

学士論文 2015年度（平成27年度）

即時性の伴うイベントを可視化・共有  
するWebサービス

指導教員

東京電機大学大学院 未来科学研究科 情報メディア学専攻  
岩井 将行

東京電機大学大学院 未来科学研究科 情報メディア学専攻

高橋 洋人

©Hiroto TAKAHASHI

# 学士論文要旨 2015年度（平成27年度）

## 即時性の伴うイベントを可視化・共有するWeb サービス群

### 概要

TODO: 環境測定を目的とした無線マルチホップセンサネットワークが提唱されて10年以上経過しており、多くの実験が行われてきた。しかし多くの場合大学内や私有地をはじめとした限定された環境内での実験であり、実際に市街地に展開した事例は多くない。筆者らは2009年7月より2年間の連続運用を目指し、群馬県館林市にIEEE802.15.4無線マルチホップ微気象センサネットワークを構築した。18ヶ月間の連続運用を行う中で、多くの無線マルチホップネットワークの障害やセンサノードの故障が発生している。本研究では、連続運用中に得られた故障データに基づき、計画・設置・運用各段階における故障原因をニューラルネットワークにより解析する手法を構築し、今後同様のシステムを構築する際の指針を提案した。

キーワード:

ブラウザネットワーキング, マイクロブログ, 人流,感情解析

東京電機大学大学院 未来科学研究科 情報メディア学専攻

高橋 洋人

# Bachelor's Thesis Academic Year 2015

## TODO: The Use of Neural Networks for Fault Analysis in Urban Sensor Networks

### Abstract

The wireless multi-hop sensor network for environment monitoring was proposed more than ten years ago. However, the most systems were investigated in a privately-controlled community and few systems were examined in the local-government urban environment. In this study, we installed an IEEE 802.15.4 wireless multi-hop sensor network to Tatebayashi City, Gumma Prefecture, where anti-hyperthermia is focused on. The installed system is planned to be in operation until mid 2011. In this paper, we describe our experience and acquired knowledge in planning, installation, and operation and advices for the future planning.

Keyword:

Micro Climate, Sensor Network, Neural Network

Department of Information and Media Engineering,  
Tokyo Denki University

Hiroto TAKAHASHI

# 目 次

<b>第1章 序論</b>	<b>1</b>
1.1 背景 . . . . .	2
1.2 本研究の目的 . . . . .	3
1.2.1 イベントの検知 . . . . .	3
1.2.2 マイクロブログによる感情解析 . . . . .	4
1.2.3 即興的な情報共有システム . . . . .	5
1.3 本論文の構成 . . . . .	5
<b>第2章 関連研究と課題</b>	<b>6</b>
2.1 関連研究 . . . . .	7
2.1.1 Twitter を用いた実世界ローカルイベント検出 . . . . .	8
2.1.2 WebSocket を用いた Web ブラウザ間 P2P 通信の実現とその応用に関する研究 . . . . .	9
2.1.3 TODO: include . . . . .	10
2.2 TODO: センサネットワークを長期間運用する際の課題 . . . . .	11
2.2.1 即時ネットワーク構築手段 . . . . .	11
2.2.2 TODO: include . . . . .	12
2.2.3 TODO: include . . . . .	12
2.3 解決手法 . . . . .	13
2.4 本章のまとめ . . . . .	13
<b>第3章 即興的及び人数チームプレイが可能なブラウザネットワーキングゲーム基盤</b>	<b>14</b>
3.1 システム概要 . . . . .	15
3.1.1 ゲームシステム . . . . .	15
3.2 システム構成 . . . . .	17
3.2.1 通信の流れ . . . . .	17

