

# センサネットワーク構築の技術的要件

総合情報基盤センター 助教 沖野浩二

実際にセンサネットワークを活用するためには、ネットワークの構築方法だけではなく、ネットワークの運用面における問題を考慮する必要がある。そこで本論文では、センサネットワークを実現するために必要な要件を整理することを目的とする。

Keyword: network sensor, sensor management, ICT

## 1 はじめに

近年、IT 技術の進歩や Network 技術の一般化により、Internet に代表される高度な Network インフラが身近に利用できるようになっている。このような中で、センサをネットワークに接続し、それらの情報を効率的に収集し活用することが考えられている。

センサ情報をネットワーク化し、効率よく活用している代表的な事例としては、降水情報を全国規模で収集し、気象予測や災害予測に活用される気象庁のアメダス (AMeDAS) があげられるが、これらの維持・運営には大きなコストが発生している。

既存のこれらの大規模なセンサネットワークではなく、低コストかつ高い処理能力を持ったセンサをネットワーク化することで、大規模なセンサ情報の効率的な収集と活用を行うことへの関心が高まっている。

では、センサネットワークを構築するには、どのようなセンサ情報をネットワークでやりとりを行う必要があるであろうか。また、ネットワークに接続されたセンサに対して、どのように相手を確認するか安定的に動かすにはどうすればよいのか、多くの情報をどのように扱うかなど、多数の問題が存在していることも確かである。

このような技術的な課題を解決することにより、センサの点がつながり面となることにな

る。人間の五感が感じるような「感じるネットワーク」の構築が可能となり、人間の知覚・知識処理に近いシステムの提供が可能になる。

## 2 センサネットワークの実例

ここでは、現在の実現されているセンサネットワークの実例を挙げる。ここでは、センサ情報を、Internet を利用して収集配信し、それらの情報を利用すること目的としている。

### 2.1 Web カメラ

図 1 は、松下電器産業の Web カメラである。このカメラは、Web サーバを内蔵しており、この一台だけで Network に接続し、Internet に画像を中継することが可能である。このカメラは、物理層に IEEE802.11b の無線 LAN を使用し、通信プロトコルとして TCP/IP を利用している。情報の伝達 (配信) には、Web に利用される http プロトコルを採用している。また画像を規定するインタフェースとして BMP 形式ファイルを利用している。これにより、Web ブラウザでカメラ画像を確認し、Web インタフェースからカメラのフォーカスを変更するなどのコントロールを行うことが可能である。この Web カメラと他のセンサを利用すれば、圧力センサと組み合わせて人がドアを開けたときにその画像を撮影し別のところに送る、または温度センサと組み合わせて一定温度を超えるとその画像を送るなど、状況を詳しく観測することも可能になる。



図1 Web カメラ

## 2.2 InternetCar プロジェクト

WIDE Project が中心になり、車を移動するエージェントと見なし、移動エージェントからの情報を集約し、より有効な情報を抽出する実験 (InternetCar) が行われている。この実験は、1995 年の阪神淡路大震災の折、Internet により被災者情報が瞬く間に国内に広がり、Internet の重要性が認知された。しかし、その反面、被災者と外の関係者とのコミュニケーションや現地の情報を直接入手・提供することが難しいことが散見された。そこで、被災地内の情報をどのように収集し、また情報を有効に提供するために、移動できる情報収集ステーションとして、自動車を Network に接続し、そのセンサ情報を利用することが考えられた。

この実験などを元に、慶応義塾大学、トヨタ自動車、日本電気 (株)、(株) デンソー等と (財) 自動車走行電子技術協会が中心になり、Internet ITS (Intelligent Transport System) 実用実験の一環として行われている実験プロジェクトがある。自動車には、全部で約 120 種類のセンサが搭載されており、これのセンサ情報が自動車の安全な運行に役立てられている。このプロジェクトでは、車を「プローブ」と見立て、多数の車のセンサ情報を集約し、車の状態や動作状況をはじめ、走行している道路や周辺状況を示す情報として役立てようというプロジェクトである。以下が自動車の搭載されているセンサの一例である。



