

センサ情報利活用支援のためのエージェント指向データ管理

栗田 泰洋[†] 伊藤 大視[†] 高橋 秀幸^{†,‡} 木下 哲男^{†,‡}

[†] 東北大学大学院情報科学研究科

[‡] 東北大学電気通信研究所

1 はじめに

近年の情報家電やスマートフォン、種々のセンサ技術の発展に伴い、生活支援などのより生活を豊かにする情報システムの実現が期待されている。また、様々なセンサ機器の精度、小型化や駆動時間の向上によって、センサデータの解析手法に関連した様々な研究開発が行われている。今後、様々なセンサデータを利活用したシステム開発には、多様で膨大なセンサデータを収集・蓄積し、解析の支援やデータの入出力制御を管理する統合的な仕組みが必要となる。本稿では、マルチエージェントに基づくセンサデータ統合管理基盤の概要とセンサデータの入出力の処理や管理を行う各種機能の設計について述べる。

2 関連研究と技術的課題

これまで、家電とセンサ間の連携、センサの追加や削除に伴うシステム構成変化への対応を目的とした様々な研究が行われてきた。例えば、コンテキストウェアサービスの構築を支援する研究 [1] や、センサから得られたデータを基に、コンテキストを導出する研究 [2]、モバイルエージェントによりセンサの追加・削除の処理を行う研究 [3] などがある。今後、センサ技術の発展によって、より膨大かつ様々なセンサデータを扱ったシステム開発を想定した場合、以下の技術的課題に取り組む必要がある。

(P1) 異種センサ間の用途に応じた連携が困難

センサごとに異なるセンサデータを出力するため、様々なセンサデータを効果的に扱う仕組みが必要となるが、その際、各センサによってサンプリングレートや精度が異なるため、センサデータを統一的に扱うことが困難である。

(P2) センサの即興的な追加・削除への対応が困難

センサの追加や削除などによってシステムの構成が変更した場合、即興的にセンサの追加や代替のセンサを選択する必要がある。また、利用者や環境のコンテキストが単一のセンサデータから判断できない場合、即興的に複数のセンサを用いたデータ分析を行う必要がある。その際、サービスを継続しながら柔軟な構成変更に対応することが困難となる。

本研究では、センサ情報利活用支援のためのエージェント指向センサデータ管理について述べる。具体的に

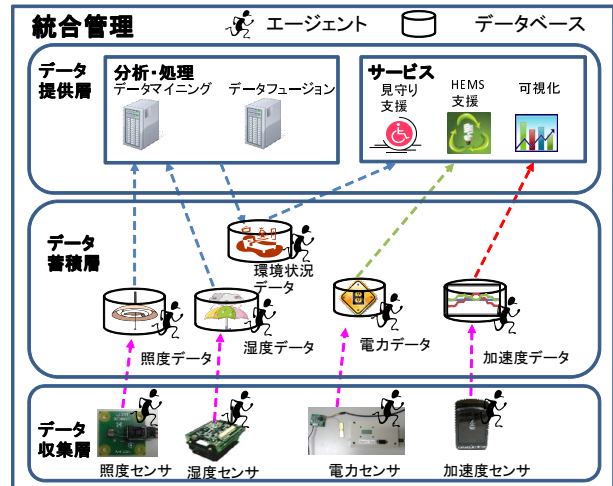


図 1: センサデータ統合管理基盤の概要

は、システムの構成要素をエージェントとして抽象化し、多様で膨大なセンサデータを収集・蓄積し、解析の支援やデータの入出力制御を自律的に管理する統合的な仕組みをマルチエージェントとして実現する。本稿では、即興的なセンサの追加や削除へ対応可能なセンサデータ統合管理基盤の概要とセンサデータの入出力の処理や管理を行う各種機能の設計について述べる。

3 センサデータ統合管理基盤

センサデータ統合管理基盤の概要を図 1 に示す。

センサデータ統合管理基盤は、見守り支援、Home Energy Management System(HEMS) 支援などの様々なコンテキストウェアサービスのシステム開発の際に必要な、多様で膨大なセンサデータを収集・蓄積し、解析の支援やデータの入出力制御の管理を行う基盤である。また、サービス提供時に必要となるコンテキスト分析や、実際にサービスを提供する際に必要となるデータのやり取りを行う。さらに、蓄積されたデータ間の統合やデータの受け渡しの制御を統合的に管理する仕組みを持つ。

センサデータ統合管理基盤は、マルチエージェントとして協調連携を行うことで実現する。図 1 のように、(1)データ収集層、(2)データ蓄積層、(3)データ提供層の 3 層から成る。データ収集層では、分散環境下にある様々なセンサのセンシングデータを収集する。サンプリングレート等の調整を行いながらデータの収集を行い、各種センサが出力するデータ形式や規格の違いをデータ収集層で吸収する。データ蓄積層では、データ収集層で収集したデータを分散環境上にあるデータベース等に蓄積する。データ提供層では、蓄積層のデー

