

製紙工程におけるセンサ利用システム技術研究

坂本 勝 浦元 明

Research of monitoring system using microcomputer for Paper manufacturing process

SAKAMOTO Masaru and URAMOTO Akira

本研究では、紙関連企業でのセンサ情報の効率的な監視、データの有効活用を目指し、マイコンとセンサを組み合わせ、またネットワーク機能を付加し、ネットワークを介した遠隔監視が可能な小型計測用ユニットを構築した。さらに、マイコンの制御に μ ITRON仕様OSを導入しプログラム開発を行った結果、計測・通信といった複雑な処理をマイコン上で効率的に実行できることを確認できた。また、センサ情報をサーバに保存し、ネットワークを介してセンサ情報を共有できるアプリケーションソフトを構築し、過去データ利用の効率化を図った。

キーワード：遠隔監視、マイコン、ネットワーク、リアルタイム OS

はじめに

近年、製紙・紙加工製造ラインにおいて多くのセンサが利用され、自動化が進められている。これらのセンサ情報は、機器の制御や異常検知だけでなく、良質な製品の生産を維持していくのに必要な情報も含まれており、生産管理上、非常に有用な情報であることが多い。しかし、現在の紙関連企業の多くでは、センサの情報は機器に付属する表示計などで確認しているにとどまっている。

また工場では、機器同士が離れて設置されていることが多く、これら情報の記録・管理は、現状では人手を介して行われている場合が多い。そのため、これらの情報をリアルタイムで把握し、原単位管理など生産性向上に利用できるシステムの開発が望まれている。

そこで本研究では、近年急速に性能が向上してきているマイコンとセンサを組み合わせ、さらにネットワーク機能を付加することにより、ネットワークを介して遠隔監視ができる計測用ユニットの開発を行った。また、サーバに測定データを記録・蓄積し、センサ情報を有効利用できるよう、ネットワークを介してセンサ情報を共有できるアプリケーションソフトを構築し、実験を行った。

実験方法

1. システム構成

本研究では、多様な入出力インターフェースを持つワンチップマイコンとセンサを組み合わせ、簡単な構成をとることによって、小型で設置しやすく、またマイコンのプログラム上でセンサの相違を吸収できる計測ユニットを構築した。また、ネットワークを介して

センサのリアルタイム監視、サーバへのデータ保存を行った。本研究で使用したシステム概要図を図1に示す。

このシステムを用いて機器に設置したセンサデータの遠隔監視実験を行い、検証した。

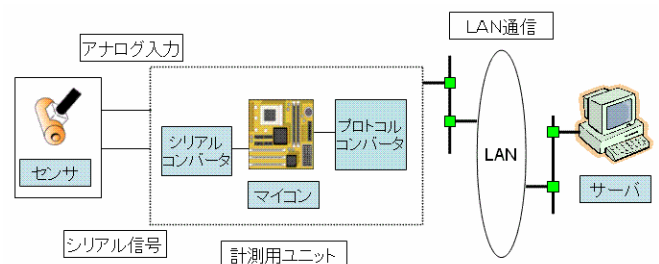


図1 計測システムの概要図

(1) 計測用マイコンシステム

本システムでは、ルネサステクノロジ社製の16ビットCPUであるH8/3069F¹⁾を用いたマイコンボードAKI-H8/3069Fを使用し、シリアル通信の信号変換にシリアルコンバータ、ネットワーク通信機能を付加するプロトコルコンバータを用いて計測用ユニットを開発した。このマイコンボードの主な仕様を表1に示す。

表1 マイコンボードの主な仕様

CPU	H8/3069F (動作周波数 20MHz)
シリアルインターフェース	3チャンネル
入出力ポート	DIOポート：最大79点
メモリ	ROM：512kバイト RAM：内蔵(16kバイト) 外付(2Mバイト)
ADコンバータ	10ビット分解能、8チャンネル
カウンタ	16ビットタイマ：3チャンネル、8ビットタイマ：4チャンネル

この研究は、「製紙工程におけるセンサ利用システム技術研究」の予算で実施した。

うな一定時間内で処理が完了することが要求される厳しい動作をマイコン上で実現することが可能となる。

また、プログラムの動作単位であるタスクごとにプログラムの開発が可能であり、機能毎に開発・検証を行うことにより、機能の検証・追加が容易となる。

4. ネットワーク通信プロトコル

計測用ユニットからサーバへのネットワーク通信においては、センサデータの送信で頻繁にデータ通信を行うことから、ネットワーク通信で一般的に使用されるプロトコルのうち、比較的通信速度が速い UDP (User Datagram Protocol) を使用した。

結果と考察

1. 計測用ユニットの構築

マイコンによってセンサの制御、データの受信、加工及びネットワークへの送信を行う計測システムを構築した。今回のシステムでは、センサそれぞれの信号仕様にあわせ、シリアル通信、AD 変換等を通してセンサとの通信、データの取得を行っている。

