

リアルタイム OS の性能評価に関する研究 (1) *

1 P-6

浦口正彦[†]石川知雄[‡]武蔵工業大学[§]

1 はじめに

近年,リアルタイムシステムの機能の増加につれてリアルタイム OS の必要性が出てきている。リアルタイム OS は,システムの信頼性を高める,システム開発の効率を上げる。システムのメンテナンスのしやすさといった点で有利であるがハードウェアとアプリケーションの間に OS が介在するためのオーバーヘッドが存在する。現在,ITRON 仕様標準のリアルタイムが多数開発されている。ユーザはそこから選択する必要がある。そのため,標準的な評価の手段が必要になる。その評価方法は各ベンダー独自の物で手法はまちまちである。また,評価のために,測定用のハードウェアを付加するなど測定に手間がかかるものである。ユーザの面からみた性能をソフトウェアを走らせるのみでリアルタイムシステムの性能を測定できる標準的な性能評価手法を確立することは重要である。本研究では,リアルタイム OS の性能評価方法の一手段を提案することを目的とする。評価の対象を OS のリアルタイム性にしぼってベンチマークの手法を提供する。さらに,ITRON 仕様リアルタイム OS を例として評価を試みた。

2 性能評価手法

リアルタイム OS の性能を表す項目として次のものを上げる。

1. 割り込み禁止時間
2. 割り込み到着からタスク起動までの時間(タスク応答)
3. 制御モデルの実行時間
4. タイマのオーバーヘッド
5. タスク数の増加にともなう応答変化の劣化

*Consideration of performance evaluation method of realtime operating system

[†]MASAHIKO Uraguchi

[‡]TOMOO Ishikawa

[§]Musashi Institute of Technology

今回は,(1),(2),(3)にしぼって報告する。測定法としては,ブラックボックスとして内部に手を入れず外部より,ソフトウェアのみによって測定する手法を考える。割り込みから処理タスクが起動されるまでの動きを図1に示す

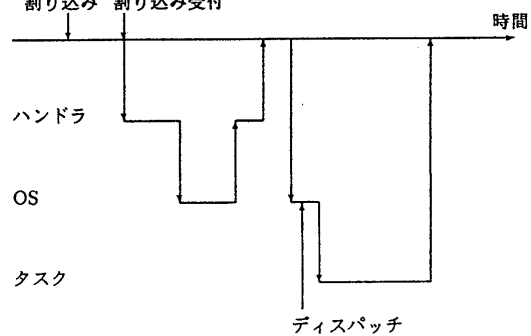


図1: 割込による実行権の推移

測定は,知ることのできる時刻に割込を発生させる。そして,ハンドラの先頭,タスクの待ち解除後の先頭にタイマを読みだす。これらの値を統計的に分析しこの時の最大値を最悪の応答時間として OS の性能とする。次の場合について測定を行う。

- プリエンプション無しの場合
- プリエンプション有りの場合

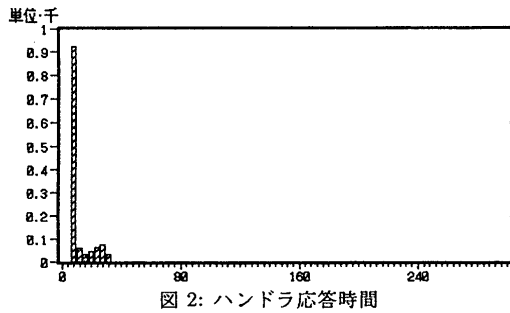
3 性能評価適用例

ITRON2 OS を例に性能評価を試みた。測定した結果は構築したシステムの条件によってことなるのであるシステムの評価例として報告する。

3.1 ハンドラ応答時間

ハンドラ応答時間は,割り込み禁止時間とハンドラが起動するまでの時間からなる。ITRON の場合ハードウェアとハンドラの間には OS は介在しないので原則的には OS のオーバーヘッドは無いが OS が動作中には割込禁止時間が

