1E-5

疎結合による広域に分散したセンサネットワーク群の統合機構

横田 裕介　　大久保 英嗣
立命館大学情報理工学部

1. はじめに

現在，様々な場面においてセンサネットワークを用いた観測システムの利用が進められている．実環境を観測するシステムを構築する場合における問題の一つとして，様々な種類のセンサネットワークを統合して扱うための標準的な仕組みの欠如が挙げられる．本稿では，広域に分散した地点を観測するセンサネットワークシステム構築における基盤技術としての，データの統合・配信機構について述べる．本機構ではシステム間の依存関係を極力抑えることにより，一部の構成要素が停止した場合でも運用を続けることが可能となる．また，データ形式を統一することによって，センサネットワーク間のインタフェースの違いを隠蔽する．

2. センサネットワーク群による広域多地点の観測

2.1 概要

センサネットワークを用いてある地域の観測を行う場合，複数のセンサネットワークを用いて観測対象となる地域をカバーするよう配置を行う．各センサネットワークは基地局を経由して外部ネットワークと接続される．基地局に収集されたデータはさらにサーバで集約され，サービスとしてユーザに提供される形が一般的である．そのため，センサネットワークシステムは一般に階層構造を持つアーキテクチャとなることが多い．

ここでは，広域に分散した地域を観測するためのシステムとして図 1 のような構成を考える．観測地点ごとにセンサネットワークを配置し，地域ごとのデータはサーバで統合し，クライアントは複数のサーバに並列にアクセスすることによって必要なセンサデータを取得する．基地局はロガー機能を持ち，センサネットワークから取得されたデータはすべて一度ここに格納される．また，サーバは複数の基地局からデータを収集し，ローカルなデータベースに格納する．

A Loosely-Coupled Architecture for the Integration of Distributed Sensor Networks in Wide Areas
Yusuke Yokota and Eiji Okubo
College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

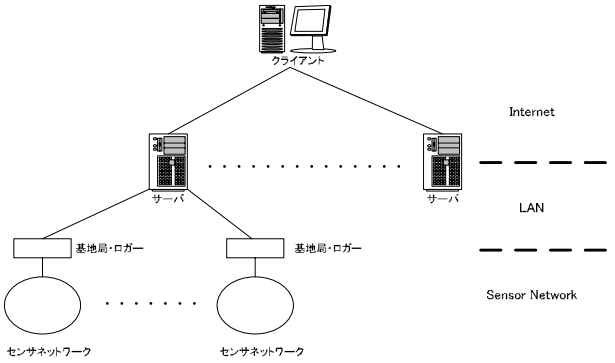

図 1: システム構成

システム構成要素間の相互依存性を低くするため，本構成では原則として下位要素は上位要素に対して能動的なアクセスを行わない．例えばセンサネットワークは常に基地局からの問い合わせに答える形でデータを送信する．基地局とサーバ間，サーバとクライアント間も同様である．

2.2 要求

ここでは，前節に挙げた構成を持つシステムにおいて必要となる主な機能について検討する．基本となる考え方は，システム構成要素間の依存関係をできるだけ減らし，疎結合となるような構成を取ることによって広域分散システムとしての安定運用を可能にすることにある．

非同期性：センサデータは通常ストリームデータとして取得される．このとき，センサノードでのデータ取得間隔，基地局でのデータ集約頻度，サーバでのデータ集約頻度，クライアントからのデータアクセス頻度はすべて異なる可能性があり，通常後者になるほど頻度が低くなる．そのため，各要素間の通信は非同期に行うことが必要となる．

センサの抽象化：センサデバイスは種類，設置位置，キャリブレーションデータ，センシング値から物理値への変換式などのメタデータを持ち，センシングデータを解釈する上でこのメタデータを参照する必要が出てくる．そのため，センシングデータおよびメタデータを記述する手段を明確化し，カプセル化することによって統一的な利用方法を提供する必要がある．

データの公開と共有：センシングデータを観測

するユーザが多数存在する場合，すなわちクライアント数が大きくなる場合，同じデータを同じ方法で参照したいという要求が出てくるため，センシングデータの公開と共有を効率的に行うための仕組みが必要である．これによって，同じデータを繰り返し生成し提供するような無駄な処理を削減することが可能になる．

