

【若手ICT研究者育成型研究開発】

高信頼・低消費電力ユビキタス 協力センサネットワークの研究

(082103003)

研究代表者：落合秀樹(横浜国立大学)

研究分担者：石井光治(香川大学)

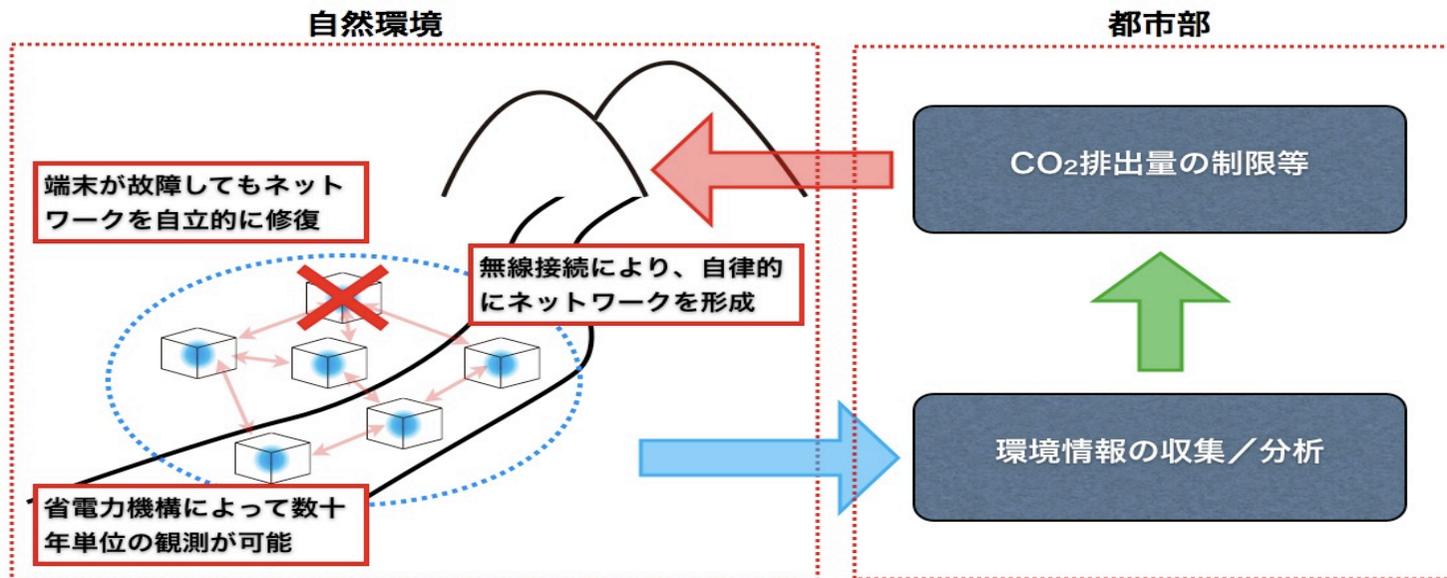
石橋功至(静岡大学)

研究の背景・目的

ユビキタスセンサネットワーク

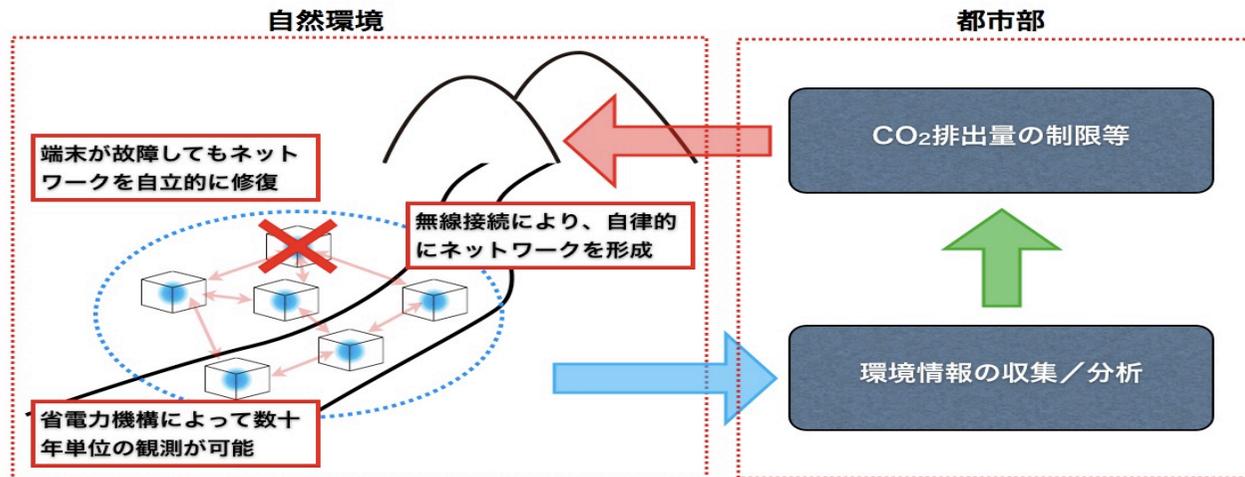
対象となるモノや環境状況などを観測(センシング)し, それらの情報をいつでもどこでも利用できるネットワーク

