

Webブラウザを利用したセンサノード群の 3次元視覚化インタフェースの提案と実装

白石 陽 桜井 利彦 鈴木英之 河野 通宗 安西 祐一郎
慶應義塾大学 理工学研究科 計算機科学専攻 安西研究室
〒 223-8522 横浜市港北区日吉 3-14-1
Tel: 045-560-1070 Fax: 045-560-1064
E-mail: {siraisi, sakurai, hide, kohno, anzai}@aa.cs.keio.ac.jp

1 はじめに

近年、生活空間内に分散配置させたセンサを利用した様々な人間支援システムが構築されている [1, 2]。多種・多数のセンサが接続されたセンサネットワークから取得できる情報を利用することによって、状況に応じた人間の支援を行うことができる。また、各種オートメーション (HA, BA, FA) の分野では、LonWorks [3] などのセンサネットワークが実際に利用されている。

ある環境内に設置されたセンサネットワークを利用したアプリケーションを記述するためには、センサノードが空間内のどこに設置されているか？ その場所に設置されているノードがどんな状態であるか？ 各センサがどのような値を出力しているか？ を把握することが必要である。アプリケーションを管理 (運用・保守) する場合にも、各センサノードの状態および出力値のモニタリングが必要である。

このような多種・多数のセンサが存在する環境においては、表示されるセンサノードに関する情報 (位置情報、状態、出力値など) が大量かつ複雑になり、ユーザが把握するのが困難になる。そこで、それらの情報をユーザにわかりやすく提供できる視覚化システムが必要となる。

2 Node Browser の提案

本論文では、Webブラウザを利用したセンサノード群の3次元視覚化インタフェース Node Browser を提案する。Node Browser は、センサノードに関する情報を取得する通信部分と、その情報を3次的に視覚化する表示インタフェースによって構成される。

2.1 ノードの情報の取得

コンピュータネットワークからセンサノードに関する情報を取得するためには、ゲートウェイの役割を果たすセンサネットワーク管理システムが必要である。

当研究室でも、管理システムとしてノードマネージャを実装している [4]。この管理システムと通信することによって、コンピュータネットワークに接続されたホストから、Webブラウザを通して遠隔地のセンサネットワークの情報にアクセスすることが可能となる。Node Browser は、定期的にそのマネージャと通信を行い、取得したデータに基づいて表示情報を更新する。

2.2 3次元視覚化

ノードの状態やセンサの出力値は、単に数値で表示するよりも、ノードの実座標に基づいて3次的に視覚化した方が、実際の位置や位置関係が直観的に理解しやすいと考える。ノードの配置状況を把握するためには、設置環境と各ノードとの相対的な位置関係を表現できればよい。そこで、立方体で表現された実ノードに対応する仮想オブジェクトを、設置環境を表現する直方体のイメージ上に、その (相対) 位置座標に基づいて配置する。これにより、設置環境に存在するノード群の全体像をユーザが把握しやすくなる。

また、各ノードに関する情報を実際の位置に対応づけるために、上記のイメージの中で、対応する仮想オブジェクトの周辺にノード情報を表示する。

さらに、ユーザの要求に応じたインタラクティブな情報提供を実現するために、仮想オブジェクトに対するマウス操作および表示情報の選択をサポートする。

3 実装

3.1 実装環境

ブラウザとしては Netscape Navigator を利用し、インタフェース部は Java アプレットとして実装した。Node Browser は、アプレットをダウンロードしてきた HTTP サーバを経由して、ノードマネージャと通信し、位置座標などノードに関する情報を取得する。ノードマネージャは、Windows 上に Visual C++ を

用いて実装されている。センサネットワークおよびセンサノードには LonWorks を利用している。また、各センサノードの空間座標の測定には、当研究室で開発した Indoor Positioning System (IPS) [5] を利用している。

