

# ユビキタス・センサネットワークによる環境情報視覚化の提案

小室 匡史<sup>†</sup> 柳澤 剣<sup>†</sup> 綿貫 理明<sup>†</sup>

<sup>†</sup>専修大学ネットワーク情報学部

## 1. はじめに

総務省は、未来社会のために周辺環境を正確に感知・認識し、状況に適したサービスを提供するためにユビキタス・センサネットワークが不可欠であるとしている。センサネットワーク技術の位置付けは、どこにいてもネットワークや端末等を意識せず、ストレスなく利用できるものと考えられている。ユビキタス・センサネットワーク技術に関する調査研究会[1]は、健康・安全・農業や工業生産確保のために、個人の生活におけるデータのみならず、工場や農場の施設環境管理のためのデータ、災害時の被害状況のデータ、気温・湿度・温室効果ガス等の気象データ諸々のデータセンシングをおこなうことを提言している。また国際電気通信連合電気通信標準化部門[2]は、ユビキタスのコンセプトとして、the “4A(Anywhere, Anytime, by Anyone and Anything) vision”を提唱している。今後、IP(Internet Protocol)技術を発展応用した次世代型ネットワーク NGN(Next-Generation Network)と IPv6(Internet Protocol Version 6)が普及することによって、「いつでも、どこでも、だれでも、どんなものでも」利用可能なユビキタス・センサネットワーク環境が実現される。

現在地球温暖化等を含んだ環境問題は、最も急務な対策を要する課題として世界各地で議論が重ねられている。月尾[3]は、情報通信技術(ICT)について、生活の利便性を向上させるにも関わらず、資源やエネルギーの消費を減少させるという従来の技術とは反対の特性を有する史上最初の技術であることを指摘し、これを社会に本格的に導入することこそ温室効果ガスを削減する当面の有効な手段であると述べている。また江崎[4]は、ICT技術を用いた地球環境保全に関する取り組みと貢献は IT 先進国としてのグローバル社会への責務であろうと述べている。

当研究室でも産官学中高大連携の地球温暖化対策プロジェクト[5]を創設して、情報技術を環境問題に適用してきた。2007年に実施した有効回答数 2143 人の環境問題に関するアンケート解析分析結果[6]から、「環境問題に関する正確な情報共有が必要である」という問題提起を得た。そこで、ユビキタス・センサネットワークによる環境情報の視覚化[7]、3D グラフィックコンテンツの制作[8]、集合知を利用した環境情報の共有[9]をおこない社会ニーズの探求とシーズの創出という観点から社会応用可能な R&D を実践している。また、テクノトランスファー in かわさき 2008 や川崎国際環境技術展 2009 等に出展し意見交換をおこない環境問題に対する啓蒙・意識改革を促進してきた。

そこで本研究は、21 世紀の最重要テーマである環境問題に対して、情報の視覚化という観点に注目しセンサを用いた環境情報と GPS を用いた位置情報の視覚化をおこなった。具体的には、温湿度等の環境情報と緯経度等の位置情報をマッピングし Web 地図インタフェース上に表示した。本システムは、エンドユーザが「いつでも、どこでも、だれでも」閲覧可能な環境を提供するため、PC ブラウザと Mobile ブラウザに対応可能なものとした。また、ユビキタス・モバイルネットワークの実験として無線 LAN 対応センサも用いデータ収集を進めており、更なるユビキタス・センサネットワークの拡充をおこなっている。

## Proposing Visualization of Environmental Information Using Ubiquitous Sensor Networks

Masashi KOMURO<sup>†</sup> Tsurugi YANAGISAWA<sup>†</sup> Osaaki WATANUKI<sup>†</sup>

