

下尾 学 田中 立二 前田 猛 関口 勝彦 澤井 剛一 吉村 政彦 境 隆二

(株) 東芝

1. はじめに

Javaは様々な分野で利用されているがリアルタイムシステムではそれほど本格的に使用されていない。リアルタイムシステム用のソフトは、数百 μ s~数十msの応答時間を要求されるが、Javaにはガーベジコレクション（以下GCとする）という機構があるため、この要求を満たすことが容易ではないという事がその主な理由である。この様な状況から、今回電力系統機器を対象としたリアルタイムシステム用のJava VMを開発した。リアルタイムシステム用に適用するために、Java VMに次の様な機能を追加した。

- ・メッセージ通信などのリアルタイム機能
- ・応答性を向上させるためGCの分割型GC化
- ・JITによる高速化
- ・信頼性向上のためのRAS機能

以下にそれぞれの特徴を説明する。

2. ソフトウェア構成

今回開発したJava VMは次の様なソフトウェア構成になっている。ハードウェア上にJava VM (Java仮想マシン) が動作し、この上にJDK相当のクラスが実装されている。この上でJava言語のアプリケーションが動作する。

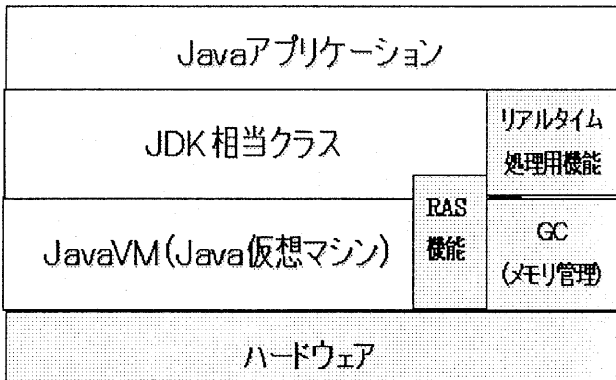


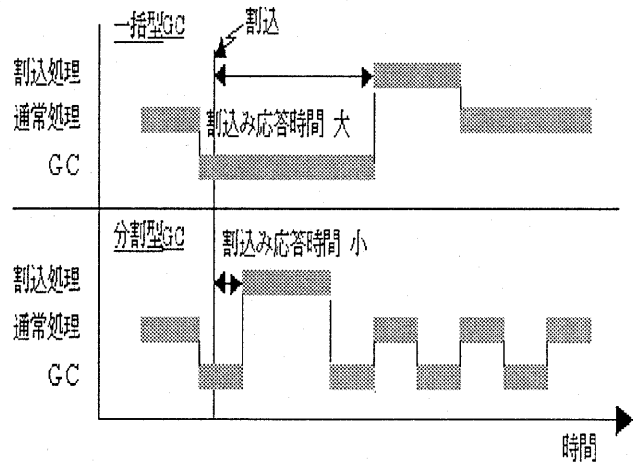
図1 ソフトウェア構成図

3. 各機能の特徴

3.1 分割型GC

GCは、Javaのアプリケーションが使用して不用になったデータなどを、再利用できる様に回収する機能である。通常、GCが一旦開始されると、不要なデータなどを全て回収するまで実行される。その間アプリケーションは止まったままとなる。このままでは、応答性が悪いため、本Java VMでは、分割型GCに変更した。分割型GCは、図2に示すように1回当たりのGC処理を短くし、これを積み重ねて一括型GCと同じ事を行う。分割型GCは、トータルの処理時間は多くなるが、1回当たりの処理時間が短くなるため、割り込みなどの応答性を向上させることが可能である。

図2 一括型GCと分割型GC



3.2 リアルタイム機能とJIT

リアルタイムシステムのソフトウェアは、システム全体の処理をタスクやスレッドと呼ばれるプログラム単位に分割して、リアルタイムOSの下で各タスクが並列にデータ入出力、演算、通信、などの処理を行う。リアルタイムOSは、タスクの優先度制

御や排他制御、タスク間通信、タスク間同期、メモリ管理など、タスクが高速に動作できるような機能を持っている。Java VMは、スレッドの優先度制御や排他機能などを持つが、スレッド間通信やスレッド間同期機能は無いが、または効率がよくない。本Java VMでは、図1に示すようにスレッド間通信やスレッド間同期機能を高速に行える様なリアルタイム処理機能を組込んだ。また、マルチプロセッサ構成において、共有メモリを使ったデータの読み出し書き込みをする機能を組込んだ。これにより、従来のリアルタイムシステムのソフトウェアと同様なソフト作りが可能となり、これを高速に動作させる事が出来る様になった。さらに、図1のJDK相当クラス部分の全クラスをJITコンパイラによってコンパイルし、全体的な高速化を図っている。

3. 3 RAS機能

リアルタイムシステムでは、システムが停止する事があってはいけぬ。もし、停止する場合でも短時間で復旧しなければならない。そのため、本Java VMでは、システムが起動した時にメモリやI/Oなどの状態を診断したり、定期的にこれらを診断して異常がないかをチェックする。もし、異常があれば記録を残したり、機器を管理している所へ報告をする。これによって、機器の異常を事前に検出したり、システム停止の時間を最小限にする事が可能になる。

4. おわりに

リアルタイム機能組込むことによって、スレッド間で高速な協調動作が可能となった。これまで我々が使用して来たJava VMでは、一括型GCであったため高速応答性を必要とするリアルタイムシステムに使用することが困難であったが、分割型GCを採用してこれを可能にした。RAS機能を組込むことで、リアルタイムシステムにとって重要な信頼性の向上を図り、Javaをリアルタイムシステムでも適用する事が可能となった。

5. 参考文献

- [1] 湯浅太一、汎用計算機に適した実時間ごみ集め、記号処理 41-4(1987)
- [2] Phillip A. Laplante、REAL-TIME SYSTEMS DESIGN AND ANALYSIS
- [3] 河合三千夫 他、電力系統システムへのイントラネット技術適用、東芝レビュー1999Vol. 54 No. 6
- [4] 関口勝彦 他、イントラネット応用保護制御システムの提案、H11年電気学会全国大会
- [5] 下尾学 他、イントラネット応用保護制御システムの基本構成、H11年電気学会全国大会
- [6] Katsuhiko Sekiguchi 他、Power System Protection and Control System based on Intranet Technology -Concept and Basic Architecture -, Proc. Of The International Conference on Electrical Engineering 2000