タを利用したデータ分析・処理やサービスを提供するため、各システム構成要素にデータを提供する。

各種センサのデータ形式やデータフォーマットの違いに関する知識を種々のエージェントに与えることで違いを吸収する。また、3層の収集、蓄積、提供と連携プロトコルに基づき、リソース状況に応じたサンプリングレートの調整を行いながら用途に応じた連携を実現することで、P1を解決する。エージェント間の連携プロトコルに基づくセンサ発見、追加・削除によって、サービス提供中のシステムの動作を停止させることなく、センサの追加や削除等への対応を実現することでP2を解決する。

4 基本設計と初期実装

センサデータ統合管理基盤の基本設計と初期実装を行った。具体的には、センサデータの入出力およびデータベース上でのデータ管理に関する基本設計を行い、一部モジュールの試作を行った。センサデータの入出力として、センサエージェントおよび他のエージェント間で送受信を行うデータ形式の設計、データ管理に関しては、データマイニングなどのセンサデータを利用した分析を想定し、エージェントを用いたセンサデータのデータベースへの格納、問い合わせ処理に関する基本設計を行った。

各センサエージェントが送受信を行うセンサデータのデータ形式を、Object-Attribute-Value (OAV) のデータフォーマットとして定義する。これにより、多種多様なセンサのセンサデータの整合性を考慮し、各種センサの機能や仕様に関して統一的に扱うことが可能となる。センサデータの管理に関する初期実装として、各センサを管理するエージェントが収集したセンサデータを逐次データベースエージェントへ通知することでデータベースエージェントがデータの蓄積を行う。サービスを提供する際には、各エージェントが必要なセンサ機能や要求するデータを考慮して、データベースへ問い合わせを行う。

エージェントの実装には、エージェントプログラミング環境 DASH を用いた。また、エージェントの開発および動作シミュレーションには、DASH エージェントの統合開発環境である IDEA を用いた。データベースには、HSQLDB(HyperSQL DataBase) を用い、センサ機器として照度センサ、温度センサ、3軸加速度センサの機能を持つ SunSPOT を用いた。

初期実装の試作システムの構成を図 2 に示す。SunSPOT と、エージェントとして動作させるための SunSPOT Agent, データベースについて扱う DB Insert Agent, Query Agent から構成される。SunSPOT Agent は、SunSPOT から照度、温度、加速度、計測時刻および送信 ID を取得する。DB Insert Agent は、SunSPOT Agent から受信した値をデータベースへ格納する。Query Agent は、他のエージェントからの要求メッセージに応

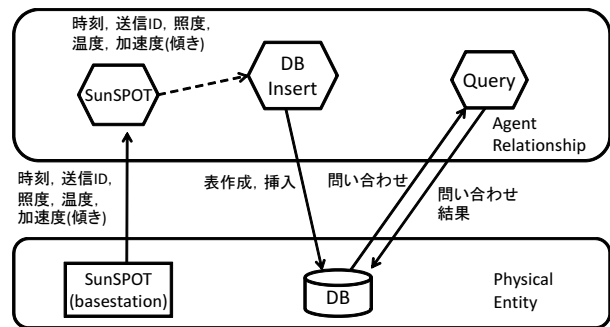


図 2: 試作システムの構成

じてデータベースへ問い合わせを行い、問い合わせ結果を取得し、他のエージェントへ結果を送信する。

センサエージェントによるセンサデータの収集およびデータベースへのデータ蓄積と、エージェントによるデータベースへの問い合わせ処理の動作確認を行った。センサデータの収集およびデータベースへのデータ蓄積に関しては、SunSPOT Agent が SunSPOT の 3 軸傾き、計測時刻、送信 ID の収集を行った後、DB Insert Agent へデータを送信し、DB Insert Agent がデータベースへのデータ蓄積を行った。また、エージェントによるデータベースへの問い合わせに関して、Query Agent がデータベースエージェントへ一定間隔の 3 軸傾きとその時の時刻の問い合わせを行い、問い合わせ結果を SunSPOT Agent に送信し、SunSPOT Agent が受信できていることを確認した。以上により、マルチエージェントとして、データの入出力や管理を行う連携機能が動作することを確認した。

5 おわりに

本稿ではセンサ情報利活用支援のためのエージェント指向データ管理について述べた。また、センサデータ統合管理基盤の概要とセンサデータの収集・蓄積・提供に関する基本設計について述べた。初期実装を行い、データの蓄積、問い合わせ処理の動作を確認した。今後はデータ統合管理基盤の詳細化と、追加・削除に関するエージェント間連携プロトコルの設計を行う予定である。

謝辞

本研究の一部は、科研費 (23700069) の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] G.D. Abowd, A.K. Dey, and D. Salber, "A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications," HCI, Vol.16, pp. 97-166, 2001.
- [2] V. Degeler and A. Lazovik, "Interpretation of Inconsistencies via Context Consistency Diagrams," Proc. of the IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom2011), pp. 20-27, 2011.
- [3] 梅澤猛, 佐藤一郎, 安西祐一郎, "モバイルエージェントを用いたセンサネットワーク向けフレームワーク," 情報処理学会論文誌, Vol. 44, No. 3, pp.779-788, Mar. 2003.