

ミドルウェアを用いたセンサネットワークシステム構築の柔軟性向上手法

加藤孝典[†] 三井浩康[†]
東京電機大学理工学部

1. はじめに

近年、ユビキタスネットワークの一分野としてセンサネットワークの研究がなされている。センサネットワークの規模は、森林や砂漠、都市などに数多くのセンサを散布して環境の様子や変化を知る広域ものから、工場やビル、家の中にセンサを設置する狭域のものまで多様である。人が身につけるセンサ、どこにでも分散配置できるセンサなどを用いたセンサネットワークは環境モニタリング、農業生産支援、ヘルスケア支援、教育支援、ビジネス支援などの多くの応用システムへの展開が期待されている。

しかし、センサ情報の形式はセンサ機器によって異なることが多く、使用するセンサ機器を想定したアプリケーション開発を行わなければならない。したがって、機器ごとに異なるデータ形式を汎用的な形式に変換できれば応用システム開発の際の問題点を解決できる可能性がある。

また、センサネットワークシステムの適用場所によっては、ノード同士の接続に必要となるケーブルの敷設が困難である場合も多く、導入時に問題となる。そのような場所では、センサネットワークの無線化が求められている^[1]。

2. 関連研究

センサネットワークの応用システムの研究として「画像処理とフィールドサーバ併用による農家支援システムに関する研究」^[2]がある。小規模農家を対象とした研究であり、データ収集プログラムは HTTP プロトコルの GET コマンドによって、フィールドに設置したサーバの HTML データを取得している。問題点は HTML データでは文章構造を規定できないため、データ中に“500”という数字があっても、それが温度や湿度などの、何のデータを示すのかが不明であり、HTML データを別のアプリケーションで利用するためには対象となる HTML データの内部構成をあらかじめ知っていなければならない点である。

3. 研究目的

本研究では、無線経由で収集したセンサ情報をミドルウェアにより XML 形式に変換することで、センサ情報の利用性を向上させることを目的とする。また、設計するミドルウェアをプラグイン化することで、ミドルウェアの更新を簡易化することを目的とする。

*A Method of More Flexible Implementation of Sensor Network Systems Using Middle-ware

[†]Takanori Kato, Hiroyasu Mitsui

School of Science and Technology, Tokyo Denki University

4. 研究関連技術

(1) 無線センサネットワーク 図1のように、センサノードと中継ノードを無線通信で接続するセンサネットワークである。データの伝達にはマルチホップ通信が使用され、センサ情報はシンクノードまでリレーされる。

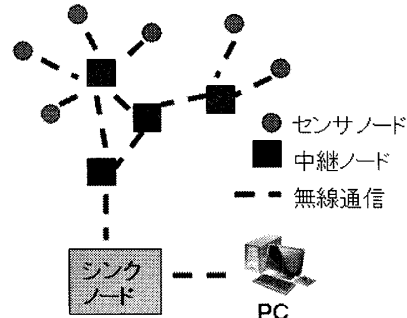


図1 無線センサネットワーク

(2) ZigBee 短距離無線通信規格の一つであり、アドホック型ネットワークを構築可能である。伝送速度は最高で 250kbps、最大通信距離は 30m、一つのネットワークに最大で 255 台の機器を接続できる。通信電力が少ないため、対応モジュールの使用方法によっては稼働時間がアルカリ単 3 電池 2 本で数ヶ月から 2 年となる^[3]。この規格に準拠した製品として XBee がある。

5. 研究内容

5.1 ミドルウェアによるセンサ情報の XML データ化

センサ情報はメーカーや機器ごとに 2 進数や 16 進数など独自のデータ形式で送られるため、複数のアプリケーションでセンサ情報を利用する場合、従来はそれぞれのアプリケーションでデータを変換する必要があった。本研究では、センサ情報を XML データに変換し、XML のタグ機能でデータを構造化してからアプリケーションに渡す方法を提案する。センサ情報を XML データに統一することで、センサ情報のデータ形式に依存しないアプリケーションの開発を可能とする。

図1において、シンクノードでセンサ情報を XML 形式へ変換するミドルウェアを動作させ、XML によってセンサ情報に対して取得時間の付加や数値の意味付けを行う。ミドルウェアは Java で作成し、シンクノードには Java のバイトコードを直接実行できる JNIB を用いる。JNIB は PC に Java 実行環境を搭載する方式に比べ、同等の CPU 性能で 3~5 倍の実効性能を確保できる。また、OS を含むベースソフトウェアの構造がシンプルで安定性に優れておりシステムの連続運用に適している。作成したミドルウェアの構造を図2に示す。

