

センサネットワークのためのウェブベースの分散データ管理システム

鳥居 隆弘^{††} 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

様々な場所に設置されたセンサデバイスをネットワークで結び付けることによって様々な目的で活用するユビキタスセンサネットワークが注目されている。Sensor-Web[2]と呼ばれる分野では、Web環境でセンサが出力する観測データを誰もが自由に利用できる環境を提供する。このような環境を実現するためには、ネットワークインフラが整っている必要があるが、実際の環境観測においてはネットワークインフラの存在しない地域での観測が求められることが多い。このような状況においては、その地域で集められたデータを携帯電話回線や衛星回線等を用いてインターネット等の既存のネットワークに送信するという手段が取られることが多い。このような環境下で観測が行われているセンサネットワーク群を統合し、インターネット上で統一的に扱うことができるようにするためには、ネットワークインフラの不十分な環境で稼働するセンサデータ管理システム群をインターネット上で統合するフレームワークが求められる。

現在、我々が開発を進めているP2Pデータポットシステム[1]は、ネットワークインフラの無い環境下で、MANETを構成して稼働するセンサデータ管理システムである。個々のP2Pデータポットは、無線通信機能とストレージを備えた小型計算機であり、接続されているセンサネットワークから収集したデータをストレージ上に保存する。MANET上のP2Pデータポット間で協調動作を行うことにより、利用者はP2Pデータポット群全体を仮想的な1つのストレージとして扱うことができる。このシステムを用いることにより、MANETでカバーできる範囲において、複数のセンサネットワークを統合した環境観測を実現できる。

本研究では、P2PデータポットシステムをWeb環境へ統合し、各観測地域のセンシングデータをWebベースで統合管理する機能を提供することによって、ユビキタスな環境データの利用を可能にする。

2 Webアーキテクチャに基づく広域分散センサネットワークの管理機構

2.1 概要

本機構は、図1に示すようにインデックスサーバとWebインタフェース、および複数の観測拠点におけるP2Pデータポットシステムから構成される。観測拠点と

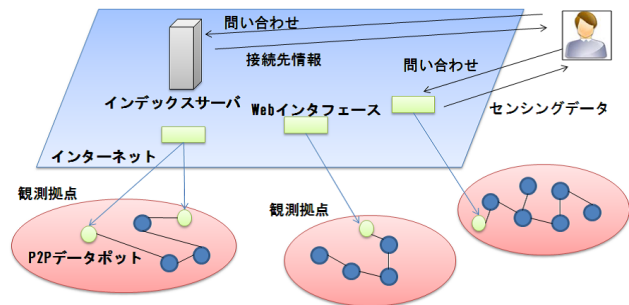


図1 分散拠点管理システムのアーキテクチャ

は1つのP2Pデータポットのネットワークによって観測されている地域のことである。各拠点において複数のP2PデータポットがMANETを構成している。このうち、1つ以上のP2Pデータポットはインターネットへの接続手段を持ち、Webインタフェースと接続している。Webインタフェースからは、P2Pデータポットへの問い合わせや管理を行うことができる。観測拠点とWebインタフェースは対になって複数存在しており、ユーザとWebインタフェースの接続先を対応付ける役割を担うのがインデックスサーバである。

2.2 動作例

利用者が、ある範囲の地域のセンシングデータを収集する場合の動作例を述べる。利用者はWebブラウザを用いてインデックスサーバに接続を行う。温度などの収集したいセンシングデータの種類、地理的な範囲、および時間的な範囲を指定する。ブラウザはインデックスサーバから目的のセンシングデータが存在する拠点のWebインタフェースの接続先情報を取得して接続し、問い合わせを発行して結果を表示する。

2.3 P2PデータポットのWebインタフェース

現在のP2Pデータポットシステムは主に専用アプリケーションからの利用を想定しているため、Webブラウザから直接利用することはできない。そこで、P2PデータポットとWebブラウザの仲介を行う、Webインタフェースと呼ぶミドルウェアを構築する。これによって、Webブラウザ経由での問い合わせや制御が可能になる。このWebインタフェースが、本機構における基本構成単位となる。Webインタフェースを持つP2Pデータポットは必ず拠点に1つ以上は存在する。ブラウザは、これに接続して問い合わせを行うことで目的のセンシングデータを収集する。

2.4 インデックスサーバ

利用者が必要とするセンシングデータが存在する観測拠点の検索を可能にするために、各拠点の情報を管理す

Web-based Distributed Data Management System for Sensor Networks
Takahiro Torii^{††}, Yusuke Yokota[†] and Eiji Okubo[†]