様々なアクセス手段の提供：クライアントからの一時的な特定の要求に答えるためのリクエスト・レスポンスモデルによるサーバへのアクセス，特定の要求に対し継続的にデータを提供するためのパブリッシュ・サブスクライブモデルによるデータ配信，標準的なデータをサーバから一方的に配送するためのブロードキャストモデルによるデータ配信といった多様なアクセス手段が要求される．これはまた，システムの非同期性を実現する手段の一つとなる．

3. RSS フィードに基づくセンシングデータの配送・統合機構

前節で考察した要求を実現するための手段として，ここでは WWW システムで用いられている RSS フィードを利用した機構を提案する．このほかに SOAP および WSDL を用いた Web Service として実現する手段も考えられるが，クライアントアプリケーション構築の手軽さや，多くの既存システムの利用が可能である面などから，RSS フィード技術に基づくデータ配送を考える．

3.1 センシングデータのフィードの種類

フィードデータはサーバ上で作成され，提供される．サーバは，管理する基地局群から集約したデータを RSS フィードの形で提供するが，クライアントのアクセス要求に応じて次の 3 種類のフィードを提供する．

Base Feed は他のフィードの基礎となるものであり，基本的にセンサデバイスごとに提供される．データはセンシングデータの時系列となる．このフィードは WWW 上で公開され，クライアントは自由にアクセスすることができる．ブロードキャストモデルのアクセスの提供に相当する．Processed Feed は，Base Feed およびその集合に対して演算を加えた結果のフィードである．例えばあるセンサの過去 10 分間のセンシングデータの平均値や，ある瞬間における同一種類のセンサ群のうち特定の閾値を超えたものの数などを演算として指定することができる．このフィードはあらかじめクライアントから演算内容をサーバに登録しておき，サーバは一定間隔で演算結果を提供する，パブリッシュ・サブスクライブモデルによる提供を行う．また，このフィードを公開することによって他のクライアントと共有することも可能である．On-the-fly Feed は，演算内容は Processed Feed と同様であるが，リクエスト・レスポンスモデルによるアクセスによってフィードを提供する．一回限りのデータ処理が必要な場合はこの手段を利用する．

3.2 実装方法

RSS データは，RSS1.0 および 2.0 での記述を提供する．センシングデータとそのメタデータは同一 RSS データ内に記述する．配送機構は図 1 におけるサーバに対して実装される．フィードを提供するための WWW サーバ，センシングデータが保存されたローカルデータベースからフィードを生成するためのコンポーネント，クライアントからのフィード演算要求を解釈するコンポーネントの 3 種類から構成される．

4. 関連研究

GSN[1]はセンサノード，RFID，ネットワークカメラ等の様々なセンサデバイスを抽象化・仮想化し統一的に扱うためのミドルウェアである．センサデバイス，センサへの問い合わせ，センサ同士の組み合わせといった内容を仮想センサとしてカプセル化し，XML を用いて記述することにより相互運用性を確保している．Simple Sensor Syndication[2] では，エンドユーザが Python コードによるセンシングデータを用いたイベント検出モジュールを記述し，このモジュールの動作結果に基づくセンシングデータの出力を RSS フィードによって配信している．

5. おわりに

本稿では，センサネットワークによる広域多地点の観測を行うための機構として，RSS フィードを用いたセンシングデータの配送・統合機構について述べた．今後は，本機構を既存のセンサネットワークやセンサデバイス上に統合し，評価を進める予定である．

参考文献

[1] Aberer, K., Hauswirth, M., and Salehi, A. A middleware for fast and flexible sensor network deployment. In Proceedings of the 32nd international Conference on Very Large Data Bases - Volume 32, pp.1199-1202, Sep. 2006.

[2] Colagrosso, M., Simmons, W., and Graham, M. Simple sensor syndiciation. In Proceedings of the 4th international Conference on Embedded Networked Sensor Systems (SenSys '06), pp.377-378, Nov. 2006.