

センサネットワークを用いたストリームデータ処理実験環境の構築

川口菜々[†] 小口正人[†]

[†] お茶の水女子大学理学部

[†] 〒 112-8610 東京都文京区大塚 2-1-1

E-mail: [†]nanacho@ogl.is.ocha.ac.jp, ^{††}oguchi@computer.org

あらまし センサネットワークは、ユビキタスコンピューティングや環境モニタリングなど様々な応用が期待されており、近年、生活に便利なアプリケーションの開発が盛んに行われている。また、複数のセンサノードの集合体であるセンサネットワークを通してデータを取得し、用途に応じてデータを解析するという技術にも注目が集まっている。本研究では、お茶の水女子大学において建設されている、ユビキタスコンピューティングのアプリケーションを実証するための実験住宅“ OCHA HOUSE ”向けに、センサデータが解析可能であり、生活に便利なアプリケーションの構築が行えるストリームデータ処理実験環境を構築した。Web カメラによる動画ストリームも導入し、センサネットワークからのデータストリームと比較して評価などを行うことができる。更にこれらを VPN を挟んだ遠距離からアクセスし、制御したり、実行したりできるようにした。

キーワード センサネットワーク, ユビキタスコンピューティング, OCHA HOUSE

Construction of stream data processing experimental environment that uses sensor network

Nana KAWAGUCHI[†] and Masato OGUCHI[†]

[†] Faculty of Science, Ochanomizu University

[†] Ohtsuka 2-1-1, Bunkyo-ku, Tokyo, 112-8610 Japan

E-mail: [†]nanacho@ogl.is.ocha.ac.jp, ^{††}oguchi@computer.org

Abstract As for the sensor network, various applications like the ubiquitous computing and the environmental monitoring are expected, and convenient applications for the daily life are developed actively in recent years . Moreover, attention is attracted gathered in the technology of acquiring data from the sensor network that is the set of two or more sensor nodes, and observing data according to the usage. In this research,an experimental platform is developed for a convenient application in daily life that the sensor data can be analyzed for case study of house called “ OCHA HOUSE” to prove the application of the ubiquitous computing constructed in Ochanomizu University.

Key words Sensor Networks, Ubiquitous, OCHA HOUSE

1. はじめに

近年の無線通信技術の発展や計算機の小型化に伴い、センシングデバイスを搭載した小型の無線通信端末(センサノード)で構築する無線センサネットワークに注目が集まっている。無線センサネットワークの代表的な利点としては、有線ではないため様々な箇所に設置可能であることや、手軽にネットワークを構築可能であることがあげられる。現在の状態や、変化をモニタリングし、データベースに保持することで、いつでも、どこでも、誰もが情報を参照可能となれば、より便利なアプリケーションの実現が期待される。また、複数のセンサノードを無線で接続し、協調的に動作させることで、環境センシングや建物

内のセキュリティシステム、物体追跡をはじめとした様々なアプリケーションへの応用が可能であり、多くのアプリケーションの開発が盛んに行われている [1]。

そこで本研究では、この無線通信技術を利用して、実験住宅“ Ocha House ”向けに、ネットワークの技術を駆使した生活に便利なシステムの開発を目指す、センサデータ解析可能な新しい実験環境の構築を行う。

“ Ocha House ”は、ユビキタスコンピューティングの実現により、家庭でのコンピュータ利用がますます進展されると考え、一般の生活者が必要とするユビキタスコンピューティングのアプリケーションを実証するための実験住宅である。お茶の水女子大学小石川職員住宅跡地に建設されており、2008 年度末に完

成を予定している。Ocha House では以下の研究課題に取り組む予定である(図1)[2][3][4][5]。

- コピキタスコンピューティングアプリケーションの提案
- 情報家電や日用品に組み込まれたコンピュータ利用のための新しいインタフェース手法の提案
- 生活者の行動分析とこれに基づくアプリケーションの提案
- 家庭における高齢者支援やリハビリテーション支援
- コンピュータやネットワークの進化に対応する新しい住宅の提案
- 自然と共生する機能を持つ IT 住宅



図1 実験住宅“Ocha House”

2. 研究内容

本研究では、実験住宅内で無線センサネットワークを構築し、センサノードから加速度センサ等を使用したセンサデータを発生させ、そこから発生するデータをリモートの情報解析端末から観測するという情報解析のプラットフォームを構築する。リモートからの観測方法としては、実験住宅と解析地点とを結びインターネット上にVPN環境を構築し、ネットワーク経由でデータを取得し、解析するという手法を使用する(図2)。

