

## 4K-6

## オーディオ編集機用リアルタイムOSの開発

田子 正明

日本ビクター(株) 総合技術研究所

1. はじめに

近年、組み込み機器型リアルタイム・システムの高性能・高機能化にともない、32ビットのマイクロプロセッサを用いた汎用リアルタイムOSが搭載されるようになってきた。これによって大規模なリアルタイム・アプリケーションの開発環境が整備されつつあるが、十分なものとは言い難い。

当社においても、高性能なオーディオやビデオ機器へのリアルタイムOS搭載の検討を行っている。今回、当社のオーディオ編集機に試作したリアルタイムOSを実装したので、報告する。

2. 開発の目的

RTOS960は、オーディオ・ビデオ機器への組み込み用リアルタイム・マルチタスクOSであり、オーディオ編集機AE-9600に実装する目的で、開発された。AE-9600は、メインCPUとしてインテルの80960CAを採用しており、このCPUの性能を引き出せるOSが開発当時は存在しなかった。

またRTOS960は、アプリケーションの開発を容易にするために、OSの処理時間を固定とすることで、時間的要求を満足できるかどうかを見積易いシステムを提供する目的で開発した。OSの処理時間、すなわちオーバヘッドがどのような条件でも一定であれば、シミュレーションにより容易にテストが可能となる。

3. RTOS960の概要3.1 構成

RTOS960は、タスク、レディキュー、メモリ、CPU、割り込み、フラグ、セマフォ、メールボックス、タイマの9管理モジュールからなり、通常のOSでいうカーネルの機能を提供する。ファイルI/Oなどについては、対象がオーディオやビデオデータであるため、OSの機能に含めていない。

3.2 スケジューリング方式

RTOS960では、メモリの許す限りタスクを動的に生成・起動できる。1つのタスクの管理に要するメモリサイズは、約256バイトである。

タスクは、横取り可能な優先度ベースのスケジューリングによって実行される。同優先度はFIFOスケジューリングとなる。周期起動要求のシステムコールを発行することにより、同優先度タスクのラウンドロビン実行も可能である。

3.3 規模

開発当時、適切なコンパイラがなかったため、全てアセンブラで記述されており、オブジェクトサイズは12KBである。

3.4 特徴

前述の目的のために、OSの負荷要因であるタスク数や使用メモリサイズなどによって、処理時間が変動するようなアルゴリズムは採用できない。

そこで、RTOS960では、タスクやセマフォな

どの識別は全て、管理ブロックへのアドレスで参照し、OSでの名前の管理は行わないこととした。

次に、タスク・キューなどのキュー検索には採用するマイクロプロセッサ(80960CA)がscanbit命令を持っていることを利用して、2階層ビットマップ検索方式を用いた。

またメモリ資源獲得のための検索は、メモリを可変長のセグメントと固定長のブロックとに分け、セグメントの獲得は通常の最初適合法とし、ブロックの獲得のみ自由リスト法として固定時間化した。このため、生成系のシステムコール(タスク・クリエイトなど)のいくつかの処理は、固定時間ではなくなったが、実際にはアプリケーションの起動時に使われる場合がほとんどであり、AE-9600においても問題とはならなかった。

リアルタイム応答で問題となる割り込み禁止時間については、割り込みハンドラ中から発行できるシステムコールをイベント通知のものに制限することと、スケジューラの起動を80960CAのソフトウェア割り込みの機能を用いて実現したことにより、最小限に抑えた。

#### 4. 評価

AE-9600に実装する前に、ソフトウェアシミュレータによる評価を行ったところ、タスクスイッチ時間は、80960CA上33MHz $\times$ 0ウェイト動作時で6.4 $\mu$ S一定であった。

システムに実装し、アプリケーションを動作させて実測を行ったところ、25MHz $\times$ 3ウェイトの動作状態で、24 $\mu$ S一定であった。また割り込み禁止時間も、タスクスイッチ時が最も長く24 $\mu$ Sとなった。

#### 5. 今後の課題

現状では、このOSの応答性能が全てのシステムコールについて確定的でないため、ソフトウェアシミュレータを開発できるところまで行っていない。特に、オーディオやビデオ・データは大量のメモリを動的に消費するため、その確保・解放の固定時間アルゴリズムを検討する必要がある。

また、スケジューリングについて、セマフォなど同期待ちをしているときの、関連するタスクの振る舞いが分かりにくい。リアルタイム性能を落とさない、より決定的な同期操作のアルゴリズムについても、検討して行きたい。

#### 参考文献

- [1] 松本吉弘：リアルタイムシステム，昭晃堂，1986.7
- [2] 坂村健編：ITRON入門，岩波書店，1988.4
- [3] 吉沢康文：オペレーティングシステムの実際，昭晃堂，1986.6