図2 IPcar

GPS, 温度計, 速度, ジャイロ, ライト, ワイパ

これらの情報を多数のプローブから集約し、

{道路混雑度、降雨状況、任意区間の旅行時間情報}

の情報を提供することを実証する。

道路混雑度は、各車両から収集される位置情報と移動速度データを集約し、地図上に表示する。これにより、各道路の混雑度が判る。降雨情報は、各車両から収集されるワイパー動作スイッチデータを集約し、ある一定周囲ごとに集計を行い、降雨状態を地図上に表示する。任意区間の旅行時間情報は、上記のデータを基に、利用者の指定する 2 つの地点の所要時間を推定する。高機能実験車による実験では、センサを利用して、運転者安全運転支援、乗員別健康管理、車両動態監視等が検討されている。

以下にこの実験のためのセンサシステムの接続図 (図 3) を示す。

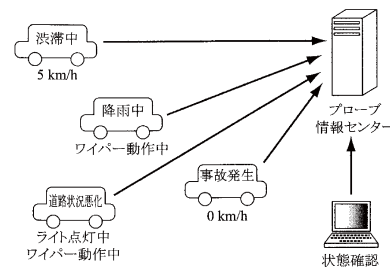


図3 システム図

このように、センサネットワークは、いろいろところで研究・開発が始まっている。

### 3 センサネットワークの構成要件

ここでは、これらの実例を踏まえ、センサネットワークを構築するにあたり、構成要素が求められる要件を考える。本論文では、センサネットワークを構成する要素は、図4に示すモデルを考える。

このように信号処理能力をもった装置単体をセンサエージェントと呼び、これをセンサネットワークの基本単位とする。

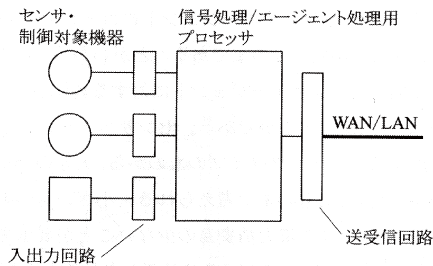


図4 センサエージェント

#### 3.1 センサ要件

センサエージェントに求められる要件について述べる。センサエージェントは多数分散配置されることから、以下の諸条件が求められる。

小型、軽量、省電力、安価、安定製、信頼性などが挙げられる。

これら項目は、測定する対象や設置する場所や状況により、優先度が検討されるものと考ええる。

#### 3.2 センサ部

センサ自体に求められる要件については、

1. 環境に影響されないこと
2. メンテナンスフリーかつ長寿命であること
3. 丈夫であること
4. 感度が高いこと

であることが求められる。

これらの項目は、運用される環境に合わせて設計される。また、実際にセンサ部を独立されたセンサ例として 1-wire などが挙げられる。

#### 3.3 処理部

センサエージェントの処理では、センサ情報をデジタル処理、蓄積、発信する役割を持つ。この処理では以下の要件と特徴を持つ。

1. 自律分散であること
2. 信号処理 (A/D) ができること
3. データ蓄積ができること
4. 通信処理ができること
5. 暗号処理ができること

ここでは、利用する状況や環境に応じて求められる要件に差が出る。また処理部においてセンサの数値補正や自己診断機能などの機能を求められることも多い。しかし処理部において、これらの処理を行うことは省電力や小型化とトレードオフの関係にある。また、通信路のセキュリティが確保されない場合には、通信の安全のために暗号化などの処理が必要になる場合も考えられる。

