

センサデータの分散管理システムにおけるプロアクティブ転送・検索機構

井邊 研吾[†] 陶山 優一^{††} 西原 雄太^{††} 藤原 秋司^{††} 横田 裕介[†] 大久保 英嗣[†]

[†]立命館大学情報理工学部 ^{††}立命館大学大学院理工学研究科

1 はじめに

現在、我々は、マイクロストレージを用いたセンサデータの分散管理システムである P2P データポット [1] の開発を進めている。P2P データポットは、屋外環境での利用を想定しており、P2P データポット間の通信に無線アドホックネットワークを用いている。しかし、アドホックネットワークにおけるマルチホップ通信環境では、ホップ数の増加による応答性の低下が問題となる。

このため、本研究では、P2P データポットにおけるセンサデータのプロアクティブ転送・検索機構の提案を行う。提案機構では、これまでに発行された問い合わせを基に、今後発行される問い合わせの予測を行い、事前に対応する結果の転送を行う。これにより、問い合わせ結果の転送に要する時間が短縮され、応答性の向上が可能となる。

2 P2P データポットによるセンサデータ管理

P2P データポットを用いたセンサネットワークシステムは、環境観測を行うセンサネットワーク、センサネットワークで得られたセンシングデータを蓄積する P2P データポット、P2P データポットネットワークに対してセンシングデータの問い合わせを行うアプリケーションで構成される。センサネットワークと P2P データポットは 1 対 1 に対応し、センサネットワークで取得したデータは、対応する P2P データポットに蓄積される。また、P2P データポット間は無線アドホックネットワークで接続され、アプリケーションから発行された問い合わせは、対応する P2P データポットに対して発行される。図 1 に P2P データポットにおける現状の問い合わせ処理の流れを示す。

任意の P2P データポットは、アプリケーションから問い合わせを受けることができる。問い合わせを受けた P2P データポットは対象となる各々の P2P データポットに対して問い合わせを行い、結果の集約を行う。この際、一連の通信処理は、無線アドホックネットワーク上で行われる。このため、離れた P2P データポットに対する問い合わせが発生した場合、応答性の低下が問題となる。

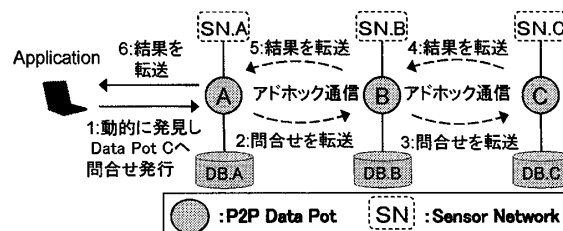


図 1 P2P データポットの現状の問い合わせ処理

3 P2P データポットにおける

プロアクティブなデータ転送・検索機構

本提案機構では、これまでに発行された問い合わせを基に、今後発行される問い合わせの予測を行い、事前に対応する結果の転送を行う。アプリケーションからの問い合わせが事前に転送したデータで対応可能な場合には、転送したデータを用いて応答することにより、応答性の向上が可能となる。これによりホップ数が減少し応答性の向上が可能となる。

以下、3.1 節でデータ転送機構について述べ、3.2 節でデータ検索機構について述べる。

3.1 データ転送機構

データ転送機構は、クエリの履歴保存、クエリの予測、予測したデータを事前に転送するプロアクティブデータ転送の三つの機能から構成される。図 2 にプロアクティブデータ転送の流れを示す。

まず、クエリの履歴保存では、自身が受けた P2P データポットからのクエリ内容を保存する。保存内容は、各クエリを識別する ID、クエリを送信した P2P データポットの情報、問い合わせ内容、最終更新時刻である。次に、保存したクエリから今後の問い合わせの予測を行う。予測内容は、対象となるデータと転送先の P2P データポットである。予測を基に、事前にデータの転送を行う。転送データを受け取った P2P データポットは、受信したデータの格納を行い、転送データのメタデータを生成する。以下、転送データをプロアクティブデータと呼ぶ。メタデータは、3.2 節で述べるプロアクティブデータ検索機構で用いる。

3.1.1 冗長性の削除

クエリの履歴から予測を行った場合、予測したデータに重複部分が発生する可能性がある。例えば、温度 20 度以上のデータの問合せと温度 25 度以上のデータの問合せが発生すると予測した場合、温度 20 度以上のデータのみで、問合せに対応可能である。このような冗長性を削除するため、予測したデータに対する問合せ文の解

A Proactive Transfer and Search Mechanism for the Distributed Management System of Sensor Data.

Kengo Ibe[†], Yuichi Suyama^{††}, Yuta Nishihara^{††}, Shuji Fujiwara^{††}, Yusuke Yokota[†], Eiji Okubo[†]

[†]College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan Univ.

^{††}Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan Univ.

