

広域センサネットワークのための エージェントフレームワークに関する一検討

生出 拓馬[†] 阿部 亨^{†‡} 菅沼 拓夫^{†‡}
 東北大学大学院情報科学研究科[†] 東北大学サイバーサイエンスセンター[‡]

1 はじめに

スマートフォンをはじめとするセンサデバイスの小型化・高機能化によって、それらから収集されるセンサデータを利用したサービスの実現が進められている。しかし、収集されるセンサデータは、あらかじめ決められた用途でのみ利用されるため利用シーンが限定的であり、センサデバイスの性能や特性も多様であることから、現状ではこれらを連携して利用することは難しいという課題がある。そこで本研究では、センサデータを共有化し、ユーザの要求に応じたサービスを自律的に構築する環境の実現を目指している。この環境の実現によって、従来ではあらかじめ想定されたアプリケーションを用いたユーザに限定されていたセンサデータの提供範囲を拡大し、ユーザの要求に応じた様々なアプリケーションを動的に構成・提供することが可能となる。

2 関連研究と課題

2.1 関連研究

従来のセンサデータを扱うアプリケーションでは、アプリケーションの用途に合わせてセンサデバイスが設置され、収集されたセンサデータはその用途での利用に制限されていた。あるいは利用者の合意によって収集されたセンサデータをクラウド上で提供し、それらのデータをビッグデータとして収集・分析を行う用途があった。いずれの場合でも、センサデータはあらかじめ特定の目的のために提供されており、そのデータを必要とする任意のユーザに対してその利用は許可されていなかった。

このような課題に対するアプローチの一つとして、これまで広域センサネットワーク上にエージェント技術を導入する試みがなされてきた[1][2]。エージェントの利用によってセンサデバイスにプログラムを駐在させる必要がなくなるため、一つの広域センサネットワーク上で複数のアプリケーションを同時に利用することを可能としている。

2.2 課題

2.1 節で述べた関連研究におけるアプリケーションでは、異なる複数のアプリケーション同士での連携は考慮されていない。本研究では、一つの広域センサネットワーク上で複数のアプリケーション同士の連携が必要な状況として以下の状況を想定している。

(P1) センサデバイスへの負荷軽減のためにアプリケーション間でセンサデータを共有

(P2) ネットワークへの負荷軽減のためにアプリケーション間でセンサデバイス情報を共有

(P1) では、特にマルチメディアデータの転送を必要とする場合に、ユーザ要求やネットワーク環境の変化に応じてアプリケーション間で伝送経路を適切に選択する必要がある。また、(P2) では、アプリケーションに登録されていない新たなセンサデバイスがネットワーク上に登録された際やセンサデバイスが移動した際に、迅速にアプリケーション間でその情報を共有する必要がある。

3 提案：ロケーションアウェアな P2P マルチエージェントプラットフォーム

3.1 概要

前章での課題を解決するために、本研究では新たな広域センサネットワーク上でのアプリケーション開発環境として、ロケーションアウェアな P2P マルチエージェントプラットフォームを提案する。

本プラットフォームは以下の特徴を有するセンサネットワークアプリケーション開発環境である。

(F1) センサデバイスの地理情報に基づくネットワークを構築するロケーションアウェア性

(F2) ノード間の直接交渉によって即時的にアプリケーションを構築可能な P2P 性

(F3) 自律的にアプリケーションの構成組織を変更可能なマルチエージェントシステム構造

(F4) 複数のアプリケーションが協調可能な共通プラットフォーム基盤

対象とするセンサデバイスはスマートフォンとし、それらの所有者はアプリケーションのユーザであるとともにセンサデータの提供者となる。また、対象とするセンサデータはスマートフォンから得られる位置情報などのセンサ情報のほか、スマートフォンによって撮影されたマルチメディアデータとする。なお、本研究におけるエージェン

A Study on Multi-Agent Framework for Wireless Sensor Networks.

