

3V-5

V60リアルタイムOSの評価

世良 孝文 古城 隆

日本電気(株)マイクロコンピュータ・ソフトウェア開発本部

1. はじめに

V60リアルタイムOSは、システムの大規模化、多様化、多機能化に対応して、32ビットマイコンの能力を最大限に生かすために開発された、リアルタイム制御用のOSである。本稿では、交換システムをOSのアプリケーションとして選び、リアルタイムOSのシステム記述性およびシステム性能の評価について述べている。

2. 評価の方法

本OSは、32ビットマイコンの処理能力を最大限に引き出し、高いスループットを実現するリアルタイム環境を提供する。アプリケーションソフトの記述のためのリアルタイムC言語、システムのジェネレーション言語、リアルタイムデバッガ等のデバッグサポートといった3方面のサポートツール群が、システム開発の統一的支援環境を与えているなど、小型の組込みシステムから大規模なフォルトトレラントシステムに至る広範囲な適応分野に対し、リアルタイム性能はもとより信頼性や生産性においても従来のマイコンシステムでは実現されていなかった高度な機能を実現している。リアルタイムOSで初めて実現された多重仮想空間やランデブによるタスク間通信機能は、タスク分割やモジュール分割を始めとする従来のタスク構造に大きく影響を与え、また、新しく開発されたリアルタイムC言語による記述能力など、リアルタイムシステムの構築に重要ないくつかの評価項目を抱えている。ここでは特にリアルタイムOSの評価用として実際のアプリケーションソフトを用い、その記述性と処理性能について評価した。

2. 評価用交換システムモデル

リアルタイムOSでは、評価モデルとして電子交換システムを適用分野の一つとして選択した。我々が交換システムを選んだのは、最も厳しいリアルタイム性と高い信頼性を要求されたシステムの一つであると考えから

である。このモデルは、電話交換機処理のうち、局内および局間の2者通話とそれに対する簡単なトラフィック集計、課金処理を行うPBX電子交換機システムのサブセットで、リアルタイムOS用に開発されたリアルタイムC言語でおよそ8Kステップのプログラムで記述されている。プログラムの構成は交換呼処理本体を扱うタスクの他、通話路スイッチ、各種回線等の資源を管理するタスク、トラヒック観測、課金処理を行うタスク等十種類余りのタスクから構成されている。また、呼処理を司るタスクは交換処理対応に多重度を持って動作する。

3. システム記述性

リアルタイムOSでは、タスク間の通信機能として同期型のタスク間通信方式であるAda言語のランデブ機能を実現しているため、安全な通信が可能である。現在、リアルタイムOSでは記述言語としてAda言語ではなく、現在の開発環境として充実しているC言語を選び、「リアルタイムC」を開発してランデブを言語記述できるようにした。また、多重仮想空間の導入により、タスクの任意の時点での中断を可能とし、機能や処理並列性からのモジュール化、タスク分割を行い、階層化を実現することが容易である。

従来より交換処理プログラムは外部イベント対応の有限状態遷移をモデルとして記述するため、処理そのものをイベントの発生から中断までのひと続きのタスクとして分割しなければならなかったが、リアルタイムOSではアプリケーションソフトでモジュール間独立性を保つことができ、大幅な記述性の向上の結果、評価モデルでのタスク方式は従来の交換処理の方式と全く異なるにもかかわらず、交換処理の特性に合ったシンプルなソフトウェア構造を達成することができた。例えば、ランデブに適したタスク分割としては、発生するイベントに対応した選択ランデブ・アクセプトに状態遷移を割り当てることにより、処理構造が交換処理設計で用いている状態遷移図とほぼ1対1に対応しプログラミングが容易となった(図1)。

以上のように、本OSの提供するランデブによるタスク間通信により従来と異なる記述方式を用いても、実際の交換処理プログラムの記述が可能であるということが証明された。また、これらモジュール間独立とそれに起

因するバグ発生低減、デバッグ容易性の改善要因により、開発に要する工数も従来の交換システムと比較して約2分の1の工数に改善することができたことから、生産性に関しても大きな効果が得られることも実証された。

