

無線センサネットワークにおける自然環境への 適応を特徴とする通信モデルの提案

大島浩太[†], 原 宏[‡], 寺田松昭[†]

東京農工大学

[†]大学院 工学研究院

[‡]農学部附属広域都市圏フィールドサイエンス教育研究センター

TAT

TAT

目次

2

- 背景
- 目的
- 予備調査・概要
- 調査結果
- 課題
- 通信モデル
- まとめ

TAT

背景

3

- 無線センサネットワークとは、センサデバイスが搭載された膨大な小型無線端末が、自律的にネットワークを形成・情報を伝達する技術/システム
 - 応用例: 災害対策、防犯、環境モニタリング、医療、施設制御、構造物管理など、応用範囲は広い
- これまで、省電力化、被覆率、設置コストなどに着目した研究が多く発表
- 2.4GHz帯電波は水分吸収により減衰
 - 空気中の水蒸気や雨滴の影響は小さいが、周囲の水分量を含む媒質に吸収
 - 異なる天候下で実施した予備実験において、無線通信効率に顕著な差
→通信帯域、通信可能距離、被覆率に影響



屋外での通信効率の変動を考慮した無線通信方式

TAT

目的

4

- 屋外における長期的な通信効率の変動調査と、その結果を基にした無線通信モデルの提案
 - 自然環境と通信効率の変化を計測
 - 東京農工大学・FM多摩丘陵に計測機器を設置
 - 電波干渉の影響がほとんど無い環境
 - 見通し距離に直線的に計測用センサノードを設置

予備調査・概要

5

- FM多摩丘陵(波丘地)内の平地に3台の計測用センサノードを設置
 - 計測用センサノードは15m間隔で設置
 - 経験的に良好な通信ができる距離
 - 電源は確保し、長期的に運用可能に
 - Linuxの豊富な計測ツールを利用するため、2.4GHz帯の802.11gを使用
 - 通信帯域、信号強度、温度、湿度、気圧を計測
 - 環境情報は、一般的なセンサデバイスで用いられている素子が搭載されたものを利用

計測用センサノード

6



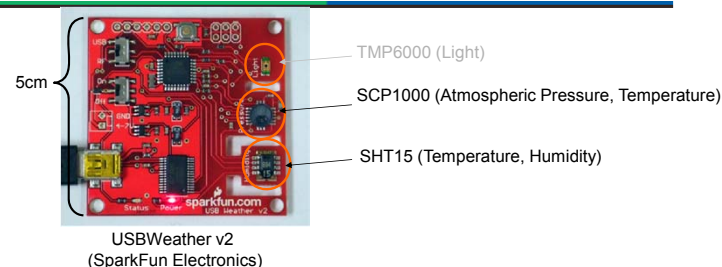
項目	仕様
Model	IdeaPad S10-2
OS	Ubuntu 9.04
CPU	Inten Atom 1.6GHz
RAM	1024MB
Wi-Fi	802.11b/g (ad-hoc)
Wireless Controller	Broadcom BCM4315
Encryption	none

- 耐環境ボックスにネットブックを格納し、ボックス外に暴雨対策を施したセンサデバイスを設置

耐環境ボックス: WB-13AJ (未来工業)

使用したセンサデバイス

7

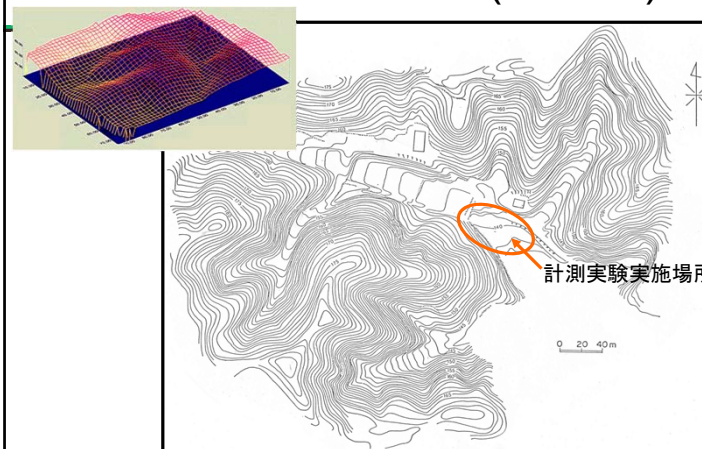
USBWeather v2
(SparkFun Electronics)

