

# 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

石 芳正<sup>†</sup> 義久智樹<sup>†</sup> 川上朋也<sup>†</sup> 寺西裕一<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>大阪大学 <sup>‡</sup>情報通信研究機構

## 1 はじめに

近年、センサデバイスの高機能化・小型化・低廉化に伴い、ライブカメラや気象センサといった環境観測機器の普及が進んでおり、様々な利用者がセンサデバイスから得られるセンサデータを共有・活用するアプリケーションが現実的になりつつある。これらのセンサでは、多くの場合、周期的にセンサデータが収集され、収集される度にセンサデータの利用者に配信されることとなる。これらのセンサから周期的に送出される一連のセンサデータは、一般にセンサデータストリームと呼ばれており、多数の利用者にセンサデータストリームを配信する際に、通信負荷を分散させつつ配信を行う様々なセンサデータストリーム配信手法が研究されている。

我々の研究グループでは、収集周期の異なるセンサデータストリームを配信する場合に、収集周期を考慮してセンサデータを配信することで、通信負荷を分散する手法を提案してきた [1-3]。これらは、実際の通信負荷の計測に基づくモデルではなく、送信と受信の負荷は同等で上限がないという単純な通信負荷モデルに基づいていた。そこで本稿では、情報通信研究機構（NICT）が提供している PIAX テストベッド<sup>1</sup>を利用し、試作した 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について述べる。

## 2 JGN-X PIAX テストベッド

### 2.1 PIAX の概要

PIAX [4] は、NICT や大阪大学を中心に研究開発されている P2P オーバレイネットワークとモバイルエージェントの機能が統合された環境を提供するプラットフォームミドルウェアである。PIAX は、Java プログラミング言語を用いて実装されており、オープンソースソフトウェアとして公開されている。PIAX では、主要な機

能をエージェントを用いて実装し、エージェントのノード間移動やオーバレイネットワークを介したエージェントの探索、エージェント間通信によりシステム全体の動作を実現する。特徴的な機能として、オーバレイネットワークを介して探索・発見された複数のエージェントに対し、発見と同時にリクエストを送信し、その結果を一度に収集できる発見型メッセージング（discovery messaging）機能を備えている。また、PIAX は複数のオーバレイネットワークの同時運用を実現しており、非構造型オーバレイネットワークの他、地理的探索に有用な LL-Net、完全一致型探索を行う DOLR、範囲探索を行う SkipGraph などの構造型オーバレイネットワークを標準でサポートしている。これにより、探索の条件に応じて適切なオーバレイネットワークを選択・利用できる。本研究で用いる試作センサデータストリーム配信システム [5] では、要求されるセンサデータを持つセンサの発見に発見型メッセージング機能を利用している。

### 2.2 PIAX テストベッドの概要

PIAX テストベッドは、PIAX エージェントを用いたシステムの動作検証や性能評価を容易に行うためのテストベッドとして NICT により提供されているサービスであり、同機構が整備・運営している新世代ネットワーク技術の研究開発テストベッドである JGN-X の一部を構成している。PIAX テストベッドでは、JGN-X の仮想マシン環境上に PIAX 実行基盤が用意されており、ユーザにはそれらの仮想マシンが複数台割り当てられる。ユーザは、ブラウザを用いてポータルサイトからログインし、作成したエージェントプログラムをパッケージ化したものをアップロード、ピアの割り当て、エージェントプログラムの実行指示などの操作を行う。実行結果は、ログファイルを介して収集するほか、リアルタイムで実行状況を確認することもできる。

## 3 通信負荷の評価

PIAX テストベッドを利用して、試作システムの通信負荷の計測を行った。計測には NICT けいはんなに置か

Measurement of Communication Load in a P2P Sensor Data Streaming System

Yoshimasa Ishi<sup>†</sup>, Tomoki Yoshihisa<sup>†</sup>, Tomoya Kawakami<sup>†</sup>, Yuuichi Teranishi<sup>†‡</sup>