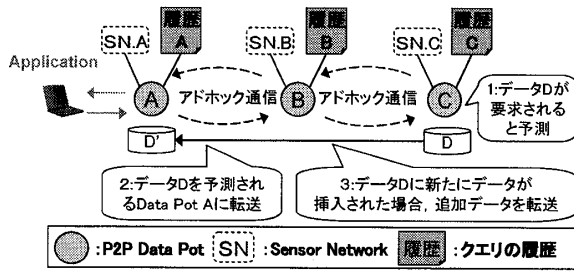


図2 プロアクティブデータ転送の流れ

析を行い、問合せの重複部分を判断する。これにより、転送のトラフィックが減少し、転送先のストレージ消費量も軽減することが可能である。

3.1.2 データの一貫性維持

プロアクティブに転送するデータは、キャッシュデータとは異なり、時間により変化する。このため、データの一貫性維持が必要となる。例えば、図2にある予測されたデータDに対し、SN.Cから新たにデータが追加される場合、データDは変化する。この場合、事前に転送したデータD'とのデータの一貫性が失われてしまう。そこで、新たにデータDに追加されたデータも転送することでデータの一貫性を維持する。これにより、問合せ結果が時間の経過につれ変化するような場合でも、転送したデータD'を用いて問合せに対応することが可能になる。

3.2 データ検索機構

データ検索機構は、各P2Pデータポットが所持するプロアクティブデータの情報を共有するためのメタデータの生成と配布、そのメタデータを利用し検索するプロアクティブデータの検索からなる。図3にプロアクティブデータ検索の流れを示す。

まず、プロアクティブデータを受信したP2Pデータポットは自身が持つプロアクティブデータのメタデータを生成する。メタデータには、転送元のP2Pデータポット、問合せ内容、データ格納先の情報が格納されている。このメタデータを他のP2Pデータポットへ配布する。

プロアクティブデータの検索は、アプリケーションから問合せを受けたP2Pデータポットが、まず自身が保持しているプロアクティブデータのメタデータにより、自身または近隣のP2Pデータポット上に要求されたデータが存在するか否かを検索する。もし、存在すれば、3.1節で述べたプロアクティブデータを取得するための問合せを発行する。もし存在しなければ、データが要求されているP2Pデータポットに問合せを転送する。

プロアクティブデータの検索において、事前に転送されたデータで問合せに対応できるか判断を行う場合、周辺のP2Pデータポットが所持しているプロアクティブデータから問合せが要求する結果を生成できるかを考慮する必要がある。例えば、温度20度以上のデータをプロアクティブデータとして所持していた場合、温度25

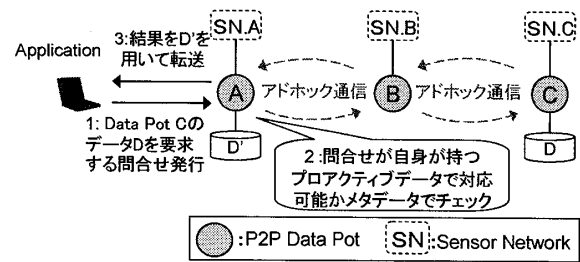


図3 プロアクティブデータ検索の流れ

度以上のデータを要求するような問合せにも、対応することが可能である。このような場合に対応するため、問合せ内容がプロアクティブデータに内包され、部分的に利用可能な場合も、プロアクティブデータへの問合せを可能にする。これにより事前に転送されたデータの利用率を向上させる。

4 実装

本提案手法では、センサーデータの取得をCrossbow社のセンサネットワーク管理ソフトウェアであるMoteViewを用いて行っている。MoteViewでは、収集したセンサーデータをPostgreSQL8.0を用いてデータベースに格納する。また、P2Pデータポット間のP2Pネットワークの構成にはJava版のJXTAを利用している。

プロトタイプの実装について示す。まず、3.1節で示したプロアクティブデータの格納方法は、予測された問合せごとに違うテーブルを生成し格納を行っている。これは、予測される問合せの結果のスキーマが異なるため、すべて同じテーブルで管理することは不可能なためである。また、各プロアクティブデータにはプロアクティブIDを付与し、テーブル名と合わせて保持することでプロアクティブデータの管理を行っている。

次に、3.2節で示したプロアクティブデータのメタデータは、プロアクティブID、問合せ内容、プロアクティブデータが転送されたP2Pデータポットの情報で構成される。アプリケーションから問合せを受けたP2Pデータポットは、メタデータに記述した問合せ内容と転送されたP2Pデータポットの情報から、プロアクティブデータの検索を行う。

5 おわりに

本稿では、P2Pデータポットにおけるプロアクティブデータ転送検索機構とその実装について述べた。

今後は、予測方法について検討を行う予定である。また、冗長性の削除、データの一貫性維持に関する実装を行い、応答性について検証を行う予定である。

参考文献

[1] 藤崎 友樹, 鈴木 和久, 横田 裕介, 大久保 英嗣: "P2Pデータポット:センサネットワーク向け分散マイクロストレージアーキテクチャ", 電子情報通信学会第18回データ工学ワークショップ論文集, (2007).