図3は、今回センサとマイコンを用いて構築した計測用ユニットである。

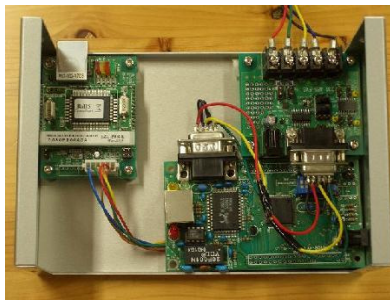


図3 計測用ユニット

本システムでは、電力量センサ、温度センサ毎に、計測用ユニットを構築し、計測実験を行った。ここで今回使用した電力量センサ用計測用ユニットを例に、図4に示した処理フローについて説明する。

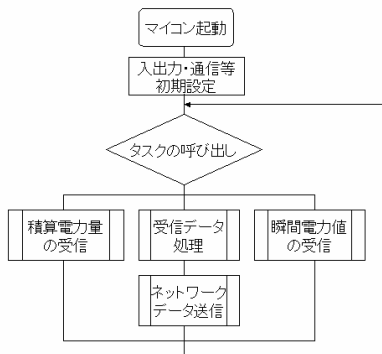


図4 電力量センサ用フローチャート

計測用ユニットのマイコン上では、電源投入後にプロ

グラムにより、入出力ポート、カウンタ、各種タイマ、シリアル通信設定等の初期化処理が行われ、その後にタスクが起動されセンサ監視に関する処理が行われる。

ここで、マイコン内での各タスクの動作について、電力量センサを例として図5～7に示したフローについて説明する。

(1) センサデータ読み出しタスク

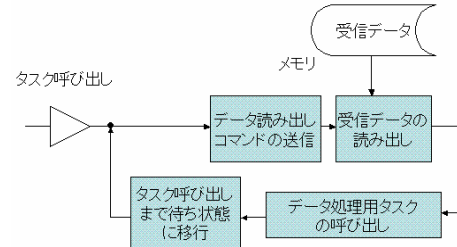


図5 データ受信タスクのフロー

このタスクは、タイマにより一定周期毎に呼び出され、瞬間有効電力値用タスクでは、データの読み出しコマンドを電力量センサに送信する。また積算電力量用タスクでは、パルスカウント値を読み出す。その後、受信データを読み込み、受信データ処理をおこなうタスクを呼び出した後は、自身は呼び出しがあるまで待ち状態となる。待ち状態とは、タスクの呼び出しがあるまで自ら休止している状態であり、これに移行することにより、優先度の低いタスクはマイコン上で実行できる状態となる。

(2) 受信データ処理

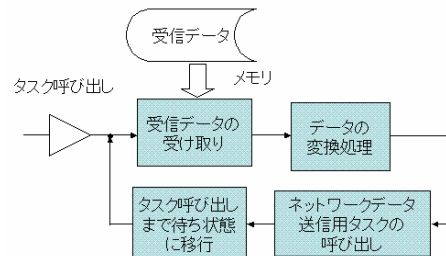


図6 受信データ処理タスクのフロー

本タスクでは、センサから得られる、16進数文字列や数値データを、ネットワーク送信に適した、また人間に理解しやすいデータ形式として、ASCII 文字コードに変換を行う。またマイコン側で複数のデータを扱う場合、ネットワーク送信の際にサーバにて識別できるようにセンサデータの処理の後、先頭に識別用データを加える。

(3) ネットワークデータ送信

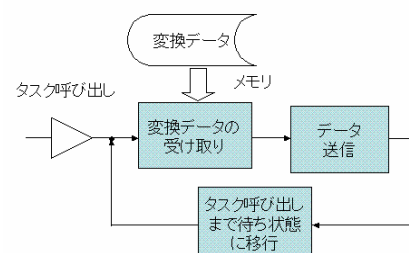


図7 ネットワークデータ送信のフロー

本タスクは、受信データタスクの処理終了後に呼び出され、受信データタスクからの変換データを送信する。

これらの処理を行うプログラムを作成し、マイコンボードで実行した結果、電力量センサ、温度センサから正常にデータを取得し、ネットワーク送信がなされることを確認した。

また、1つの計測用ユニットに複数の入力または複数の計測情報読み出しがある場合でも、リアルタイム OS を導入し、各タスクの実行優先度を適切に設定した結果、それぞれ正確なデータ取得タイミングを維持して、データを読み出し、ネットワーク送信を行えることを確認した。