<sup>†</sup>School of Network and Information, Senshu University

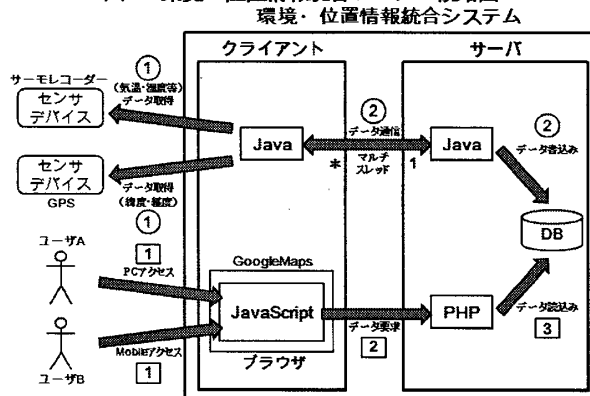
## 2. 環境・位置情報統合システム

本研究では、環境情報視覚化という観点から環境情報と位置情報をマッピングし Web 地図インタフェース上に表示する環境・位置情報統合システムを開発した。本システムは、クライアントサーバ(Client-Server)モデルを採用し、ユビキタス・センサネットワークの分散並行並列処理を追求するため、マルチスレッドによる実装をおこなった。また、視覚的分類、場所検索、投稿内容検索等の機能追加をおこなった。更に、PC ブラウザと Mobile ブラウザに対応可能なものとした。本章では、システム概要、インタフェース概要に関する詳細な内容を記述する。

### 2-1 システム概要

本システムには、環境データ投稿プロセスと閲覧・意見投稿プロセスが存在する。環境データ投稿プロセスでは、クライアントがセンサデバイスから環境情報と位置情報を取得して、サーバとデータ通信をおこない、データベースにこれらの情報を格納する。閲覧・意見投稿プロセスでは、ユーザがブラウザにアクセスして、Web 地図インタフェース上に環境情報が表示され、閲覧・意見投稿をする。前者のプロセスはセンサデバイス搭載端末を所持しているユーザのみ実行可能であるのに対して、後者のプロセスはブラウザによる閲覧環境にある全てのユーザが実行可能である。本システムの概略を示すと図 1 となる。

図 1: 環境・位置情報統合システム概略図



○: 環境データ投稿プロセス □: 閲覧・意見投稿プロセス

本システムでは、ユビキタス・センサネットワークの分散並行並列処理を追求するためにマルチスレッドによるシステム実装をおこなった。分散には、リソースの分散と実行効率(負荷分散や並列処理)の分散が存在する。ここでは、主に実行効率に関する並列処理に注目しマルチスレッドプログラミングを用い並行並列性を実現することによって、データ投稿時に複数の処理を同時におこなうことが可能となった。また、クライアントサーバモデルを採用することで、システムに関する部分をサーバサイド、インタフェースに関する部分をクライアントサイドでおこなうことができ、処理の役割分担が可能となった。

本システム設計は、機能拡充を重視するために、可能な限り汎用性の高い設計をおこなった。例えば、環境情報を取得するセンサはサーモレコーダに限らず接続が可能であり、位置情報を取得する GPS は Mobile GIS 等を用いることも可能である。

## 2-2 インタフェース概要

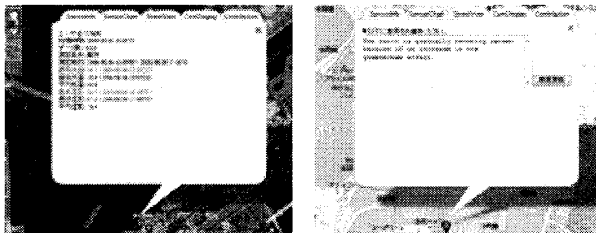
エンドユーザが閲覧する画面は、パソコン等を用いてアクセスをおこなう PC ブラウザ用画面と携帯電話等を用いてアクセスをおこなう Mobile ブラウザ用画面を作成した。何故なら、アクセス端末の違いに適合したユーザインタフェースを提供するためである。本研究では、Google Maps API を利用した Web 地図インタフェース環境をエンドユーザに対して提供している。