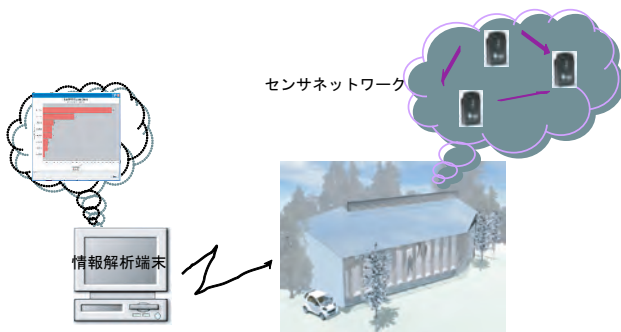


図2 センサネットワーク実験環境の構想

また、実験住宅内に Web カメラも導入し、実験住宅で観測されたセンサデータと、Web カメラで撮影した画像データの双方をネットワークストレージに記録する。これをリモートの端末で読み出し、データを比較して解析できるようにする。このようにして、新たな住宅向けサービスを提供するための開発環境の実験システムを構築する(図3)。これらのストリームデー

タはリアルタイムに観測するだけでなく、インデックスを付けてデータベースに格納することにより、例えばセンサデータと画像データの相関を調べるといった解析処理が可能となる。

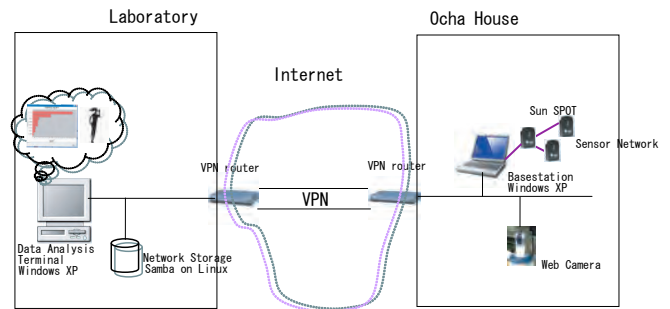


図3 センサネットワーク実験環境の構想

3. 実験環境

3.1 Sun SPOT

無線センサネットワークを構築するための無線センサネットワークデバイスとして、Sun Microsystems 社の研究開発組織であるサン・ラボで開発された Sun SPOT を使用する。Sun SPOT は、CPU 上で直接実行できる Java ベースのセンサアプリケーションを構築可能である。本体上部の汎用センサボードには、加速度、温度、照度センサと 8 個の 3 色 LED が搭載されている。また、センサが感知したデータを IEEE802.15 無線ネットワーク経由でリアルタイムに PC へ送信可能である(図4)[6][7]。加速度センサは、X 軸方向、Y 軸方向、Z 軸方向の 3 軸加速度センサが搭載されており、本研究では、この 3 軸加速度センサを使用したプロジェクト (Java プログラム群によるアプリケーション) を構築した。

また、Sun SPOT には Basestation Sun SPOT とリモート Sun SPOT がある。リモート Sun SPOT を直接 PC に USB ポート経由で接続し、実行したいプロジェクトを構築することも可能であるが、実験住宅において、センサノードのプログラムを書き換える度に、リモート Sun SPOT を定位置から取り外し、PC に接続するということは困難となるため、本研究ではプロジェクトをリモート Sun SPOT へ無線で送り込む Basestation Sun SPOT を介したプロジェクトの構築を行った。

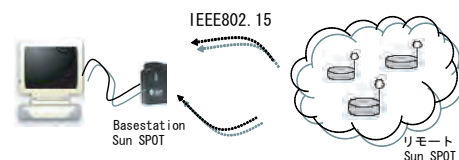


図4 センサデータを無線ネットワーク経由で PC へ送信

3.2 実験システム概要

本研究で構築した実験システムの概要を図3に示す。これは実験住宅において発生するデータの解析を、遠隔に存在する研究室において実行する場面を想定している。ただし現在は研究室内に 2 台の VPN ルータを用いて仮想的に作ったネットワー

ク環境においてシステムを構築している。

実験住宅内のネットワークにはセンサの Basestation が接続された PC と Web カメラが接続されており、センサである Sun SPOT が測定対象に取り付けられて、ベースステーションに対し測定データを IEEE802.15 無線で送信している。Basestation が接続された PC では、Sun SPOT 向けのプログラムを開発・実行する環境である NetBeans IDE5.5 が動作しており、この上で作成された Java プログラムが Basestation PC と Sun SPOT において実行される (図 5)。