#### 3.4 送受信回路

処理部によって蓄積・加工された情報をネットワークを通して伝送を行う場合にはいろいろな研究がなされている。センサエージェントを無線 LAN の伝達機能で接続し広域なネットワークを構築する事例や、携帯電話を利用する事例、またはプロトコルとして IP を活用し、一般的な HTTP,SNMP などを利用する事例や専用のプロトコルを設計する事例もある。

### 4 ネットワークセンサの運用管理

ネットワークセンサの運用管理は、下記の点を考慮する必要がある。

多様性, 信頼性, 関連性, 爆発性

多様性とは、ネットワークセンサが活躍を想定されている範囲が多種多様なものとなっていることである。ネットワークセンサは室内環境から広大な農園、果ては地球全体など幅広い場面が想定されている。また測定される対象も、気温・湿度などの 1次元のスカラー表現が可能なものから、風量などのベクトル値、果ては

「におい」などその表現方法が確立されていないものまでいろいろなものが考えられる。

信頼性とは、ネットワークセンサが日常生活で利用された場合には、そのデータが安全かつ安定に利用できることが必要であるということである。もしネットワークセンサが異常値を出力し続けた場合には自動的に警告を発生させ、通信に関しても暗号化など適切な手法を適応させることが求められる。

関連性とは、ネットワークセンサの出力は、その測定対象や設置位置により、場合によっては極めて重要な関連性を持つということである。よってネットワークセンサを考えた場合には、これらのデータ間の関係性および測定データと現実空間の対応をどのように表現するかが重要な課題となる。

爆発性とは、少数のネットワークセンサの場合には、そのトラフィックが多量で、管理システムが脆弱でもマンパワーと機器の増設などにより運用可能であるが、多量のセンサをネットワークに接続した場合には、多量のデータがネットワーク上を行き交い、莫大なマンパワーを必要とされることが予想される。爆発性を制御するために、ネットワークセンサを管理するフレームワークを設計することはこの点からも重要である。

また、ネットワークセンサの末端で実際に測定する機器は、光バッテリー駆動など限られた資源の中で動作することが求められている。このために、ネットワークセンサの動作はいかに軽くするかということが重要になる。

## 5 まとめ

センサネットワークを構築する場合の問題点を、実際に情報を計測するエージェントとエージェントから情報を集めて運用管理するための階層として検討を行った。これらの検討によりセンサネットワークを構築する場合の技術的要件を述べた。これらの要件は、実際にセンサネットワークを構築する場合に発生しうる問題点を整理したものとなる。

センサ情報を蓄積することで、人間の五感とはまた違うことが可能となる。具体的には、下記のようなことである。

- 場所と時間を超える
- 感覚ではない測定が可能
- データとして蓄積可能

これらのことは、今までの情報ネットワークを大きく変化させることになり、視覚・聴覚を超える、新しい ICT を利活用した世界が実現できる。

また、物理的な接点がなくネットワークだけで繋がっている情報空間の問題点として、以下のものが挙げられる。

- 安全性の確保
- プライバシー

これらの問題を含めて、より具体的な技術的な要件の定義は、今後の課題としたい。

## 参考文献

- [1] 沖野浩二: “IP-Network センサによる環境情報蓄積システム”, 電気学会ケミカルセンサ研究会, CHS-07-48, 2007
- [2] 沖野浩二, 南保英孝: “情報空間におけるセキュリティとセンシング”, 電気学会誌, p20-23, Vol.126, 2006
- [3] セキュリティとセンシング調査研究委員会 編: “安全・安心のためのセンサ技術”, 海文堂, 2006
- [4] 沖野浩二, 布村紀男: “network センサのフレームワーク提案”, 電気学会ケミカルセンサ研究会, CHS-04-27, 2004
- [5] 砂原秀樹, 佐藤雅明, 植原啓介, 青木邦友, 村井純: “IPCar: インターネットを利用した自動車プローブ情報システムの構築”, 電子情報通信学会 B 論文誌 Vol.J85-B No.4, pp.431-pp.437, Apr 2002.