

Live E! 技術 WG 活動報告 / 標準化

落合 秀也

東京大学 / NICT

jo2lxq@hongo.wide.ad.jp

概要

本論文は、最近の Live E! 技術ワーキンググループ (WG) の活動について解説している。具体的には、(1) インターネット接続性のない地域からの観測データ回収実験、(2) レーダ観測データを取り扱う場合の技術的課題の検討、(3) プロトコル標準化に向けた活動である。

1. はじめに

インターネット技術を用いることで、広範囲に高密度に設置されたセンサから、短時間に大量の観測データを回収し、多数のユーザに同時に配信することが原理的に可能になってきている。これを実現するべく、Live E! 技術 WG は、インターネット接続される環境センサを基本要素とした、ユビキタス情報基盤の研究開発および運用を実施している。具体的には、(1) 環境データ交換のための通信プロトコルの開発、(2) 自律分散データベースの開発[1]、(3) 国際的なセンサおよびデータベースサーバの展開[2]などを行っている。

今後、ユビキタス情報基盤をさらに充実させるためには、インターネット接続性がない地域の環境データ取り込みや、気象レーダのデータ活用は、必要不可欠である。また我々が開発しているユビキタス情報基盤を世界規模で展開するためには、プロトコルを今よりさらにスマートなものにし、それを世界標準に持っていく必要がある。

そこで、最近の Live E! 技術 WG では、

- (1) 耐遅延性/耐障害性ネットワーク (DTN) を応用した遠隔地の観測データを回収するシステムの開発
- (2) レーダ観測データを取り扱う場合の技術的課題の検討
- (3) プロトコル標準化に向けたシステムデザインを中心に、活動を進めている。以下では、これらの個別の活動を記載する。

2. 遠隔地の観測データを回収するシステムの開発

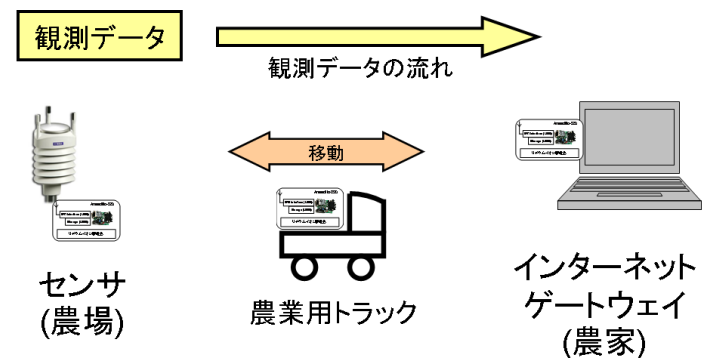


図 1: 遠隔地からの観測データ回収の仕組み

農場、山、別荘地など、インターネットが引かれていない場所から観測データを回収してくるのは、困難であった。PHS や携帯電話などを使って、センサのためにだけ回線を引くこともできるが、運用コストの面で、あまり好ましいとは言えないケースも多い。DTN の考え方を使えば、リアルタイムではないものの遠隔地に設置されたセンサデータを回収することが可能である。例えば、図 1 に示すように、センサ(農場)とインターネット・ゲートウェイ(農家)の間を往復するトラックを考えると、トラックが農場にいる間にセンサからのデータを取り込み、家に帰ったときに、取り込んだデータをインターネットに送り出すことができる。

我々は、これを実現するに十分な自律分散的なルーティング方式 (PEAR[3]) を開発した。センサ、トラック、インターネット・ゲートウェイは、DTN ノードと呼ぶ無線端末によって実装した。この DTN ノードを図 2 に示す。

このノードを 11 台作成し、東大の本郷キャンパスおよび、マレーシアで開催された第 11 回 APNG Camp[4] の会場で、実証実験を行っている。実験の結果はとて

も良好であった。PEAR 方式を使うことで、完全自律分散的にメッセージ配送を行うことができることが実証できた。さらに、実験時のシナリオでは、メッセージの配達確率を 100%に保つことができた。

