

通信装置用 MP-CTRON カーネルの設計

8 F - 6

攝津 敦, 黒沢 寿好

三菱電機 (株) 情報電子研究所

1 はじめに

CTRON は、TRON プロジェクトの 1 つとして推進されており、交換処理、通信処理、情報処理などの複数の分野で共通に利用されるリアルタイム指向のオペレーティングシステム・インタフェースである。

当社では、CTRON 準拠 基本 OS (以下、CTRON OS と略す) の C サブセット版の開発を完了し、製品に適用している。今回は、高性能/高信頼の通信装置関連への適用を目的にマルチプロセッサ構成を考慮した CTRON OS (以下 MP-CTRON と略す) の検討を行った。

2 適用システム

通信装置では、回線処理数の大容量化にともなう高速性や、無人運転状態においてもシステムが長時間にわたって連続稼働できる信頼性、収容回線数及び機能の追加に対する拡張性が要求される。

シングルプロセッサでは、プロセッサ処理能力の限界や、プロセッサ障害への対応ができない等の問題から、これら 3 つの要求項目全てを満たすのは困難であり、プロセッサを複数持ち、互いに協調して動作するマルチプロセッサシステムを適用することが不可欠となる。

マルチプロセッサシステムとしては、密結合型及び疎結合型に分類されるが、適用システムは、図 1 に示す構成の疎結合型システムとし、CPU、及びローカルメモリを備えたボード、システムコンソールなど全ボードからのアクセスを可能とする共有 I/O、及び、ボード間の通信を処理するために使用される共有メモリで構成される。機能群は、通信装置内でのある特定の機能 (システム管理、各種通信処理) を処理するボードの集まりを示す。

疎結合型システムを採用した最大の利点としては、1 つのボード内で発生した障害の波及を最小限に抑えられ、障害の局所化が可能となる点が挙げられる。さらに、N+1 重冗長構成及び縮退運転をサポートし、複数のボードにて同時に障害が発生してもシステムダウンを引き起こさない高い信頼性を確保する。

また、システムの機能を機能群に分割した機能分散化、及び機能群内でのボードの増減による負荷分散化を図ることで、新機能の追加を容易にする機能拡張性、収

容回線数の増減やシステム規模に合わせた構成を容易に構築できるシステム拡張性をあわせ持つ。

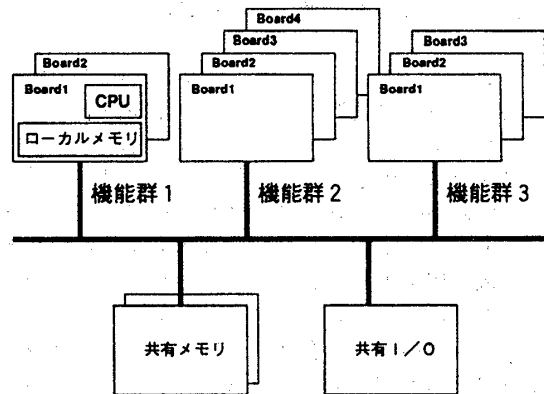


図 1: システム構成

3 実現機能

マルチプロセッサシステムでは、各ボード上のアプリケーションが協調して動作する必要がある。今回の適用システムでは、この協調動作はボード間のデータ送受に限ることができ、CTRON インタフェースであるメッセージ通信機能に隠蔽することで、既存のアプリケーションを流用可能とする。これにより、メッセージ通信機能に管理情報の変更やプロセッサ間通信機能を組み込み、他ボードのタスクとの通信機能を実現する。

また、システム内にはシステムコンソールなどの共有 I/O を備え、各ボードとの入出力を行なうことができる。この共有 I/O の操作もまた、CTRON インタフェースである入出力制御で隠蔽することとした。これにより入出力制御に共有 I/O の管理情報の追加及びアクセス機能を組み込み、共有 I/O のアクセスを実現する。

これら 2 つの機能を既に開発済みであるシングルプロセッサ対応の CTRON OS に組み込みマルチプロセッサシステムを構築する。

4 実現方式

先の実現機能を考慮し、シングルプロセッサ対応の CTRON OS に対しどの部分に変更を伴うかを検討した。以下に実現方式について概略を述べる。

- メッセージボックス

図 2 に示すようにボード間での CPU 割り込み

The Design of the MP-CTRON for Communications Equipment

Atsushi SETTSU, Hisayoshi KUROSAWA
Mitsubishi Electric Corp.

