

## センサネットワークにおけるメタデータを用いた統一的問い合わせ手法

藤原 秋司<sup>†</sup> 植田 裕規<sup>††</sup> 横田 裕介<sup>†</sup> 大久保 英嗣<sup>†</sup><sup>†</sup>立命館大学情報理工学部 <sup>††</sup>立命館大学大学院理工学研究科

## 1 はじめに

様々なセンサノードやセンサノード用 OS で構成されるセンサネットワークでは、ユーザは、各センサネットワークのクエリ様式や仕様を事前に把握する必要がある。さらに、継続的なシステムの管理、運用を考慮すると、センサネットワークの追加、削除、更新といったシステムの更新を行う必要性も発生する。

このような問題点を解決するために、我々は Jini によるゲートウェイサービス [2] を提案した。ゲートウェイサービスを適用することにより、動的なセンサネットワークの追加や削除が可能となり、構成の異なる複数のセンサネットワークの混在も容易となった。しかし、このシステムでは異種センサを搭載したセンサノードの混在や、センサネットワークの構成変化に対応できておらず、システム全体への統一的な問い合わせも実現されていない。

本研究ではこれらの課題を解決すべく、異種センサを搭載したセンサノードが混在する複数のセンサネットワークの構成を管理するために、各センサノードの OS、センサネットワークの取得データなどのセンサネットワークの情報であるメタデータの明確な定義を行う。また、複数ユーザからの問い合わせを想定し、複数の問い合わせをゲートウェイで最適化、結果の再分配を行う。これにより異種センサが混在する複数のセンサネットワークの管理、システム全体への統一的な問い合わせ、複数の問い合わせを効率的に処理することを可能とする。

以下、本稿では、2 章で Jini によるゲートウェイサービスの現状と課題について述べる。次に、3 章でシステム設計について述べ、4 章でセンサデータ取得までのプロセスの流れ、5 章で本稿のまとめと今後の展望について述べる。

## 2 Jini によるゲートウェイサービスの課題

これまでに開発してきた Jini によるゲートウェイサービスでは、2 つの設計上の制約の元にセンサネットワークの動的な追加・削除、異種センサネットワークの混在をサポートしている。制約とは、1 つのセンサネットワークを構成するのは 1 種類のセンサのみ、ノードの移動・追加・削除といったセンサネットワークの構成に変化はないというものである。センサネットワークでは、観測目的に応じてそれぞれ異なる種類のセンサを搭載したいという要求や、新たにセンサノードを追加したいという要求が考えられるが、この制約のため対応できない。また、ユーザがセンサネットワークに対してクエリを送信する際、センサネットワークごとに 1 対 1 で通信を行う構成を想定しているため、システム全体に統一的な問い合わせを行うことができない。しかし、複数のセンサネットワークを 1 つのシステムとして運用するためには、これらの機能が必要となる。これらの課題を解決する手段として、異種センサノードで構成される複数のセンサネットワークの構成を把握するためにこれらの情報を管理するメタデータの拡張を行い、1 つのセンサネットワー

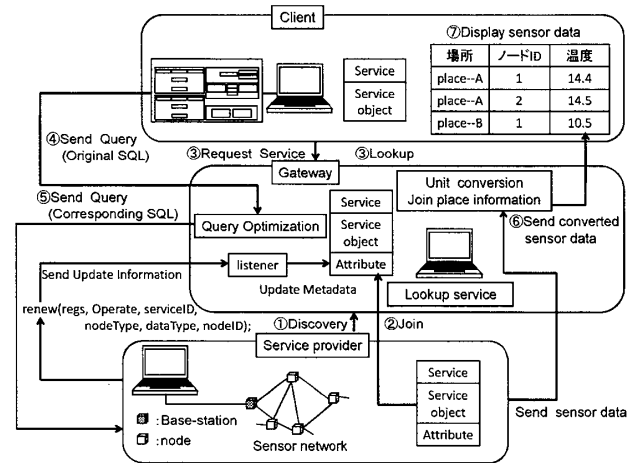


図 1 メタデータを用いた統一的問い合わせ手法の概要

ク内に異種センサノードが混在する複数のセンサネットワークの管理、システム全体への統一的な問い合わせを可能とする。

## 3 設計方針

前章で挙げた課題を解決するため、センサネットワークの種類がそれぞれ異なる点を考慮し、異種センサノードで構成される複数のセンサネットワークを 1 つのシステムとして利用できるよう、Jini によるゲートウェイサービスの再設計を行う。具体的には、センサネットワークの構成および複数のセンサネットワークの管理、システム全体への統一的な問い合わせを可能とするための実装を行う。これを行うには現在のメタデータでは情報が不十分であるため、メタデータの拡張を行う。システムの全体構成を図 1 に示す。図 1 における Lookup service, Service provider, Client の主な働きは以下の通りである。

**Gateway** Lookup service により Service provider が提供するセンサネットワークの機能を管理し、Client の要求に対して Service provider への proxy を提供する。

**Service provider** Lookup service へ自身の機能をサービスとして登録を行うことで、Client にセンサネットワークの機能を提供する。各センサノードへのクエリ送信や、センサノードのリセットなどのベースステーションからの操作を行うことが可能である。

**Client** Lookup service へサービスの要求を行うことで、複数のセンサネットワークを利用することが可能となる。

## 3.1 メタデータの拡張

異種センサが混在したセンサネットワークの構成を把握するためにメタデータの再定義を行う。従来のゲート

A Unified Query Processing Technique with Metadata in Sensor Network  
Shuji Fujiwara<sup>†</sup>, Yuki Ueda<sup>††</sup>, Yusuke Yokota<sup>†</sup>, and Eiji Okubo<sup>†</sup>

<sup>†</sup>College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan Univ.