3.3 本章のまとめ	19
<b>第4章 位置情報付きツイート解析による経路可視化</b>	<b>21</b>
4.1 概要	22
4.2 本章のまとめ	23
<b>第5章 位置情報付きツイートのクラスタリングによるイベント開催可視化</b>	<b>24</b>
5.1 概要	25
5.2 本章のまとめ	26
<b>第6章 参加型センシングの情報収集システムの構築</b>	<b>27</b>
6.1 概要	28
6.2 本章のまとめ	29
<b>第7章 結果と考察</b>	<b>30</b>
7.1 TODO: 故障解析結果	31
7.2 本章のまとめ	32
<b>第8章 結論</b>	<b>33</b>
8.1 まとめ	34
8.2 今後の課題	35

# 図 目 次

1	プレイの様子	15
2	認証 QR コード	16
3	コントローラ, コントローラの説明	17
4	プレイヤー・ショット	17
5	ゲームプレイ画面	18
6	FPS グラフ	18
7	メインページ接続時の通信	19
8	コントローラ接続時の通信	19
9	ゲーム時のコントロールクエリの同期	20

# 表 目 次

# 第1章

---

## 序論

---

本章では、本研究の背景と目的および、本論文の内容構成について述べる。

## 1.1 背景

## **1.2 本研究の目的**

### **1.2.1 イベントの検知**

### 1.2.2 マイクロブログによる感情解析

### **1.2.3 即興的な情報共有システム**

## **1.3 本論文の構成**

## 第2章

---

### 関連研究と課題

---

本章では、関連研究とセンサネットワーク長期運用する際の課題について述べる。

## 2.1 関連研究

### 2.1.1 Twitter を用いた実世界ローカルイベント検出

## 2.1.2 WebSocket を用いた Web ブラウザ間 P2P 通信の実現とその応用に関する研究

### **2.1.3 TODO: include**

## 2.2 TODO: センサネットワークを長期間運用する際の課題

### 2.2.1 即時ネットワーク構築手段

**2.2.2 TODO: include**

**2.2.3 TODO: include**

**2.3 解決手法**

**2.4 本章のまとめ**

## 第3章

---

# 即興的及び人数チームプレイが可能な ブラウザネットワーキングゲーム 基盤

---

本章では、作成した即興的な多人数プレイが可能なブラウザネットワーキングゲームについて述べる。

### 3.1 システム概要

ゲームプラットフォームの作成とともに一例として、多人数対応のブラウザシューティングゲームを作成をした(図 1)。サーバーを起動してモニタとなる端末からブラウザでゲームページへアクセスすると(図 2)のように QR コードが表示される。同じ画面で遊ぶプレイヤーはスマートフォン端末で QR コード読み取りをするとコントローラ用の URL へアクセスすることができプレイに参加が出来る。

コントローラはスマートフォンを横持ちで、シェイク(スマートフォンを振る)動作なども入力としてゲームに入れた(図 3)。socket 通信を用いることでスマホで即時参加が可能でリアルタイムにプレイヤーの操作が出来る。

