

適応構成型センシングシステムの実時間処理ソフトウェア

Real-time Processing Software of Adaptive Configuration Type Sensing System

○浅里昌史, 熱海宏侑

○Masashi Asari, Koukichi Atsumi

岩手大学

Iwate University

キーワード: センシングシステム (sensing system), トランスペュータ (Transputer),
実時間処理 (real-time processing), ペトリネット (Petri net)

連絡先: 〒020 盛岡市上田4丁目3-5 岩手大学 工学部 電気電子工学科 電子システム工学講座

熱海宏侑, Tel: (019) 621-6384, E-mail: azumi@dragon.elc.iwate-u.ac.jp

1. はじめに

センシングシステムはセンサを計測したい場所に置く性質上, 人間が近づけないような場所(高温, 多湿, 腐食ガス, 高圧, 水中, 宇宙空間, 放射能環境など), あるいはシステムを修復するのに時間がかかるような場所に置かれることもある。

適応構成型センシングシステムは, 計測環境の変化や構成要素のフォルトに対して自己のセンサ回路を自動的に再構成し, センサとしての一定機能を維持するシステムである。

研究・開発の初期段階として, 実時

間処理を実現することができる Inmos 社の並列処理マイクロプロセッサ Transputer T800 と並列処理言語 Occam2 を, また, センサ回路にはこの研究集会の資料番号 174-2 で述べた PRM を用いている。

今までのシステム^{1),2),3),4)}では, 抵抗形センサ素子(サーミスタ)を用いたセンシングシステムについて, Comparator の断線, 及び高温での再構成実験を行ったが, 時間的制約を持つシステムとしての実時間処理ソフトウェアは完成していない。

本稿ではこれらのソフトウェアについて, ①タスク配分, ②ハード・リア

ルタイム環境におけるスケジュール問題について検討している。

2. 適応構成型センシングシステム

本システムは、センサ回路の主要構成要素である PRM を構成する等価群、それらの接続を行うクロスバー・スイッチで構成される相互接続回路網 (ICN) とその制御回路、PRM の出力パルスのオン時間 T_{on} 、オフ時間 T_{off} をデジタル量に変換するカウンタ、及びモニタ回路を、2 個の Inmos T800 からなるコンピュータシステムで組織化している。システムブロック図を Fig.1 に示す。

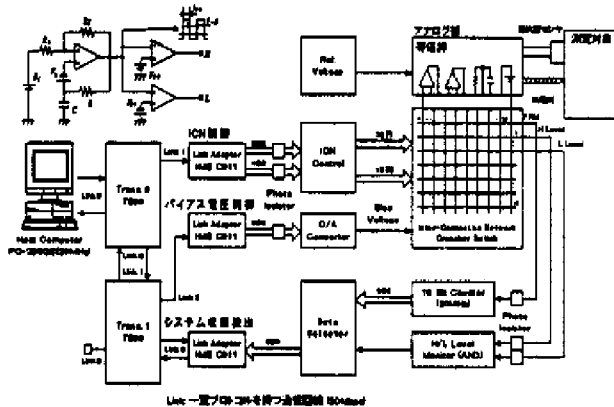
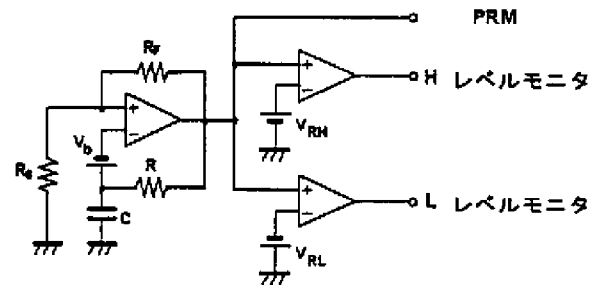


Fig.1 システムブロック図

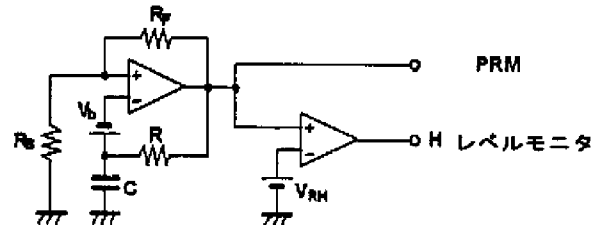
PRM を応用している理由は、①回路が簡単でデジタル処理に向く。②安全確認を行いながら動作させるためである。3 個の Comparator を用いて、それぞれ PRM, PRM の Comparator の状態を監視する H/L レベルモニタ回路として用いるが、再構成対象素子を