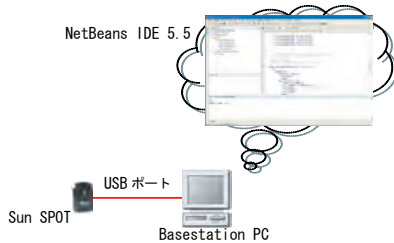


図 5 プログラムの構築と実行

Web カメラには PLANEX COMMUNICATIONS 社の CS-WMV02G を用いた [8]。このカメラは無線 / 有線 LAN に対応しており、Web サーバを内蔵し、ネットワーク上の端末からは IP アドレスを指定してアクセスすることができる。またマイクを内蔵しており、動体検知機能なども備えている。ユーティリティを利用すると、撮影画像をストレージに記録したりこれを読み出して表示したりすることが可能である。

一方、データ解析を行う研究室側には、情報解析端末とデータを記録するネットワークストレージが配置され、実験住宅側と VPN で接続されることにより、同一 LAN 上に存在するようなアクセスを可能とした。このようなシステムを用いることによって、実験住宅内でセンサにより測定されたデータと画像データを記録したり、遠隔の研究室で解析したりすることが可能となる。データの記録には、実験住宅側にある PC を利用することもでき、また研究室側にあるネットワークストレージに保存することも可能である。これにより、Web カメラによる画像ストリームデータとセンサネットワークのストリームデータを共に保存しておき、タイムスタンプなどの情報を元に両者を関連付けて解析を行うようなアプリケーションの構築が考えられる。

4. 実験内容

4.1 センサノード向けプロジェクトの構築と実行

Java で作成されたプロジェクトを Basestation を介してリモート Sun SPOT へ構築し、センサデータの例としてリモート Sun SPOT の加速度をリアルタイムで取得し、NetBeans 上のグラフに表す。

手順としては、

- 1) Basestation を PC へつなぐ
- 2) Java で作成された加速度測定プログラムを NetBeans 上で構築する。
- 3) PC に Basestation Sun SPOT を接続した状態で、コマンドプロ

ンプトでリモート Sun SPOT の IEEE アドレスを打ち込み、リモート Sun SPOT へプロジェクトを送り込む (図 6)。

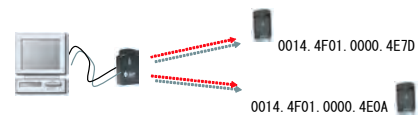


図 6 リモート Sun SPOT へプロジェクトを構築

するとリモート Sun SPOT 上に NetBeans で作成したプログラムが構築される。

4) NetBeans 上でホストアプリケーションのプログラムを構築、実行し、ホスト PC でセンサデータが観測可能なエディタを開く。

5) リモート Sun SPOT を動かし、加速度データを観測する。

するとリモート Sun SPOT の X 軸 Y 軸 Z 軸の 3 軸加速度センサデータが取得され、PC 上でリアルタイムに観測可能となる (図 7)。

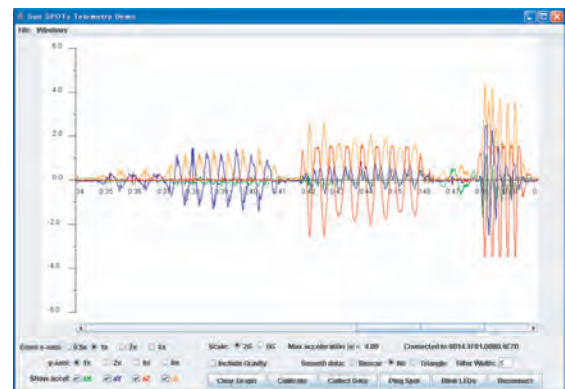


図 7 観測された加速度データのグラフ

4.2 VPN とネットワークストレージの構築

次に実験住宅側と研究室側を VPN により接続し、またネットワークストレージを設定して、VPN を挟んだ反対側からもストレージにアクセスできる環境を構築した。研究室側のネットワークストレージとしては Linux 2.6.23 上で Samba 3.0.28 を動作させた。VPN ルータには富士通の Si-R180 を用いた [9]。これは IPsec による VPN 構築機能を持っており、IPsec の設定は以下の通りである。

