

P2P エージェントによる気象センサ共有環境の構築

石芳正[†], 寺西裕一[†], 田中博和[†], 加藤精一[†]
大阪大学 大学院情報科学研究科[†]
兵庫医療大学 共通教育センター[†]

概要 P2P エージェントソフトウェアである PIAX を用いて気象センサ共有環境を構築した。蓄積されたセンサデータから必要なデータの探索を効率的に扱うため、アプリケーションから与えられるクエリを、オーバーレイネットワークを介して分散実行するための機構を PIAX 上に実装した。本機構を用いて Live E! プロジェクトによるデジタル百葉箱から得られる任意のデータをブラウザ上に表示可能なシステムを実現し、動作を確認した。

1. はじめに

センサデバイスやセンサネットワーク技術の発達にともない、センサをネットワークで接続し、遠隔地から参照・利用することが容易となりつつある。しかし、世界規模でセンサを配備し、大規模なセンサネットワークを構築するには莫大なコストがかかる。このため、ボランティアベースで草の根的に配備されるセンサから得られるデータを共有可能とする共有センサ環境に注目が集まっている。例えば、Live E! プロジェクト [1] では、デジタル百葉箱を個人や組織が設置運営し、環境保護対策、教育等様々な分野での自由で自律的な利用を推進している。また、X-Sensor プロジェクト [2] では、複数の分散した研究拠点に配備されたセンサデバイス群から得られる情報を研究者間で共有できるテストベッド環境を構築している。

従来、共有センサ環境は、集中管理されたサーバに全センサの情報を収集する形態で構築されてきたが、大きなストレージとネットワーク帯域を持つサーバを構築する必要があり、運用コストが大きい。また、センサデータはそれ自体意味をなすものではなく、小さなデータで表現される解析結果が有用である場合が多く、生のセンサデータを収集することはネットワークのトラフィックを無駄なデータ転送処理で圧迫してしまう可能性がある。

こうした問題を解決するため、本研究では P2P エージェントにより分散センサ環境を構築する方法を提案する。

2. P2P エージェントによるセンサ共有環境

我々の研究グループでは、ユビキタス環境において大量に存在するモノやセンサが発信する情報を効率よく扱うため、P2P のオーバーレイネットワークとエージェントの機能を統合したプラットフォームとして 'PIAX' [3] を研究開発してきた。PIAX は複数のオーバーレイネットワークを使い分けるマルチオーバーレイ機能を持ち、分散ハッシュテーブル DHT、位置座標に基づく検索が可能な LL-Net、属性に応じたルーティングを行なう DOLR などが利用できる。また、ディスクバリーメッセージングと呼ばれる PIAX が持つソース発見・連携機能は、P2P ネットワーク上の条件を満たすエージェントを動的に選択してメッセージを送信し分散処理を実行可能とする。

本研究では、PIAX を用いた分散センサ共有環境の実現を目指す。サーバに全てのデータを収集するのではなく、センサが配備された拠点単位やセンサ単位でノードを設置し、それらを P2P の形態でオーバーレイネットワークを用いて接続する。また、オーバーレイネットワークでセンサを相互接続するのみならず、ノード上でローカルにセンサデータを検索・加工するエージェントを配置し、オーバーレイネットワーク上でデータを加工しながら収集するといった処理を可能とする。

3. PIAX における分散クエリ機構の実現

PIAX においては、複数のオーバーレイネットワークが同時に稼働することが可能であり、アプリケーション

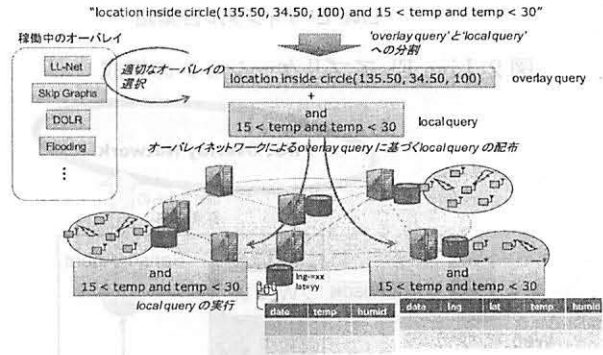


図 1: クエリの分散実行

はオーバーレイネットワークを用途や目的に応じて選択することができる。しかし、アプリケーション開発者は、どのオーバーレイネットワークが実行時に利用可能であるか知ることができない。また、PIAX のオーバーレイネットワークは動的に追加可能であるため、それまでに存在しなかった新たなオーバーレイネットワークが稼働を開始する可能性もある。本研究では、このような課題を扱うため、PIAX においてクエリ言語を定義し、クエリに応じて適切なオーバーレイネットワークを動的に選択する機構を実装した。