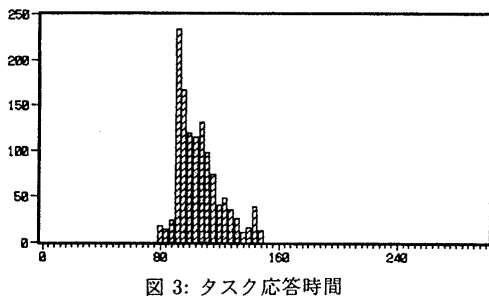
ある。この時間は割り込みを受け付けないのでリアルタイム性を悪くする要因となる。この禁止時間がハンドラ応答性を決める要素のひとつとなる。ボード内蔵のタイマを指定カウンタで割り込みを掛けるように設定し割り込みハンドラが起動した直後にタイマを読みだし割り込みハンドラ応答時間を測定する。測定結果は図2に示す。



結果を見るとプリエンプションなしの場合はハンドラ応答時間は一定値 $8 \mu s$ となった。プリエンプションありの場合は最小応答時間は $8 \mu s$ 、最大応答時間は $32 \mu s$ となった。プリエンプションが起こると OS が走る部分があるので割り込み禁止時間がハンドラ応答時間に影響を与えている。

3.2 タスク応答時間

ハンドラが起動し、ハンドラ内でタスクへの同期通信システムコールされ、タスクが起動するまでの時間である。ITRON2 の場合ディレイドインタラプト方法でプリエンプションが起こるのでハンドラ内から起動されたタスクがすぐに動くとは限らない。ハンドラ終了から目的の処理タスクが動作するまでの時間が分散するので統計的にみて最悪の応答時間を予測する。結果を図3に示す。



プリエンプションをなしの場合は $48 \mu s$ となり一定値となった。プリエンプションをありの場合は図3のように値は分散し最小応答時間は $80 \mu s$ 、最大応答時間は $148 \mu s$ となった。

ITRON2 の場合割り込み復帰するのにディレイドインタラプトという方式でディスパッチが起こるのでハンドラが終了しても目的のタスクがすぐに動作するとは限らない。よって、タスク応答時間というのは割り込みが起こったときに走っていたタスクによって変化する。よって、実際のシステムが動作しているうえで測定プログラムを動かし統計的に最悪の応答時間を測定した。

3.3 リアルタイムシステムモデル

リアルタイム OS を用いて構成したリアルタイムシステムのモデルを図4に示す。

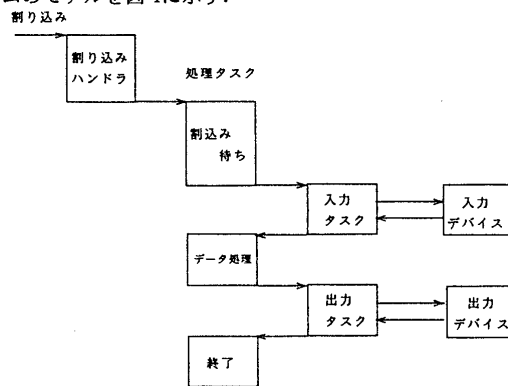


図4: リアルタイムシステムモデル

リアルタイムシステムの応答時間は入力装置と出力装置の応答時間と入力から出力へのデータ処理の量に依存するものであり、実際のシステムを稼働させたとき得る値である。処理の内容によって大きく変わるものであるのでモデルの提案にとどめる。

4 結言

今回提案した手法により、標準的評価プログラムと外部から割り込みをかけるためのタイマを使用することによりリアルタイム OS の性能評価を行った。このような標準的な評価プログラムを走らせることによりリアルタイム OS の応答時間を知ることが可能とした。ユーザからみた OS の性能を知るための手段として用いることができる。

今後引き続き(4)タイマのオーバーヘッド、(5)タスク数の増加に伴う応答時間の劣化について検討する。

参考文献

- [1] ITRON2 仕様書, トロン協会