



センサネット

近年のインパクトある技術革新の1つは「無線」ではないだろうか。無線LANの普及には目を見張るものがある。一時代前にデスクトップPCがノートPCに移行する現象が起こった。当時、「一度ノートPCを使い始めるとデスクトップには戻れない」とか「ノートPCの利用率の高い企業ほど業績がいい」という統計が発表されていたが、最近「一度無線LANを使うと元には戻れない」という話が聞こえてくる。無線LANの使用が常態化した職場では、会議室には無線付きのノートPCを持ち込んで「隙あらば（会議中でも）自分の仕事をしてしまおう」という姿勢で会議に参加する人が増えているらしい。

無線といえば最近の話題はRFIDだが、それに続いて無線センサネットワークに注目が集まってきた。RFIDやセンサネットなどの小さな無線デバイスをSmart Itemsと総称するが、センサネットを中心としてSmart Itemsに関する最近の話題を追ってみる。



無線センサネットワークとは小さなセンサのデータを無線で集めるという仕掛けで“Smart Dust”とも呼ばれる。このアイデアを提唱したのはUCBのKris Pister教授だ。今はDust社（現在はDust Networks社）を創業し、ベンチャー企業の発展に専念している同氏だが、1990年代に無線で連絡しあう細かなコンピュータチップの集合“センサネットワーク”の実現可能性とその応用について提案したセンサネットワークの創始者の1人だ。

期待されている応用範囲は広い。環境の監視、道端やトンネルの監視、ビルの温度（省エネ）管理やセキュリティ、化学プラントのよりきめ細かな監視などがよく列挙される応用例だ（図-1）。米国では重要な軍事技術になり得る革新性を持つとの認識から政府の資金が投入さ

れて研究が進んだ。応用ごとに多様な機能・性能が求められることから、さまざまな研究開発が行われている¹⁾。

◆センサネットワークの技術開発

基本的な課題は、もちろん無線技術そのものである。これは“センサネット”に限ったことではないが、いくつものセンサを同時に運用しなければならず、無線特有の信頼性のなさ、環境からの影響の受けやすさをいかに克服するかが腕の見せどころである。

2番目に、センサネット特有の課題の1つは省エネである。できればバッテリーなしのセンサにしたい。電波の発信電力を小さくし、近隣のセンサどうしで中継しながら通信することで省エネと同時に通信の信頼性向上を図るというアプローチが開発されている。通信プロトコルもできるだけ軽くしたい。省エネに最も大きく効くのは間欠動作にすることである。10分に1度だけ1ms動作する、といった工夫が研究されている。振動を検知したときなど、外部のイベントが起きたときだけ目を覚ますという手もある。眠っているときの超省エネは必須で、いかに深い冬眠状態にするかで技術が競われている。また、技術的にはいかに早く目覚めるか（アラームをタイムリーに出せるか）という点でも競われている。

省エネの最たるものはバッテリーなしのセンサである。この分野にチャレンジしているベンチャー会社の1つは、太陽電池、ビルの振動、あるいは人がスイッチを押すときの力など、利用できるものは何でも利用してセンサの電源にしまおうと知恵を絞っている。バッテリーを持たせるセンサの場合、A3バッテリーで5年が現在普通に考えられている商用センサネットワークの電池寿命で、これで十分という応用は結構多い。

3番目に、意外に重要なのが位置情報である。もちろん応用の種類に依存するのだが、センサがどこにあるのか、その位置を知りたいという場面は多い。どこにセンサを置いたか別途管理するのは大変という面もある。現実的には位置情報なしには管理しきれないというのが現場の意見だ。GPSは衛星からの電波信号で位置を知るのだが、センサの位置は電波の強度や伝播時間、方向など

日立アメリカ Ltd.