Comparator のみとすることで、Fig.2 に示すような回路構成を取っている。

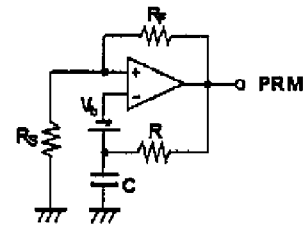
また、センサ機能としては、 0°C ~ 100°C の温度範囲で $\pm 1^{\circ}\text{C}$ の確度で測定することができる。



Comparatorが3個以上のときの回路構成(初期状態)



Comparatorが2個のときの回路構成



Comparatorが1個のときの回路構成

Fig.2 センサ回路の構成

3. ソフトウェア

3.1 ソフトウェアの構造

測定環境の変化や、構成要素のフォルトに対してセンサとしての一定機能を維持するためには、センシングを行いながら、センサ回路の状態を監視し、フォルトが検出された場合、すぐにセンサ回路の再構成を行う必要がある。そのためには、センシング機能の他に、自己監視機能及び、回路再構成機能が

並列に動作している必要がある。

本システムには、2個の Transputer が接続されているが、Transputer0 には、センシング機能、自己監視機能、回路再構成機能などシステムとしての動作を、Transputer1 には、カウンタ、ICN などの各ハードウェアの制御を分担し、各ハードウェアからの信号に対してリアルタイムに回答できるようなタスク配置にしている。各 Transputer のタスク配置を Fig.3 に示す。

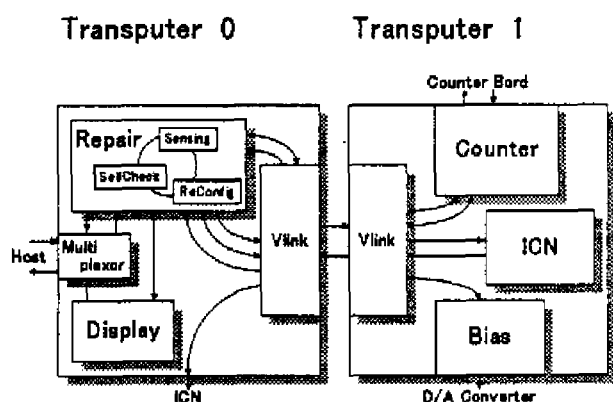


Fig.3 Transputer のタスク配置図

3.2 主なタスクの概要

3.2.1 センシング機能

一定のサンプリング周期 (1s) ごとにカウンタから、PRM の出力パルスのジッタの影響をできるだけ抑えるために、センシングデータを 10 個平均にしたデータを受けとる。

また、個々の Comparator の特性や回路構成、あるいは抵抗型センサ素子の抵抗値などによって、出力パルスが $T_{on} = T_{off}$ となるバイアス電圧が違うため、 $T_{on} = T_{off}$ となるようにバイアス電圧の調整を行う。

3.2.2 画面表示機能

センシングデータを実測値に変換した値や、現在のセンサ回路を構成する等価群の ICN への接続状態を画面表示する。

3.2.3 自己監視機能

PRM の出力パルスをカウントしているカウンタのオーバーフローや、PRM の出力電圧の異常を監視する H/L レベルモニタの出力を、サンプリング周期よりも速い一定周期で監視することによりセンサ回路のフォルトの検出を早期に行い、誤りがセンシングに与える影響を最小限にする。

3.2.4 回路再構成機能

センサ回路のフォルトが検出されると、直ちに ICN を制御することで等価群の接続を変更し、利用できる Comparator の個数に応じてセンサ回路の再構成を行う。ICN と等価群を Fig.4 に示す。

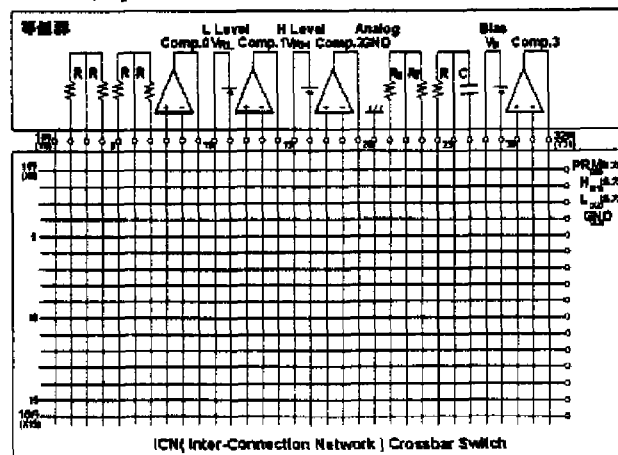


Fig.4 ICN と等価群

例として、3個の Comparator が接続されていて、PRM として使われる Comparator0 のフォルトが検出されたときの再構成を Fig.5 に示す。

