

STUDIES ON AUGMENTED FAIRNESS SCHEDULING IN GENERAL PURPOSE ENVIRONMENTS

サミホ, ムハマド モサタファ サイド

<https://doi.org/10.15017/1807063>

出版情報：九州大学, 2016, 博士（学術）, 課程博士
バージョン：
権利関係：全文ファイル公表済

氏 名 : サミホ ムハマド モサタファ サイド

論 文 名 : **STUDIES ON AUGMENTED FAIRNESS SCHEDULING IN
GENERAL PURPOSE ENVIRONMENTS**
(汎用環境における拡張公平性スケジューリングに関する研究)

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

オペレーティングシステム (OS) のスケジューラは、実行中のプロセスが、アイドル状態となったとき、または、CPU上でタイムスライスと呼ばれる単位時間を消費したときに、次のタイムスライスを待機中のどのプロセスに割り当てるかを決定する。単一のスレッドで動作する従来のアプリケーションプログラム (AP) に加えて、近年は複数のスレッドを利用する新しいAPが増加しつつあり、新しいAPのプロセスにより多くのタイムスライスが割り当てられるために従来のAPのプロセスの実行が阻害される恐れが出てきている。また、単一CPU内のコア数の増大や単一計算機上で複数のOSを同時に動作させる仮想計算機環境の普及により、スケジューラは、単一コア内・同一CPU内コア間・仮想計算機間の各レベルでプロセス間の公平性を保証しなければならない。本研究は、各レベルにおける公平性を保証するスケジューラの技術を検討したものであり、以下の成果を上げている。

第一に、単一コアにおける局所的公平性を定義した上で、各プロセスに付与された重みに比例するCPU時間の割り当てが可能となるスレッド重み再調整スケジューラ (TWRS) を提案し実装した。現在のLinuxで採用されているCFS (Completely Fair Scheduler) と呼ばれる従来型スケジューラのもとでは、故意にスレッドを追加生成するようなプロセスは他のプロセスよりも多くのCPU時間割り当てを不当に奪取することが可能である。そこで、スレッドごとの重みを再調整することによって、プロセス全体にはその重みに比例したCPU時間を割り当てることを可能にした。また、ベンチマークテストによるTWRSの性能評価を行い、処理性能を低下させることなく公平なスケジューリングを実現できることを実証した。これにより、故意にスレッドを追加生成するようなプロセスが存在する場合でもシングルスレッドのプロセスを公平に扱うことが可能になる。

第二に、単一CPU内の複数コアにおける大域的公平性を定義した上で、各プロセスに付与された重みに比例するCPU時間の割り当てが可能となるスケジューリング手法を検討した。CFSは各スレッドの重みに基づいて各スレッドをどのCPUコアに配置するかを決定するが、各コアで動作するスレッドの組み合わせによっては、コア間の負荷が不均衡となり、結果的に特定のスレッドが他のスレッドよりも優遇されてしまうことがある。これを解決するために、実行中のスレッドをコア間で移動させることによって、処理性能を低下させることなく負荷の不均衡を改善できることを実証した。これにより、現在主流となったマルチコアCPU上で、より公平なスレッドスケジューリングを行えるようになる。

第三に、単一の物理計算機上で複数の仮想計算機 (VM) が動作する環境でのVM公平性を定義した上で、各VMに事前に付与されたCPU時間のシェアを動的に変更できるようなシステムコールを開発した。仮想計算機モニタ (VMM) の上で複数のVMが動作する環境では、各VMに静的に付与されたシェアに基づいてVMMが各VMに割り当てるCPU時間を制御する。しかし、あるVMの負荷が一時的に上昇

してCPU時間の需要が増大したとしても、そのシェアの値を動的に変更することはできない。そこで、VMのシェアを利用者がシステムコールで変更することによって、VMに割り当てられるCPU時間の配分を動的に変更する機構を提案した。この手法により、システムコールを実行して追加費用を支払う意思を表明した利用者のVMには、事前に設定されたシェアを超えて追加のCPU時間を配分することもできるようになった。現在急速に普及しつつあるクラウドサービスにおいては、CPU時間のシェアに関する価格設定も、メモリ容量や仮想CPUコア数などと同様にVMごとの静的なものにとどまっている。本論文におけるこの成果は、クラウドサービスにおけるこの制約を解消し、資源のより効率的な利用を可能にするものである。