ベースの通信であり、メッセージボックスではメッセージボックスを管理する情報（メッセージリスト、受信待ちタスクリスト等）を共有メモリに配置し、全プロセッサでそれを参照できるような方式をとる。これは共有メモリに管理情報を置くことで、1つのプロセッサに障害が発生した場合に、全体のシステムダウンにつながることを防ぐためである。また、管理情報中の受信待ちタスクリストにはタスク管理情報（TCB）のコピーをつなげ、タスクが所在するボード番号の情報も付加している。

また、全てのメッセージボックスの管理情報を共有メモリに配置すると、ローカル通信内だけで行なうメッセージボックスでも、共有メモリへのアクセスが伴ってしまうが、これは、ローカル通信の場合、共有メモリに配置せずローカルメモリ上で管理することで、共有メモリへのアクセスを最小限に抑える。メッセージがローカル内のタスクへの通信かまたはボード間を跨ぐのかの判断は、管理情報が共有メモリにあるかローカルメモリにあるかで判断する。なお、メッセージボックスの配置位置の設定はローカル通信用またはボード間通信用のメッセージボックスを生成する2系統のシステムコールインタフェースを提供し、生成時に設定される。

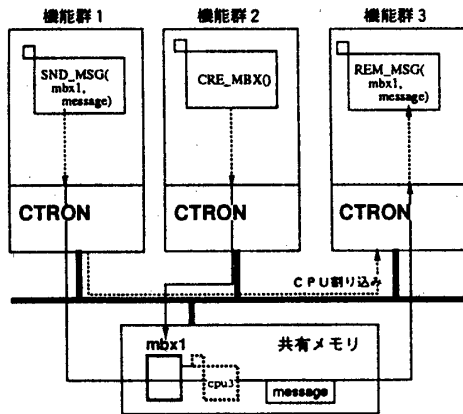


図2: メッセージボックスによる通信

● 入出力制御

図3に示すように入出力制御（以下、MIO と呼ぶ）は、共有 I/O の装置管理情報を共有メモリに配置し、装置とのアクセスは特定のプロセッサの特定のタスク（図における論理装置）を介して行なう。管理情報を共有メモリに配置するのは先のメッセージボックスと同様、障害に対応できるようにするためである。また装置の管理を1つの論理装置で行なわせるのは、装置からの割り込みを特定のプロセッサでしか受けとることができ

ないようにするためである。これは、全プロセッサで割り込みを受けるとその割り込み処理を全ボードのローカルメモリに配置する必要があり、かつ、性能的にも低下するからである。

また、共有 I/O へのアクセス制御は全てこの論理装置にて行ない、全プロセッサからのアクセスの排他制御を実現している。論理装置への入出力要求は、先に述べたメッセージボックスを使用するが、このメッセージボックスは各プロセッサ上の MIO 及び論理装置内で閉じられたもので、アプリケーションでは意識する必要はない。

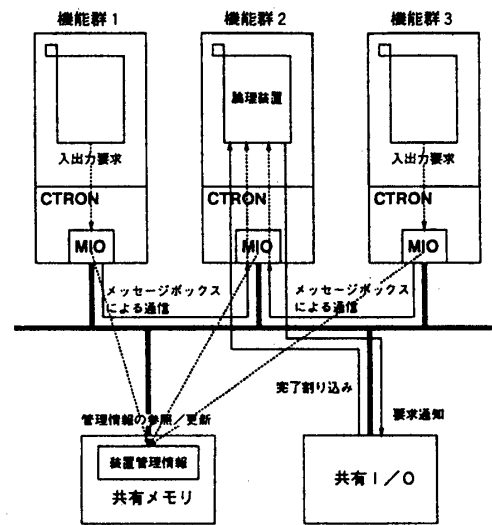


図3: 共有 I/O の制御

5 おわりに

本稿では、通信装置用 MP-CTRON の設計について述べた。実際にシングルプロセッサ対応の CTRON OS に本稿で述べた改修を行なった場合の改修量を検討したが、メッセージボックス及び入出力制御部に局所化することができ、全体の1割程度の改修で実現可能であることが判明した。

今後は、より詳細な仕様を検討し、実際に試作/評価する予定である。

参考文献

[1] トロン協会：“原典 CTRON 大系2 カーネルインタフェース”，(株) オーム社, 1988
 [2] トロン協会：“原典 CTRON 大系3 入出力制御インタフェース”，(株) オーム社, 1989