

森林内ネットワークにおけるモバイルエージェントを用いた無線センサ・アクチュエータネットワークシステムの提案

尾木 太一† 塚田 晃司†

和歌山大学システム工学部†

1. はじめに

近年, IoT 技術の普及に伴い, 無線センサネットワーク (WSN) も利活用の場面が増えている. また, ネットワーク内にセンサだけでなくアクチュエータを設置した無線センサ・アクチュエータネットワーク (WSAN) にも注目が集まっている. これにより, センサから情報を取得するだけでなくネットワーク内のアクチュエータを操作させることができるので, 遠隔地からのネットワークへの干渉が可能になる. すなわち, 人の行き来が困難である森林内ネットワークとの相性が良い.

しかし森林内のように通信インフラなどのリソースが十分でない環境では, 電力供給が難しく, 森林という広範囲での運用を考慮して, 省電力でかつ長距離通信が可能な LPWA を用いた通信方式が用いられることがある. しかし LPWA の通信方式では一度に送信できるデータ量に制限があるため, あまり大きなデータをやり取りすることは想定されていない. また, アクチュエータの制御は応答性が求められる場合が多いので制御パケットを分割し複数回に分けていると応答性が悪くなってしまふ.

そこで本研究では, WSAN でのアクチュエータの操作に関してモバイルエージェントを用いることにより, 操作に必要なデータ量が小さく, 応答性が高いシステムを提案する.

2. 関連研究

センサ・アクチュエータネットワーク (SAN) を用いた既存の研究では, センサで取得したデータを分析しアクチュエータを利用するサービスを最適化する手法がある[1]. これは, 施設などにおける効率的な環境観測および機器制御を図る手法である. SAN の点で本研究と関連していると言えるが, この研究ではネットワークの設置場所が商業施設などの広さであり, 通信インフラも整っている点で, 森林内ネットワークでの利用には対応できないという問題がある.

また, SAN にモバイルエージェントを利用してサーバの負荷低減やアクチュエータの応答性の向上を狙った研究がある[2]. しかし森林内ネットワークへの対応を考えると, 通信できるデータ量を考慮する必要があるため, モバイルエージェントはノード間の移動に要するデータ量が多いという問題がある.

その他も WSAN の研究では通信インフラが整っていて, なおかつ長距離位通信を必要としない規模のネットワークが想定の研究が多い.

3. 提案システム

3.1 提案システムの概要

図1に提案システムの構成を示す.

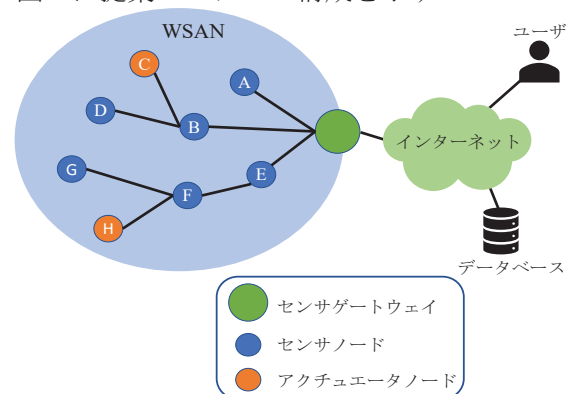


図1 提案システムの構成

センサノードが取得したデータはセンサゲートウェイであるノードまでマルチホップで送信する. センサゲートウェイに集まったデータはインターネットを介してデータベースに保存される.

なお, 本研究は通信インフラが整っていない森林内を想定しているので, センサゲートウェイ以外のノードはインターネットに接続することはできず, ノード間の通信は低消費電力で長距離通信が可能な LPWA を使用する. ユーザは WSAN の外部からアクチュエータノードに対して操作命令を送信することでアクチュエータを操作する. 命令可能な操作は, 単純に動作させたい動きをアクチュエータノードに送信するものと, あるセンサノードの取得データに適した動作をアクチュエータにさせるものの2種類が

ある。

3.2 モバイルエージェントの利用

森林内でのWSANのアクチュエータの操作に関して、各ノード同士の通信にはLPWAを使用するのでアクチュエータの操作命令はデータ量が小さいことが望まれる。また、アクチュエータは操作命令を出してから実際に動作するまでの応答性が求められることが多い。そこで本システムでは2種類のモバイルエージェントを利用することで上記の点の改善を目指す。

