

異なる配信周期を扱う P2P 型センサデータストリーム配信システム

寺西裕一^{†‡} 石 芳正[‡] 川上朋也[‡] 義久智樹[‡]

[†] 情報通信研究機構 [‡] 大阪大学

1 はじめに

無線センサの高機能化や低価格化に伴ない、至る所に配備されたセンサから連続的に発生するセンサデータ（センサデータストリーム）を、ネットワークを介して共有・活用するアプリケーションの実現に対する期待が高まっている。実現されるアプリケーションは、大気汚染等の環境状況や、人・交通の混雑状態等を監視するサービス、状況に基づいて警告やコンテンツ推薦を行なう情報通知サービス、商店街等でユーザの行動を解析するマーケティングサービスなど、多岐にわたる。このようなサービスを実現する将来ネットワークにおいては、膨大な数のセンサや配信先となるアプリケーションがネットワークに接続することが想定される。2020年には数兆個の無線デバイスがネットワークに接続することになるとの予測もある [1]。

通常、インターネットにおいてセンサデータを共有する場合、配信元となるセンサに対応するサーバが、全ての配信先へ直接配信するクライアント・サーバ型の形態を取る。しかし、この形態は、サーバや周辺の設備に負荷が集中してしまい、大規模化への対応が困難である。

本研究では、物理コンピュータおよびネットワークが、P2P 型のオーバーレイネットワークを構成し、センサデータストリームを共有する際に生じる処理負荷を分散させることが可能な **P2P 型センサデータストリーム配信システム** の実現法を提案する。特に、異なる配信周期に対する要求を扱う場合にも負荷分散を実現し、多くのセンサデータストリームを同時に収容可能とする。

2 センサデータストリームに対する要求

アプリケーションからのセンサデータストリームの配信要求は、一般には、センサの集合に対するものとなる。また、それぞれのセンサより、どのような条件を満たすセンサデータストリームの配信を行なうかを指定する。本研究では、センサデータストリームに対する配信要求に、次表に示す各分類の条件を含むことを想定する。各分類は、いずれも相互に矛盾しないため、条件としては同時に指定できる。

A P2P based Sensor Data Stream Delivery System To Accommodate Heterogeneous Cycles

Yuuichi Teranishi^{†‡}, Yoshimasa Ishi[‡], Tomoya Kawakami[‡] and Tomoki Yoshihisa[‡]

[†]NICT, Japan

[‡]Osaka University, Japan

表 1: センサデータストリームの配信要求条件

分類	対象	例
属性条件	センサの識別子, 種類, 製造情報等	「識別子」が 'id01' のセンサ, 「種類」が '雨量' のセンサ
時間条件	開始時刻, 継続時間, 配信周期	9時から10分間40ミリ秒周期で配信, 終了要求するまで30秒周期で配信
空間条件	位置 (範囲), 密度	「座標」が '東経135.0, 北緯34.0' から半径1km以内のセンサデータを '1キロ平方メートルあたり10個'

3 P2P 型センサデータストリーム配信システム

3.1 システムの構成要素

図 1 は、本研究で想定する P2P 型センサデータストリーム配信システムの構成を示している。本システムでは、センサに対応する **配信元ノード** と、センサデータを受信する **配信先ノード** が P2P ネットワークに参加する。

各センサは、主に無線によってゲートウェイとなる機器を介してインターネットを含むグローバルネットワークに接続する。ゲートウェイの配下には、単一のみならず、複数のセンサが接続する場合も想定する。配信元ノードは、アプリケーションの要求に応じてセンサデータストリームをゲートウェイ経由で配信する。

各アプリケーションでは、配信されたデータストリームの端末上での受信、データベース等への保存・解析処理、さらには、処理した結果の新たなセンサデータストリームとしての配信といった処理を実行する。

センサデータを受信した配信先ノードは、同一のセンサデータを共有すべき他の配信先ノードがある場合、上記アプリケーションとしての処理以外に、センサデータを他の配信先ノードへ再配信する P2P 型センサデータストリーム配信を行なう。配信元ノードでも配信先ノードでもないが、P2P ネットワークに参加し、中継等を行なうことで、センサデータストリーム共有における負荷分散に貢献するノードの存在も想定する。このようなノードを **中継ノード** と呼ぶ。一般には、中継ノード数を増やすことで、P2P ネットワークに参加しているノードあたりの負荷を下げる

