

## 解説



## 日本におけるオペレーティングシステム研究の動向

3.1 リアルタイム OS の研究動向<sup>†</sup>緒方 正 暢<sup>††</sup>

## 1. はじめに

リアルタイムシステムとは、現実の外界と協調的に動作するシステムである。このシステムに求められているのは論理的に正しいだけでなく、時間的にも正しく動作することである。従来、リアルタイムシステムの設計の鍵はハードウェアが握っていたが、ハードウェア技術の進歩、応用分野の拡大とともに、その中心的な地位をソフトウェアへ譲っている。リアルタイムスケジューリング、リアルタイム同期といった基礎的なソフトウェア技術は商用リアルタイム OS に見られるように一応の成果をあげている。しかし、さらに多くの応用分野でリアルタイム処理をサポートするためには、今のリアルタイム OS では不十分である。本稿では、リアルタイム OS に対する新たな要求とその技術的課題を整理し、その研究動向について述べる。

## 2. リアルタイム OS に求められるもの

## 2.1 共通インタフェースとポータビリティ

従来の組込みシステムでは、設計の主役はハードウェアであり、その場凌ぎ的なソフトウェアで個々のシステムに対応していた。ところが、ユーザ要求が多様化し、製品系列も複雑化してきたため、このような手法ではコストの面でも、開発期間の面でも不利になってきた。そこで C 言語のような高級言語を採用し、共通のプログラミングインタフェースを定めることで、エンジニア間でのスキルの交流やプログラムの再利用を目指すようになった。

しかし、リアルタイムプログラムをいろいろな

環境下で時間的に正しく実行させることは非常に困難であり、ポータビリティは通常のプログラムに比べて非常に悪い。そこで、OS レベルで時間の概念が扱えるようにし、時間的な制約は明示的にプログラム中に記述できる統一されたプログラミングモデルの提供が必要となっている。さらに、システムが複雑になっても、システムの挙動が予測可能、解析可能であるように実現されていなければならない。

リアルタイム OS を様々な用途で使用するためには、単一の固定されたインタフェースではアプリケーションを効率的に実行することが困難である。時には、OS の機能をアプリケーションごとに再実装し直す必要が生じる。いろいろな環境に適応化でき、スケーラブルであるとともに性能の良い実現が可能でなければならない。

## 2.2 ユーザプログラムとの協調処理

ユーザが対話的に操作するシステムでは、一時的に過負荷な状況に陥ってしまうことがある。また、マルチタスク環境では、他のアプリケーションが資源をすでに使用しているため、新たに起動されたアプリケーションが十分な資源を得られないこともある。通常のマルチタスク OS では、資源は実際には有限であるにもかかわらず、仮想化された資源が各ユーザごとに提供されている。このため、システム構成に依存しないプログラミングが可能になったり、資源の公平な利用が可能になっている。しかし、リアルタイム処理では、アプリケーションプログラムやリアルタイムサーバから物理的な資源の利用状況を監視したり、資源の明示的な予約、分配をするための機能が必要になる。

音声や動画といった連続メディアは時間的制約を持っており、時間的に正しく処理されないと本来のメディアを正しく表現できない。しかし、メ

<sup>†</sup> Research Trends on Real-Time OS by Masanobu OGATA (Power Mobile Systems, IBM Japan, Ltd.).

<sup>††</sup> 日本アイ・ピー・エム (株) パワー・モービル・システムズ

ディアの品質を変えることでシステムへの負荷を調整することができる。あらかじめ、音声やビデオ処理のサービスの質 (Quality of Service, QOS) を定義しておき、実行時に、システムが負荷やアプリケーションの優先度に応じて、制御を動的に行うことができる。QOS はフレームレートのような時間的な解像度と、画素数、色数といった空間的な解像度で表現される。

