

# センサネットワークを利用した監視システムの開発

田中 泰斗      山田 俊郎      棚橋 英樹      曾賀野 健一

## Development of Sensor Network System for Monitoring use

Taito TANAKA    Toshio YAMADA    Hideki TANAHASHI    Kenichi SOGANO

**あらまし** コスト競争の激しい中小企業にとって、生産工程を監視し生産に伴う諸コストを低減する必要性が高まっている。一方、設備の稼働状況を監視するためには、既存設備の入れ替えまたはシステムの更新を伴うことが考えられ、導入コスト、一時的な生産の停滞などの問題が考えられる。本研究では、これらの問題を軽減するため、既存設備のハード・ソフト両面の変更を伴わない、外付け型の設備監視システムの開発を目指している。本報告では、開発する端末に付与する基本機能の検討とこれに基づき試作したセンサ端末の概要について報告する。また、センサ端末の動作設定を行うため開発した管理ソフトウェアについて報告する。

**キーワード** センサネットワーク, 監視

### 1. はじめに

近年のグローバル化に伴い、海外製品と国内製品とのコスト競争が激化している。県内企業の中には、各種機械メーカーが販売する生産設備を用いた製品製造を主体としている企業もあり、国内外を問わず設備面では企業間の差が殆ど無い場合もある。従って、コスト面で対抗するためには、装置の稼働率を高めると共に、装置の稼働・運用に要する作業の省力化・効率化に取り組む必要がある。このためには、生産設備をネットワークで接続し、稼働状況の管理を一元化することが有効であると考えられるが、既存設備の改造または新規の設備導入を伴うことから、導入コストや一時的な生産の停滞などが問題となり、中小企業にとって導入の負担が大きい。

一方でセンサのネットワーク化という観点からは、RFIDタグや、組み込み用途を前提とした特定省電力無線、ZigBee、無線LAN、有線LANなどに対応した通信モジュールが市販されている<sup>[1]</sup>。また、有線LANにおいては、電力線搬送通信(PLC)の使用が一部認められたことや、PoE(Power over Ethernet)機器が販売されていることなど、通信環境整備のための労力も大幅に軽減されつつある。

本研究では、製造現場にある既存の生産設備のハード・ソフト両面の変更を伴わない、外付け型の監視システムの開発を目指している。本年度は、センサ端末に必要な機能と通信方式を検討するとともに、市販のシリアル-Ethernet変換デバイスを利用した回路を試作した。また、端末の保守管理および運用形態を想定し、センサ端末の動作設定を行うための基礎的管理ソフトウェアを開発したので報告する。

### 2. センサ端末の検討

開発するセンサ端末は、工場内に複数設置されることを想定しており、用途に応じて必要なセンサを取り付け、個々の動作を設定する必要がある。従って、センサ端末の開発にあたっては、各種のセンサに対応できる汎用性を確保し、設置、保守の容易さに配慮する必要がある。

#### 2. 1 基本機能

センサ端末の活用場面は様々であるため、幅広く応用が利くように機能を設定した。センサ端末に付与する主な機能を以下に記す。

- ① さまざまなセンサに対応できること（温度、圧力、振動等）
- ② ネットワーク経由で端末の動作変更が可能であること
- ③ データ処理能力を有すること
- ④ 通信の信頼性が高いこと
- ⑤ バッテリー駆動が可能で、電源管理機能を有すること
- ⑥ 端末設置に伴う通信環境整備が容易であること
- ⑦ 時間管理（時計）が可能であること

ネットワーク経由での端末の動作変更機能に関しては、センサ端末の保守を簡単に行うため付与することとした。センサ端末の入出力機能としては、デジタル入出力と、AD変換機能を想定している。データ処理能力に関しては、複数のセンサから得られる情報を端末内部で処理し、必要な結果のみを通知する用途を想定している。バッテリー駆動に関しては、設置の容易さと電源が取れない場面での使用を想定し付与することとした。時間管理に関し

では、通信が確立できなかった際に、各種ログを保持するために必要である。利用形態により、これら全ての条件を満たす端末を開発することは難しいが、極力条件を満たすセンサ端末を開発することを目標とする。

### 2. 2 試作するセンサ端末の特徴

センサ端末の構成としては、マイコンと組込用通信デバイスの利用を基本とする。このような構成により機器を監視する端末は開発されているが、多くは機能が限定されている。開発するセンサ端末では、ネットワーク経由でのマイコンのプログラム書き換えに対応することを基本機能の1つとしており、プログラムの書き換えの度に端末を取り外す必要が無くなることから、センサの増設に伴って入出力機能を変更する場合や複数のセンサ端末動作を一括変更する場合など、各種保守作業を容易に行うことが可能になる。また、マイコンの提供する豊富な機能を自由に利用できることから、利用形態にあわせて各種処理機能を端末に付与することが可能となる。