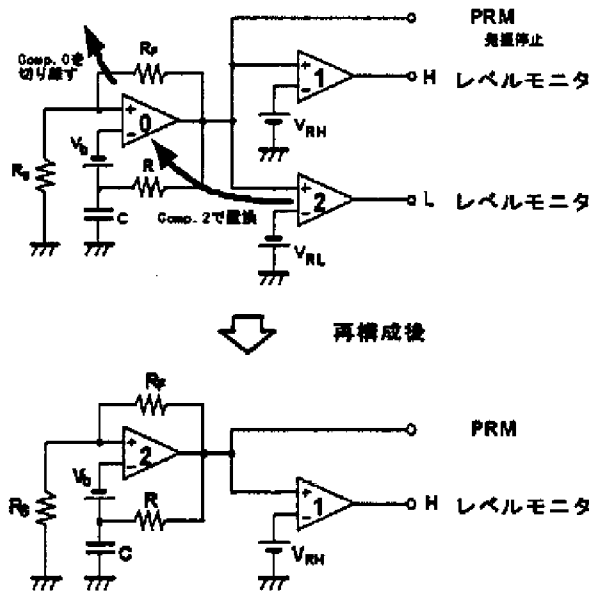


Fig.5 センサ回路の再構成例

4. 実時間設計

4.1 タイムスケジュール

通常、各タスクが Fig.6 のような一定のタイムスケジュールに沿って並列に協調動作することで、システムの制御を行う。

タイムスケジュールには2つの一定周期があり、1つはセンシングのための周期、もう1つは、自己監視のための周期である。ただし、センシングと自己監視が重なった場合は、センシングを優先して行う。

しかし、このタイムスケジュールもフォルトなどセンサ回路の状態の変化

によって変更される。

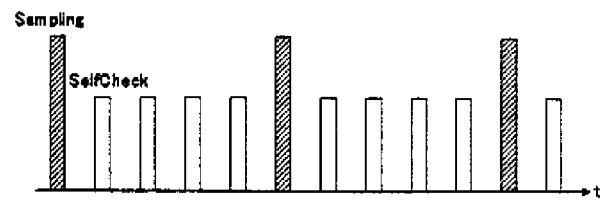


Fig.6 タイムスケジュール

4.1.1 センシング機能によるタイムスケジュールの変更

PRM のパルスを $T_{on} = T_{off}$ とすることでセンシングを行っているが、測定環境の変化によって、 $T_{on} = T_{off}$ ではなくなくなったときに、バイアス調整を自己監視機能よりも優先させて処理を行う。バイアス調整が終了した後、通常のタイムスケジュールに戻るようにする。

バイアス調整にかかる時間は、次のサンプリングの前に終わるようにサンプリング間隔を調整する。

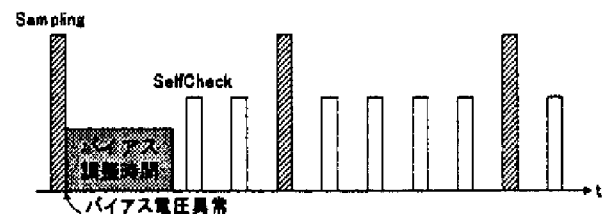


Fig.7 タイムスケジュールの変更 1

4.1.2 自己監視機能によるタイムスケジュールの変更

自己監視機能によってフォルトを発見した場合、フォルトの発生位置により2つの場合がある。

1) 次のサンプリングまでに回路の再構成を終えることができる場合

自己監視よりも回路の再構成を優先して行い、再構成が終了した後、通常のタイムスケジュールに戻るようになる。

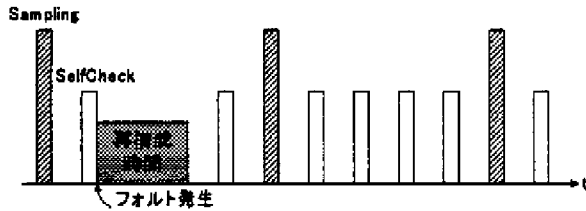


Fig.8 タイムスケジュールの変更 2

2) 次のサンプリングまでに回路の再構成を終了できない場合

フォルトの検出が次のサンプリングに近い場所で起きた場合で、サンプリングや自己監視よりも回路の再構成を優先して行い、再構成の終了した時点新しい基点とするタイムスケジュールに移行する。