廣瀬 正 tadashi.hirose@hal.hitachi.com



コラム
アメリカ IT まわりの話題

超小型無線チップをあらゆるモノに埋め込み、実世界の情報をネットワーク(仮想世界)に直結させ、新たな情報ソリューションを創出する。

【応用分野】 産業・社会インフラ、流通・物流、介護・健康、自動車、家電、セキュリティ

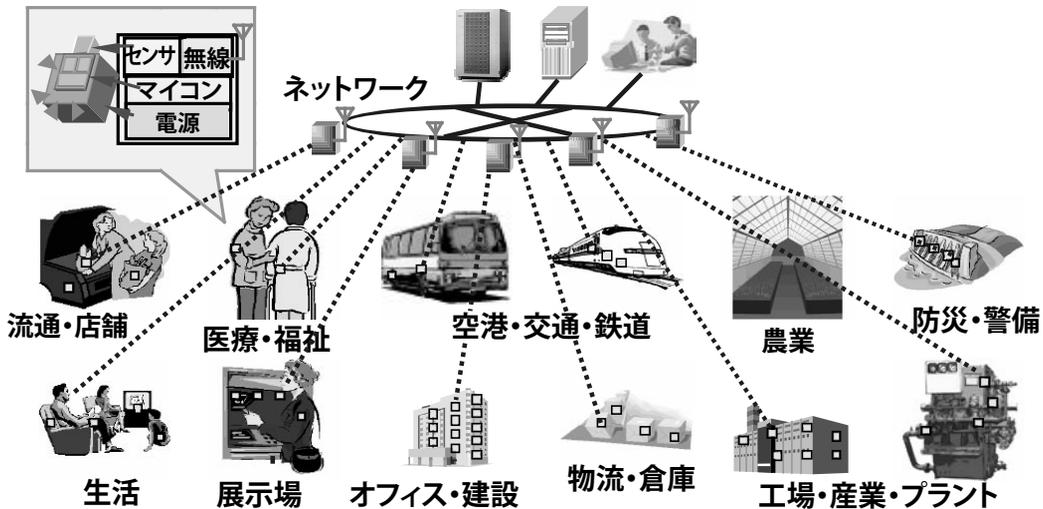


図-1 センサネットワーク・コンセプト

から検出する。位置の検出を専門とする「位置タグ」という分野があり、検知範囲や精度、環境条件によってさまざまなアプローチがとられている。広くとらえれば「位置タグ」もセンサネットワークの仲間である。

4番目に、セキュリティも重要な課題である。通信内容が漏れては困る、通信内容を改ざんされては困るということもあるが、センサの存在そのものを秘密にしたいというニーズもある。たとえば、兵士にセンサを持たせる場合などがその例だ。広い周波数帯域を使うUWB技術を応用し、雑音レベルの中に無線信号をもぐりこませるといった技術が開発されているが、その多くは軍事研究の成果である。

5番目は、ソフト技術だ。センサネットワークがうまくデータを集めても、それを価値のある情報にするにはそれなりの手間と工夫が必要だ。よく提示されるデモに、門から母屋までのアプローチ道路にセンサを配置して来訪者を検知するシステムがある。50個のセンサから次々にデータが上がってきても、車が何台来たのかを認識するにはそれなりの処理がいる。このように応用に応じていろいろな解析ソフトが必要だ。某大手コンピュータメーカーはこの種の中核ソフトの開発に着手している。中核ソフトの1つとして、センサネットワーク向けのデータベースも開発されつつある。

人や物の位置の追跡をするという目的から発想すると上述のセンサネットワークだけでなく、RFIDの情報や監視カメラ

の映像情報の組合せが求められる。考えてみれば、監視カメラの情報もセンサ情報である。多様なデータソースからうまく必要な情報を取り出す機能は今後ニーズの多いソフト技術といえる。

◆センサネットワークの普及促進に向けて

さて、実際にセンサネットワークはどのくらい使われているのだろうか。無線機能付きのセンサは多くの実用例があるが、ここで取り上げている「センサネットワーク」の実用化はまだ始まったばかりである。米国では軍事応用として味方の兵士との通信や監視、地雷に代わる敵の行動の検知、あるいは国境警備などへの適用がテストされている模様だ。身近なところでは消防隊員にセンサを付ける計画がある。学術的な応用は環境の監視である。森林の状態、土砂災害の監視、トンネルや橋、鉄道施設などの公共施設の異常・老朽化の監視への適用も報告されているが、いずれも試してみたというレベルなのが現状のようだ。もう少し商業的なもので期待されているのがビルの省エネやセキュリティ、各家庭の電気料金の集計、病院などでの患者のモニタリング、家庭内のデジタル機器の制御である。これらの応用になると、たとえば有線で行うなど別の手段でも実現できるだけにコストメリットが出ないと普及が難しい。

