

# マルチプロセッサ環境におけるリアルタイムシステム手法に対する一提案

2G-8

平田 明 石川 知雄

武蔵工業大学 電子通信工学科

## 1. はじめに

リアルタイムOS・ITRONでは、プロセッサをネットワークにつなげた場合の通信機能は提供されていない。また、トロンプロジェクトでは新しいネットワーク用のOS(ITRON-N)を検討中である。本稿では、現行のOS(ITRON)にユーザーレベルで容易に通信機能を付加し、互いにメッセージの交換を行いながら協調して処理を行う機能を付加することがユーザーレベルで可能であることを示し、その動作を解析して今後開発されるネットワーク用のリアルタイムOSに必要な機能はどのようなものであるか、また問題点はどのようなものがあるかを提案する。

## 2. リアルタイムシステムとマルチプロセッサ

制御用計算機のマルチプロセッサシステムにおいて、複数のプロセッサ(ノード)を互いに接続し処理の分散を行うには次のような機能がOSに必要となる。

- ① 遠隔タスク同期・通信機能  
計算機相互間でタスクの同期をとったりメッセージの交換を行う機能
- ② 遠隔タスク制御  
他ノードのプログラムを起動したり、停止したりできる機能
- ③ 他ノード状態参照機能  
他のノードにある計算機の状態やタスクの状態を参照する機能

これらの機能をリアルタイムOSで実現するためITRONで定義されているシステムコールをネットワーク用に拡張し、通信機能に利用する。

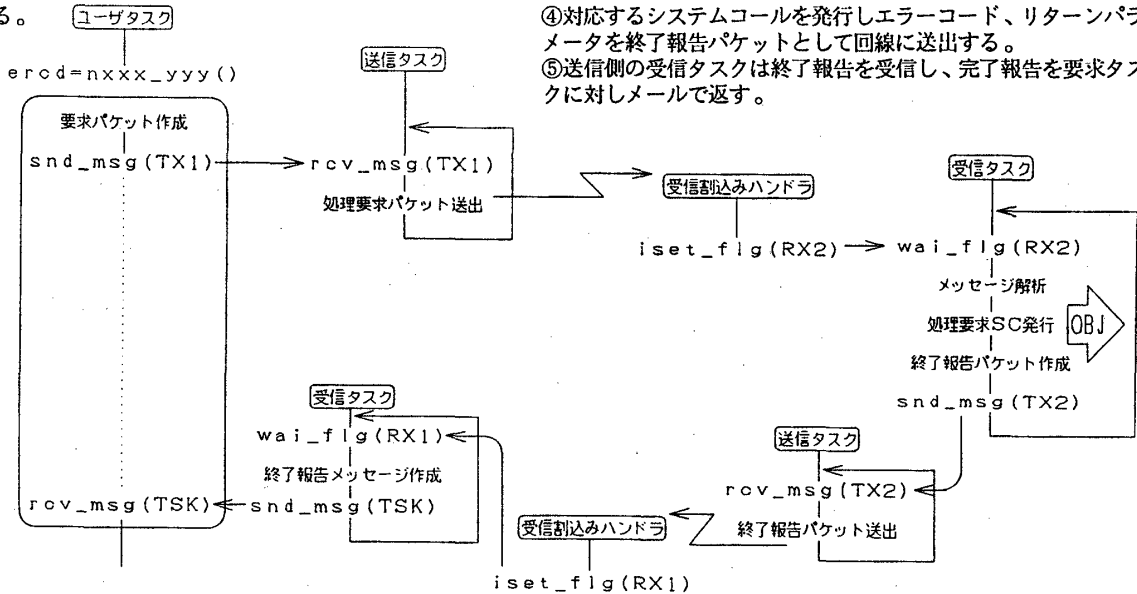


図. 1 処理の流れ

## 3. 通信機能付加の基本思想

リアルタイムOSに組み込むノード間通信機能は次の前提条件により作成する。

- ① ノード間の通信機能はユーザが作成できるレベルのものとする。
- ② ユーザが通信機能を利用する場合を考え、現在あるシステムコールを基に拡張システムコールの形で提供する。
- ③ 通信機能をOSに組み込むことで、OS核自体の性能を低下させることのないものとする。
- ④ 実際は、ネットワークでノード間通信を行うわけであるから1対1だけでなく1対Nでも対処できるようなプロトコルとする。

## 4. 通信機能の実現方法

既存のOSにユーザーレベルで通信機能を付加するためには、OS核自体の改造を行うことはできない。そこで、提供されている機能(タスク、割り込みハンドラ、拡張SVCハンドラ、各種システムコール、など)を利用する。

