

ネットワーク負荷を考慮したセンサデータ処理の一手法

富田 哲郎[†] 今井 信太郎[†] 新井 義和[†] 猪股 俊光[†]

[†]岩手県立大学ソフトウェア情報学部

1 はじめに

近年、家庭などに多くの小型無線センサデバイスを設置し、それらのセンサから得られる実世界の情報を用いた、多様なサービスが提案されている。それらの中には、取得したセンサデータを、インターネットなどを通じて外部のホストに送信するサービスもある。このような環境下では、センサや利用者の増加に伴い、センサの取得するデータ量が大きく増加し、インターネットなどの外部ネットワークへ大きな負荷がかかることになる。

以上の背景から、本研究では、大量のセンサデータが発生する環境に対応可能なセンサシステムの実現を目的とする。この目的を達成するためには、1) センサデータに対して高度で複雑な解析・処理が可能であること、2) 1)に基づき外部ネットワークへの負荷を軽減できることの2項目を実現する必要がある。これに対し本研究では、中間ホストにおけるセンサデータ処理を提案する。これは、センサが取得したデータに対し、外部ネットワークに送信する前に、家庭などの組織内のPCなど(中間ホスト)において解析・処理を行い、その結果に基づき外部ネットワークへの負荷を軽減する手法である。これにより、センサでデータを処理する手法と比較して高度で複雑なデータ処理が可能となり、外部ネットワークに存在するホスト(外部ホスト)でデータを処理する手法と比較して外部ネットワークへの負荷の軽減が可能となる。

また、実際に高頻度でデータを取得する加速度センサを用いて利用者の行動を推定するシステムを実装し、それを用いた実験により、提案手法の実用性を評価する。

2 関連研究

センサデータ処理に関する関連研究は、センサにおいて処理を行う研究と外部ホストにおいて処理を行う研究がある。

センサにおいてデータを処理する研究としては、児玉らの研究が挙げられる[1]。この研究では、センサがイベントを検出した場合のみ、外部ホストへのデータ

送信が行われる。この手法では、ネットワークに流す前にデータを削減することになるため、大幅なデータ量の削減が期待でき、通信に要する電力も抑えることができる。しかし、一般にセンサの処理能力が低いことや、複数のセンサから得られたデータを統合して扱うことが困難であることなどの問題がある。この結果、高度な解析・処理を行うことができず、多様な環境に対応できない可能性がある。

一方、外部ホストにおいてデータを処理する研究としては、田淵らの研究がある[2]。この場合、センサが取得したデータは外部ホストにそのまま送信されるため、複数のセンサから得られたデータを用いた解析や処理が可能である。そのため、様々な環境に対応可能なセンサシステムの構築が可能となる。しかし、外部ネットワークに送信されるデータの量が大きくなるという問題がある。

3 中間ホストにおけるセンサデータ処理

本研究の目的は、大量のセンサデータが発生する環境に対応可能なセンサシステムの実現である。この目的を達成するために、本研究では、中間ホストにおけるセンサデータ処理を提案する。図1に本提案の概要を示す。

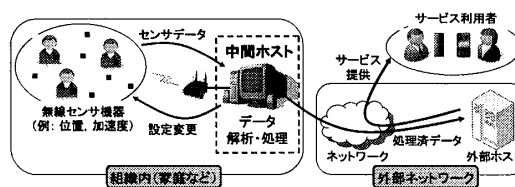


図1 提案手法の概要

図1において、中間ホストは複数のセンサが取得したデータを受信し、それらのデータを解析・処理する。また、その結果に基づきセンサの制御、外部ホストへのデータ送信を行う。

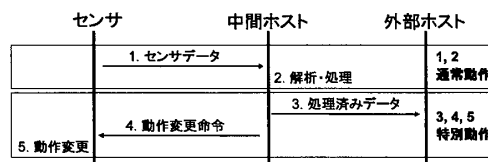


図2 提案手法の処理の流れ

図2に提案手法の処理の流れを示す。通常、中間ホストは、センサデータを受信し、それを解析・処理する。その結果から、外部ホストへの処理済データの送信やセンサに対する設定変更の必要性があると判断した場合のみ、必要な動作を行う。

A Method of Sensor Data Processing Considering Network Load

[†] Tetsuro TOMITA

[†] Shintaro IMAI

[†] Yoshikazu ARAI

[†] Toshimitsu INOMATA

Software and Information Science, Iwate Prefectural University ([†])