<sup>††</sup>Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan Univ.

表1 メタデータ

| センサネットワークの情報 |         |       |        |
|--------------|---------|-------|--------|
| センサの OS      | センサの SW | センサの数 | 設置位置   |
| センサノードの情報    |         |       |        |
| ノードの種類       | センサの種類  | 取得データ | ノード ID |

ウェイサービスではメタデータとして、センサノード用 OS, センサノード数, 設置位置, 取得データを扱っていた。しかし、これでは異種センサの混在するセンサネットワークを管理することができない。よって、センサノード、搭載センサの違いを考慮するため、センサノード、搭載センサごとにグループを作り、そのグループに所属するノードの ID を管理する情報を従来のメタデータに付加する。これにより、異種センサが1つのセンサネットワーク内に混在する複数のセンサネットワークの管理を可能とする。メタデータを表1に示す。

### 3.2 センサネットワークの構成変化への対応

ノードの追加や削除といったセンサネットワークの構成に変化があった場合、ユーザが手動でメタデータを更新することはユーザへの負担が大きくなるため好ましくない。そこで、ゲートウェイが必要とするデータを登録するための API を Service provider となる各センサネットワークに提供する。これにより、自動的な更新ができ、動的な構成変化に対応することが可能となる(図1参照)。なお、定義したデータを各センサネットワークから取得する機能についてはユーザの実装に依存する。メタデータの更新に必要なデータは、Lookup service を指定する ServiceRegistrar として regs, ノードの追加・削除を管理する Operate(例:join delete), 各センサネットワークの識別に利用する serviceID, nodeType(例:MPR2400J), sensorType(例:MTS310CB), dataType(例:温度, 照度), nodeID(1~5, 8)である。

### 3.3 統一的問い合わせ手法

1つの問い合わせから各センサネットワークに応じた複数の問い合わせを生成する。このクエリは、独自の SQL 文で生成する。これは複数種のセンサへの統一的な問い合わせを可能とするため、センサ基板に依存しない一般的なクエリ記述を行う必要があることによる。具体的には、3.1節で述べたメタデータを基にクエリを生成する。このクエリを各センサネットワークに応じたクエリに分割し送信する。さらに、複数の問い合わせ結果を結合し、ユーザに返す。これにより、異種センサで構成される複数のセンサネットワークを1つのシステムとして扱うことを可能とする。

### 3.4 問い合わせの最適化

複数のユーザが、ゲートウェイサービスを用いて複数のセンサネットワークに問い合わせを行う場合、問い合わせの重複や、センサネットワークが同時に扱うことができるクエリ数の上限により、問い合わせの最適化・結果の再分配が必要となる。よって、ゲートウェイで結果の共有が可能な問い合わせを識別し、結果の共有が可能な問い合わせを1つにまとめ、結果の再分配を行う。

## 4 センサデータ取得までのプロセスの流れ

本章では、本手法適用時のセンサデータ取得までの処理の流れについて例を用いて述べる。ここでは、ユーザが温度を取得周期 1024 でセンサネットワーク A, B(設置位置 place-A, place-B) から取得したい場合について考える。また、構成例としてセンサネットワーク A, Bともにノード ID 1~5 のセンサノードが温度を取得可能とし、TinyDB[3] がインストールされているものとする。以下、システム、ユーザの各処理を示す(図1参照)。

### システム (Service provider) 処理

1. Service provider となるセンサネットワーク A, B は、Lookup service の検索を行う (Discovery)。
2. センサネットワーク A, B の情報であるメタデータを Lookup service に登録する (Join)。

### システム (Gateway) 処理

5. 生成されたクエリをメタデータ、対応表(例:温度=temp)を基にそれぞれのセンサネットワークの構成、クエリ様式に応じたクエリ“SELECT temp WHERE nodeID >= 1 AND nodeID <= 5 SAMPLE PERIOD 1024”に変換し、送信する。
6. 取得したセンサデータを単位変換し、各センサ基板ごとに異なるセンサデータの単位を統一する。温度の場合は摂氏に変換する。また、変換したセンサデータにセンサネットワークの設置位置の情報である place-A, place-B を付加し、Client に返す。

### ユーザ (Client) 処理

3. Client は、Lookup service に要求を送り、登録されたセンサネットワーク A, B の情報を取得し表示する (Lookup)。
4. Client は、メタデータを基に“SELECT 温度 FROM place-A, place-B SAMPLE PERIOD 1024”という独自の SQL を生成する。
7. Client は、取得したセンサデータを表示する。

## 5 おわりに

本稿では、センサネットワークにおけるメタデータを用いた統一的問い合わせ手法について述べ、センサデータ取得までのプロセスについて述べた。

今後は、3.4節で挙げた問い合わせの最適化について検討する予定である。

### 参考文献

- [1] Sun Microsystems: Jini Network Tecnology, <http://www.sun.com/software/jini/>.
- [2] 植田裕規, 鈴木和久, 横田裕介, 大久保英嗣: センサネットワークにおける Jini による柔軟なゲートウェイサービスの構築, 情報処理学会第 69 回全国大会, 第3分冊, 6V-5 (2007).
- [3] Madden, S. R., Franklin, M. J., Hellerstein, J. M. and Hong, W.: TinyDB: an acquisitional query processing system for sensor networks, *ACM Transaction on Database Systems*, Vol.30, No.1, pp.122-173 (2005).