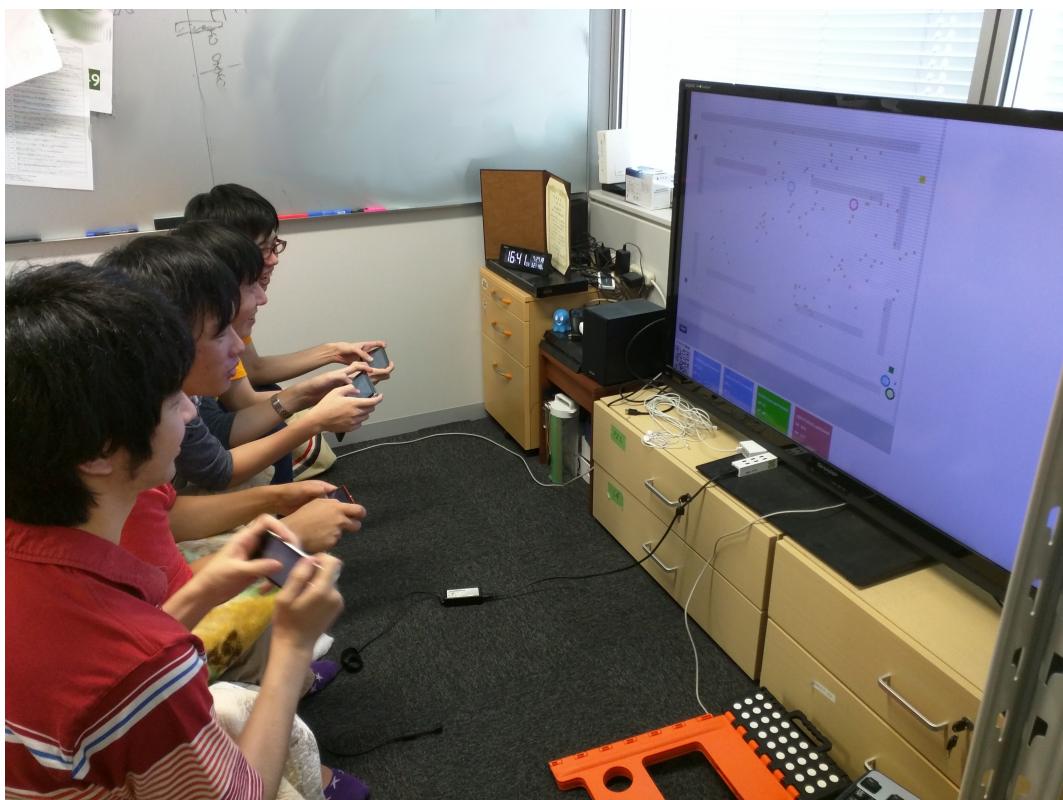


図 1: プレイの様子

#### 3.1.1 ゲームシステム

ゲームの内容について説明する。



図 2: 認証 QR コード

ゲームは平面のシューティングゲームを作成した。ステージ上をプレイヤー(図 4)が移動できて壁で構成される部分はオブジェクトが通過できない(図 5)。

プレイヤーは HP(Hit Point), MP(Hit Point) を持っていて、ショット攻撃に MP を消費し、消費した MP はマップに散らばり取得すると MP が回復するという特徴のルールを加えた。

プレイヤーのアクションは移動とショット攻撃とダッシュの3つが行える。コントローラ右でショット、コントローラ左でショット攻撃、シェイクでダッシュが出来る。

プレイヤー数に対する処理速度の考察を行った。作成したゲームについて接続人數と FPS を取って回帰分析を行った図 6. 7台の接続時の 28.28fps で若干表示がカクついている状態であった