- 環境モニタリングによる災害予測, 被害観測
- 農業, 工業の効率化(トレーサビリティ, 物流, 工場監視等)
- 遠隔医療システム(生体情報のリモート観測, 監視)
- 災害時における一時的な通信インフラの代替 などなど



センサネットワーク実現への課題

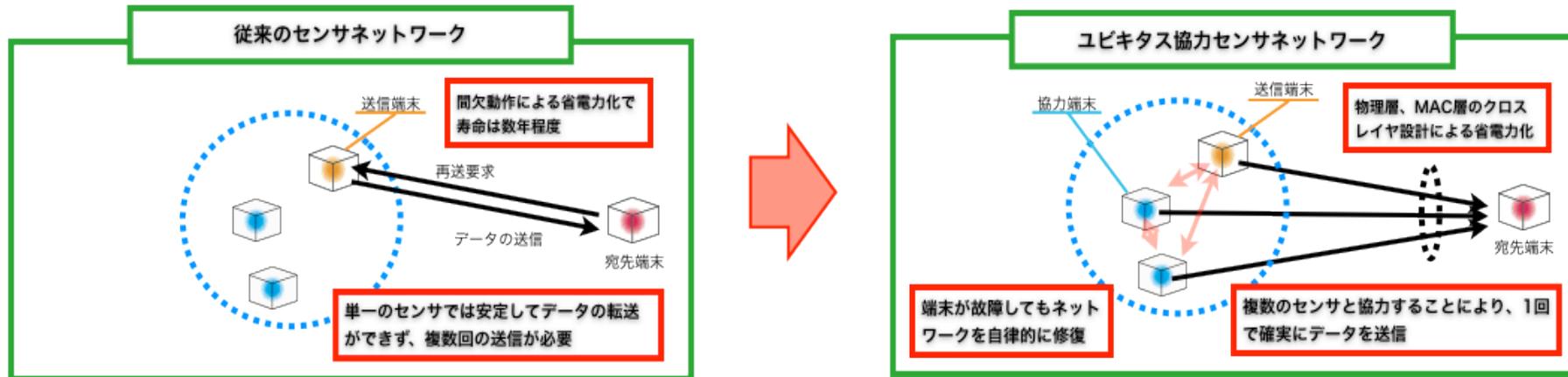
センサノード <=> 基地局(情報収集局)



膨大な観測データを効率良く長期間にわたり、安定したネットワークが必要

- **高信頼な通信**
- 高速な通信
- 高効率的な情報収集(情報圧縮)方法
- **低消費電力な通信**
- 自律的に効率的なネットワークを構築する技術
- 端末の故障や消失に柔軟に対応できる技術

研究のアプローチ手法



協力通信

簡素な端末が互いに協力することで、仮想的に高度(高信頼かつ低消費電力)な通信を実現する

クロスレイヤ設計による通信の効率化

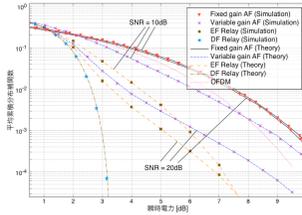
パワーアンプに代表されるアナログ回路レベルからフレーム誤り率により評価されるシステムレベルに至るまでの広範囲の技術課題を研究対象とし、物理層とMAC層の連携により通信システムを統合的(層をまたいで)に最適化する。

研究成果

パワーアンプにおける電力利用効率を考慮した協力通信方式の設計

各種協力通信方式の瞬時電力分布解析 [9]

各種協力通信方式の出力信号の瞬時電力分布を解析し、パワーアンプにおける電力利用効率の解析を行った。その結果 Decode-and-Forward型協力通信が電力利用効率にもっとも優れた協力通信であることを示した。