まず、クエリが与えられると、「overlay query」と「local query」に分割される。「overlay query」は、オーバーレイネットワークを通じて実行されるクエリであり、その時点で稼働しているオーバーレイネットワークのうち最も適したものが選択される。「local query」は、オーバーレイネットワークを通じて各ノードに配信され、実行される。図 1 は、地理的条件と温度条件が組み合わされたクエリが与えられる例である。この例では、地理的探索を行なう LL-Net が稼働しているため、地理的条件が「overlay query」となり、オーバーレイネットワークを通じて温度条件のクエリが「local query」として配信され、各ノード上のエージェントによって実行される。

4. GoogleMaps を用いた Live E! アプリケーションの実装

PIAX によるセンサデータ共有アプリケーションとして、地図による気象センサ共有アプリケーションを実装した。本処理系を用いて、Live E! プロジェクトが運営するデジタル百葉箱が発信するデータをエージェントに蓄積し、地理的オーバーレイを用いて探索・共有するアプリケーションを実装した。本アプリケーションでは、分散して配備された気象センサ群が発するリアルタイムなデータおよび各ノードに蓄積された過去のセンサデータをブラウザ上の地図を用いて俯瞰参照することができる。この動作はセンサから観測値が発信されたあと、ほぼリアルタイムで行なわれる。これらのブラウザ上での挙動は、GoogleMaps を用

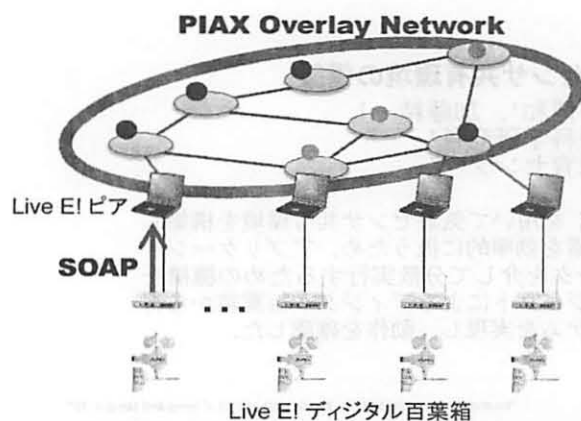


図2: Live E! アプリケーションの構成

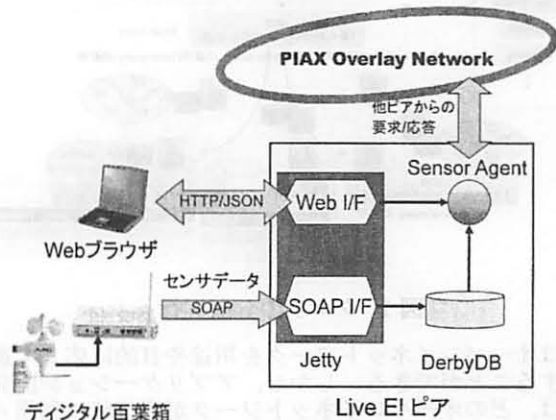


図3: Live E! ピアの構成

いたJavaScriptで記述している。

本アプリケーションの構成を図2に示す。図下部はデジタル百葉箱を構成する気象センサ Weather Stationと無線ルータ ASUS WL500gを示している。WL500gにはWeather Station 接続用ファームウェアが導入されており、定期的にセンサからデータを取得し、ユーザが指定したホストにSOAPにより送信される。本アプリケーションは、このデジタル百葉箱が設置された拠点ごとにピアを置くことを想定している。ここではこのピアをLive E! ピアと呼ぶ。ユーザはWebブラウザで各拠点のピア、またはローカルに立ち上げたピアに接続することで、共有されているセンサデータを参照することができる。