型番	計測対象	仕様
SCP1000	atmospheric pressure	+/-150 Pascal
	temperature	+/-0.3 degrees C
SHT15	humidity	+/-2 %

- USBインタフェースで接続
- 9600bps 8-N-1接続, 1Hzサンプリング

調査地と周辺地形(波丘地)

8



- 東京都 八王子市・FM多摩丘陵(農工大演習施設)

TAT 計測機器の設置状況 9

Sensor Node #1
15m
Sensor Node #2
15m
Sensor Node #3

TAT Sensor Nodes

Sensor Node #3 15m Sensor Node #2 15m Sensor Node #1
Power Supply
Power Supply
Power Supply

- 移動型スタンドに設置
- 固定柱に設置

TAT 計測ツールとタイミング 11

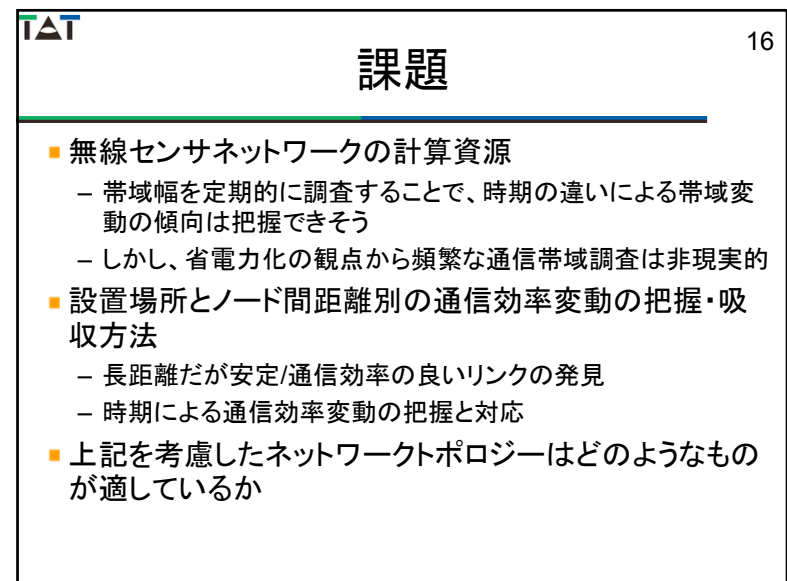
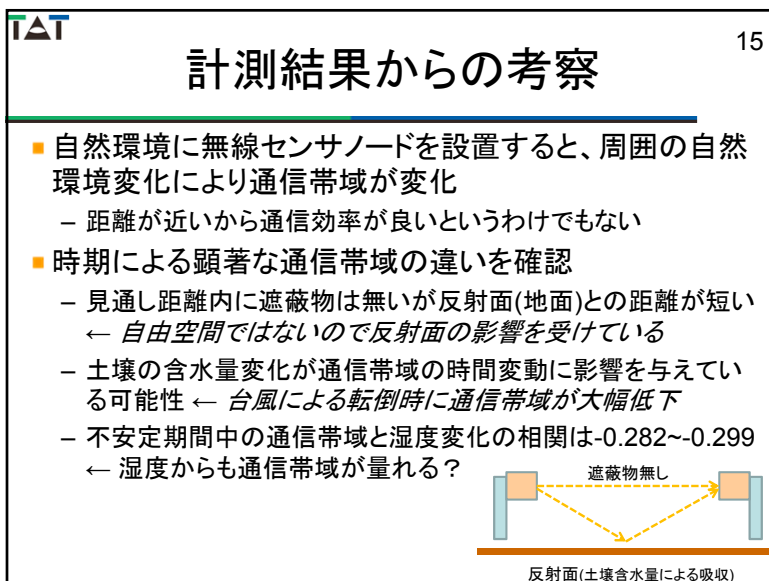
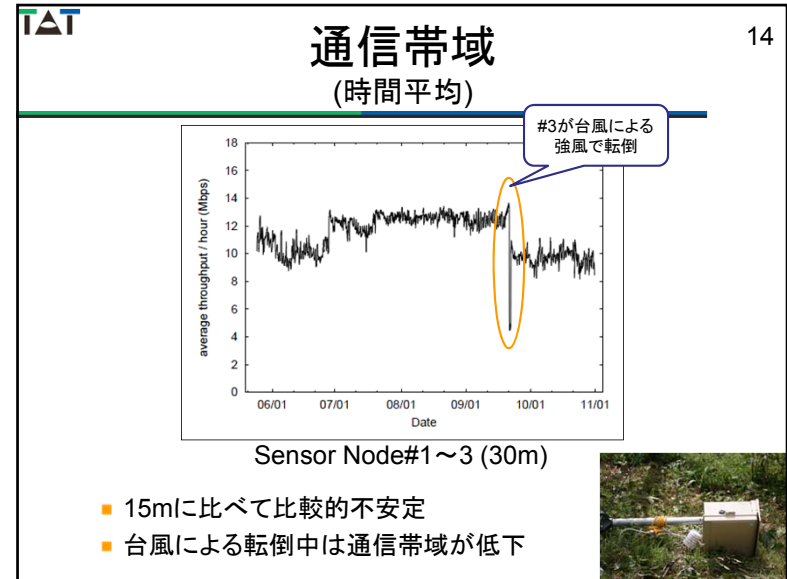
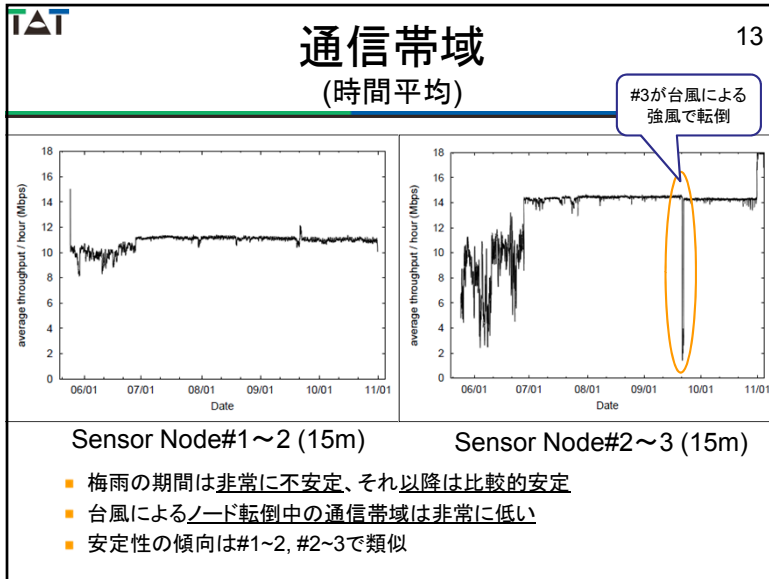
- 無線信号強度 (Level):
 - iwconfig (Wireless-Tools ver.29)
- 帯域計測:
 - IPerf (ver.2.0.4)
- 使用言語:
 - Perl (サンプリングとタイミング制御)
 - C言語 (センサデバイスとネットブック間のインタフェース)

Sensor Node iwconfig IPerf (Server) 10秒毎
Sensor Node iwconfig IPerf (Client) 10秒毎
1秒毎
1秒毎
IEEE 802.11g, 2.4GHz, ad-hoc, 15m/30m
センサデバイス センサデバイス