2. 遠隔監視実験

今回構築した計測用ユニット、温度センサ、電力量センサを用いて、熱カレンダー装置を対象に遠隔監視の実験を行った。

今回の計測で使用した機器・システムの構成を図8に示す。

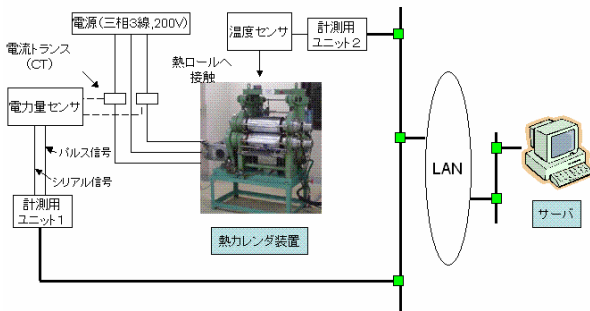


図8 遠隔監視実験の機器構成

計測実験では、温度センサ、電力量センサとマイコンのシリアル通信速度は、各センサの通信速度上限である19200bps および 38400 bps を選択した。また、マイコン-プロトコルコンバータ間では、38400 bps にてデータ送信を行った。

3. 計測用アプリケーション

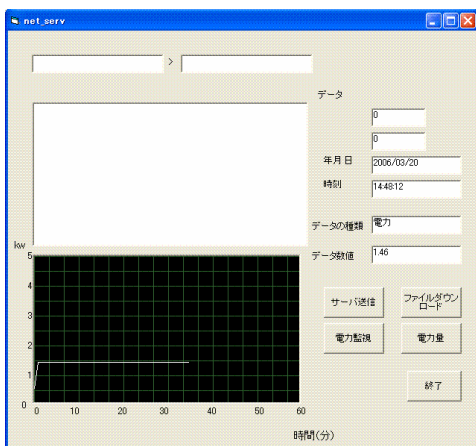


図9 監視用アプリケーション画面

計測用ユニットからネットワークを介して送信されてくるデータを監視するためのアプリケーションソフトを開発した。図9にアプリケーション画面を示す。

本ソフトでは次のような機能を実現した。

- 1) ネットワークからのセンサデータ受信および表示
- 2) センサデータのファイルへの保存
- 3) 積算電力値データの画面上での確認
- 4) データファイルのサーバ転送

ネットワークを用いての実験で、今回制作したアプリケーションを用いて監視を行った結果、計測用ユニットからのセンサデータをアプリケーション上でリアルタイムに表示し、監視できることを確認した。

また、その計測データが一定周期毎にファイルに記録・保存されていることを確認した。なお、保存用のファイル形式としては、多くのパソコンで使用されているMicrosoft社の表計算ソフト Excel でデータを参照・加工できるよう、CSV形式のものを用いることとした。

この他、アプリケーションソフトにて、データ記録をおこなうファイルを、日付を基にファイル名を与え自動的に作成する機能や、FTP機能を用いてのサーバへのファイル転送、またサーバからアプリケーション側への指定したファイルの転送といった機能を確認し、計測ファイルのサーバへの保存および指定したファイルをダウンロードし、過去の計測データを閲覧できることが確認できた。

また一日の消費電力量の変化、総消費電力量を把握することができるよう、アプリケーション上で、積算電力量を記録したファイルをグラフ化し表示する機能も実現できた。

4. 計測実験結果

ネットワークを介しての計測実験では、温度センサ、電力量センサの2つを用いて、熱カレンダー装置の温度、有効電力値、積算電力量の計測及びネットワーク通信を介して、データ収集・保存を行った。ネットワークには紙産業研究センター内のLANを使用した。その計測実験の後、サーバで保存されたデータを図10~14に示した。