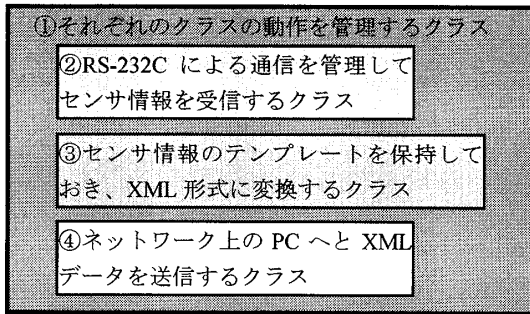


図 2 ミドルウェアの構造

5.2 OSGi の利用によるミドルウェアの動的更新

OSGi とは Java モジュールの動的追加や実行を管理するための基盤システムであり、Java VM 上で動作する。OSGi は図 3 のように、プログラムをバンドルという単位で管理し、プラグインのように扱うことができる。適用事例として、プログラム統合開発環境である Eclipse がある。本研究では OSGi フレームワークを JNIB で動作させ、ミドルウェアをプラグイン化する。

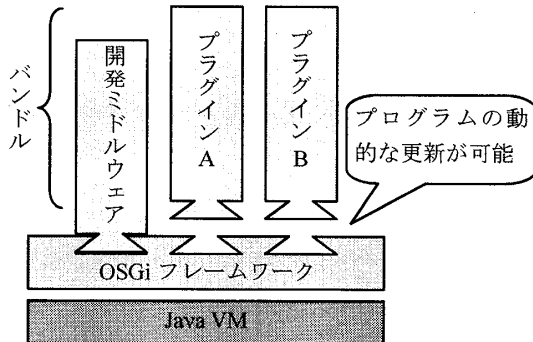


図 3 ミドルウェアのプラグイン化

ミドルウェアを OSGi フレームワーク上で動作させることによって、システムを停止することなくミドルウェアの更新や機能の追加を行うことを可能にする。

開発ミドルウェアとは別に、HTTP を管理するプラグインを用いることで、LAN を通じて PC の Web ブラウザからプラグインの更新を行う。

6. 実装・評価

6.1 実装

開発環境を表 1 に、実装構成を図 4 に示す。図 4 のように、センサ情報を受信してミドルウェアで処理した。

表 1 開発環境

役割	ツール名
OS	Windows XP
Java 実行環境	Java ME CDC
プログラム開発ツール	aJile CDC 5.4.05
ミドルウェア実行機器	JNIB-L
無線モジュール	XBee
OSGi	Concierge

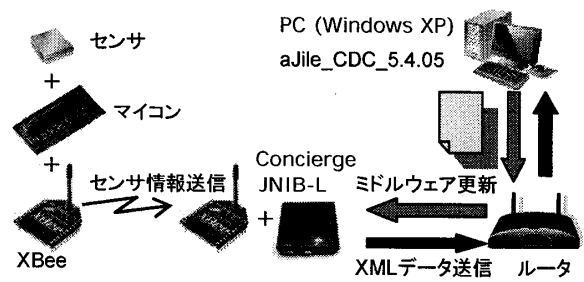


図 4 センサネットワークの実装構成

6.2 評価

センサ情報を 2 種類のアプリケーションで利用する際、(i) “提案手法で XML 形式に変換してから利用する場合” と、(ii) “未変換のままアプリケーションで対応する従来手法の場合” について、(a) “センサ情報の変換回数” と (b) “データ形式の追加によるプログラムの更新箇所数” を比較する。(i) の場合、(a) はミドルウェアで 1 回、(b) はミドルウェアとそれぞれのアプリケーションのデータ利用部で 3 箇所となる。(ii) の場合、(a) はそれぞれのアプリケーションで 1 回ずつ、(b) はそれぞれのアプリケーションのデータ変換部と利用部で 4 箇所となる。この比較を n 種類のアプリケーションで行った場合の結果を表 2 に示す。

表 2 提案手法と従来手法の工数比較

条件	(a) データの変換回数	(b) データ形式の追加によるプログラムの更新箇所数
(i) 提案手法	1	$n+1$
(ii) 従来手法	n	$2n$

つまり、提案手法ではアプリケーション開発時の工数が減少する。また、ミドルウェアのプラグイン化によりミドルウェアの更新が簡易化されるとともに、センサ機器の追加によるデータ形式の増加もミドルウェアで対応可能となった。そのため、アプリケーション開発時はデータ形式を意識しなくてよい。

以上より、センサネットワークシステム構築の柔軟性が向上した。

7. まとめと今後の課題

センサ情報をミドルウェアにより XML 形式に統一するとともに、ミドルウェアをプラグイン化することでセンサネットワークシステム構築の柔軟性を向上させた。

しかし、プラグインとしてミドルウェアの流用性を高めるために、提案手法を用いるシステム全体で XML のタグ名を統一する必要がある点が今後の課題である。

参考文献

- [1] 幸島明男：“無線ネットワークの研究動向”，2004
- [2] 野田圭一，江崎修央，滝沢穂高，水野慎士，山本真司：“画像処理とフィールドサーバ併用による農家支援システムに関する研究”，電子情報通信学会 2006 年総合大会講演論文集，vol. 1，p. D-11-107，2006
- [3] 根日屋英之，小川真紀：“ユビキタス無線デバイス”，東京電機大学出版局，pp.12-14，2005