

無線センサネットワークの建設分野への利用と課題（その3）

株式会社国土情報技術研究所 正会員 ○石間 計夫 高田 知典

1. はじめに

無線センサネットワークは1)MEMSによるセンサや端末の小型化、2)自立的制御技術の進化などに伴い、その利用分野が急速に広がり始めている。また近年では、ユビキタス社会の実現に欠かせない技術であることから、ユビキタスセンサネットワークとも呼ばれている。

建設分野では、センサネットワークを1)災害の前兆を捉えるための遠隔監視、2)公物を管理するための遠隔計測などに活用できる技術として注目しており、既に具体的な利用場面や効果の検討などが行われている。

このような背景のもと当社では、建設分野におけるセンサネットワーク技術の活用（以下、建設ユビキタスと記す）を目的として、センサ端末の基礎的な機能の確認や利活用方法の検討、計測アプリケーションの開発などに取り組んできた。また、昨年度からは、ニーズの高い利用項目に絞って、現場にセンサネットワークを導入するための課題や開発項目、装置に求められる機能の検討、検証実験を行った。

本稿では、センサネットワーク技術の中で最も主要なネットワーク機能に着目し、建設ユビキタスの実現に向けた検討と検証実験の内容を報告する。

2. 建設ユビキタスを実現するためのネットワーク技術

センサネットワーク技術は、図-1に示すユビキタスを実現するための要素技術の一つである。ユビキタス要素技術は、その技術を利用するエリアの大小から、広域にわたる「インフラネットワーク技術」とオンサイトな場面で利用される「センシングネットワーク技術」に大別される。また、その中間に位置する「アクセスネットワーク技術」は、広域ネットワークとオンサイトネットワークを結ぶための機能を担っている。

建設ユビキタスでは、現場に設置したセンサ端末の計測データを、1)遠隔地からリアルタイムに監視、2)現場パトロール時などにオンサイトで監視することが求められる。このことから、センサネットワーク技術とアクセスネットワーク技術（無線LANや光ファイ

ファイバー網）及びその連携技術が必要となる。

3. 検証実験

(1) 目的

本検証実験では、「センサネットワーク」及び「計測データを遠隔地に伝送するためのネットワーク技術」を連携した遠隔計測システムを構築し、実際の稼動状況を通して、建設ユビキタスを実現するための課題を抽出することを目的とした。

(2) 遠隔計測システムの構成と実験方法

構築した遠隔計測システムは、図-2に示すように、屋外に設置したセンサ端末の計測データを、IPコンバ

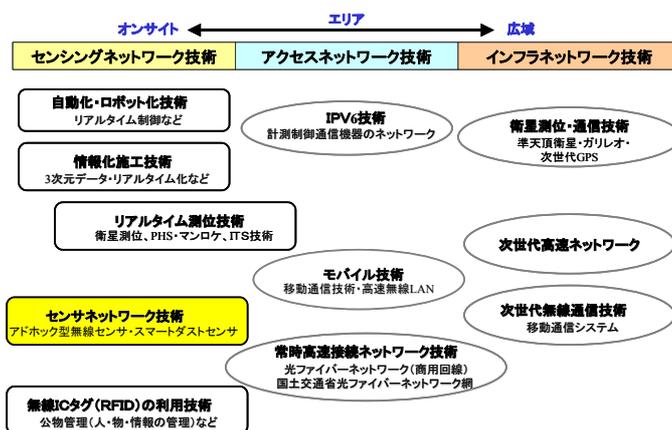


図-1 ユビキタス要素技術

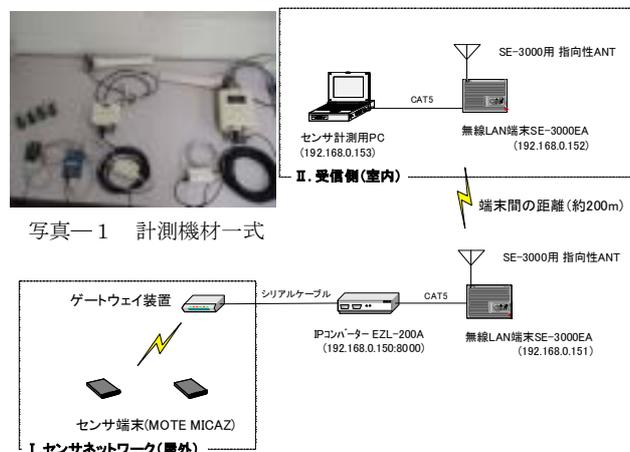


図-2 遠隔計測システムの全体構成図

キーワード ユビキタス、センサネットワーク、遠隔監視、防災、公物管理

連絡先 〒150-0006 東京都渋谷区南平台町16-28 グラスシティ渋谷 (株)国土情報技術研究所 TEL03-6311-8351

ーターにより無線 LAN 規格に変換し、直線距離約 200m 先の屋内に設置した PC からリアルタイムにデータ閲覧可能である。センサネットワークは、クロスボー社製の MOTE MICAZ (Zigbee 規格) を 2 台使用し、10Hz で約 15 時間の連続計測を行った。

