

統合通信基盤におけるセンシングサービス提供方式

磯村 学† 堀内 浩規†

KDDI 研究所†

1. はじめに

これまで筆者らは、複数のワイヤレスセンサネットワーク (WSN) が広域に分散して存在する環境において、インターネットなどの中継ネットワーク上に P2P (Peer to Peer) ネットワークを構築することで、遠隔の P2P ピアが任意のセンサノードを検索、発見し、生成されるセンシングデータを取得可能な統合通信基盤を提案してきた [1].

本稿では、統合通信基盤において要求・応答に基づくセンシングデータの提供や加工 (統計処理, コンテキスト情報への変換など) を行うサービス (以下, センシングサービス) を P2P ピアに対して動的に提供する方式を提案する. また, 本方式を実装したシステムにおいてセンシングサービスの発見, 利用に必要な時間ならびに単位時間当たりの処理能数を測定, 評価したので報告する.

2. 統合通信基盤の概要

図 1 に統合通信基盤のシステム構成を示す. P2PBridge は P2P ネットワークを構成するエンティティで, いくつかのシンクノードを収容する. シンクノードには WSN を介してセンサノードが接続する. P2PBridge はシンクノードからセンサノードの送信したセンシングデータを受信する. そして, センシングデータに含まれる WSN やセンサノードの ID, 位置情報, センサの種類などの属性情報ならびに P2PBridge に接続するための接続記述子を広告として P2P ネットワークに広報する.

P2PBridge と同様に, P2P ネットワークを構成するエンティティである P2P ピアは, 所望の WSN やセンサノードを特定する属性情報を検索鍵としたクエリを P2P ネットワークに送信する. クエリは DHT (Distributed Hash Table) などの P2P ネットワークの検索機能により解決され, 応答としてクエリに適合する広告が P2P ピアに提供される. P2P ピアは広告に含まれる接続記述子を用いて P2PBridge に接続する. P2PBridge は接続した P2P ピアに対し, WSN から受信した当該のセンサノードのセンシングデータを転送する.

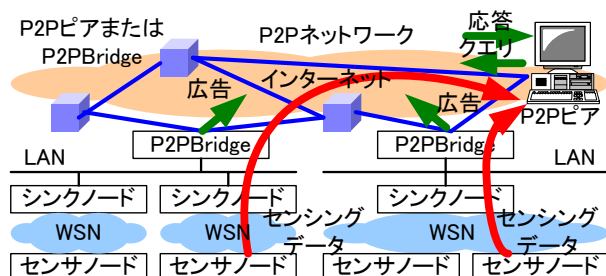


図 1 統合通信基盤のシステム構成

3. センシングサービス提供方式の提案

3.1. センシングサービスとその必要性

2の統合通信基盤により, P2P ピアは遠隔のセンサノードが定期的または自律的に送信するセンシングデータを取得できる. しかしながら, WSN が用いるプラットフォーム[2][3]によっては, センサノードが要求に応答する形でのみセンシングデータを提供する場合もある. この場合, P2P ピアは P2PBridge を通じてセンサノードにセンシングデータを要求する必要があるが, プラットフォームによって要求・応答に用いるインターフェースやセンシングデータのフォーマットは異なる. そこで P2PBridge において, これらを統一した形でセンシングデータを提供できるセンシングサービスを用意できれば, P2P ピアは異なるプラットフォームを用いた WSN のセンシングデータを統一的に取得することが可能となる.

さらに, 単なるセンシングデータの提供だけでなく, センシングデータの統計処理やコンテキスト情報への変換など加工もセンシングサービスとして提供できれば, 遠隔の P2P ピアでセンシングデータの取得, 加工を行う場合に比べ, P2P ピアの処理負荷や中継ネットワークのトラフィックの軽減することができる.