Takuma OIDE[†], Toru ABE^{†‡} and Takuo SUGANUMA^{†‡}

[†]Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

[‡]Cyberscience Center, Tohoku University

トの定義は、アプリケーションの動的構成のために必要な「契約関係」を締結することのできる分散ソフトウェアオブジェクトとする。

本プラットフォーム上で動作するアプリケーションは(F4)によって互いに協調動作することが可能であり、(F3)によってネットワーク環境やユーザ要求に柔軟に対応したプロパティの動的変更をシステム側で自律的に行うことが可能である。また、スマートフォンから得られるプライバシーの高いセンサデータは(F2)によって通信相手や利用用途に応じて細やかに公開範囲を設定でき、また(F1)によって自分の周辺など特定の位置に存在するセンサデバイスの検索が可能である。

3.2 エージェント間協調プロトコル

本プラットフォームで構築するアプリケーションはマルチエージェントシステムの構造をとる(F3)ため、(F2)や(F4)における通信にはFIPA[3]によって標準化されているエージェント間通信を行う。しかし、その中のエージェント間の連係・協調のための契約ネットプロトコル(CNP)では、ユーザ要求やネットワーク環境が変化した場合の対応は体系化されておらず、それらはアプリケーション開発者の独自の判断に任されてきた。そのため、異なる開発者によって開発されたアプリケーション同士では、(P1)や(P2)といった状況で連携を行うことが困難であった。

そこで本研究では、以下に記述する、広域センサネットワークにおける利用を考慮した、契約ネットプロトコルの拡張を提案することで上記の課題を解決する。

拡張契約締結プロトコル：CNP をベースとし task announce 時の属性に契約期間などを含めることで複数のエージェントとの多重契約を可能にする。これにより複数のアプリケーションでセンサの共用を可能とする。

契約履行監視プロトコル：多重契約や環境の変化などによって契約の履行能力に影響が生じているエージェントがいるか定期的に監視する。

契約内容変更プロトコル：契約の履行能力がなくなったエージェントに対して、契約内容を変更する再契約、他のエージェントに引き継ぐ権限譲渡、契約不履行に対するペナルティ、契約破棄などの手順を規定する。

3.3 応用例：観光地情報共有システム

本プラットフォーム上で動作するアプリケーション例として、観光地情報共有システムを提案する。本システムはユーザが観光地で撮影したマルチメディアデータの共有システムである。ユーザは本システムにより、ユーザの位置情報などのコンテキストに合わせた観光地の情報を動的に得る

ことができる。共有対象のデータは、あらかじめ設置された定点カメラやユーザの持つスマートフォンから得られるマルチメディアデータとし、それらの品質や取得頻度はユーザ要求やネットワーク環境の変化に応じて自律的に変化する。

本システムは提案するエージェントプラットフォームを利用することで、従来では実現が困難だった以下の特徴を持つ。

- (F1)によるユーザ位置や嗜好に合わせたマルチメディアデータの取得品質制御が可能
- (F2)によるプライバシーを考慮したプライベートな動画データデータの共有が可能
- (F3)によるユーザ位置変更やネットワーク環境の変化に応じた自律的な制御が可能
- (F4)によるユーザ間の取得データの共有によってデータの提供者の負担軽減が可能

また、他の応用例として、宴会や結婚式の参加者のみを対象としたマルチメディアデータの共有システムの構築等を考えている。

4 設計・実装

本プラットフォームの実現にあたって、P2P 構造化オーバーレイネットワークとエージェント機構を組み込んだフレームワークであるPIAX[4]を用いて実装を進めている。PIAX ではロケーションウェアな P2P ネットワークを構築可能であり、その上にオーバーレイしてエージェントネットワークを構築可能である。そのため、本研究ではPIAXにおけるエージェント機能の強化に主眼をおき、提案するエージェント間協調プロトコルによってアプリケーションの動的な構築と自律的な制御を可能とするエージェントレイヤを実現する。

5 おわりに

本稿では、センサデータの効率的な共有を可能とするロケーションウェアな P2P マルチエージェントプラットフォームを提案し、広域センサネットワークを想定したエージェント間協調プロトコルについて議論した。今後の予定として、本プラットフォームの詳細な設計を進め、応用例も含めた実装評価を行う。

参考文献

- [1] Vukasinovic, I., Babovic, Z. and Rakocevic, G.: A Survey on the Use of Mobile Agents in Wireless Sensor Networks, in *Industrial Technology (ICIT), 2012 IEEE International Conference on*, pp.271-277 (2012).
- [2] Ma, T.H., Tian, W., Wang, B., Guan, D.H. and Lee, S.Y.: Weather Data Sharing System: an Agent-based Distributed Data Management, *Software, IET*, vol.5, no.1, pp.21-31 (2011).
- [3] FIPA (online), available from <http://www.fipa.org/> (accessed 2014-01-14).
- [4] PIAX (online), available from <http://www.piax.org/> (accessed 2014-01-14).