

## センシング情報を統合化する情報流通基盤と知動化空間

東京大学 学生会員 鎌田長明

東京大学 フェロー 藤野陽三

東京大学 学生会員 青木 茂

東京大学 正会員 水野裕介

## 1. 背景 ～ センサーネットワークの現状と問題点

昨今では半導体技術やMEMS技術の進歩により、センサーと情報処理系・通信系とを一体化したセンサーノードを多数空間に設置する、いわゆるセンサーネットワークの構築が可能となりつつある。

しかしながら、従来型センサーネットワークは、中央集権型のコントロールハブを持つローカルなものである。このため、取得できる情報は予めクロズドなネットワーク上に構築したものに限られ、他のセンサーネットワークからの情報を利用して新しいアプリケーションを作ることは容易ではなかった。

例えば、アメダスは降水量などを自動的に観測し、これらのデータを集めるネットワークであるが、実はアメダスのデータだけではそれほど価値がない。アメダスのデータと他のデータ（気象衛星の観測データなど）を、気象予測モデルに適用して、天気を予測することで初めてアメダスのデータに価値が出るのである。しかし、このデータ統合→予測→実世界へのフィードバックというプロセスはアメダスというネットワーク系の外側で人手によってアドホックに構築されたものである。これまでは、情報を利用して新しいアプリケーションを作るためには人手による加工が必要となっていたのである。

センサーネットワークをより活用するためには、センサーネットワークから得られるデータを自由に組み合わせ、様々なモデルを用いて新たなアプリケーションを作る情報基盤が求められている。このためには、従来の中央集権型のシステムでは限界がある。我々は、対等なノードで構成される分散型センサーネットワークを標準的な通信機構によるオープンなシステムとして構築することを提案する。我々が目指すべき、この次世代のセンサーネットワークが形成する世界のコンセプトを「知動化空間」と我々は呼ぶことにした。

## 2. 知動化空間のコンセプト

知動化とは、個々のセンサーノード、及びネットワーク全体が構成する仮想空間からの情報を元に、知的な判断・物理的動作・通信を行う能力を一定の物理的空間に付与することを言う。知動化されたセンサーネットワークの能力は、(従来のセンシング技術が可能としていた)単に現実を観察・把握することにとどまらない。自律的なネットワークノードは他のネットワークノードから情報を得た上で、知的な判断を行うことにより現実の世界に直接的な影響を与えることができる。つまり単に表示するだけでなく、現実世界で動く、のが知動化されたノードなのである。知動化空間は情報流通基盤の上に構築されるため、オープンなアプリケーションの構築が可能となる。

知動化空間の第一の目的は、センサーネットワークを利用して、新たな価値を生むアプリケーションを生み出すことである。知動化ネットワーク上では、全てのデータがセンサーノードから標準化された通信手段により提供される。センサーから得られたデータを利用するアプリケーションフレームワークが提供されることで、新たなデータ利用アプリケーションをネットワーク内に容易に構築することができる。プライバシーに関わるデータなどは保護され、安全かつ容易にそのデータにアクセス権を持つものだけが利用することができる。

第二の目的は、リスクを定量的に把握することにより縮減することである。リスクとは将来の変動要素であるので、実世界から多量の情報を取得することで縮減される。さらに、取得した情報を元に実世界に影響を与えることで、フィードバックを形成することにより、発生した障害・災害の縮減が可能となる。

キーワード 分散型情報技術, MEMS 加速度計, インテリジェントモニタリングシステム

連絡先 〒113-8656 東京都文京区本郷7丁目3番地1号 東京大学大学院工学系研究科社会基盤工学専攻 橋梁研究室

### 3. 情報流通基盤の構成要素

情報流通基盤とは、知動化空間を情報流通の側面から支えるものである。情報流通基盤には次のような構成要素がある。

- センサーノード

自律的な情報処理能力を備えた軽量ネットワーククライアントで、小型軽量低消費電力のハードウェアである。現実世界からの情報を得るためにセンサーを備えている。さらに現実世界に影響を与えるためのアクチュエータや表示装置を備えることもある。各ノードはアドホックに配置され、自分の位置についての情報を持ち、能動的に自分の持つ情報を外部に提供する。

- ストレージノード

センサーノードから逐次得られる情報を蓄積し、再配布するためのノード。

- ソルバーノード

センサーノードやストレージノード、あるいは別なソルバーから情報を得て、なんらかの分析を行うノード。このソルバーを新規開発したり、既存のソルバーを組み合わせたりすることで、新たなアプリケーションを構築することができる。

- フロントサービス

センサーノードやソルバーへの窓口となるサービス。このサービスを利用することにより、未知のノードやソルバーへのアクセスを効率的に行うことができる。

### 4. 知動化空間を支える基盤技術の開発

知動化ネットワークを実現するための基盤技術として、標準的な通信機構は欠かせない。知動化空間では現在ではもっとも標準的な通信基盤である TCP/IP と http を利用したシステムを採用し、そこに流通する共通言語として XML を用いた情報規格化・流通を図る。このコンセプトを実現するために以下の技術の開発を東大橋梁研では行っている。

- ・ 情報システム直結型高機能センサーノード

知動化ネットワークを構成するセンサーノードは、独自の通信機構を用いるのではなく、TCP/IP による標準的なネットワークインターフェイスを持っていなければならない。現在、TCP/IP と http を利用したセンサーノードを開発しており、この拡張として XML を利用できる高機能かつ安価なセンサーノードの開発を行っている。また、センサーノードは情報通信のみならず現実世界からの情報を正確に取得する必要があるため、計測技術の蓄積を同時に行っている。

- ・ 軽量 XML 処理フレームワーク

知動化ネットワークのアプリケーションフレームワークとして、XML を容易に扱う処理系は必要不可欠である。特に、軽量ネットワーククライアントであるセンサーノードにも XML 処理フレームワークを搭載する必要があるため、軽量 XML 処理フレームワークの開発を行っている。

- ・ 分散情報探索システム

分散システムの情報の管理はネットワークシステム側で行わなければならないため、必要な情報を持つサービスにたどり着くための分散情報探索システムの開発を行う。

- ・ 分散型セキュリティシステム

情報を管理レベルごとにわけ、許可を与えられた者だけが安全か容易に保護された情報にアクセスできる仕組み、及び、ネットワーク全体をクラッキングなどから保護するための枠組みの開発を行う。

### 参考文献

- ・ 青木茂, 藤野陽三, 阿部雅人, 「分散型情報技術によるインテリジェントモニタリングシステムの開発」, 第 58 回年次学術講演会, 土木学会, CS-11-002, 2003.