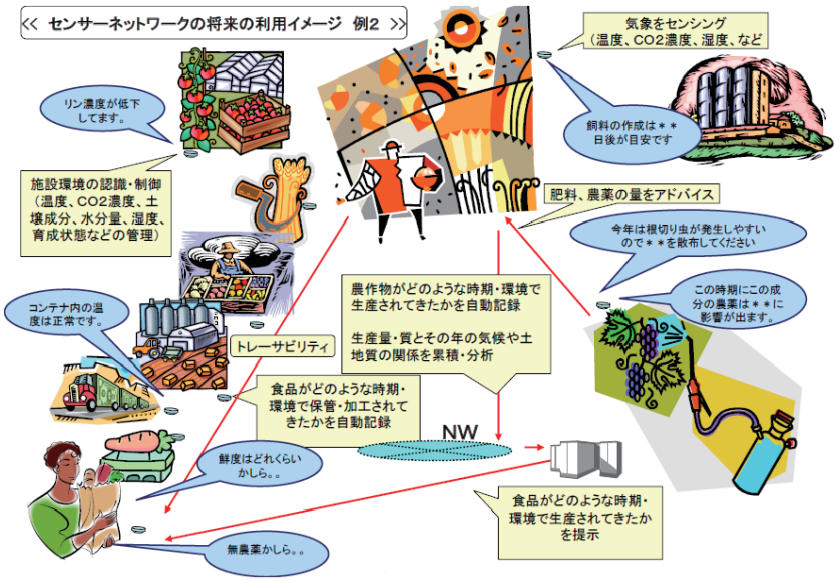
先端無線センサネットワークの研究 ～ユビキタス社会の実現に向けて～

創造工学部　創造工学科　准教授　石井光治

研究シーズの概要

社会の高度化に伴い、大気汚染や温暖化、水質汚染など、環境汚染は大きな社会問題となっています。これらの環境問題を把握するためには、気温、湿度、CO_2 濃度、土壌水分、水質といった様々な環境要素を長期間にわたり継続的に観測し、分析する必要があります。また、地震などの自然災害の事前予測においては、数十年単位の定点観測によって得られた統計データが必要とされています。これらの要求に応えるためには、メンテナンスなしに観測データの長期間取得を可能とする、低消費電力かつ信頼性の高いユビキタスセンサネットワークの実現が不可欠です。ユビキタスセンサネットワーク（図１）とは、通信インフラを必要とせず、各所に無数の小型無線ノードをアドホックに配置し、環境情報を集めていろいろな機能を実現するものです。従来のセンサネットワークは、設置コストの問題からセンシングポイントが少なく、個々の観測データが重要視されました。最近では、センサノードの小型無線化とアドホックネットワーク化により設置自由度が向上し、センシングポイントを増やすことで、多様な情報を取得できるようになりました。

石井研究室では、簡易かつ高度なセンサノード間の協力通信を用いることにより、災害の事前予測等のための長期的な環境のセンシングに適したユビキタスセンサネットワークの実現を目的として、無線通信技術の研究を行っています。



出典：総務省 ユビキタスセンサーネットワークの実現に向けて 最終報告

図１．センサネットワークの利用イメージ

【利用が見込まれる分野】 自然環境のデータ取得、災害時の通信、医療情報通信等の無線通信利用分野

研究者プロフィール

石井　光治／イシイ　コウジ

メールアドレス	ishii.koji@kagawa-u.ac.jp
所属学部等	創造工学部　創造工学科
所属専攻等	情報通信コース
職位	准教授
学位	博士（工学）
研究キーワード	無線通信、センサネットワーク、符号理論、医療情報通信

問い合せ番号：EN-11-019

本研究に関するお問い合わせは、香川大学産学連携・知的財産センターまで
直通電話番号：087-832-1672　　メールアドレス：ccip-c@kagawa-u.ac.jp

