

センサネットワークの技術動向と 最新事例

センサネットワーク調査専門委員会編

目 次

1. はじめに	3	4. センサノードの開発事例	52
1.1 目的	3	4.1 日立製作所における開発事例	52
1.2 報告書の概要	3	4.2 OKI における開発事例	55
2. センサネットワークに関する研究事例	4	4.3 富士通における開発事例	57
2.1 待機電流低減に関する研究事例	4	5. 標準化動向	60
2.2 通信タイミング制御技術	6	5.1 Bluetooth の標準化動向	60
2.3 RF Wake Up 方式による 低消費電力手法	8	5.2 UWB の標準化動向と センサネットワークへの応用	64
2.4 セキュリティ・プライバシーの技術動向	9	5.3 ZigBee®の標準化動向	68
2.5 鍵配信技術	12	5.4 IETF の標準化動向	73
2.6 位置推定技術	15	5.5 日本における周波数割当て	74
2.7 UWB 測位技術	17		
2.8 位置・方向推定技術	21		
2.9 故障検出	26		
2.10 時刻同期手法	27		
3. センサネットワークの実証実験	29		
3.1 関西電力における検証事例	29		
3.2 電力中央研究所における 変電所構内への適用検討事例	33		
3.3 東京電力における適用事例	37		
3.4 鉄道システムへの適用	41		
3.5 IEEE802.15.4 の自律移動支援システム用 ネットワーク部への適用	43		
3.6 愛知万博における事例紹介	46		
3.7 倉敷市における環境観測への適用	48		
3.8 Ubila プロジェクトにおける 東京大学の取り組み	49		

センサネットワーク調査専門委員会委員

委員長	井家上哲史(明治大学)	委員	吉田 功(東京電力)
幹事	岡田 幹夫(東京電力)		中川 伸吾(鉄道総合技術研究所)
	石塚 美加(日本電信電話)		工藤 裕(大井電気)
委員	安藤 康臣(三菱電機)		松崎 崇夫(日立製作所)
	杉原 弘章(中国電力)		野沢 直広(日本電気)
	中嶋 耕蔵(中部電力)	途中退任	檜原 敏平(中国電力)
	黒野 正裕(電力中央研究所)	委員	加藤 弘和(中部電力)
	井元 孝史(関西電力)		宮澤 久永(中部電力)
	土橋 恭介(東芝)		下門 信太郎(関西電力)
	福永 茂(沖電気工業)		中井 敏久(沖電気工業)
	山田 勇(富士通研究所)		中村 一城(鉄道総合技術研究所)

執筆者一覧

- | | | | |
|------|------------------|-----|---------------------------|
| 1. | | 4. | |
| 1.1 | 井家上哲史(明治大学) | 4.1 | 松崎 崇夫(日立製作所) |
| 1.2 | 井家上哲史(明治大学) | 4.2 | 今泉 賢一(沖電気工業) |
| 2. | | 4.3 | 山田 健二(富士通九州ネットワークテクノロジーズ) |
| 2.1 | 松崎 崇夫(日立製作所) | 5. | |
| 2.2 | 久保 祐樹(沖電気工業) | 5.1 | 友田 一郎(東芝) |
| 2.3 | 安藤 康臣(三菱電機) | 5.2 | 井家上哲史(明治大学) |
| 2.4 | 山田 勇(富士通研究所) | 5.3 | 福永 茂(沖電気工業) |
| 2.5 | 八百 健嗣(沖電気工業) | 5.4 | 山田 勇(富士通研究所) |
| 2.6 | 柳原 健太郎(沖電気工業) | 5.5 | 福永 茂(沖電気工業) |
| 2.7 | 関口 英紀(富士通研究所) | | |
| 2.8 | 武内 保憲(中国電力) | | |
| 2.9 | 安藤 康臣(三菱電機) | | |
| 2.10 | 安藤 康臣(三菱電機) | | |
| 3. | | | |
| 3.1 | 下門 信太郎(関西電力) | | |
| 3.2 | 黒野 正裕(電力中央研究所) | | |
| | 宮下 充史(電力中央研究所) | | |
| 3.3 | 吉田 功(東京電力) | | |
| 3.4 | 中川 伸吾(鉄道総合技術研究所) | | |
| 3.5 | 武内 保憲(中国電力) | | |
| 3.6 | 野沢 直広(日本電気) | | |
| 3.7 | 武内 保憲(中国電力) | | |
| 3.8 | 川西 直(東京大学) | | |

