

3T-5

マイクロカーネル構成 OS における マルチプロセスサーバとマルチスレッドサーバの比較

桑山 雅行[†]最所 圭三[‡]福田 晃[‡][†]九州大学大学院工学研究科[‡]奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科

1 はじめに

マイクロカーネル構成 OS は、多くの構成法が考えられる。これらの構成法は OS の設計や性能に大きな影響を与える。本研究の目的は、これらの影響を評価し、より良いマイクロカーネル構成 OS の構成法を追求することである。

本論文では、マルチプロセス構成のシステムサーバとマルチスレッド構成のシステムサーバを単一プロセッサシステム上で実現し、それらを比較することによりそれらがシステムの性能にどのような影響を与えるかを考察する。

本研究の評価環境として MINIX を用いた。MINIX はカーネルとファイルシステム (FS) とメモリマネージャ (MM) という 2 つのサーバで構成される。このため MINIX はマイクロカーネル構成 OS のプロトタイプ作成として適している。

2 マルチプロセスサーバとマルチスレッドサーバ

MINIX の FS は、時間関係の処理を行なう部分と、ファイルを扱う部分に大きく分けられる。マルチプロセスサーバは、この 2 つの部分 NewFS と TIME の 2 つのサーバとして実現した。このファイルシステムを、MPFS (Multi Process File System) と呼ぶ。

マルチスレッドサーバは、FS をマルチスレッド化することにより実現した。スレッドの実現レベルとして、カーネルレベルスレッド、ユーザレベルスレッドなどがあるが、本研究においては実現の容易さからユーザレベルスレッドを用いた。また、スレッドへの

処理の割り当て方は、各スレッドがサーバのすべてのコードを実行できる均一なものとした。このマルチスレッド化した FS を、MTFS (Multi Threaded File System) と呼ぶ。

MINIX サーバ構成、マルチプロセスサーバ構成、マルチスレッドサーバ構成において、メモリ管理処理を行う MM サーバの部分は共通である。

3 性能評価

MINIX サーバ構成、MPFS サーバ構成、MTFS サーバ構成の OS の性能を単一プロセッサシステム上で比較・評価した。

ファイルの読み込みを行なう *fileread* と現在時刻を得る *time* という 2 つのプロセスの並行実行と、一般に用いられるコマンドの 2 種類について、それぞれの OS 上で実行時間を計測した。

3.1 2 つのプロセスを並行して実行

図 1 に 2 つのプロセスを並行して実行させたときの実経過時間とシステム時間を示す。各構成ともプログラムを 20 回実行させた場合の平均値である。実経過時間は 2 つのプロセスが実行を開始してから終了するまでに要した時間である。システム時間はカーネルおよびシステムサーバで費やされた時間である。図 1 より、以下のことが導かれる。

システム時間 3 方式の中でシステム時間が最も長いのは MPFS 方式である。一般に、MPFS 方式ではサーバ間の通信オーバーヘッドが大きくなるが、本実験では NewFS と TIME サーバの間では通信は行われ

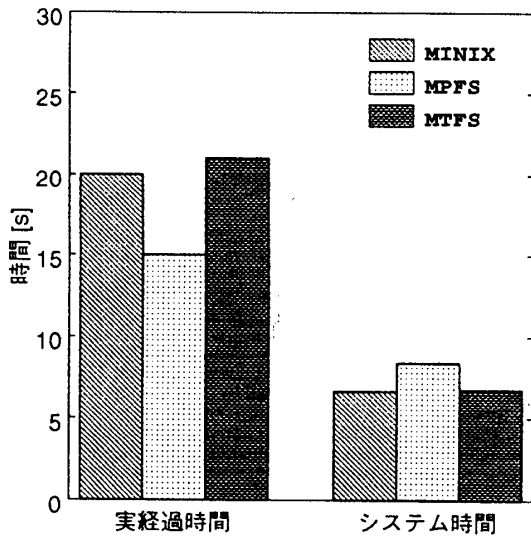


図 1: 2つのプロセスの実経過時間およびシステム時間

ないため、システム時間が長いのは通信オーバーヘッドのためではない。このため、MPFS方式においてシステム時間が長いのは、MINIXやMTFS方式に比べプロセスの数が多く、コンテキストスイッチが多く生じるためであると考えられる。

実経過時間 実経過時間については、MPFS方式が最も良い性能を示している。これは、MINIX方式やMTFS方式では *time* プロセスの実行時に FS サーバが入出力のためにブロックして *time* プロセスがブロックされてしまうためである。MPFS方式では入出力と時間関係を扱うサーバがそれぞれ NewFS と TIME サーバに分かれているため、*time* プロセスは入出力が行われている間にブロックされることなく実行を続けることができるためである。

3.2 コマンド

図2に、いくつかのコマンドの実行時間を示す。図2で特徴的なのは、*make* コマンドの結果である。*make* コマンドの実行時間はMPFS方式がかなり短くなっている。これは、*make* コマンドが多くのファイルI/Oを行うと同時に、*time* や *utime* といった時間関係のシステムコールを多く発行するためである。これは、MPFS方式の利点が活かされた例である。実行するアプリケーションが計算ばかりを行うようようなものな

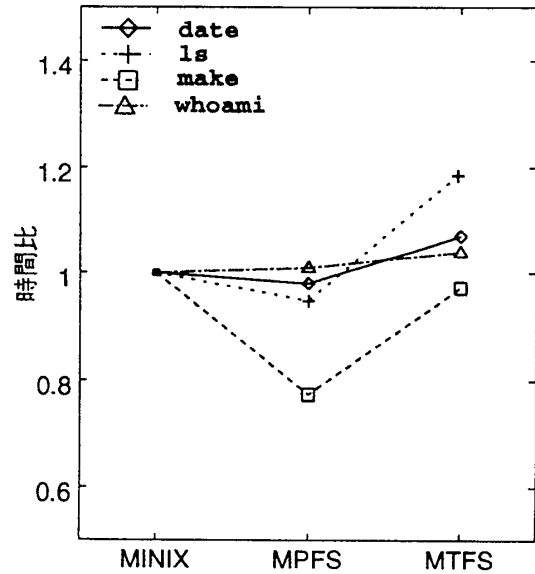


図 2: コマンドの実行時間

ら OS の内部構造の違いはほとんど影響しないが、アプリケーションが入出力を多く行うものならば、ユーザレベルスレッドを用いたマルチスレッドサーバよりもマルチプロセスサーバの方が適していると言える。

4 おわりに

2つのプロセスの並行実行においては、MTFS方式はMINIXとほぼ同じ性能を示した。これは、この実験を単一プロセッサ上で行ったこと、用いているスレッドがユーザレベルスレッドであることによる。マルチプロセッサマシンならばサーバに複数の仮想プロセッサを与えることにより複数のスレッドを並列に実行し、より高い性能を得ることが可能である。

コマンドレベルにおいては、全体としてMPFS方式が良い性能を示した。しかし、もしMTFS方式がユーザレベルスレッドでなくカーネルレベルスレッドを用いることができるならば、MTFS方式の性能はもっと向上するだろう。これはカーネルレベルスレッドはサーバ内のスレッドがカーネル内でブロックしても、ユーザレベルスレッドのときと異なりサーバ全体がブロックされないで、別のスレッドが別の処理を続けることができるからである。今後は、カーネルレベルスレッドを用いた方式を実現し比較を行なう。