4 実装

4.1 システムの概要

提案手法を評価するために、3 軸加速度センサを使用し、利用者の行動推定を行うシステムを実装する。このシステムにおいて、中間ホストは、センサから受信した加速度データを解析して利用者の状態を推定し、その状態に応じたデータ取得間隔をセンサに指示する。センサは、取得間隔を中間ホストから指示された値に変更し、データを取得する。実装したシステムでは、利用者の状態を停止、歩行、階段移動の 3 種類とした。そして、階段移動、歩行、停止の順に危険度が高いとし、この順で短い取得間隔のデータが必要であると想定した。取得間隔は、階段 100ms、歩行 400ms、停止 600ms とした。

4.2 中間ホストにおけるデータ解析

中間ホストは、利用者の行動推定を、受信した過去 3 秒分の加速度データに基づき、1 秒毎に行う。本実装では、条件を満たした回数が 13% 以上の場合、利用者はその行動状態にあるものと推定する。条件を以下に示す。

- 歩行：加速度 y (前後方向) の絶対値 $\geq 2.0g$
- 階段移動：加速度 y の絶対値 + 加速度 x (左右方向) の絶対値 $\geq 1.0g$
- 停止：歩行、階段移動状態に該当しない

5 実験

5.1 実験条件

実験では、SunSPOT を受験者の片足に取り付け、歩行、停止、階段昇降を行った場合のシステムの動作を観測する。評価方法は、取得間隔を最も間隔の短い 100ms としてその値を変化させない場合と提案手法を、1) センサによるデータの送信回数 (データ量)、2) 行動推定の実行動に対する正解率の 2 項目で比較する。この結果から、中間ホストにおけるデータ解析の効果を検証する。

5.2 結果と考察

実験の結果を図 3 と表 1 に示す。

図 3 は提案手法を用いた場合の取得データと、そこから導かれた利用者の行動推定、および実際の行動をまとめた結果である。また表 1 は、取得間隔が 100ms で一定の場合と提案手法を、データ送信回数と正解率で比較した結果であり、送信回数および正解率は、歩行・停止・階段それぞれ 30 秒分のデータに基づいている。なお、表 1 の値は、間隔一定および提案手法ともに、5 回の実験結果の平均である。まず、送信回数に関しては、提案手法を用いることで、発生するデータ量

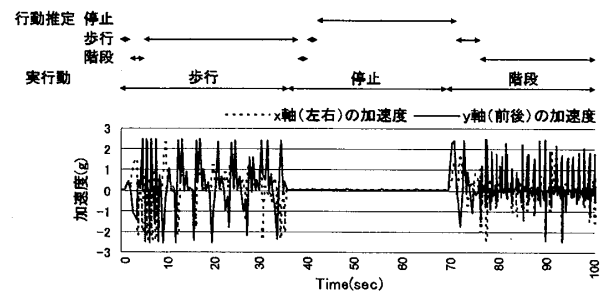


図 3 提案手法の行動推定と実行動

表 1 データ送信回数と行動推定の正解率の比較

	送信回数 (回)			正解率 (%)		
	歩行	停止	階段	歩行	停止	階段
間隔一定	244	244	244	90.0	86.3	86.0
提案手法	74	67	219	90.3	82.0	86.1

を 50.8% 削減できている。続いて、正解率に関しては、提案手法における停止の正解率が、100ms で取得間隔一定のものと比較して 4.3% 低下している。これは、取得間隔を広げたことにより、歩行から停止に状態が変化する場合の推定の精度が低下したことが原因と考えられる。これに対しては、取得間隔や閾値を見直すことや、平均値や偏差値を用いるなどで改善できると考えられる。

以上から、提案手法により、システムの動作に大きな影響を与えず、データ量の削減が可能であるといえる。

6 まとめ

本研究では、大量のセンサデータが発生する環境に適応可能なセンサシステムの実現を目的として、中間ホストにおけるセンサデータ処理を提案した。また、提案手法を適用した中間ホストにおいて、利用者の行動を推定し、センサにおけるデータの取得間隔を変更するシステムを実装した。そして、そのシステムを用いた実験から、提案手法によりネットワーク負荷の軽減が可能であることを確認した。

現状では、システム開発者が予め中間ホストに設定した基準に基づきデータの解析・処理を行っているが、システムが自律的に基準を調整できるよう改良を加える必要がある。また、多様なセンサの動作変更や、複数センサ間の基準の共有なども今後の課題である。

参考文献

- [1] 児玉賢治ほか: センサノードのための加速度データに基づくルール型動作制御方式, 情報処理学会論文誌, Vol. 49, No. 11, pp. 3732-3742 (2008).
- [2] 田淵勝宏ほか: 加速度センサを用いた日常行動識別におけるデータ収集条件の識別性能への影響評価, 信学技報, Vol. 106, No. PRMU2006-27, MI2006-27, pp. 43-48 (2006).