3.2. センシングサービス提供方式

統合通信基盤では WSN の適用形態に応じて, 様々なセンシングサービスが追加, 提供されると想定されるが, それらのセンシングサービスやそのメッセージ仕様を P2P ピアがどのように知り得るかという問題がある. そこで, P2P ピアが動的にセンシングサービスを発見, 利用することを可能とするため, P2PBridge はその呼び出しに必要なメッセージを生成するためのサービス情報ならびにセンシングサービスの名称や機能を説明する属性情報を広告として P2P ネットワークに広報する. P2P ピアは 2 の WSN やセンサノードの発見と同様に, 所望のセンシングサービスを特定する属性情報を検索鍵としたクエリを P2P ネットワークに送信する. そして, 応答として得た広告に含まれるサービス情報を用いてセンシングサービスを利用するためのメッセージを生成し, 当該の P2PBridge へ要求する.

4. 実装概要

[1]で実装した P2PBridge ならびに P2P ピアに, 3のセンシングサービス提供方式を, JXTA の P2P ネットワーク上で Web サービスを実現するミドルウェア JXTA-SOAP[4]を用いて実装した. JXTA-SOAP では, サービス情報の記述に Web Service Description Language (WSDL) を利用する. センシングサービスクラスはその WSDL を予め用意し, P2PBridge クラスに登録された際に, それを含んだ広告を P2P ネットワーク上に広報する. P2P ピアはその広告を JXTA の検索機能を用いて発見し, それに含まれる WSDL からセンシングサービスを利用するための Simple Object Access Protocol (SOAP) に基づく要求メッセージを生成, P2PBridge に送信する. P2PBridge は要求され

たセンシングサービスの処理を行い、結果を SOAP に基づく応答メッセージとして P2P ピアに返信する。なお、JXTA-SOAP では SOAP メッセージの伝送プロトコルに、JXTA の PipeService が用いられる。

また、センシングサービスの例として、P2PBridge が WSN から受信した最新のセンシングデータを返す lastReceivedData() を実装した。

5. 性能評価

5.1. 性能測定環境

図 2 のように P2PBridge1, P2PBridge2, P2P ピア, ランデブーピア, シンクノードを PC ルータで接続した。センサノードならびにシンクノードには Particle [3] を利用し、P2PBridge1 がそのセンシングデータを受信する。

一般に JXTA では、全てのピアはまず NetPeerGroup と呼ばれるピアグループに参加する。本環境では擬似的な NetPeerGroup をランデブーピアに設定し、各 P2PBridge ならびに P2P ピアはこの NetPeerGroup に参加後、統合通信基盤独自のピアグループ (ParticleGroup) を形成するようにした。各 P2PBridge は、ParticleGroup 内では DHT の構築を行うランデブーピアとして動作する。

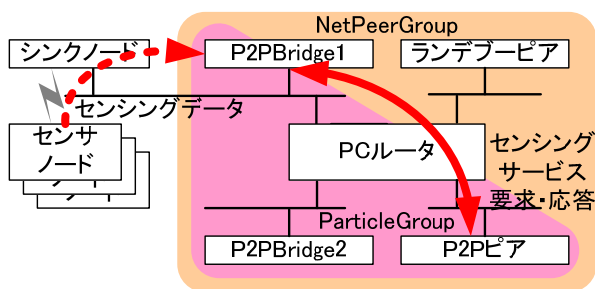


図 2 性能測定環境

5.2. 性能測定方法

P2PBridge1 で提供されるセンシングサービスを、P2P ピアが発見、利用するまでの時間を評価するため、図 3 に示す各処理に要した時間を測定した。まず、P2PBridge クラスにセンシングサービスクラスを登録するのにかかる時間 t_1 を測定した。これには、センシングサービスの広告の広報処理も含まれている。次に、P2P ピアがセンシングサービスの広告を検索するクエリを送信してから、広告を取得するまでの時間 t_2 を測定した。そして、P2P ピアがセンシングサービスを要求し、その応答を得るまでの時間 t_3 を測定した。また、センシングサービス lastReceivedData() の処理にかかる時間 t_4 も測定した。