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

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

るシステムが必要となる．そこで、目的のエリアに対して Web インタフェースの接続先を表す URL を返すインデックスサーバを設置する．利用者は、このインデックスサーバに問い合わせを行い、目的のエリアを管理する Web インタフェースにアクセスし、センシングデータを収集する．利用者による問い合わせの地理的な範囲が複数拠点をまたぐ場合、接続先の Web インタフェースが複数存在することになる．問い合わせ対象が複数となった場合も、アプリケーションに対しては仮想的に単一の対象に対する問い合わせとしてシステムはふるまう．これを実現するため、Web インタフェースにおいて、問い合わせの分割および問い合わせ結果の統合処理を行う必要がある．

3 本機構における課題

3.1 複数の観測拠点のためのクエリの分割と集約

利用者からインデックスサーバに問い合わせが発行されると、インデックスサーバでは複数の対象拠点のうち、任意の1つの拠点に対応する Web インタフェースの接続先情報を問い合わせ先として返し、同時に残りの対象拠点の接続先情報をオプション情報とともに返す．クライアントは、指定された問い合わせ先である Web インタフェースに、オプション情報とともに問い合わせ内容を送信する．問い合わせを受信した Web インタフェースでは、オプション情報として指定された他の対象拠点に対し、問い合わせの分割発行および返ってきた問い合わせ結果の統合を行う．統合された結果は、クライアントに返される．

3.2 無駄な問い合わせのフィルタリング

Web 環境から P2P データポットに問い合わせを行うことによって、マルチユーザによる同時アクセスが発生するため、これらの負荷について検討する必要がある．

P2P データポットの問い合わせ処理動作は以下のようになる．外部から問い合わせを受け取った P2P データポットは、その問い合わせの対象となる P2P データポットに問い合わせを転送する．問い合わせ対象である P2P データポットでは、自身が保持するデータベースからデータを取得し、結果を問い合わせ転送元のデータポットに返す．問い合わせ対象 P2P データポットが複数ある場合は、転送元のデータポットにおいて全ての結果を受信し、集約する．これらの処理は、仮にデータベース上に対応するデータが存在しない場合でも実行されるため、問い合わせ結果が存在しない場合はシステムに無駄な負荷をかけることとなる．これにより、問い合わせ処理に遅延が発生する可能性があるため、本機構では事前にクエリのフィルタリングを行う．このフィルタリングが Web インタフェース上で実行され、フィルタリングの基準としてはセンサの種類が用いられる．各 P2P データポットでは、自身が管理するセンサネットワークが保持するセンサの種類の一覧を生成し、表 1 に示すようなメタデータを生成する．このデータは P2P データポ

表 1 P2P データポットのプロパティ

名前	X 座標	Y 座標	センサの種類
A	20.20	10.20	temp,humidity

表 2 Web インタフェースのテーブル

time	X 座標	Y 座標	temp	light	humidity
12:05	20.20	10.20	1	0	1
06:45	30.12	20.11	1	1	1

ト起動時、およびプロパティに変更があった時点で更新され、Web インタフェースに送信される．Web インタフェースでは収集したメタデータから表 2 に示されるテーブルを生成する．このテーブルは、そのタプルの有効時間、P2P データポットの位置情報、および各種センサの有無の情報からなる．問い合わせが発行されると、そのセンサの種類とテーブルを参照して観測拠点内に目的のセンサデータが存在するか判断する．存在すると判断した場合は問い合わせを P2P データポットに対して発行する．存在しないと判断した場合は問い合わせを破棄し、結果が無いことをユーザに通知する．例えば表 2 において座標 (20.20,10.20) に存在するデータポットに照度のセンサデータを問い合わせが発行された場合、センサの種類 light を持たないということがわかるためクエリは破棄される．

4 おわりに

本稿では、センサネットワークのためのウェブベースの分散データ管理システムについて述べた．本機構を用いることで、各拠点の場所やネットワーク、利用環境を意識することなくセンシングデータの収集が可能になる．P2P データポットネットワーク内の負荷を軽減するためには問い合わせ後のキャッシュを Web インタフェース内に残しておく方法も有効であると考えられる．今後、Web インタフェースにおける問い合わせの分割と統合の設計と実装を進めていく．

参考文献

- [1] 藤崎友樹, 鈴来和久, 横田裕介, 大久保英嗣: P2P データポット: センサーネットワーク向け分散型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 (DEWS2007) (2007).
- [2] Arne Broring, Johannes Echterhoff, Simon Jirka, Ingo Simonis, Thomas Everding, Christoph Stasch, Steve Liang and Rob Lemmens :New Generation Sensor Web Enablement.ISSN 1424-8220.Sensors (2011).