技術の紹介

環境センシング向けユビキタスセンサネットワークの一例を図２に示します。このようなセンサネットワークでは、均一に設置した大量の安価なセンサノードが設置や接続の容易な無線により、自律的に相互接続し、ネットワークを形成する機能が要求されます。また、設置されたこれらの大量のセンサを回収し、保守することは困難なことから、保守・管理が不要（メンテナンスフリー）であることも重要です。すなわち、（1）バッテリの交換なしに数十年のオーダまでセンサノードの駆動が可能となるよう、ノード間の通信に要求される消費電力を限界まで抑えること（低消費電力）、および（2）長期間安定してネットワークを維持するために、故障や電池切れ等によってノードが突如機能を停止した際にも自律的にネットワークを修復する機能を有すること（高信頼性）が要求されます。本研究では、物理層および MAC 層のクロスレイヤの最適設計およびノード間協力通信の導入により、低消費電力かつ高信頼性を実現するセンサネットワークの構築を目指しています。

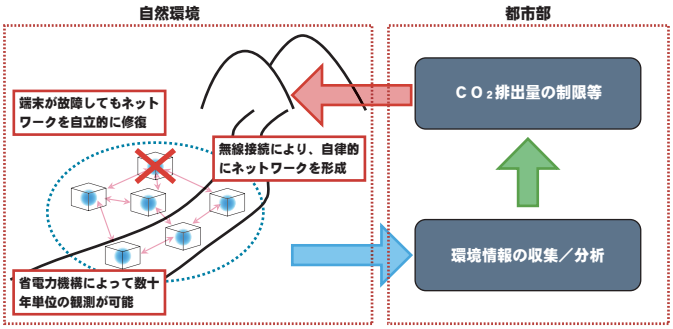


図２．ユビキタスセンサネットワークの例

現在の ZigBee やその他 IEEE802.15.4 をベースとする標準規格では、MAC 層の制御によって、RF 回路の間欠動作を行うことにより省電力を実現しています。しかし、MAC 層と物理層間のいわゆるクロスレイヤ設計に協力プロトコルを導入することにより、さらなる省電力の達成が可能と考えられます。例えば従来の無線ネットワークでは、宛先ノードとの通信経路が不安定な場合、単純な再送を繰り返すことで解決しようとするため、信頼性を高めるには大きな消費電力を要します。しかし協力通信を適用すると、図３に示すように信頼性の確保に必要な再送信の回数を大きく抑えることができるため、結果として消費電力を大きく低減できます。一般に信頼性と消費電力の間にはトレードオフの関係がありますが、信頼性を確立できる最小限の送信電力で通信を行うことが重要です。そこで石井研究室では、理論的解析手法を導入することにより、信頼性と消費電力のトレードオフを理論的に明らかにするとともに、最小限の電力で誤りのない通信を可能とする通信プロトコルを開発中です。

現在までに、通信方式の最適化やクロスレイヤ設計により、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ました。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の実現へ大きく貢献できると考えています。

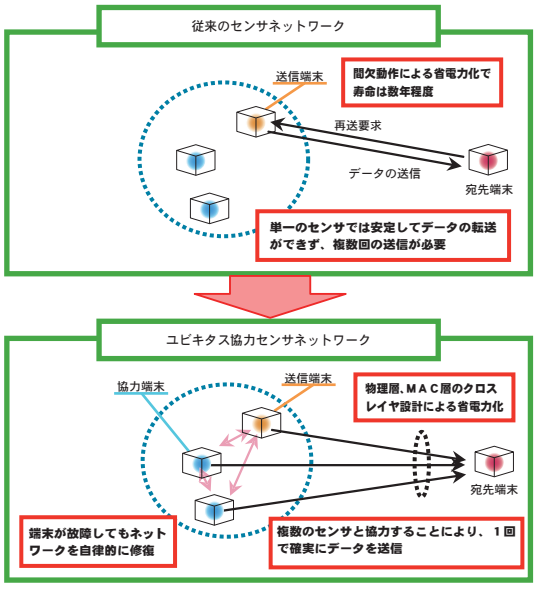


図３．協力センサネットワークによる省電力の実現

その他の研究シーズ

無線アドホックネットワーク・センサネットワーク、マシーン to マシーンネットワーク、医療情報ネットワーク、省電力無線ネットワークの設計、超高信頼無線ネットワークの設計、誤り訂正およびネットワーク融合符号を用いた無線通信