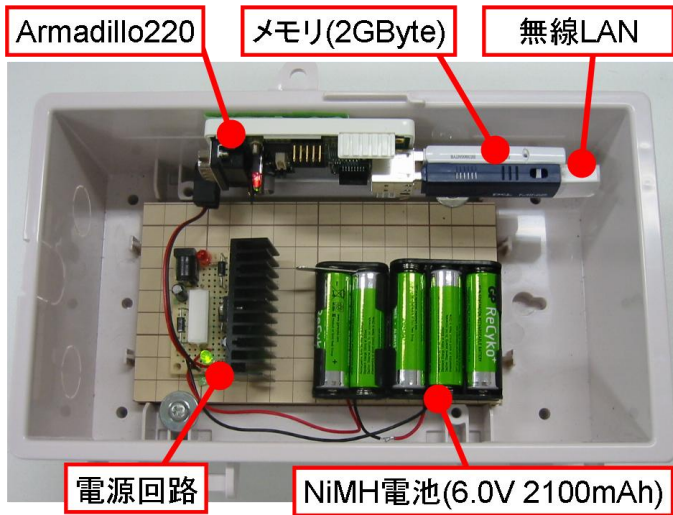


図 2: 開発した DTN ノード

3. レーダ情報を使う場合の技術的課題検討

レーダは、比較的高い密度で、広範囲にわたった状態観測を行うことができる。例えば、東京都水道局が運用している降雨レーダ(通称: 東京アメッシュ[5])は、250m×250m メッシュから 1km×1km メッシュの粒度で、雨量強度を比較的リアルタイムに観測することができる。センサの観測データに加えて、これらの観測設備によるデータを与えれば、さらに充実したユビキタス情報基盤を作ることができるはずである。

技術 WG では、まず、潜在的にたくさんの情報を含んでいるこれらのデータセットから、各種観点で情報を抽出する方式を考えている。例えば、「〇〇市で XX の強さの降雨が観測されている」といった情報が、これらのデータセットには潜在的に含まれている。生データは、緯度および経度上の値として表現されているに過ぎず、これだけでは、エンドユーザは意味のある情報として扱うことができない。そこで、エンドユーザに情報を提供する前に、「〇〇市で、XX の強さの降雨が観測されている」のような情報を算出するという作業がネットワーク側に求められてくる。エンドユーザによって、都市単位での降雨情報を知りたい場合も

あれば、土砂崩れなどに気を配る必要があるか気にする場合もある。また、自分のところに雨が近づいてきているかどうかだけを知りたいユーザもいる。このように、センサ自身から報告されたデータを元に、意味のある情報を生成する機能が必要で、これを技術 WG の中で現在検討している(技術的に可能かどうかを検証することが目的であり、気象予報業務の運用は行わない)。

技術 WG では、上記のような各種計算をネットワーク内に定義し、自律的に行わせることを考えている。その際に、計算を行う実体の配置場所を最適化するシステムの実現を目指し、そのコントロールに関する研究を行っている[6](図 3)。現在、まだ理論的な段階であるが、今後、この実装を作成し、実験を行う計画がある。

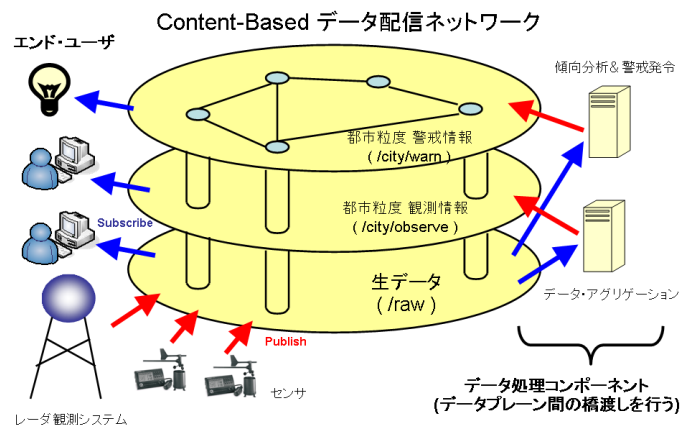


図 3: データ処理を含めた配信ネットワーク

レーダの観測データを取り込んだ場合、情報量が増えると同時に、データ数も急激に増加する。データ数の増加に対するスケーラビリティの確保は、重要な課題であり、こちらも、今後、取り組むことにしている。

4. プロトコル標準化活動

Live E! の活動の中で開発してきた通信プロトコルやデータ表現などを標準化し、一般的なユビキタス情報基盤の石杖としようとする活動が、現在進行中である。プロトコルの標準化にあたっては、気象関係の環境情報のみならず、ビルディング・オートメーション(BA)の分野も想定に入れている。BA は、ビルの中に