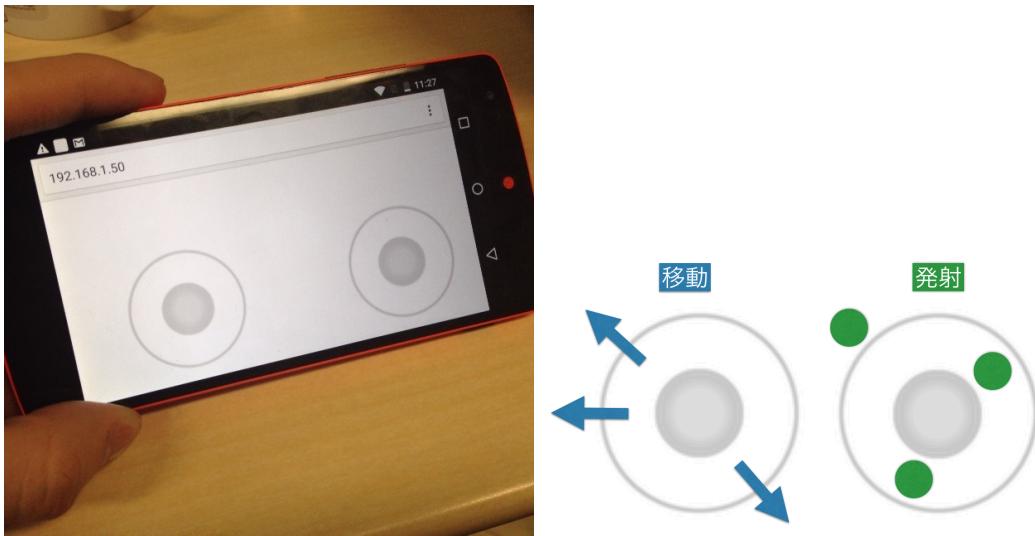


図 3: コントローラ, コントローラの説明

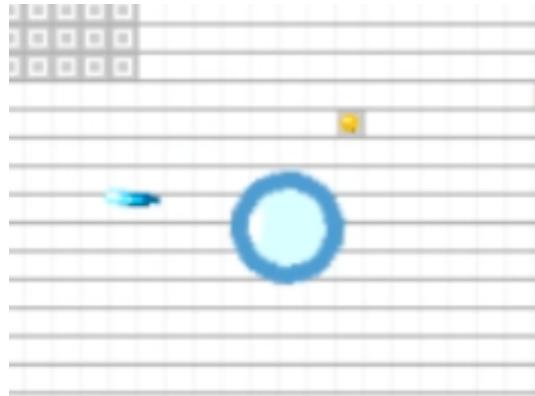


図 4: プレイヤー・ショット

## 3.2 システム構成

### 3.2.1 通信の流れ

まずディスプレイとなる端末からメインページ(ドキュメントルート/)にアクセスする(図 7 - 1, 2). レスポンス時に socket のコネクションを確立する(図 7 - 3, 4).

その後、コントローラとして使う端末からチーム選択ページ(ドキュメントルート/con)にアクセスする(図 8 - 1, 2). チームの選択によりコントローラページ(ドキュメントルート/con?team=[num])に飛び、socket コネクションの確立(図 8 - 3, 4, 5, 6)とともに、ディスプレイ端末へプレイヤー追加のイベントを送信も行

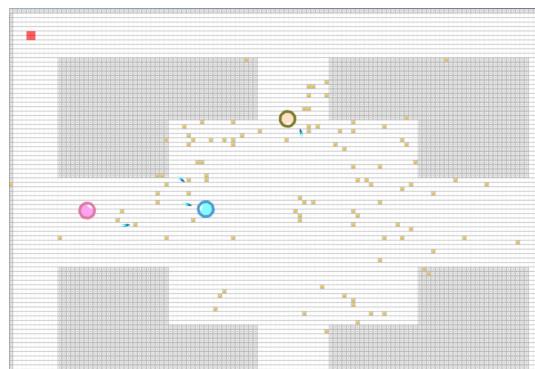


図 5: ゲームプレイ画面

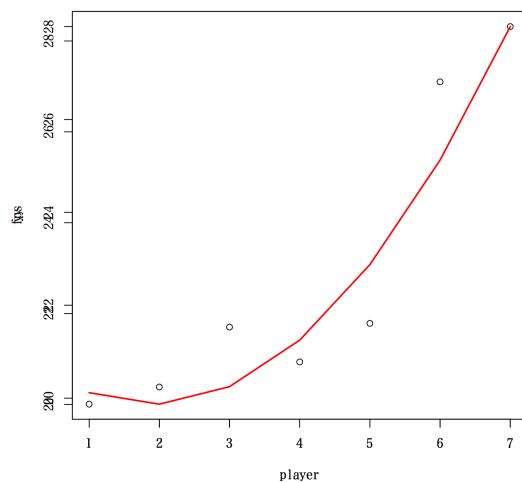


図 6: FPS グラフ

う (図 8 - 7).

ゲーム時の通信は(図 9)のようにコントローラの入力を socket を通してメインページを開いているクライアントへ送信し、プレイヤーのアクションへと同期している。