以下に、タスク、割り込みハンドラを利用した通信機能の実現方法を述べる。

- ① ユーザタスクは他ノードに対する要求がある場合、システムコールとして送信デバイスドライバタスクにメールで要求を出し、完了報告のためのメール受信待ちに入る。
- ② ドライバタスクでは要求から作成される要求パケットを回線に送出する。
- ③ 受信側は割り込みハンドラから受信タスクにフラグでパケットを渡す。
- ④ 対応するシステムコールを発行しエラーコード、リターンパラメータを終了報告パケットとして回線に送出する。
- ⑤ 送信側の受信タスクは終了報告を受信し、完了報告を要求タスクに対しメールで返す。

## 5. 通信のためのプロトコル

ネットワーク上でのノード間の通信には情報を一つのかたまり(パケット)としてパケット単位で情報の交換を行う。  
ノード間の通信に用いるパケットの種類と各パケットの内容を以下に示す。

### (1) パケットの種類

- ・処理要求
- ・処理終了報告
- ・データ交換などの変長メッセージ
- ・受信の完了を示すアクノリッジなどの情報

### (2) 各パケットの内容

パケットの内容はノード間通信、プログラムの簡略化を考慮して各パケットに共通して以下の情報を持たせる。

- ①送信側のノードのID
- ②受信側のノードのID
- ③要求タスクのID
- ④パケットサイズ
- ⑤パケットの識別子

またこのほかに、処理要求パケットには処理要求の機能コードとパラメータ、終了報告パケットのには処理結果のエラーコードとリターンパラメータを、メッセージパケットにはメッセージをつけ加える。

## 6. パケットの仕様

リアルタイムOSに付加する通信機能に用いるパケットは可変長で、次のような仕様とする。

### ①ノードID

ノードのIDはネットワークに接続することを考えグループ番号とノード番号を含んだ2バイト長とする。

### ②タスクID

タスクIDは $\mu$ ITRONをもとにし、通信のオーバヘッドが少なくなるように2バイト長とする。

### ③処理内容とリターンパラメータ

処理要求としてシステムコールの機能コードとパラメータ、処理結果としてエラーコードとリターンパラメータを用い、各2バイトとする。

### ④パケットサイズ

可変長パケットを用いるため処理要求、終了報告の各パケットのサイズを持たせ、それぞれ1バイトとする。

### ⑤パケットタイプ

パケットの識別を行うため2バイト長の識別子を以下のように設定する。

ここで、メールボックス関係のシステムコールのメールや、パラメータが多い場合のシステムコールのパラメータはメッセージパケットとして分割して送る。

- ・Pm' : パラメータパケット (処理要求)
- ・Rm' : リターンパケット (完了報告)
- ・Mn' : メッセージパケット
- ・A0' : ACKパケット
- ・N0' : NAKパケット

ここで、mはメッセージパケットのパケット数、nはパケット番号を表す。

## 7. 評価

OSに付加した通信機能のコードサイズと処理時間の測定の結果を以下に示す。

尚、性能測定には日立製作所製のH8/532評価用ボード2台をRS232Cを用いて接続して行った。

表. 1 RS232Cの設定

キャラクタ長	8ビット
ストップビット	1ビット
パリティ	偶数パリティ
通信速度	19200BPS

表. 2 付加通信機能のプログラムコードサイズ

受信タスク	672バイト
送信タスク	191バイト
割り込みハンドラ	43バイト

表. 3 通信に用いる主な拡張システムコールの処理時間

拡張SC	処理時間
nsta_tsk	28.7 ms
nsct_flg	30.2 ms
nwup_tsk	28.7 ms

## 8. まとめ

以上のようにノード間の通信を行う機能をリアルタイムOS・ITRONに付加することはユーザレベルで比較的容易に行うことが可能であることが分かった。しかし、ここに示した方法では他ノードの資源に対する待ち状態に入るような処理要求を行うことが出来ない。

この機能を実現するためには、資源待ちのキューには登録されるがタスクとし待ちには入らずに、資源が与えられたときに通知されるようなハンドラを新たに定義する必要がある。

### 参考文献

- [1] ITRON入門 坂村 健 編 岩波書店
- [2] リアルタイムシステム 松本 吉弘 著 昭晃堂
- [3] 制御用計算機におけるリアルタイム技術 三巻、桑原 編著 コロナ社
- [4]  $\mu$ ITRON仕様書
- [5] ITRON・ITRON2仕様書 社団法人トロン協会 発行
- [6] リアルタイムオペレーティングシステムの性能評価に関する研究 トロン技術研究会 武蔵工業大学 情報通信研究室 石川 知雄、伊藤 滋伸