4. システム性能

リアルタイムシステムでは、特にその処理能力が最大の評価目標となる。リアルタイムOSのカーネルの性能はいくつかの指標によって測定できるが、ここではシステムのトータルな処理能力として、リアルタイムシステムの代表的操作としてのタスクの起動とタスク間通信(ランデブ)の実行時間について評価する。これは、リアルタイムOSで従来にないタスクの分割方式やタスク間通信方式を用いていることから、システムコールの使用比率も従来と異なっているであろうという予測からである。実際評価用交換システムにおける1回の交換処理に要するシステムコールの種類は、ランデブによるタスク間通信のためによるものが全OS側処理の約6分5も占めている(図2)。このことは、システムコール処理のうちタスク間通信のオーバーヘッドを最小限に抑えることが最も重要であることを示している。

本OSでは、タスクの切り換えにV60CPUのコンテキストセーブ/リカバ命令を使用し高速化を計るとともに、ランデブの高速化のためにアクセプト側タスクが先にアクセプトして待ち状態にあって他タスクがそのエントリをコールした場合にはディスパッチャを介さずに直接アクセプト側にスイッチするなど、タスク間通信に要するオーバーヘッドをハードウェア限界近くに抑えることを目標とした。その結果、リアルタイムシステムの性能としては、OSオーバーヘッドの要因となる数々の機能を盛り込んだにもかかわらず、規模の大小はあるにしても評価モデルにおいて従来の専用プロセッサ、専用リアルタイムOSとほぼ同等の処理能力を実現することができるという評価が得られた。

5. おわりに

本稿では、V60リアルタイムOSで採用されたいくつかの機能と性能を、実際のアプリケーションを適用してのOS評価とした。今回は、システム評価についてはOS機能の具体的な詳細評価までを述べなかったが、それぞれの機能においても十分実用になる評価結果が得られている。このリアルタイムOSは、従来の専用OSに代わって、次世代のリアルタイムOSとして既にいくつかの分野で実際に適用されつつある。リアルタイム制御の適用分野ではそれぞれ異なった処理方式の問題を抱え

ていると考えられるが、今後は、これらの実際のアプリケーション上での評価とともに、本OSの改良および機能拡張を行っていきたいと考えている。

参考文献

- [1] 古城 隆 他：32ビットマイコン用リアルタイムOSの試作 -設計方針-、情報処理第31回全国大会講演集1985
- [2] 下島 健彦 他：32ビットマイコン用リアルタイムOSの試作 -カーネルの実現-、情報処理第31回全国大会講演集1985
- [3] 世良 他：通信処理用汎用リアルタイムOSの交換処理への適用、電子通信学会技術研究報告 SE-85-137

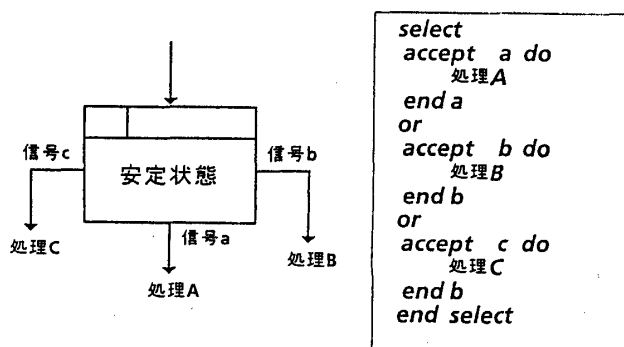


図1 Adaランデブによる状態図の表現

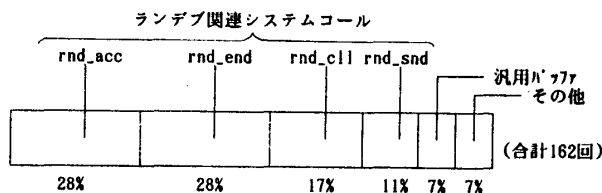


図2 評価用交換モデルにおけるシステムコール使用回数