昨年度成果として構築した部屋型人間行動計測環境 SensingRoom[1] に適用した。Sensing Room は、接触センサを中心に各種センサを埋め込んだ部屋であり、非拘束で人間行動を長期にわたって計測可能である。センササービスとしては、SensingRoom においてセンサの管理単位であるセンサモジュールに基づき作成した。さらに、それらを統合するセンササービスを基本的に人間の部位に関連するものを単位として構築を行った(図 2)。このようなサービスを作成することにより、例えば、床から立ち位置をテーブルから手位置をとることでテーブルに手を突いて作業していた状況が把握可能となる。

ここで、手の接触位置などはセンサ種などのみを指定することで実現できており、新しい家具などが増えた際でも動的に対応して、その家具に合わせて手を伸ばすことなどが可能である。実際のサービスの様子はサービスの管理用のアプリケーションから見る事が可能であり、サービス間の結合なども表示可能である。そのスクリーンショットおよび表示例を図 3 に示す。

ミドルウェアにおけるオーバヘッドについて実験を行い、研究室環境で、サービス間の結合一経路あたり、26ms 程度の遅延で済むことが確認されている。ま

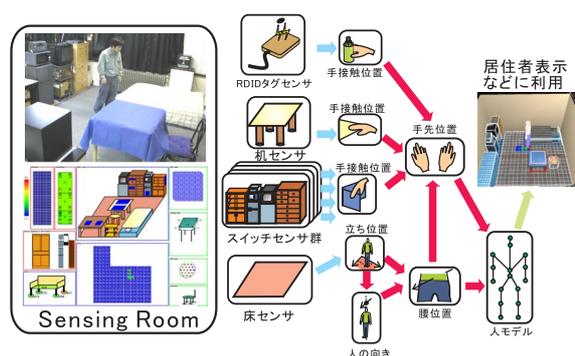


図 2: SensingRoom とセンササービスの結合例

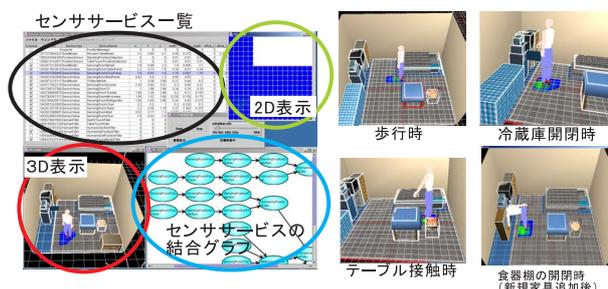


図 3: サービスの表示と居住の表示例

た、結合するサービスの増加にあわせ、遅延の累積やサービスごとの呼び出し時刻ずれなどが考えられるが、サービスのデータ呼び出し機構の非同期化などにより、この例にしたサービス構成においても 100ms 以内に遅延および、時刻ずれを抑えることに成功している [2]。

4 さいごに

多数かつ多様な住居内センサおよびデータを管理統合するためのネットワークミドルウェアの構築したことについて報告を行った。ミドルウェアを利用することで、センサおよび処理プログラムを統合的に扱い結合することが可能であり、センサ構成などへの依存性を減らすことにより、データ統合が柔軟かつ容易に実現できる。現在は、管理時にセンサの性質や空間情報などの情報を利用するにとどまるが、センサ間の関係や住居内行動に関する概念知識をうまく盛り込むことで、より自動的なセンサデータ統合の実現を考えている。

参考文献

- [1] T.Mori, H.Noguchi, A.Takada and T.Sato: "Sensing Room: Distributed Sensor Environment for Measurement of Human Daily Behavior", In *Proceedings of First International Workshop on Networked Sensing Systems (INSS)*, pp.40-43, 2004.
- [2] 野口 博史, 森 武俊, 佐藤 知正: "住居内センサネットワークミドルウェアの非同期通信機構の構築", 第 22 回日本ロボット学会学術講演会, 1C34, 2004.