さらに、P2PBridge1 のセンシングサービスの単位時間当たりの処理可能数を評価するため、P2P ピアから要求メッセージを連続的に送信し、毎秒何個の応答が得られるか測定した。

5.3. 性能測定結果ならびに評価

t_1 の測定の結果、P2PBridge においてセンシングサービスを登録するまでに平均 2s を要した。これは JXTA-SOAP での初期化処理や広告の生成、広報が主な要因である。 t_2 の測定の結果、P2P ピアが広告を取得することでセンシングサービスを発見するまでに必要な時間は平均 2s 程度であった。JXTA における広告の検索時間は [5] などでも測定されており、ほぼ同程度の結果となっている。 t_3 の測定の結果、P2P ピアがセンシングサービスを要求

してから、その応答を得るまでに平均 1.3s 程度かかった。lastReceivedData() の処理時間 t_4 は平均 0.01s 程度であったことや、本環境のネットワーク遅延は数 ms 程度であることから、JXTA-SOAP でのセンシングサービスのインスタンス生成、eXtensible Markup Language (XML) の処理、PipeService の接続などが主な要因と考えられる。

また、P2PBridge1 のセンシングサービスの単位時間当たりの処理可能数は、最大で毎秒 7 程度であった。センシングサービスを最初に利用する場合のみ、 t_3 の時間がかかるが、それ以降はインスタンス生成などの初期化処理が省かれるため、0.15s 程度で応答を得られていた。

以上の測定結果より、実装した P2PBridge は本測定環境においてセンシングサービスを十分に提供可能と考えられる。しかしながら、センシングサービスは毎秒 7 個程度しか処理できず、用途によっては不十分であり、JXTA-SOAP の処理効率の向上が必要である。また、P2PBridge はセンシングサービスの提供以外にも、センサノードからのセンシングデータの受信や P2P ピアへのセンシングデータの転送などの処理を行っており、各処理が互いの性能に影響を与える関係にある。したがって、各処理をどの程度の割合で行うか事前に設計、履行することが、P2PBridge の安定的な運用に必要なと考えられる。

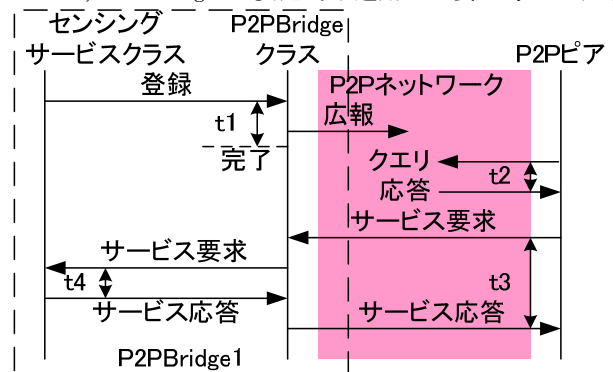


図 3 処理シーケンスならびに測定時間

6. おわりに

本稿では、統合通信基盤においてセンシングデータの提供、加工などを行うセンシングサービスを提供する方式を提案した。また、本方式を実装したシステムにおいてセンシングサービスを発見、利用するために必要な時間ならびに単位時間当たりの処理可能数を測定、評価し、性能測定環境においてセンシングサービスを十分に提供できることを確認した。今後、実環境におけるより詳細な性能評価を行う予定である。

最後に、日頃ご指導頂く (株) KDDI 研究所秋葉所長、鈴木執行委員に深く感謝する。

参考文献

- [1] 磯村他, センサネットワークのための統合通信基盤の提案, DICOM02006, pp. 89-92.
- [2] CrossBow Technologies, <http://www.xbow.com>
- [3] Tec0 Particle Home, <http://particle.teco.edu>
- [4] JXTA-SOAP, <http://soap.jxta.org/>
- [5] E. Halepovic, et al., "Performance Evaluation of JXTA Rendezvous," in Proceedings of International Symposium on Distributed Objects and Applications, (2004), pp. 1125-1142.