### 2.3 クライアントサーバ処理への対応

現在ではほとんどのプログラムがクライアントサーバ方式と呼ばれる複数タスクの連携処理によって構成されている。クライアントプログラムが時間制約を満たすようにスケジュールされても、サーバでの処理がクライアントの時間制約を考慮して行われなければ全体では時間的制約が満たせない。ファイルシステム、ネットワークシステム、ウィンドウシステムはクライアントの時間制約を考慮したりリアルタイム処理が行えるように実現されていなければならない。

また、分散リアルタイムシステムを構築するには、個々のリアルタイムシステムを TCP/IP などのプロトコルで接続するだけでは不十分である。クライアントプロセス、通信処理、サーバプロセスが分散システム全体としての時間的制約を満たすように End-to-end でスケジューリングされなければならない。エンドユーザの要求を、プロセススケジューリング、ネットワーク処理における優先度や周期に効果的にマッピングするための仕組みが必要である。

### 3. 研究動向

以上述べたような要求にこたえるためにいろいろなリアルタイム OS が研究、開発されている。しかし、これらのすべての要求に満足にこたえられるものはまだ少ない。

リアルタイム OS の実装においてマイクロカーネル技術が注目されている<sup>1)</sup>。マイクロカーネルのアプローチでは、複数のオペレーティングシステムのシステムインタフェースを提供したり、アプリケーションのために最適化したオペレーティングシステムを提供することが可能になる。主な研究としては、Real-Time Mach<sup>2)</sup>がある。商用のリアルタイム OS でも、マイクロカーネル技術を採用した製品が発表されはじめた。オブジェク

ト指向技術を用いて開放型組み込み機器への応用を目指している研究もある<sup>3)</sup>。分散環境でのリアルタイム処理を目指しているものに文献 1), 2), 4) がある。分散マルチメディアシステムにおける動的 QOS 制御とメディアスケジューリングの研究は文献 5) がある。また、リアルタイムカーネル、リアルタイムサーバ、および、アプリケーションが分散環境下で時間的制約を満たすように協調して動作する垂直統合されたソフトウェア環境の構築も慶應義塾大学にて行われている<sup>6)</sup>。

### 4. おわりに

本稿では、リアルタイム OS における研究テーマについて述べた。リアルタイム OS は今後はあらゆる分野において利用される重要な基礎技術である。日本でも多くの研究者がこのテーマに取り組まれることが望まれている。

### 参考文献

- 1) 徳田：分散リアルタイムシステムのための OS アーキテクチャ, 情報処理, Vol. 35, No. 1, pp. 18-25 (1994).
- 2) Tokuda, H. et al.: Real-Time Mach: Towards a Predictable Real-Time System, USENIX Mach Workshop, pp. 73-82 (1990).
- 3) 横手：オブジェクト指向 OS Apertos, 情報処理, Vol. 36, No. 8, pp. 745-750 (1995).
- 4) 箱守, 谷口：分散型リアルタイム OS: DIROS, 情報処理, Vol. 36, No. 8, pp. 751-754 (1995).
- 5) 河内谷, 緒方, 西尾, 徳田：連続メディアの QOS 制御のための OS サポート, 情報処理学会第 6 回コンピュータシステムシンポジウム, pp. 119-126 (1994).
- 6) 徳田, 萩野, 斎藤：分散マルチメディア統合環境 Keio-MMP プロジェクトにおける連続メディア処理のためのソフトウェアアーキテクチャ, 第 49 回情報処理学会全国大会(平成 6 年後期), 7R-1, 3, pp. 313-314 (1994).

(平成 7 年 6 月 12 日受付)



緒方 正暢 (正会員)

1961 年生。1984 年広島大学工学部第二類(電気系)卒業。1986 年同大学院システム工学専攻博士課程前期修了。同年日本アイ・ビー・エム(株)入社。東京基礎研究所にて分散実時間 OS, マイクロカーネル, モバイルコンピューティングに関する研究に従事。現在, 同社開発製造部門パワー・モバイル・システムズ勤務。電子情報通信学会, IEEE, 日本ソフトウェア科学会各会員。