

M-005

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

Heterogeneous Sensor-Actuator Network Platform by using Mobile Agents

坂本 直弥 † 綾木 良太 ‡ 島田 秀輝 † 小坂 隆浩 † 佐藤 健哉 ‡
Naoya Sakamoto Ryota Ayaki Hideki Shimada Takahiro Koita Kenya Sato

1 はじめに

近年、様々な組込み機器に無線通信技術が搭載され始めており、それに伴ってセンサデバイスやアクチュエータデバイスがネットワークによって接続されたセンサ・アクチュエータネットワークが検討され始めている。一方、多数のセンサやアクチュエータをサーバが集中管理する際には、サーバの負荷やシステム全体の耐障害性などが問題となる。この問題を解決するために、本稿ではモバイルエージェント [1] 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について検討する。モバイルエージェントを導入することで、各ノード上でのデータ処理やアクチュエータの制御を行うことができ、自律的な分散処理が可能となる。

2 センサ・アクチュエータネットワーク

2.1 概要

センサ・アクチュエータネットワークとは、様々なセンサデバイスやアクチュエータデバイスが無線通信で接続されたネットワークである。センサネットワークは多点観測を目的としたネットワークであるが、センサ・アクチュエータネットワークは多点同時観測、多点同時制御を目的とする。センサネットワークでは観測のみを目的としていたため、例えば人間の行動のトラッキングなどが可能であったが、アクチュエータをネットワークに組込むことで、更に個人に合ったサービスを提供できる。

2.2 問題点

サーバの負荷 多数のセンサ、アクチュエータデバイスを配備した大規模なネットワークにおいて、センサから得られたデータについて目的に応じた統計処理を行う際に、サーバの負荷が問題となる。また、センサデータに応じたアクチュエータの管理もサーバが行うことで、サーバの負荷が更に増大する。

異種環境への対応 種類の異なったセンサデバイスを利用した場合には、機種ごとにデータの取得方法やデータフォーマットが異なる場合があり、変換処理が求められる。機種ごとの特性を排除するためにはキャリブレーションを行う必要があり、これもサーバの負荷の一因となる。

耐障害性 センサやアクチュエータの管理など、システムにおいて重要な部分をサーバが集中管理する際には、サーバがダウンするとセンサ・アクチュエータネットワーク全体が機能しなくなる。

応答性 特定のアプリケーションでは、センサデータに応じたリアルタイム制御が求められる。しかし、ク

ライアント/サーバモデルではセンサデータは一旦サーバに集められ、そのデータを基にアクチュエータの制御を行うため、リアルタイムな制御には不向きである。

3 ネットワーク基盤の提案

3.1 基盤の概要

前述のように、従来のクライアント/サーバモデルのセンサ・アクチュエータネットワークではサーバの負荷や耐障害性、応答性が問題となっている。この問題を解決するために、本稿ではモバイルエージェントを利用することで、各ノードにおいて自律的に分散処理を行う異種環境センサ・アクチュエータネットワーク基盤について提案する。

3.2 モバイルエージェントについて

モバイルエージェントとは、ネットワーク上のコンピュータ間を自律的に移動可能なプログラムである。移動する際、プログラムのコードだけでなく、プログラムのそれまでの実行状態や内部変数なども移動可能であり、移動先において、移動前の実行状態から処理を継続することができる。モバイルエージェントシステムはエージェントの生成や複製、移動などの機能を持っており、既存のモバイルエージェントシステムとして Cogma[2], Aglets[3], AgentSpace[4] 等が存在する。

3.3 システム構成

本基盤のシステム構成を図1に示す。センサ、アクチュエータ、モバイルエージェント(データ収集エージェント、操作エージェント)、サーバから構成される。各構成要素の役割を以下に示す。

センサ・アクチュエータ 各センサ、アクチュエータにおいてモバイルエージェントシステムが動作する。また、センサデータの取得やアクチュエータの操作はネットワーク上のエージェントから行う。

データ収集エージェント 各センサノード上を自律的に

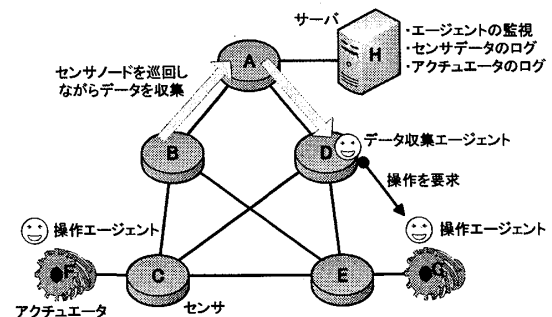


図1 システム構成図

† 同志社大学 理工学部 情報システムデザイン学科

‡ 同志社大学大学院 工学研究科 情報工学専攻

巡回し、センサデータの収集を行う。また、集めたデータに対して統計処理を行う。機種に応じたキャリブレーション処理やフォーマット変換なども行う。データ収集エージェントは各操作エージェントの位置情報を記憶しており、必要に応じて操作エージェントと通信し、アクチュエータの操作要求を出す。またセンサデータのログをサーバに送信する。

操作エージェント 各アクチュエータ上に存在する。様々な機種に対応した操作手順を持ち、データ収集エージェントからの操作要求によってアクチュエータを操作し、サーバへ操作ログを送信する。