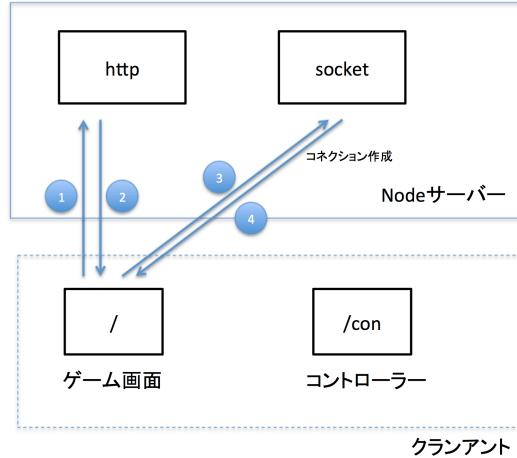


図 7: メインページ接続時の通信

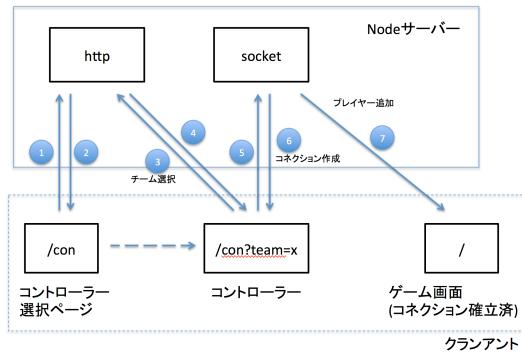


図 8: コントローラ接続時の通信

### 3.3 本章のまとめ

今回作ったゲームは4人で接続で20秒に一度ほどゲームのフリーズが発生、8人での接続だと當時カクつきが見られた。ソケットで扱うデータが単純であれば性能の向上ができると考えられる。

即興性の面での評価は、実際に使ってプレイまでの準備がスムーズに行えた。ローカルネットワーク内の場合はアクセスポイントの選択が必要になる場合もあるが大した手間では無いと考えられる。

このシステムの応用としては、サーバーサイドの汎用化、ライブラリ化が望める。RaspberryPIへの移植も行えればWifiを吹くことでネットワーク環境のない被災地などでもモバイル端末への通信の可能性も広がると思われる。

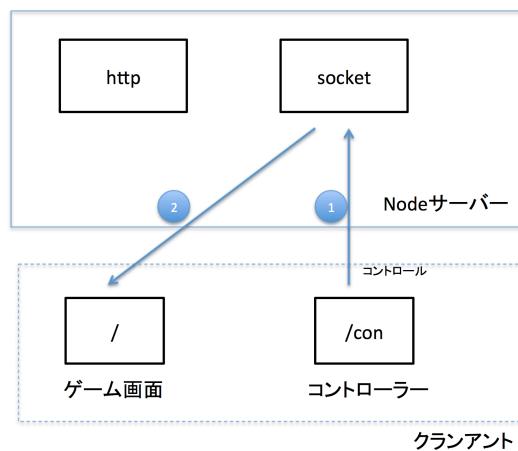


図 9: ゲーム時のコントロールクエリの同期

## 第4章

---

# 位置情報付きツイート解析による経 路可視化

---

本章では、故障解析に使用するニューラルネットワークと、TScanの適用方法について述べる。

## 4.1 概要

本研究では、微気象センサネットワークの故障解析にニューラルネットワークを利用する。本章では、ニューラルネットワークに用いた故障解析手法について述べる。

## 4.2 本章のまとめ

## 第5章

---

### 位置情報付きツイートのクラスタリングによるイベント開催可視化

---

本章では、故障解析に使用するニューラルネットワークと、TScanの適用方法について述べる。

## 5.1 概要

本研究では、微気象センサネットワークの故障解析にニューラルネットワークを利用する。本章では、ニューラルネットワークに用いた故障解析手法について述べる。

## 5.2 本章のまとめ

本章では、バックプロパゲーションの概要を述べ、TScan 故障解析への適用方法について述べた。また、TScan:微気象センサネットワークから取得されたデータから、教師データ、正常時のデータ、センサ故障時データ、電波障害時データ、停電・バッテリ切れデータ、下流ノード故障時データを閾値を設けてニューラルネットワークの入力データとした。準備した入力データから TScan 故障解析検証実験を行った。次章では、検証実験の結果について述べる。