<sup>†</sup>Osaka University, Japan <sup>‡</sup>NICT, Japan

<sup>1</sup>PIAX テストベッド <https://piax.jgn-x.jp/>

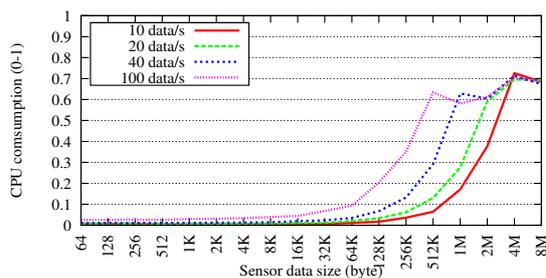


図 1: 送信時の CPU 使用率

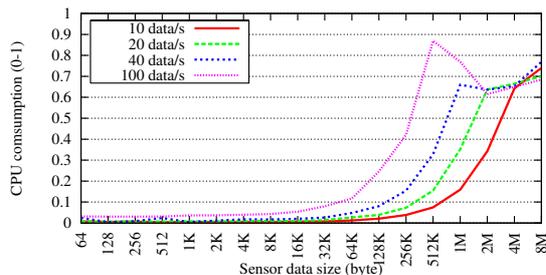


図 2: 受信時の CPU 使用率

れた仮想マシン 2 台を使用し、一方に配信元ノードプロセス  $S$ 、他方に配信先ノードプロセス  $D$  を起動した。負荷は、計測期間中の CPU 使用率を用い、 $S$  の負荷より送信負荷、 $D$  の負荷より受信負荷を得る。負荷の計測は、センサデータのサイズと 1 秒あたりの配信数をパラメータとし、 $S$  から  $D$  への 5 分間の配信で行った。PIAX テストベッドは Java 処理系により動作しており、起動初期は JIT コンパイルの影響を受けるため、プロセス起動後に 5 分間のダミー配信を行うことで、これを抑制した。

図 1 は  $S$  の負荷、図 2 は  $D$  の CPU 使用率を示している。横軸はセンサデータのサイズ (byte)、縦軸は負荷 (0 ~ 1) を示している。1 秒あたりの配信数は 10 個、20 個、40 個、100 個と変化させた。

図 1 では、各配信周期とも負荷が 0.6 ~ 0.7 で飽和している。負荷が飽和している範囲では、センサデータの送信遅れが生じており、所定の時間内にセンサデータが送信できていない。この時の 1 分間に送信されたセンサデータの合計は約 2.1 ~ 2.4 GB となっており、現実装および動作環境での上限であると考えられる。飽和前の範囲では、負荷はセンサデータのサイズと配信周期にそれぞれほぼ比例している。図 2 に示した受信負荷においても  $S$  と同様の傾向が伺える。

図 3 は、1 秒あたり 100 個のセンサデータを送信する高負荷状況下での送信遅れ時間の例を示している。センサデータのサイズが 256KB では Java GC により、200ms 程度の遅延が生じる場合があるが、送信処理に要する時間が送信間隔より短いため、一時的な遅延に留まってい

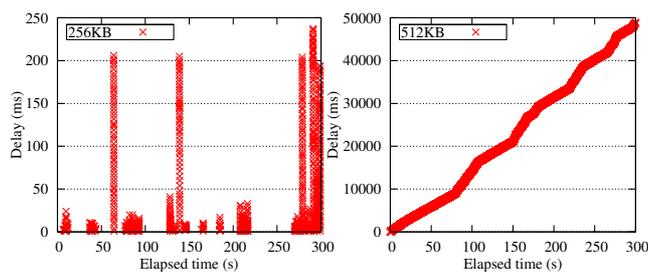


図 3: 高負荷時の送信遅れ時間の例

る。512KB では送信処理に要する時間が送信間隔より長いため、遅延が累積し、計測期間内に所定のデータを送信しきれていないことがわかる。

#### 4 まとめ

本稿では、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結果について述べた。今後は PIAX テストベッドを用い、シミュレーションでは計測困難な配信遅延や、データ到着のジッタなどの評価を行う予定である。

#### 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。検証環境として JGN-X 上の PIAX テストベッド (プロジェクト番号 JGNX-A12005) を利用した。

#### 参考文献

- [1] 寺西裕一ほか: 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-2 (2013).
- [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, 情報処理学会全国大会論文集, 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] 吉田幹ほか: マルチオーバレイと分散エージェントの機構を統合した P2P プラットフォーム PIAX, 情報処理学会論文誌, Vol. 49, No. 1, pp. 402-413 (2008).
- [5] Y. 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).