3.2.1 操作エージェント

操作エージェントは各アクチュエータノード上で動作するプログラムである。アクチュエータの操作には機種別に固有で複雑なデータ形式であるデータを入力する必要がある。

そこで本エージェントはユーザからの操作命令のデータ形式を各アクチュエータのデータ形式に変換する。これによりユーザからの操作命令は簡略化されたデータ形式でよくなり、操作命令のデータ量の削減につながる。またデータ量が小さくなれば、分割して複数回に分けて送信することが減り、応答性の向上にも繋がる可能性がある。

3.2.2 データ取得エージェント

データ取得エージェントは本来、センサノード上を巡回し、取得したデータを処理し、ときにはアクチュエータに操作命令を出すノード上を移動可能なプログラムである。このエージェントはアクチュエータに、あるセンサノードのセンサデータに適した動作をさせる操作命令を送信する際に、取得データをデータベースに送信、保存される前にセンサノードから操作命令を出すことができるので、応答性が高い。

しかしエージェントであるプログラム自体をノード間でやり取りするのは、本システムがノード間の通信にLPWAを使用することから適切ではない。そこで本提案システムはあるセンサノードの取得データに適した動作をさせる操作命令をアクチュエータ用の操作命令と提案システム版のデータ取得エージェントに分割することによって擬似的に本来のデータ取得エージェントと同じ動作をさせることによりアクチュエータの応答性を上げる。なおセンサゲートウェイはネットワークのトポロジ情報を保持しており、データ取得エージェントはその情報を元にノードを中継し、アクチュエータにデータを届ける。図2は上記エージェントを用いない場合、図3には上記エージェントを擬似的に動作させる場合の操作命令の流れを示す。

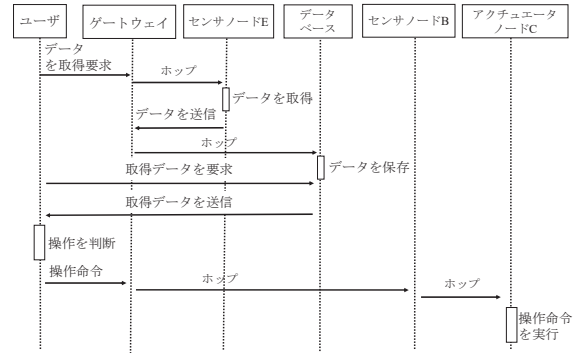


図2 データ取得エージェントを用いない場合

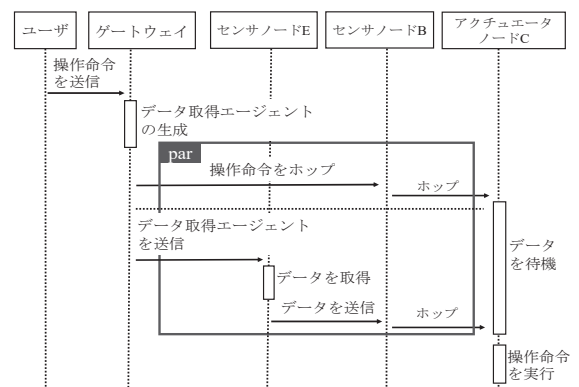


図3 擬似的なデータ取得エージェントを動作させる場合

4. まとめ

本稿は、森林内ネットワークにおけるWSANにモバイルエージェントを用いたシステムを提案した。しかし課題点として、ネットワークのトポロジによってはエージェントを用いない場合と比べて応答性に差が出ない可能性がある。またWSAN内部のノードの故障やWSANがインターネットから切断された時の対策も、システムをより効率的に運用するために考える必要がある。

今後は提案システムのプロトタイプを実装し、実環境を想定した状態での通信における動作の評価実験を行う。

謝辞

本研究はJSPS 科研費 19K11925 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1]金丸達雄, 横田裕介, 大久保英嗣: センサ・アクチュエータネットワークにおける仮想ネットワークの構成と資源管理機構, 情報処理学会研究報告, Vol.2008, No.116, pp.67-74 (2008).
- [2]坂本直弥, 綾木良太, 島田秀樹ほか: モバイルエージェントを利用した異種環境センサ・アクチュエータネットワーク基盤の検討, 情報科学技術フォーラム講演論文集, Vol.8, No.4, pp.241-242 (2009).