サーバ センサデータやアクチュエータのログを保存し、エージェントの生成、監視を行う。

3.4 システムの動作手順

既存のクライアント/サーバモデルと提案方式の動作手順について説明する。図1において、センサEのデータに応じてアクチュエータGを制御するシナリオを想定する。なお、既存方式と提案方式の経路距離を等しくするために、提案方式においてデータ収集エージェントはサーバH上にいるとする。

既存方式による時系列の流れを図2に示す。初めに、サーバHがセンサEのデータの取得要求を送信する。センサノードA、Dは受信したメッセージの送り先を読み、Eへ再送する。センサノードEはセンサデータをサーバへ送り返し、サーバは受信したセンサデータを基にアクチュエータGへ操作要求を送る。操作要求はA、D、EをホップしてアクチュエータGへ送られる。

一方、提案方式による時系列の流れを図3に示す。データ収集エージェントはセンサノードE上でセンシングを行うために、サーバHで符号化される。符号化されたデータ収集エージェントはセンサノードA、Dをホップし、Eへ送られる。データ収集エージェントはセンサノードE上で復号化され、センサノードEのデータを取得する。データ収集エージェントは取得したデータに基づいて、アクチュエータG上の操作エージェントへ操作要求を送信する。操作エージェントは操作要求を受け取ると、アクチュエータGを動作させる。

3.5 考察

モバイルエージェントにより、各ノード上での自律的な分散処理が可能となる。センサデータの収集や統計処理、アクチュエータの操作の判断などをエージェントが行うことで、サーバの役割はログの保存やエージェントの監視の2つのみとなり、サーバの負荷が軽減可能となる。

異種のセンサやアクチュエータは、操作方法の違いはモバイルエージェントにおいて吸収可能となる。エージェントの処理として、内部で機種ごとの操作方法やキャリブレーション処理を記述することで、“センサデータを取得する”のように一般化して扱うことができる。

耐障害性については、サーバによる集中管理からエージェントによる自律的な分散処理により、サーバがダウンした場合でもモバイルエージェントが機能し続けることでシステムを維持することができるようになる。

応答性について、既存方式と提案方式を3.4節のシナリオに基づいて比較する。各ノード間の通信時間を t 、エージェントの符号化、復号化時間についても簡略化のため t と仮定する。既存方式では、サーバHがセンサ

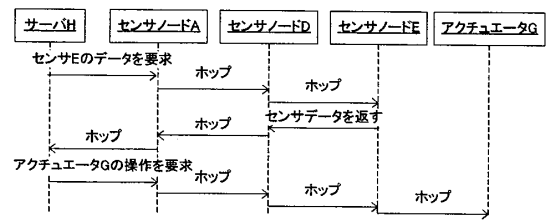


図2 既存方式のシーケンス図

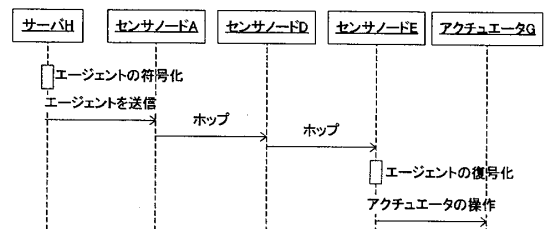


図3 提案方式のシーケンス図

データを取得する時間は $6t$ 、さらにアクチュエータの操作要求がサーバHからアクチュエータGへ到達するまでに $4t$ なので、合計で $10t$ となる。一方、提案方式ではエージェントの符号化、復号化の時間が $2t$ 、エージェントをサーバHからセンサノードEへ送る時間が $3t$ 、アクチュエータの操作要求をセンサノードEからアクチュエータGへ送る時間が t のため、合計で $6t$ となるが、実際にはエージェントの符号化、復号化処理は内部処理なので、通信時間よりも短いか、通信時間と比較して無視できる時間になる。よって提案方式の応答速度は既存方式の倍以上という高い応答性を実現できる。

4 まとめ

分散処理や異種環境への対応、耐障害性などの既存のセンサ・アクチュエータネットワークにおける問題を解決するために、モバイルエージェントを利用したセンサ・アクチュエータネットワーク基盤を検討した。リアルタイム性が要求されるアプリケーションや、常に経路が変化する動的なネットワークなど、必要とされる場面に応じたエージェントを適切に設定することで、アプリケーションの効率を上げることができる。今後の課題として、実環境を想定した状況において評価を行い、本提案基盤の実用上の問題点を探る。

参考文献

- [1] S. S. Manvi, and P. Venkataram, Applications of agent technology in communications: a review, Computer Communications, Volume 27, Issue 15, pp.1493-1508, 2004.
- [2] N.Kawaguchi, Cogma:A Middleware for Cooperative Smart Appliances for Ad hoc Environment, Proceedings of 1st International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU2004), pp.146-151, 2004.
- [3] Aglets, <http://www.trl.ibm.com/aglets/>.
- [4] Stanislaw Ambroszkiewicz, and Tomasz Nowak, Agentspace as a Middleware for Service Integration, LNCS Vol.2203, pp.134-159, 2001.