- IPsec プロトコル : esp
- IPsec 暗号化アルゴリズム : 3des-cbc
- IPsec 認証アルゴリズム : hmac-md5
- IKE 認証方法 : shared

この実験環境を図 8 に示す。各ノードにおいては、VPN の反対側の LAN 空間へもパケットが届くように、経路制御表のエントリが書き加えられている。これにより VPN を挟んだ反対側からもネットワークストレージや Web カメラに対し直接アクセスでき、ネットワーク越しにセンサデータや画像を記録したり、これを参照したりすることが可能になった。

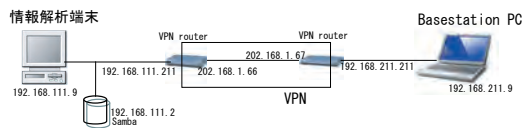


図8 VPN を経由しリモートからデータを観測

5. 実行結果と考察

PC 上で、センサデータ観測グラフと、Web カメラで取得された画像データの双方を比較し、観測可能な状態にした。窓の開閉に伴い、それを撮影した画像データとあわせて、リモート Sun SPOT によって取得されたセンサデータの情報が、グラフとなって現れた (図9)。

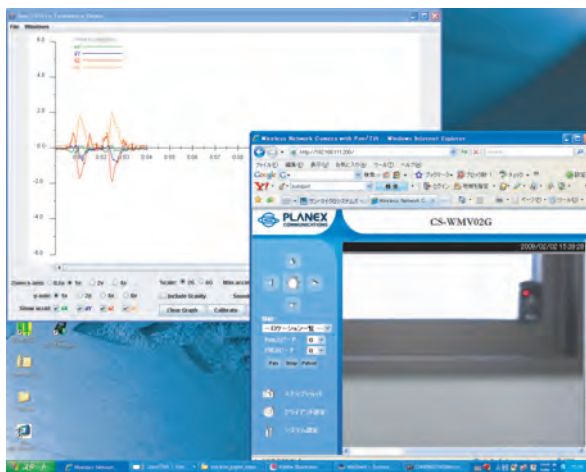


図9 PC 上での画像データとセンサデータの比較

また、VPN 環境を構築することで、記録したデータを遠隔ネットワークごとに、リモートの端末で観測することが可能となった。

6. まとめと今後の課題

Sun SPOT の開発ツールセットと NetBeans により、Basestation Sun SPOT を経由した Sun SPOT ヘブプロジェクトを構築し実行した。また、Sun SPOT で取得したセンサデータを、PC 上で観測することも可能とした。Web カメラについては、LAN 上の IP アドレスに設定し、画像データを取得することで、センサデータと画像データの双方を PC 上で観測し、Sun SPOT がどのような振舞をした時に、測定対象に設置したセンサがどのように働いているのか比較可能とした。更に、記録したデータを Samba に保存し、VPN を経由した遠隔ネットワーク越しにリモートの端末から参照することを可能とした。今後は、記録したデータをより比較、解析がしやすい環境に整えて行く。

7. 謝 辞

本研究はお茶の水女子大で実施中の文部科学省特別教育研

究経費「女性が進出できる新しい分野の開拓」の「生活者の視点を重視したコビキタスコンピューティング住宅の研究」プロジェクトの一部です。関係者の皆様に御礼申し上げます。

文 献

- [1] 白石 陽：センサネットワークのためのデータベース技術, 情報処理 vol.47 No.4 P.387-393,2006 年 4 月
- [2] 実験住宅“ Ocha House ”:
<http://www.eng.ocha.ac.jp/biomedeng/brochure.pdf>
- [3] Ocha House :
<http://lab.sio.jp/index.php?OchaHouse>
- [4] Ocha House Projects :
<http://lab.sio.jp/index.php?OchaHouseProjects>
- [5] Ocha House Publications :
<http://lab.sio.jp/index.php?OchaHousePublications>
- [6] Sun SPOT :
<http://jp.sun.com/products/software/sunspot/>
- [7] Sun SPOT Quick Start Tutorial :
<http://www.sunspotworld.com/docs/Purple/Tutorial/Tutorial.html/>
- [8] Web カメラ CS-WMV02G :
<http://www.planex.co.jp/product/camera/cs-wmv02g-1.shtml/>
- [9] VPN ルータ富士通 Si-R180 :
<http://fenics.fujitsu.com/products/sir/sir180/>