(3) 結果

受信データをセンサ端末毎に分類し、10 分間に受信したデータ数をカウントして、データの欠損状況を調査した。調査結果は以下の通りである。(図一3 参照)

- ・計測開始 6 時間経過後、設置した 2 台のセンサ端末で、約 1 時間にわたりデータ欠損が発生した。(図一3 ①、②参照) 最もデータ欠損が高い値は、受信データ数が 1,170 (データ受信率: 19.5%) であった。
- ・無線 LAN 装置の通信は、常に電波強度をモニタリングしており問題は発生していなかった。このため、データ欠損の原因は、センサ端末とゲートウェイ装置間の通信において、データの衝突もしくは輻輳現象が生じ、2 台中 1 台の端末データしかゲートウェイ装置が受信できない状況が発生したと考えられる。
- ・データ欠損が発生した約 1 時間以外は、常時約 6,000 データ以上受信されていた。

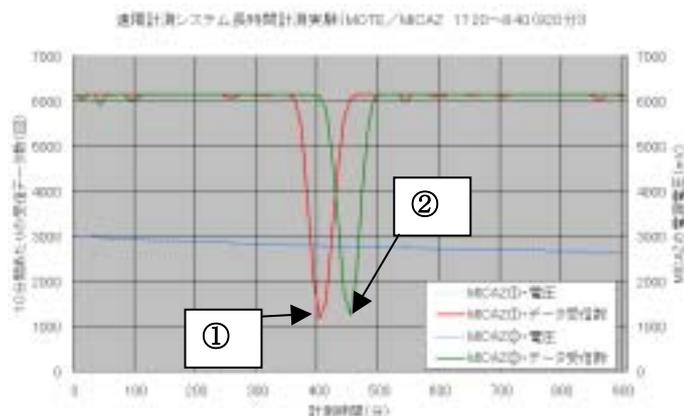
4. 建設ユビキタスを実現するための課題と対策

検証実験で得られた課題点の抽出とその対策を検討した。以下にその内容を整理する。

(1) 課題①: 通信障害の原因特定が困難

センサネットワークで用いられている通信プロトコルは、主に誤り検出や訂正などの取り決めがない通信手順である。このため、遠隔地でデータを監視する際、データ欠損の発生原因の特定が困難であり、QoS (Quality-of-Service) の保証も難しい。

(2) 課題②: 情報処理量が多量



図一3 遠隔地で受信したデータ数の変動グラフ

センサ端末のマルチホップ機能やダイナミックルーティング(ネットワーク自動校正機能)などに使用するデータが多量にやり取りされており、本来のセンサデータの情報処理量が制限されている。

(3) 対策①: ネットワークトポロジの検討

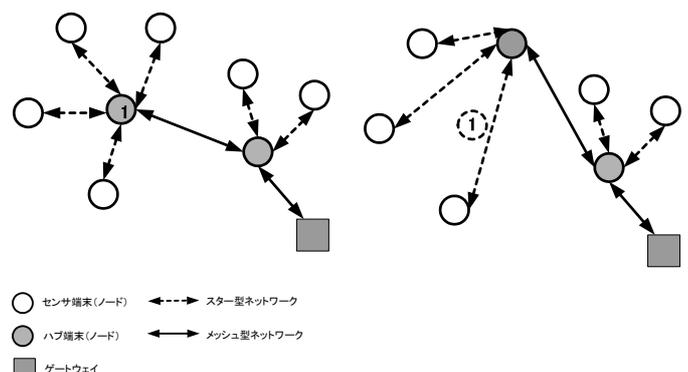
検証実験では、端末のデータ伝送量や接続状態を検討しない状態で計測を行った。このため、データ欠損が発生しても対策や復旧が不可能であった。これを踏まえ、図一4に示すネットワークトポロジを検討した。

主な特徴は、センサ端末を「センサ端末」と「ハブ端末」の2種類に分類し、機能を、センサ端末(①計測機能、②データ送信機能)、ハブ端末(①データ送信機能、②データ中継機能)に絞る。これにより、センサ端末—ハブ端末間のセンサデータ処理量が多くなる。また、センサ端末とハブ端末は、プログラム変更により遠隔地から機能変更が可能のため、図一4のハブ端末1が故障した場合、センサ端末の1台をハブ端末に機能変換し、図一5の状態での計測を維持することが可能。これにより、データ欠損時の対策が可能になる。

5. まとめ

本稿では、ネットワーク技術に着目し、建設ユビキタス実現に向けた検討と検証実験を行った。その結果、遠隔地からデータ欠損の原因が特定できないなどの課題点が、実際の実験を通して判明した。当社では、この課題点を解決する手法としてネットワークトポロジーに着目した対策を検討した。これにより、センサデータの効率的な伝送やネットワーク異常時の対策が可能になり、建設ユビキタス実現に寄与するものと思われる。

今後は、1) 上述したネットワークトポロジーによる長期計測実験、2) 斜面など急勾配における効率的なセンサ端末の配置方法などを検討し、実現場への導入を目指していく。



図一4 正常時の接続形態

図一5 異常時の接続形態