センサデバイスから送信されるデータを大別すると、識別番号、投稿情報、測定情報、位置情報、環境情報がある。これらの情報を Google Maps 上に表示する際には、平均気温・平均湿度等を基準にしたバルーン形の画像(以下、Marker)を立て、視覚化をおこなっている。また、Marker 色や表示数制御とトラックバック機能による視覚的分類、ジオコーディングによる場所検索、リバースジオコーディングによる自動移動機能付きの投稿内容検索・最新投稿表示が可能なインタフェースとした。

### 2-2-1 PC ブラウザインタフェース

PC ブラウザ用画面では、Marker 内に図 2 のようなセンサ情報・ストリートビュー・投稿等の Tab を持ち、地図、航空写真、地図+航空写真の画面切り替えが Google Maps 上で可能である。

図 2 : PC ブラウザ表示画面

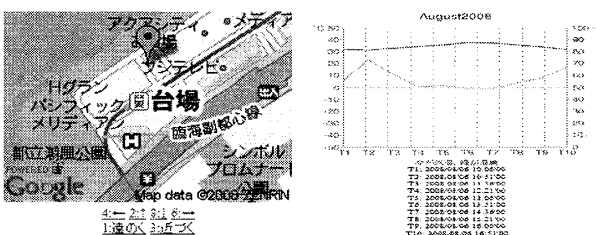


a) センサ情報表示画面 b) 意見投稿画面

### 2-2-2 Mobile ブラウザインタフェース

Mobile ブラウザ用画面では、図 3 のようなグラフを最大限活用し、JavaScript が使えない環境においても Web 地図インタフェースを提供するために、Google Static Maps API を用いている。

図 3 : Mobile ブラウザ表示画面

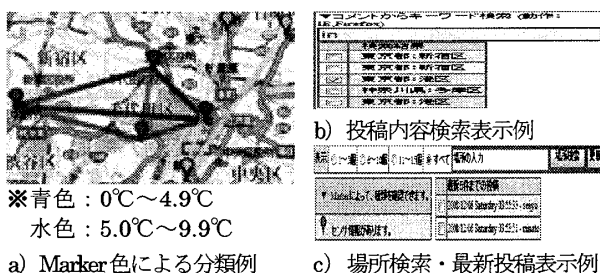


a) 地図表示画面 b) グラフ表示画面

### 2-2-3 視覚的分類方法・検索方法

本研究では、視覚的認識に配慮した分類表示方法と文字入力による検索方法を効果的に提供している。図 4 の a) は、各地点の平均気温を対象に環境情報分類を表示している。図 4 の b) は投稿内容検索、図 4 の c) は場所検索と最新投稿を表示している。

図 4 : 環境情報分類例



a) Marker 色による分類例 b) 投稿内容検索表示例 c) 場所検索・最新投稿表示例

## 3. おわりに

本研究を通して開発された環境・位置情報統合システムが PC ブラウザと Mobile ブラウザに対応していることから、「いつでも、どこでも」閲覧可能な環境を提供するという点においては一定の成果を挙げることができた。また、センサデバイス等の制約により無数のセンサを同時接続し実験することはできなかったが、マルチスレッドによって実装しているため、複数のユーザに対して分散並行並列処理が可能であり、環境センサ型アプリケーションを利用したマルチキャストによる相互接続性がある程度確保された。現在センサデバイスは低価格小型軽量化かつ高性能長寿命無線化というトレードオフの課題に直面しているが、この問題解決に向けて弛まぬ研究がおこなわれている。このセンサデバイスの進化によって、これまで以上に「どんなものでも」センサデバイスの搭載が期待でき、ハードウェアの改善が一段と進んでいく。その結果、矢野[10]は IT が人間の五感を地球規模で拡張すると述べている。これに対して、ソフトウェアの改善は、利便性と安全性に加えユーザが効果的かつ効率的に利用できるものでなければならぬ。