1. はじめに

1.1 目的

様々な場所・環境で発生する膨大な情報を高密度で多数配置されたネットワーク化されたセンサで収集し、融合・処理・判定等を行うセンサネットワークシステムが提案され、実用化されようとしている。センサネットワークが実用に供されるためには、効率的な網構築・伝送・制御技術、また小型省電力で所要の機能を持ち、状態の変化に柔軟に対応、また信頼性を維持する仕組みを備え、データマイニングやデータベース化等、センサネットワークが他のネットワークと連携するシステム設計が不可欠であり、さらなる研究開発が必要と考えられる。

センサネットワークの関連技術は包括的に IT と呼ばれる技術カテゴリのなかで最も発展が期待されるものの一つであり、大学やベンチャービジネスが参入する独自方式による研究開発が国内外で盛んに行われている一方、民間企業連合や学術機関等による標準化が進行中である。すでに、商品流通支援、環境計測、対象位置管理、防犯、ファクトリー・ビル・オートメーション、省エネルギー等への適用が提案されていることから、今後更に多様な分野で応用開発が急速に行われるものと期待されている。

この様な背景から、電気学会通信システム委員会は、センサネットワーク調査専門委員会を2005年に設置し、センサネットワークに関する多様な要素技術の現状と、適用が期待される産業分野について調査を行い、各方面への適応想定並びにその効果、解決すべき技術的課題を検討することによりこの技術の将来像を予測し、また研究開発の指針を明らかにすることを目的として活動を開始した。調査専門委員会では2005年10月から2007年9月まで計11回の委員会を開催し、①国内電機メーカーにおける現状シーズ技術、実証研究、製品化の動向、②電力、通信、鉄道などの社会インフラを担う企業、公益法人におけるニーズや実証実験、③IEEE等における標準化動向やUWB等の関連技術動向、④国内他学会の動向や総務省等が実施する実証実験等に関して、①センサノードの省電力化、ルーティング制御、セキュリティ技術の最新動向、②発電所、橋脚やトンネル等の構造物の設備監視、測距への適用等の応用技術など、③ZigBee, Bluetooth, UWB, IETFの標準化動向、④電子情報通信学会、自律移動支援システム等の動向について調査した。

また、平成19年3月16日には、平成19年電気学会全国大会（富山大学）において、シンポジウムを開催し、11件の論文発表を行った。

センサネットワークは、今まさに様々な分野で実用が始まろうとしており、日進月歩で研究・実用化試作・製品開発・実施が行われている。本報告は、センサネットワーク調査専門委員会参加メンバ全員による分担調査により限られたリソースと期間でその現状と実用に向けての将来方向

を調査報告するものであり、センサネットワークをすべて網羅的に調査報告するものではないが、センサネットワーク技術の利活用について読者の一助となれば幸いである。

1.2 報告書の概要

本報告書は、センサネットワーク調査専門委員会の調査活動の成果をまとめたものである。各章の概要は以下のようである。

第2章では、センサネットワークに関する研究事例として、待機電流低減、通信タイミング制御、低消費電力手法、セキュリティ・プライバシー、鍵配信、位置推定、UWB測位、位置・方向推定、故障検出、時刻同期に関する研究事例を報告する。

第3章では、センサネットワークの実証実験として、電力事業者における実証実験の例、鉄道事業者における実証実験の例、歩行者ITSの実験例、愛知万博イベントおよび倉敷市における実証実験例、U-bilaプロジェクトと呼ばれる総務省委託研究の事例を報告する。

第4章ではセンサノードの開発事例として、調査専門委員会メンバ企業3社におけるセンサノードの開発事例を報告する。

第5章では、センサネットワークに関わる標準化の動向として、Bluetooth, UWB, ZigBee, IETFにおけるセンサネットワーク関連の標準化動向を報告する。また、日本における無線周波数の割当てについてまとめる。