センサを埋め込み、照明や空調などの機器をネットワークで制御するシステムで、近年では、IP ネットワークも使って、この制御を行っているケースは少なくない。BA を念頭において標準化することで、ビルの内部の環境データも同時にこのユビキタス情報基盤の上で扱うことが可能になる。アーキテクチャの方針が固まり、プロトコルへの要求条件がほぼ整理された。現在は、インタフェースの詳細仕様および、参照コードの作成を進めている。

以下、GreenUT プロジェクト[7]で議論されている、このシステムのアーキテクチャについて解説する。

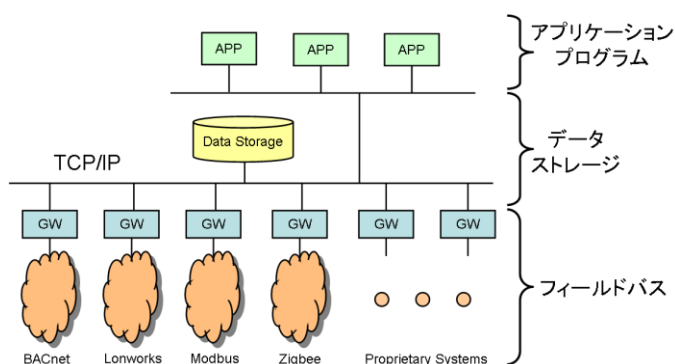


図 4: アーキテクチャ

図 4 に、システムのアーキテクチャを示す。このアーキテクチャは、(i)フィールドバス、(ii)データ・ストレージ、(iii) アプリケーション・プログラムの 3 階層で構成される。

(i) フィールドバス

センサおよびアクチュエータを收容するプロプライエタリシステムがフィールドバスである。フィールドバスにはゲートウェイ(GW)が設置され、TCP/IP ネットワーク上のホストによる、センサ観測値の読出し、アクチュエータを使ったアクションの発行、設定(動作モード)変更などを行えるようになっている。

(ii) データ・ストレージ

フィールドバスレベルのデータ(センサ観測値、アクチュエータ設定値、その他状態変数)などの履歴を蓄積するのが、データ・ストレージである。TCP/IP ネットワーク上のホストは、このストレージを参照することで、蓄積された過去のデータを読み出すことが可能である。

(iii) アプリケーション・プログラム

フィールドバスで観測されたデータや、その履歴を参照し、解析および意思決定を行うのが、アプリケーション・プログラムである。アプリケーション・プログラムが行うアクションとしては、帳票としての印刷、アクチュエータの直接制御、フィールドバス動作モード(設定)の最適化、などが含まれる。

5. おわりに

最近の Live E! 技術 WG は、(1)インターネット接続性のない地域からのデータ収集、(2)レーダ情報を取り込んだ場合の技術的課題の検討、(3)プロトコル標準化、に関する活動を行っている。

(1)に関しては、開発したルーティングプロトコル PEAR により、遠隔地からもデータを高い確率で回収できることを実証した。

(2)に関しては、現在、理論を進めている段階である。今後もさらに多くの側面での理論を進めるが、同時に実装、実験を行っていく予定である。

(3)に関しては、現在、アーキテクチャおよび要求条件が整理された。インタフェースの詳細仕様や参照コードの開発も進めている。

参考文献

- [1] Hideya Ochiai, Satoshi Matsuura, Hideki Sunahara, Masaya Nakayama and Hiroshi Esaki, "Operating architecture and multi-attribute search for wide area sensor networks", IEICE Transaction on Communications, Vol.J91-B, No.10, pp.1160-1170, October, 2008.
- [2] Live E! の 展 開 状 況 , <http://www.live-e.org/instrument/instrument04.html>
- [3] Hideya Ochiai and Hiroshi Esaki, "Mobility entropy and message routing in community structured delay tolerant networks", In Processings of ACM AINTEC, November, 2008.
- [4] APNG Camp, <http://www.apng.org/>
- [5] 東京アメッシュ, <http://tokyo-ame.jwa.or.jp/>
- [6] 落合, 木村, 松浦, 砂原, 福原, 江崎, "Content-Based Network におけるデータ処理コンポーネント最適は位置問題", IPSJ SIG Tech Report (DPS139-12), June, 2009.
- [7] グリーン東大プロジェクト, <http://www.gutp.jp/>