## 第6章

---

# 参加型センシングの情報収集システムの構築

---

TODO: 本章では、故障解析に使用するニューラルネットワークと、TScan の適用方法について述べる。

## 6.1 概要

TODO: 本研究では、微気象センサネットワークの故障解析にニューラルネットワークを利用する。本章では、ニューラルネットワークに用いた故障解析手法について述べる。

## 6.2 本章のまとめ

TODO: 本章では、バックプロパゲーションの概要を述べ、TScan 故障解析への適用方法について述べた。また、TScan:微気象センサネットワークから取得されたデータから、教師データ、正常時のデータ、センサ故障時データ、電波障害時データ、停電・バッテリ切れデータ、下流ノード故障時データを閾値を設けてニューラルネットワークの入力データとした。準備した入力データから TScan 故障解析検証実験を行った。次章では、検証実験の結果について述べる。

# 第7章

---

## 結果と考察

---

本章では、システムの結果と考察について述べる。

## 7.1 TODO: 故障解析結果

TODO: 本節では、故障解析ニューラルネットワークの出力別に結果を示す。ニューラルネットワークは各出力に対して、 $0 \sim 1$ までの数値を出力する。該当する出力の可能性が高いほど 1 に近づき、可能性が低い場合は 0 に近づく。

## 7.2 本章のまとめ

TODO: 本章では、センサネットワークの故障原因の解析として、ニューラルネットワークを用いた検証実験を行った結果を述べた。正常時のデータ、センサ故障のデータ、停電・バッテリ切れのデータについては精度高く解析することができた。一方で、電波障害データや下流ノード故障データの解析精度は高くはなかつた。ニューラルネットワークの入力信号を細かく設定することで解析精度が向上させることができることを示した。次章で本研究の結論について述べる。

# 第8章

---

## 結論

---

本章では、本研究で得られた結果をもとに、結論を述べる。

## 8.1 まとめ

本研究では、広域無線マルチホップセンサネットワークの構築例として、TScan:微気象センサネットワークを報告し、センサネットワークの長期間運用するための課題を述べた。また、センサノード長期運用における課題を解決するため、ニューラルネットワークを用いてセンサデバイスやセンサネットワークの故障解析を行った。ニューラルネットワークの教師データとして、TScan:微気象センサネットワークで取得したセンシングデータを使用し、バックプロパゲーション学習させることにより、長期稼働を行っているセンサネットワークに特化した故障解析が可能になる。学習済みの故障解析ニューラルネットワークを使用し、検証実験を行い、センサ部の故障や停電・バッテリ切れを高精度で解析することが可能であることが示された。ニューラルネットワークの故障解析には、次のような入力データが故障解析結果に大きな影響を与えることがわかった。

- 気温データ、湿度データ

検証実験によりセンサ故障をはじめとしたセンサデバイスの故障解析するため非常に重要なデータとなることが示された。

- 送信カウンタ、LQI(電波強度)

検証実験により電波障害と下流ノード故障を解析するために非常に重要なデータであることが示された。しかし、LQIの値は不安定であり、解析精度に影響を与える。そのため、LQIの値の閾値を細かくすることや過去のLQIの値の平均をとることが必要であることがわかった。

ニューラルネットワークを用いた故障解析は、精度が低い出力結果もあったが、検証実験ではセンシングデータから主原因をすべて解析することができた。本研究により、ニューラルネットワークによる故障解析は、長期運用を行うセンサデバイスや広域のセンサネットワークをはじめ様々なサービスの故障解析として適しているといえる。