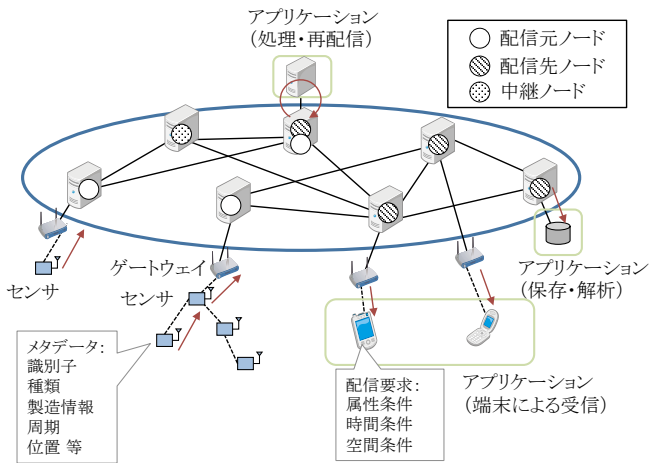


図 1: P2P 型センサデータストリーム配信システムの構成要素

ことができる。

各配信元ノードは、配下にあるセンサの識別子、製造情報、センサの種類等の属性、センシング周期、観測位置、センシング密度等をメタデータとして持つ。P2P ネットワークとしては、これらのメタデータに基づき、配信元ノードを検索可能とする。

3.2 センサデータの要求と配信

まず、配信先ノードは、P2P ネットワークを介して配信要求条件を告知する。告知先は、要求条件を満たす配信元ノードである。配信元ノードは、メタデータに従って P2P ネットワークを用いて検索する。

要求を受けた配信元ノードは、配信先ノードへ、要求された時間条件・空間条件に応じて配信する。各センサでは、センシング処理を時間条件・空間条件に合わせて実行する。

センサによっては、あらかじめ決められた時間条件、空間条件でしかセンシング処理ができない場合もある。元のセンサが扱えるセンシング処理では対応できない要求が指定された場合、要求は失敗となる。例えば、固定的に周期 s 毎にセンシング処理を行なう仕様のセンサでは、周期 d の要求が出された場合、 d は s の倍数でなければ要求は失敗となる。

本システムでは、複数の配信先が同一の空間的条件、時間的条件を持つ場合、配信先ノードの一部は中継ノードとして機能し、複数の配信先ノードへの配信を分担することで、負荷分散する。

4 異なる周期の配信要求への対応

異なる時間条件、空間条件が混在するとき、いずれのノードが、どのセンサデータを中継するかによって、実現できる負荷分散の度合いは異なる。なるべく負荷の集中を避け、各ノードに公平に負荷が分散されるよう配信経路が決まれば、いずれかのノードが処理能力の上限に達するまでに、より多くの数の要求に対応することができる。

P2P 型のデータストリーム配信における負荷分散の要求に対応し、配信経路を決定するための手法については、これまでにいくつかの研究がある。しかし、時間条件、とくに受信したいデータストリームの周期に対する要求は、これまで十分に扱われていなかった。

一方、同一のセンサデータストリームを異なる周期で共有する状況の想定は重要である。例えば、同じ監視カメラの映像であっても、人の侵入を目的とする場合と、車の検出を目的として得る場合とでは、必要な周期は異なる。一般に、変動の激しい状況の検知は短い周期が、変動が少ない状況の検知は長い周期が要求される。また、アプリケーションが動作するコンピュータの処理性能によっては、短い周期でセンサデータを受信しても、その処理が追いつかない可能性もある。この場合、処理できる配信周期以上の配信は不要となる。

筆者らの研究プロジェクトでは、単一の配信元ノードに対して複数の配信周期の異なる要求が出された場合、ノード上の処理負荷をなるべく公平に保った上で、センサデータストリームとして配信する配信経路を決定するアルゴリズムを検討・提案し [2, 3, 4]、システムとしての実装を進めている [5]。

5 おわりに

本稿では、筆者らが提案する P2P 型センサデータストリーム配信システムの概要を示した。本システムは、異なる周期の配信要求に対しても処理負荷の公平性を保ち、大規模化に対応する。今後、提案をより汎用化・詳細化する検討を行なうとともに、システムとしての実装や評価を進める。

謝辞

本研究の一部は、NICT・大阪大学共同研究「大規模分散コンピューティングのための高機能ネットワークプラットフォーム技術の研究開発」による成果である。

参考文献

- [1] WWRF: User scenarios 2020 - a worldwide wireless future; WWRF Outlook visions and research directions for the wireless world (2009).
- [2] 義久智樹ほか: P2P 型センサデータストリーム配信システムのための通信負荷モデル, 1E-3 (2013).
- [3] 川上朋也ほか: 通信負荷均等化のための P2P 型センサデータストリーム配信手法の評価, 情報処理学会全国大会論文集, 1E-4 (2013).
- [4] 石芳正ほか: P2P 型センサデータストリーム配信システムにおける通信負荷の計測, 情報処理学会全国大会論文集, 1E-5 (2013).
- [5] Yoshimasa Ishi, et.al: "An Implementation of Delivery Method considering Communication Loads for Sensor Data Stream with Different Collection Cycles." Proc. of IEEE ICPADS 2012, pp. 728-729 (2012).