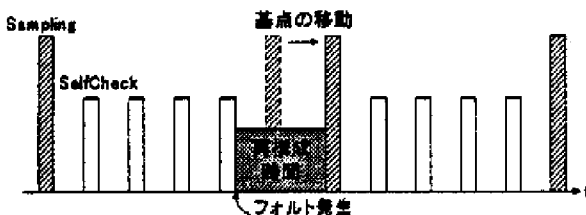
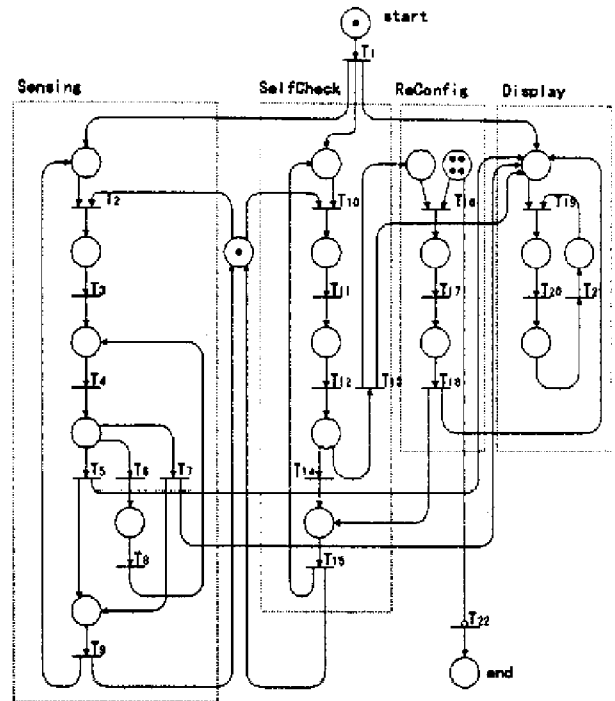


Fig.9 タイムスケジュールの変更 3

4.2 ペトリネットによる表現

4.1 で述べたタイムスケジュールについてペトリネット^{4),5),6)}を用いてモデル化を行った。



State of Transitial Table

- T1:初期設定
- T2:Sensing 開始
- T3:カウンタ制御開始
- T4:データの異常判定
- T5:Displayとの同期
- T6:バイアス制御開始
- T7:Displayとの同期
- T8:カウンタ制御開始
- T9:Sensing 終了
- T10:SelfCheck 開始
- T11:カウント開始
- T12:フォルト判定
- T13:ReConfigとDisplayとの同期
- T14:瞬間トランジション
- T15:SelfCheck 終了
- T16:ReConfig 開始
- T17:ICN 制御開始
- T18:SelfCheckとDisplayとの同期
- T19:Display 開始
- T20:画面表示
- T21:Display 終了
- T22:終了

Fig.10 ペトリネットモデル

5. おわりに

実際にプログラムを作成して動作させてところ、フォルト検出から回路再構成にうまく移行することができなかつた。自己監視機能から自己再構成機能への処理の受け渡しがうまくいってないためと思われる。

また、並列に動作している各タスク

のスケジューリングなどを実験を行いながら再検討する必要があると思われる。

6. 参考文献

- 1) 熱海宏信ほか：適応構成型センシングシステムー多重センシング及び再構成，SICE'95 101A-4，1995
- 2) 吉田繁治ほか：適応構成型センシングシステムーフォルト検出とデジタル処理，SICE'95 101A-5，1995
- 3) 高橋圭：適応構成型センシングシステムの構造，岩手大学大学院工学研究科 修士論文，1997
- 4) 吉田繁治：Occam2 を用いた適応構成型センシングシステムの実時間処理，岩手大学大学院工学研究科 修士論文，1997
- 5) 椎塚久雄：実例ペトリネット，コロナ社，1992
- 6) James L. Peterson：ペトリネット入門，共立出版株式会社，1984