### 2. 3 通信方式の検討

通信デバイスは、デバイス固有の通信規格とRS-232C通信を相互に変換する機能を有し、1:Nの通信に対応可能なものとする。

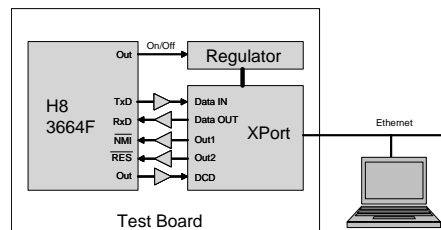
センサ端末の利用場面、利用方法によっては、通信の信頼性の面から有線接続が望ましい場合が想定される。有線接続による通信では、通信線の敷設および電源の確保の問題が考えられる。通信線の敷設は避けることができない問題であるが、有線LANとPoE対応の機器を組み合わせることで、電源確保の問題が解決可能であるため、本年度は、有線LANに対応したシリアル変換通信端末を活用することとした。PoEとは、通常の有線LANで使用するUTPケーブルにより電力供給を行う技術であり、データ通信に使う通信線で電力を供給する方法とデータ通信に使わない通信線で電力を供給する2種類の方法がある。定格電圧は48[V]であり、15.4[W](44[V]×350[mA])の電力供給を連続的に行うことが可能である<sup>[2]</sup>。定格電圧が48[V]と高いため、マイコン等に直接電力供給を行うことは難しいが、PoE受電用電源モジュールや市販の受電アダプタを活用すれば、PoEによるマイコンへの電力供給が可能となる。なお、センサ端末の設置および通信環境の整備の面からは、無線による通信が望ましい場合もあり、各種無線通信に対応した通信デバイスも販売されている。無線に対応したセンサ端末の開発に関しては今後の課題としたい。

## 3. 有線LANセンサ端末の試作

開発する端末に関する基礎的知見を得ることを目的として、シリアルーEthernet変換デバイス(LANTRONIX社製XPort03)<sup>[3]</sup>とマイコン(ルネサステクノロジ社製H8/3664F)<sup>[4]</sup>を使用したセンサ端末を試作した。各種マイコンにより、TCP/IP等の通信機能を実装することも可能であるが、通信にCPU能力を消費すること、ネットワー



a) 試作回路



b) 回路構成の概要

図1 試作回路とその構成

表1 試作センサ端末の仕様

CPU	H8/3664F(HD64F3664)
クロック	16MHz
消費電流*	低消費電力状態：800uA程度 通常動作時：250mA程度
通信プロトコル	TCP,UDP
汎用入出力	入出力：23点 入力：4点
AD変換	4点 (汎用入力と兼用)
通信速度	RS232C: 38400bps(基板内部) Ethernet:10/100Mbps

\*電源電圧により変動。DC4.0Vにおける実測値

ク経由でのプログラム書き換えへの対応が難しいなどの問題がある。

XPortには動作設定可能な汎用入出力が3端子あり、TCP、UDP通信に対応している。最大消費電流は約270[mA]で、常時動作させた場合、バッテリーによる長時間駆動には不向きである。なお、Ethernet経由の通信に関する全ての処理は、XPortが行うため、周辺機器はシリアル通信機能を実装するのみで良い。

H8マイコンは、センサ端末にデジタル入出力機能およびAD変換機能を持たせること、並びに各種データ処理能力を付与することを目的として使用する。この他にも小型のマイコンは多数あるが、次の理由からH8/3664Fマイコンを利用することとした。

- シリアル通信によるオンボードプログラム書き換えに対応していること
- 時計用タイムベース機能を活用することにより時間の管理が可能であること
- 低消費電力モードに移行することにより電力消費を軽減できること

試作回路と回路構成の概要を図1に示す。表1に試作

したセンサ端末の基本仕様を示す。試作回路では、バッテリーによる長時間駆動に対応するため、H8マイコンからXPortへの電力供給を制御可能な構成としている。また、H8マイコンの動作プログラムの書き換えに関しては、XPortの汎用出力とシリアル通信機能を併用することにより実現している。試作した回路を実際に使用する場合、用途に合わせた周辺回路およびセンサの接続が必要となるが、現段階では、時間管理、電源遮断、低消費電力モードへの移行、端末の通信などの基本動作のみ実装した。なお、表1の低消費電力状態とは、H8マイコンの動作を低消費電力モードにすると共に、XPortへの電力供給を遮断した状態のことを指す。低消費電力状態での消費電流の殆どは、抵抗による損失であるため、回路構成を見直すことにより更なる消費電流の低減が期待できる。