TAT 計測期間と状況 12

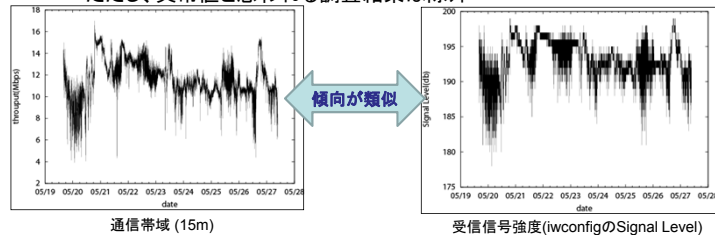
- 2011年5~11月
 - 梅雨→夏→秋
- 9/21に大型の台風15号が通過
 - Sensor Node #3が転倒

Precipitation (mm) 降雨量
Humidity (%) 湿度
Temperature (C) 気温
Date Date date



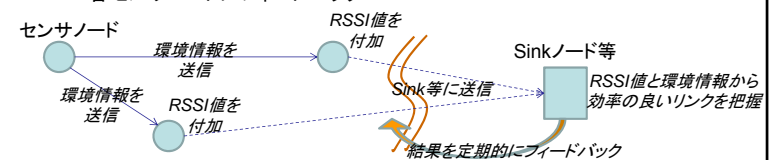
通信効率把握

- 通信帯域と受信信号強度(RSSI)の変動の傾向が類似している点に着目
 - RSSI値にいくつかの閾値を設け、閾値毎に通信帯域調査を実施することでRSSIと通信帯域を関連付け
 - RSSI値は受信側で把握するので、受信側から送信側に帯域調査を依頼
- ・ ただし、異常値と思われる調査結果は除外



周囲のノードとの通信効率把握

- 省電力性を考慮した周囲のノードとの関係把握
 - 長距離だが安定/通信効率の良いリンク、時期による通信効率変動の把握と対応
- 計算資源節約の必要の無いノードで一括して通信効率を解析・フィードバック
 - 各センサノードは、データの受信時に送信元IDとRSSI値を記録(ブロードキャスト等も)
 - Sinkノードに計測した環境情報を送信する際に上記情報を付加
 - 通信効率の変動傾向と効率的な通信が可能と推測されるノードの情報を各センサノードにフィードバック



時期と環境変動を考慮した通信モデル案

- 伝搬損失モデルで環境変動要因による減衰を考慮
 - 環境変動要因による減衰係数は、時期や周囲の環境情報から計算することを予定
 - 実測値を反映させることで通信環境を学習
 - (「通信の安定性」に着目した評価基準の構築も予定)

一般的な伝搬損失モデル
$$P_r = P_t + K - 10\gamma \log_{10} \left[\frac{d}{d_0} \right]$$

伝搬損失モデルで環境変動要因を考慮
$$P_r = P_t + K - att(t) \cdot 10 \log_{10} \left[\frac{d}{d_0} \right]$$

P_r : 受信電力(dBm), P_t : 送信電力(dBm)
 K : アンテナ特性と平均チャネル減衰に依存する定数(無単位)
 γ : 距離減衰係数, d : 2端末間の距離, d_0 : アンテナ遠方界の参照距離

まとめ

- 自然環境への設置を想定した無線センサネットワークについて、環境変化が通信効率に与える影響を調査
 - 時期的な通信効率変動、距離別の変動傾向
- 調査結果を踏まえた無線センサネットワークの通信制御手法を提案
 - RSSI値と通信帯域の変動傾向の類似性に着目した、省電力性を考慮した通信効率の把握
 - Sinkノードを用いた周囲のノードとの関係性の把握と通知
 - 伝搬損失モデルを環境変動要因を考慮して拡張
- 今後の課題
 - より詳細な通信帯域変動傾向の解析から、環境変動要因を考慮した減衰係数を導出
 - 樹木など含水量の多い空間での調査実験
 - 提案方式やネットワークポロジの実装と性能検証