そこで本システムの発展性は、更なるシステムの改良と定量要素の強いセンサネットワークに対する定性要素の補充にある。具体的には、環境・位置情報統合システムの特徴である環境データの定量的要素に、環境情報共有システム[9]の特徴である集合知[11]の定性的要素を組み合わせる[12]ことによって、より一層正確かつ広範で得意即妙な情報提供の拡充が可能と考えている。近い将来、ユビキタス・ネットワーク社会を迎える。これは、インターネットによる情報革新に匹敵若しくはそれ以上の社会変化をもたらす。定量的な環境データと定性的な環境に関する集合知を融合することで、持続可能な情報共有がより一層促進され、21 世紀の最重要テーマである環境問題に有効な施策が提案されることを期待し、今後も本研究を継続していく。

## 4. 主要参考文献・主要参考 Web サイト

- [1]総務省, 『「ユビキタスセンサーネットワーク技術に関する調査研究会」の開催』, March 2004, [http://www.sumugojp/news/2004/04/005\\_8.html](http://www.sumugojp/news/2004/04/005_8.html)
- [2]IUT, 『Ubiquitous Sensor Networks』, *IUT Technology Watch Briefing Report Series No.4*, February 2008
- [3]月尾嘉男, 『総論 一環境問題へ挑戦する情報通信技術一』, *電子情報通信学会誌特集: 環境を守る*, Vol.90, No.11, pp.930-935, November 2007
- [4]山崎浩, 『インターネット技術を用いたセンサ情報共有ネットワークの展開』, *情報処理学会誌特集: オープンリサーチ型次世代ネットワーク技術への挑戦*, vol.49, No.10, pp.1153-1158, October 2008
- [5]地球温暖化対策プロジェクト(SGW project), <http://www.nesenshu.ac.jp/proj192/>
- [6]志賀直幸, 青木豊, 竹口正修, 柳澤剣, 小室匡史, 綿貫理明, 吉野雅郎, 田中洋史, 大西寿郎, 『地球温暖化に関する意識調査とその集計処理システム—産学連携によるシステム開発—』, *専修Network&Information*, No.13, pp.13-23, March 2008
- [7]小室匡史, 柳澤剣, 綿貫理明, 大西寿郎, 『ユビキタス・センサネットワークによる環境情報視覚化の提案』, *情報処理学会情報システムと社会環境研究発表会*, IS-1032, pp.9-16, March 2008
- [8]深井雄大, 高塩真広, 柳澤剣, 小室匡史, 綿貫理明, 大西寿郎, 『ビッグバンから未来へいたる“地球温暖化物語の創作—Maya85 を利用した 3D グラフィックコンテンツの制作—』, *専修Network&Information*, No.13, pp.41-47, March 2008
- [9]柳澤剣, 小室匡史, 綿貫理明, 大西寿郎, 『集合知を利用した環境情報システム—地図情報と環境情報のマッシュアップ—』, *情報処理学会情報システムと社会環境研究発表会*, IS-103(1), pp.71-78, March 2008
- [10]矢野研男, 『センサは Web を超える 省力化から知覚化へ』, *情報処理学会誌特集: 社会の未来を拓くネットワーク情報共有空間*, vol.48, No.2, pp.160-170, February 2007
- [11]小室匡史, 柳澤剣, 松永賢次, 綿貫理明, 『Web 地図インタフェースを活用した CGM サイト構築と集合知の社会応用』, *情報処理学会(第 71 回)全国大会*, March 2009
- [12]小室匡史, 柳澤剣, 綿貫理明, 『ユビキタス・センサネットワークと CGM サイトによる環境情報共有システム—環境データによる定量化と集合知による定性化の融合—』, *情報処理学会情報システムと社会環境研究発表会*, IS-107, March 2009

## 謝辞

本研究は、株式会社セントラルシステムズからの平成 20 年度受託研究「Web2.0 技術の環境問題への適用と視覚化に関する研究」によってなされたものである。