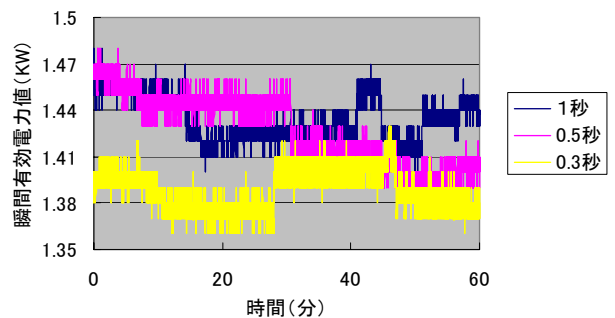


図10 瞬間有効電力値計測結果

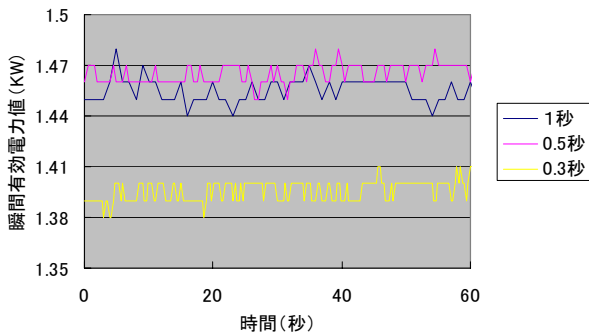


図 11 瞬間有効電力値計測結果

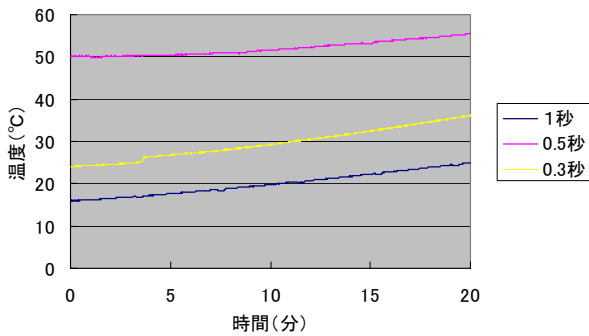


図 12 温度計測結果

これらのグラフから、電力値、温度双方ともに、データの欠落は無く、問題なくデータが収集されていることがわかる。また計測の周期をそれぞれ、1秒、0.5秒、0.3秒として計測を行ったが、計測周期が短くなった場合でも、問題なく遠隔監視・データ保存が行われている。また、複数の計測用ユニットを用いて計測を行った場合でも問題なく遠隔監視が可能であることが分かる。これらの実験結果から、センサの種類・データ通信方式の違いによって計測周期の限界は異なるが、実用上問題ないレベルでのデータ取得が可能であることが分かった。

次に、計測開始から2時間経過した後に、熱カレンダー装置の電熱ヒータの電流値を変更した場合の計測結果を図13、図14に示す。

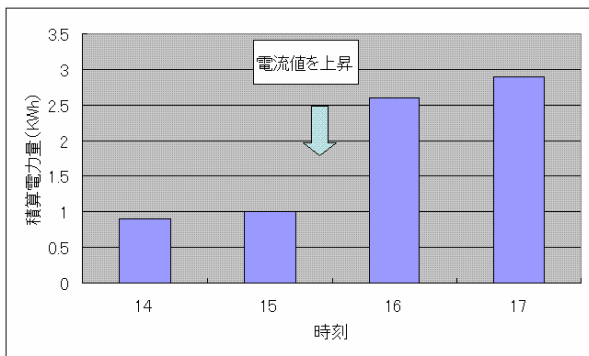


図 13 電流変化時の積算電力量計測結果

図 13 から、積算電力量の測定について、ネットワークへ送信されるセンサデータ量が増加した場合でも通信中にデータが欠落することなく、設定した1時間毎にデータが取得されていることがわかる。

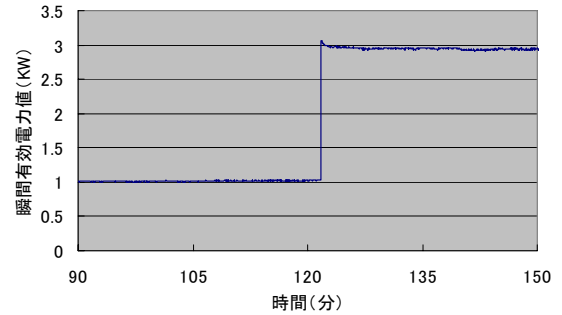


図 14 電流変化時の瞬間有効電力値測定結果

図 14 から、電流変更時にその変化が正確に記録されていることがわかる。

これらの結果から、今回開発した遠隔監視システムは、複数のセンサデータの計測を扱う場合や、計測周期が短くなる等してデータ量が増加した場合でも、十分対応して監視を行えることが確認できた。

ま と め

本研究では、マイコン・センサを利用して、機器の効率的な監視ができる技術の確立を目指して、研究開発を行った。得られた結果は以下のとおりである。

1. マイコンとセンサを組み合わせ、さらにネットワーク通信機能を付加することにより、小型で、センサの様々な信号方式に対応し、LAN を利用してデータ送信を行うことが可能な計測用ユニットを開発できた。
2. リアルタイム OS をマイコンに導入することにより、複数のデータを1つのマイコン上で平行して計測しても正確な周期で問題なく計測できることが分かった。
3. 複数の計測用ユニットからのデータを、離れた場所からリアルタイムで監視し、計測データを保存できるシステムが構築できた。また、アプリケーションソフトから、サーバに計測データファイルを転送・保存することにより、過去データの共有・利用が可能となった。

文 献

- 1) (株) ルネサステクノロジ:H8/3069 F-ZTAT ハードウェアマニュアル第3版, (<http://japan.renesas.com/>) (2002).
- 2) 淵上竜司 他 : プロジェクト HOS

(<http://sourceforge.jp/projects/hos/>).

- 3) 社団法人トロン協会 ITRON 仕様検討グループ： μ ITRON4.0 仕様書 ver. 4.02.00, トロン協会 (<http://www.tron.org/>) (2006).
- 4) 金田一勉：ITRON プログラミング入門 (CQ 出版社) (2005).