各ピアにはServletコンテナ“Jetty”と組み込みDB“Apache Derby”を内蔵した。デジタル百葉箱とのSOAPインタフェースとユーザが操作するブラウザとのインタフェースをそれぞれJetty上でServletとして実現している。また、ユーザのブラウザ上で動作するJavaScriptコードとのインタフェースにはJavaScriptと親和性の高いJSONを用いた。Derbyはセンサデータを格納するローカルDBとして使用しており、デジタル百葉箱から送られたセンサデータを逐次保存する。さらに、デジタル百葉箱の位置情報を管理し、ブラウザ、他ピアからの要求に応じて、ローカルDBから必要な情報を取得するためSensor Agentを実装した。(図3)

ユーザがブラウザでピアに接続すると、図4に示す画面が表示される。画面上には地図、センサ種別選択ボタン、データ取得時刻を調整するスライダが配置されている。地図上には地図の範囲内に含まれるセンサのアイコンがセンサの設置場所に合わせて表示され、

アイコンをクリックすることで、個々のセンサの詳細な情報がポップアップ表示される。また、接続先のピアに接続されたセンサについては、ブラウザ上でアイコンを移動することで、センサ設置場所の再設定が可能である。

このアイコンの表示に際して、表示されている地図の範囲内に含まれるセンサの情報を得るため、JavaScriptの非同期通信により、地図範囲の緯度経度、選択されているセンサ種別、データ取得時刻をLive E! ピアに送り、センサデータを要求する。それらのパラメータを受け取ったLive E! ピアは地図範囲の緯度経度を用いてPIAXオーバレイネットワーク上のSensor Agentに対してクエリ発行する。このとき、クエリの実行は前節に示したクエリの分散実行機構に従う。発見されたSensor Agentは自身が管理するローカルDBを参照し、パラメータに応じたセンサのID、緯度経度、センサ種別、センシングデータ、データ取得時刻を取得し、要求元に返す。これらの情報は、クエリ発行元ピアにおいてJSONに整形し、ブラウザ上のJavaScriptによりアイコンが描画される。この動作は、定期的なアップデート、またはユーザ走査による地図表示位置の変更、センサ種別の変更時にも行われ、ほぼリアルタイムでの情報表示を実現している。

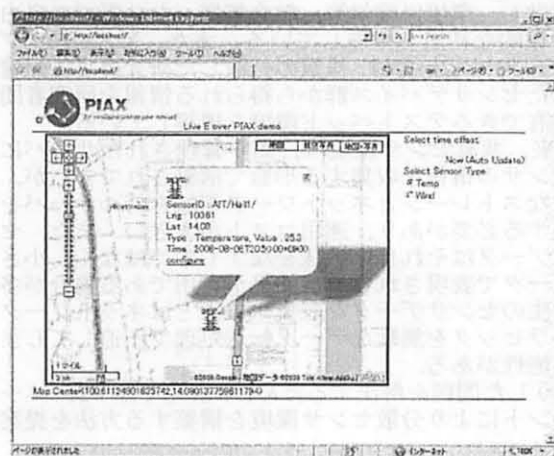


図4: ブラウザ上の表示

5. まとめ

本稿では、P2P エージェントソフトウェアPIAXを用いて実装した、センサ共有環境についてその設計および実現法を述べた。今後は、よりトラフィックを削減することによる観測値通知メッセージ配信の効率化や、ピアの負荷を軽減する処理方式などについて検討を進める予定である。

謝辞

本研究の一部は、平成20年度総務省委託研究「ユビキタスサービスプラットフォーム技術の研究開発」による成果である。ここに記して謝意を表す。

参考文献:

- [1] 'Live E! ~活きた地球の環境情報~', available at <http://www.live-e.org/>
- [2] 神崎映光, 原 隆浩, 若宮直紀, 下條真司, '複数拠点統合型センサネットワークテストベッドX-Sensorの設計と実装', 情報処理学会マルチメディア通信と分散ワークショップ論文集, Vol.2007, No.9, pp.117-121, 2007.11
- [3] 吉田幹, 寺西裕一, 春本要, 下條真司, 'マルチオーバレイと分散エージェントの機構を統合化したP2PプラットフォームPIAX', 情報処理学会研究報告2006-DPS-128, pp.43-48, 2006.9