#### 4. センサ端末管理ソフトウェアの開発

センサ端末の管理を行うための基礎的ソフトウェアを開発した。開発したソフトウェアを活用することにより、ネットワークに接続されたセンサ端末を検出、設定することが可能である。

##### 4. 1 センサ端末の検出と通信設定

センサ端末を検出する手法としては、ネットワーク内に存在するXPortを検出することにより行う。通常、XPortの検出、設定には付属の専用ソフトウェアを使用するが、より簡便にセンサ端末の動作設定を行うため、XPortの仕様に基づく独自プログラムを開発し、必要な機能を実現した。図2に管理ソフトウェアの画面を示す。図では管理ソフトウェアが2つのセンサ端末を検出しており、センサ端末のIPアドレスと、MACアドレスが表示されている。従って、DHCP機能を利用している場合でも、MACアドレスから、センサ端末を特定することが可能である。

##### 4. 2 センサ端末への動作プログラムの書き込み

センサ端末上に実装されたH8マイコンの動作をネットワーク経由で変更するための機能を実装し、正常にプログラムの書き込みが行えることを確認した。図3にセンサ端末管理ソフトウェアにおける書き込みフローを示す。

書き込みは、管理ソフトウェアで検出されたセンサ端末をリストから選択し、ポップアップメニューに従い操作するだけで自動的に開始、終了する。なお、プログラム書き込み時には、管理ソフトウェアからセンサ端末に接続を行うため、あらかじめXPortがサーバとして動作するように設定しておく必要がある。

#### 5. まとめ

製造現場にある既存生産設備のハード・ソフト両面の変更を伴わない、外付け型の監視システムの開発するため、市販のシリアル-Ethernet変換デバイスとマイコンを使用した有線LAN接続可能なセンサ端末を試作した。また、試作したセンサ端末の各種動作を設定するための管理ソフトウェアを開発し、端末の通信設定およびマイコ

ンへのプログラム書き込みがネットワーク経由で行えることを確認した。使用した、シリアル-Ethernet変換デバイスの各種設定方法は同社が製造している無線LAN対応の通信ユニットと酷似しており、今回試作した端末を無線LANへ対応させることも比較的容易であると考えられる。今後は、試作端末の回路構成の見直しや周辺回路の追加などを検討すると共に、無線通信へ対応したセンサ端末の試作を行う。また、装置稼働状態を監視するための管理、監視ソフトウェアを開発し、実際の製造現場におけるセンサ端末の動作を確認する。

#### 文 献

- [1] 総務省ユビキタスネットワーク技術に関する調査研究会, "ユビキタスネットワークの実現に向けて最終報告", 2004.7
- [2] 例えば, <http://telec.org/feature/feature10.html>など
- [3] LANTRONIX Inc, XPort™ User Guide, 2006
- [4] ルネサステクノロジ, "H8/3664グループハードウェアマニュアル", 2006.3

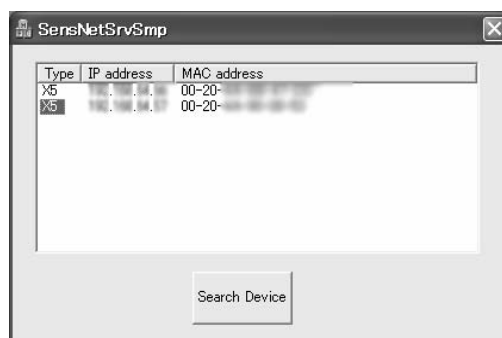


図2 センサ端末を検出した様子

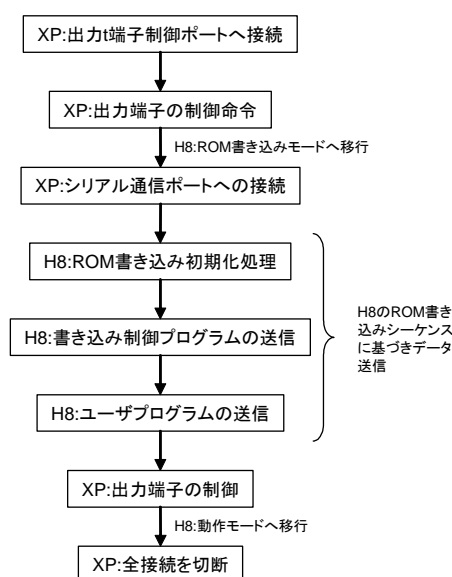


図3 動作プログラムの書き込みの流れ