協力端末

送信端末

パワーアンプの効率を考慮した変調設計

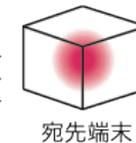
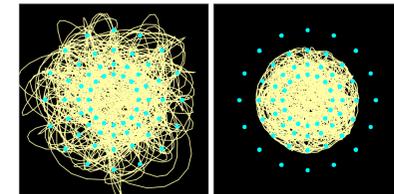
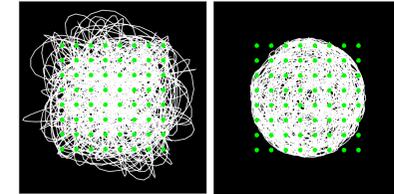
物理層、MAC層のクロスレイヤ設計による省電力化

複数のセンサと協力することにより、1回で確実にデータを送信

マルチレベル符号化協力通信 [8]

トレリスシェイピング技術 [1]

送信信号の振幅変動を抑圧し、パワーアンプにおける消費電力を著しく改善。さらに高い周波数利用効率を達成可能なことから端末の起動時間を抑えることができ、大幅な省電力化に成功



動的符号化協力通信 [7]

協力端末が他端末の通信期間中に動的に中継することで通信品質と電力利用効率の両者を同時に改善

ビット重畳型分散ターボ符号

ネットワーク符号の概念に基づく誤り訂正符号を新たに提案することにより、実効的なデューティサイクルの低減と高信頼性を実現

まとめ

3月11日に発生した東日本大地震において、既存の通信が抱える問題が露呈した。

- 基地局の損壊によって通信の断絶、復旧に多大な時間を要した。
- 原発の停止などに伴い、全国的な電力不足により省電力化に対する要求が増大した。



通信方式の最適化やクロスレイヤ設計によって大幅な省電力化、高信頼性の達成が可能であることを示した我々の研究が、今後のエネルギー政策における省電力化、また柔軟に通信を構築するシステム実現へ、大きく貢献できると考えている。

しかし本研究は基礎研究の段階であり、実用化には多くの課題が残るため、引き続き研究を進める予定である。

研究期間(平成20~22年度)における実績

本研究における主要論文成果

- [1] M. Tanahashi and H. Ochiai, "Trellis Shaping for Controlling Envelope of Single-Carrier High-Order QAM Signals," IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing, vol. 3, no. 3, pp. 430-437, June 2009.
- [2] K. Ishibashi, K. Ishii, and H. Ochiai, "Bit-interleaved Coded DPSK with Cyclic Delay Diversity: Design and Analysis," IEEE Transactions on Wireless Communications, vol.8, issue 9, pp. 4762-4772, September 2009.
- [3] M. Tanahashi and H. Ochiai, "A Multilevel Coded Modulation Approach for Hexagonal Signal Constellation," IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 8, no. 10, pp. 4993-4997, October 2009.
- [4] 石橋功至、渡辺幸太郎、石井光治、“ダイナミックスペクトルアクセスネットワークにおける隠れ端末問題と通信接続性の解析”、電子情報通信学会論文誌 B、Vol.J92-B、No.11, pp.1778-1787, 2009年11月.
- [5] M. Tanahashi and H. Ochiai, "Turbo Decoding of Concatenated Channel Coding and Trellis Shaping for Peak Power Controlled Single-Carrier Systems," IEEE Transactions on Communications, vol. 51, no. 1, pp. 9-15, January 2010.
- [6] Y. Nishino, M. Tanahashi, and H. Ochiai, "A Bit-Labeling Design for Trellis-Shaped Single-Carrier PSK with PAPR Reduction," EURASIP Journal on Advances in Signal Processing, vol. 2011.
- [7] K. Ishibashi, K. Ishii, and H. Ochiai, "Dynamic Coded Cooperation using Multiple Turbo Codes in Wireless Relay Networks," IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing, vol.5, no. 1, pp.197-207, February 2011.
- [8] K. Ishii, K. Ishibashi, and H. Ochiai, "Multilevel Coded Cooperation for Multiple Sources," IEEE Transactions on Wireless Communications, accepted for publication.
- [9] K. Ishibashi and H. Ochiai "Analysis of Instantaneous Power Distributions for Non-Regenerative and Regenerative Relaying Signals," IEEE Transactions on Wireless Communications, (minor revision).

その他

関連論文成果:4件, 国際会議論文:26件, 関連国際会議:18件, 国内発表:47件,
関連国内発表:36件, 関係図書:3件, 受賞:8件