普及促進の最重要課題はコストだ。コストを下げるために量産の効く1チップ化が進められている。現在は、



バッテリーの他に、RFチップ、処理プロセッサ、アンテナとそれらを組み上げる回路モジュールで構成されており、センサ1個当たり10ドルから20ドルになってしまう。これが近い将来5ドルレベルまで下がる。線を張り巡らせるのは結構工事費がかさむので、このレベルまでコストが下がると普及すると見られている。センサネットワークの最小のターゲット市場は、有線センサの無線化による工事費コスト削減の市場である。意外に需要があるのが、生産工場内部での利用だ。生産ラインの組み換え頻度は高くなっており、無線の便利さが注目されている。

普及促進の観点で見ると、コストの次に重要なのが標準化である。一步先を行くRFIDの場合、米国ではAUTO-IDでの標準化が進むことが認知され始めたために、業界全体が動き始めた感がある。応用ソフトの大手であるSAP社はRFIDの標準インタフェースを自社のアセットマネジメントソフトに組み込み、年末には発売開始するという。大手データベースのプロバイダにも同様の動きが見られる。情報システムは、すでに蜘蛛の巣のようにつながっているから、みんなが認める存在にならないと、なかなか普及しない。センサネットワークの世界での標準化はZigbee (<http://www.zigbee.org/>)で進みそうである。位置情報タグに関してはANSI 371での標準化が進んでいる。

普及に関するもう1つの課題に行政政策がある。無線に関連するがゆえの問題で、国によって使える周波数帯や電力レベルなどが異なっている。比較的共通的に空いている周波数帯が2.4GHz帯であるために、この周波数帯での製品開発が進んでいるのだが、2.4GHzは水分の多い環境では使いにくく、またより長い到達距離を得るためにもう少し低い周波数(1GHz未満)を使いたい、などの技術要求がある。柔軟な行政政策と周波数割り当て政策が、この種の技術の普及に影響を与えることは確かである。我が国の総務省も、この分野の調査研究を始めている²⁾。センサネットワークを社会インフラの1つとしてとらえようとしている点では日本が一步進んでいるかもしれない。

◆センサネットワークの事業化

米国の特徴であるが、なんとか技術的な課題が解決できる見通しが立ち始めるとまずベンチャ企業が創業を始め、リスクを背負ってマーケティング・市場創造を始め

る。そこで先進ユーザと組んで特定分野でのソリューションの実現にチャレンジするのが通常だ。このような技術指向の事業展開のいくつかが成功すると、次にコストを重視した大企業による大量生産による事業展開フェーズに入る。センサネットワークの場合、3年ほど前から、実用化を図ろうという動きが出てきて、上述のDust Networks社の他にEmber社、Millennial Net社など多くのベンチャ企業が創業し、現在製品開発競争の終盤になってきた。

意外な応用が現実になりつつある。大手の電球メーカーが各電球の中にセンサネットワークの機能を入れて売り出す見込みである。まずは簡単な照明のコントロールに使う模様で、簡単にいろいろな照明制御ができる。近い将来ちょっとした照明による面白いパフォーマンスが各所で見られるかもしれない。別の例もある。米国では、肉などの食品を運ぶ場合、一定温度以下に保っておくことが義務付けられている。これを証明するために、食肉コンテナには温度記録装置が付いているのだが、最近センサネットワークがこの装置に取り付けられつつある。食品を搭載したトラックが集積場に到着すると、センサネットワークの無線機能で運搬中の温度管理情報を中央センターに送る仕掛けになっている。

よく道路のセンタラインなどに使う反射板(黄色い色)をセンサネットワーク付きの電灯にしようというベンチャ会社がある。シリコンバレーは東京に比べればずっと田舎で、街路灯のないところが多く、夜のドライブは結構危険なので、センタラインだけでも明るく見れば随分助かる。センサネットワークにすると、時間帯によって道幅を変えたり、横断歩道の部分は、人が歩くときだけ点滅させたりすることができるなど、従来よりは嬉しいことが多い。パロアルト市は真剣にこのシステム導入を検討し始めた。現在、1つの電灯が500ドルとちょっと高めだが、公共事業の経費としては十分検討に値する値段だという。

センサネットワークの機能をどう使うかというアイディアはいろいろである。あらたな事業分野として発展するかどうか、今後が楽しみである。

参考文献、参考URL

- 1) Culler, D. et al.: Overview of Sensor Networks, IEEE Computer, Vol. 37, NO. 8.
- 2) 総務省ユビキタスセンサーネットワーク技術に関する調査研究会: http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/policyreports/chousa/yubikitasu_c/index.html

(平成16年9月17日受付)