## 8.2 今後の課題

今後、センサネットワークの構築・故障解析を行っていく上で、達成すべき課題をセンサネットワーク面、故障解析面から述べる。

# 謝辞

本研究を進めるにあたり、研究指導をはじめあらゆる面でご協力して下さった東京電機大学未来科学部情報メディア学科戸辺義人教授に深く感謝致します。

最後に研究の日々を共にした、東京電機大学未来科学部情報メディア学科ユビキタスネットワーキング研究室の友人達に感謝の意を表します。

2016年3月31日  
電大 太郎

# 学外発表

1. 高木 篤大, 菅生 啓示, 石田 泰之, 森田 達也, 岩本 健嗣, 蔵田 英之, 戸辺 義人, "微気象ネットワークセンシングの実際:群馬県館林市の例", 電子情報通信学会技術研究報告. USN, ユビキタス・センサネットワーク 109(248), 13-18, 2009 年 10 月.
2. 高木 篤大, 木實新一, 戸辺 義人, "TScan:微気象ネットワーク構築の実際", The 6th IEEE Tokyo Young Researchers Workshop, pp.26, 2009 年 12 月.
3. 高木篤大, 菅生啓示, 岩本健嗣, 木實新一, 小笠原拓也, 蔵田英之, 戸辺義人, "TScan:微気象センサネットワークの構築", 情報処理学会 第72回全国大会, 第3分冊, pp.289-290, 2010 年 3 月.

# 参考文献

- [1] からだカルテ, <http://www.karadakarute.jp/tanita/>
- [2] フィールドサーバ, <http://model.job.affrc.go.jp/FieldServer/default.htm>
- [3] ウェザーニュース, <http://weathernews.jp/>
- [4] John Bicket,Daniel Aguayo,Sanjit Biswas,Robert Morris,"Architecture and Evaluation of an Unplanned 802.11b Mesh Network",The 11th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking(ACM Mobicom 2005),Aug 2005.
- [5] Anthony Rowe,Mario Berges,Gaurav Bhatia,Ethan Goldman,Ragunathan (Raj) Rajkumar,Lucio Soibelman,James Garrett,Jose M. F. Moura,"The Sensor Andrew infrastructure for large-scale campus-wide sensing and actuation",Information Processing in Sensor Networks 2009(IPSN 2009),Oct 2009.
- [6] Lufeng Mo,Yuan He,Yunhao Liu,Jizhong Zhao,Shaojie Tang,Xiang-Yang Li,Guojun Dai,"Canopy Closure Estimates with GreenOrbs: Sustainable Sensing in the Forest", The 7th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems(ACM SenSys 2009),Nov 2009.
- [7] 気象庁 地域気象観測システム (AMeDAS),  
<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/amedas/kaisetsu.html>
- [8] ウェザーニュース ゲリラ Ch., <http://weathernews.jp/guerrilla/>
- [9] ウェザーニュース 热中症アラート, <http://weathernews.com/jp/c/press/2007/070810.html>
- [10] Smart Rooms, <http://vismod.media.mit.edu/vismod/demos/smartroom/>

- [11] Tokuda Hidetoshi,Takahashi Gen,Kadota Masaya,Iwai Masayuki,Tokuda Hideyuki,"u-Con: A Smart Space Remote Control System",情報処理学会研究報告 UBI 2005,2005 年 6 月.
- [12] 高田 憲一, 田村 智只, 梶 孝則, 石橋 孝一, 矢野 雅嗣,"ユビキタス・ワイヤレス・センサ・ネットワークにおける故障ノード特定手法の一検討",電子情報通信学会技術研究報告 IN,2006.
- [13] Rohan Narayana Murty, Abhimanyu Gosain, Matthew Tierney, Andrew Brody, Amal Fahad, Josh Bers, Matt Welsh,"CitySense: A Vision for an Urban-Scale Wireless Networking Testbed", Technical Report Harvard University,2007.
- [14] Masaki Ito,Yukiko Katagiri,Mikiko Ishikawa,Hideyuki Tokuda,"Airy Notes: An Experiment of Microclimate Monitoring in Shinjuku Gyoen Garden",4th International Conference on Networked Sensing Systems(INSS 2007),Jun 2007.
- [15] M.M.H. Khan,H.K. Le,M. LeMay,P. Moinzadeh,L. Wang,Y. Yang,D.K. Noh,T.F.Abdelzaher,C.A. Gunter,J. Han,X. Jin,"Diagnostic Powertracing for Sensor Node Failure Analysis",The 9th International Conference on Information Processing in Sensor Networks(IPSN 2010),Apr 2010.