3.2 Node Browser のインターフェース

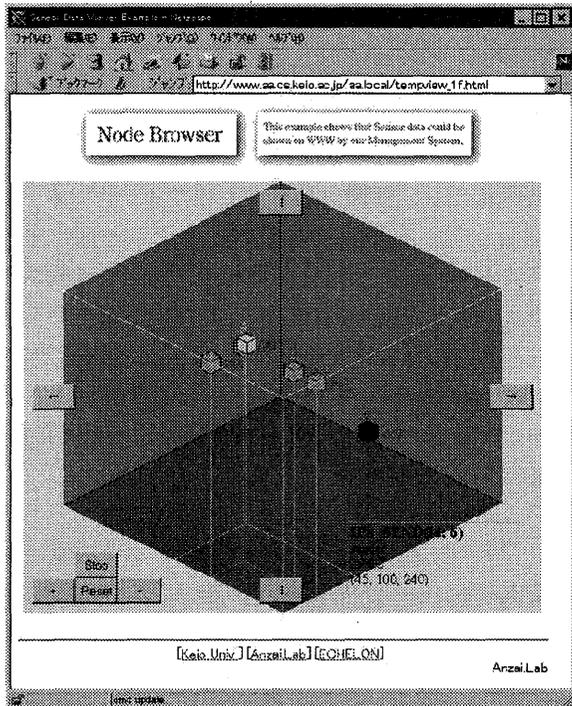


図 1: Node Browser の表示

センサノードに対応する仮想オブジェクトを、位置座標に基づいて室内空間のイメージ上に配置し、ノードの種類に応じて色分けした。すべてのノードの出力値である温度は、仮想オブジェクトの周辺にノード ID とともに表示した。温度情報は定期的に更新・表示し、実ノードの位置座標の変化に応じて仮想オブジェクトも移動させる。仮想オブジェクトをマウスでクリックすることによって、対応するノードのプロパティを表示できるようにした。また、ボタン操作およびマウスドラッグによるイメージの回転、およびボタン操作による拡大/縮小をサポートした。

3.3 センサデータエージェントの利用

実装システムの構成を図 2 に示す。ここでは Node Browser はセンサノードの情報を取得するために、直接ノードマネージャと通信せずに、センサデータエージェント [6] を利用する。センサデータエージェントは、アプリケーションの代理として、センサネットワークに関する情報を取得し処理を行う。アプリケーションからモニタリングタスクを依頼された場合には、タスクに指定された時間間隔でノードマネージャと通信

を行い、取得したデータに変化があった時のみアプリケーションに通知を行う。

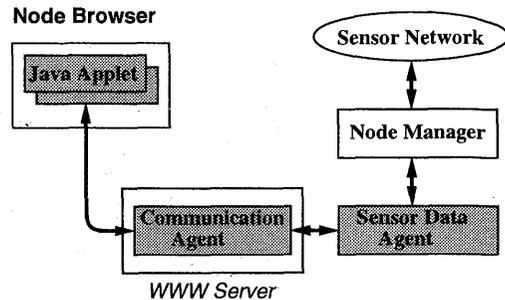


図 2: システム構成

4 まとめ

本論文では Web ブラウザを利用したセンサノード群の 3 次元視覚化インターフェース Node Browser を提案し、Java を用いて実装した。Node Browser を利用することにより、コンピュータネットワークに接続されたホストからセンサネットワークの情報を容易にアクセスできるようになった。センサデータエージェントを導入することにより、Node Browser は必要最低限のメッセージ数でセンサノードに関する情報を取得できた。これは遠隔地のホストからのセンサネットワークのモニタリングに有効である。今後の課題としては、携帯端末への拡張および広域センサネットワークへの対応が挙げられる。

参考文献

- [1] R. Want, A. Hopper, V. Falcao, and J. Gibbons. "The Active Badge Location System". In *ACM Transactions on Information Systems*, Vol. 10, pp. 91-102, 1992.
- [2] 岩倉裕子, 白石陽, 中内靖, 安西祐一郎. ユーザの行動の不確実性に対応した実世界指向分散ヒューマンインタフェースシステムの提案. *情報処理学会論文誌*, Vol. 39, No. 5, pp. 1502-1513, 1998.
- [3] M.T. Hoske. LonWorks Expands, Positions as Universal Network Solution. *Control Engineering*, Vol. 43, No. 7, pp. 77-78, 1996.
- [4] M. Kohno, M. Ohta, Y. Shiraiishi, and Y. Anzai. Distributed Sensor Network Management System for Dynamic Network Reconfiguration. In *Proc. of PDPTA '98*, pp. 21-28, 1998.
- [5] 松永昌浩, 河野通宗, 安西祐一郎. 超音波による室内オブジェクトの 3 次元位置検出システムの設計と実装. 第 15 回日本ロボット学会学術講演会予稿集, 第 1 巻, pp. 183-184, 1997.
- [6] 白石陽, 安西祐一郎. センサネットワークアプリケーションのためのセンサデータエージェントの設計と実装. In *Online-Proceedings of MACC '98*. 日本ソフトウェア科学会, 1998.