

論文概要

九州工業大学大学院情報工学府 情報創成工学専攻

学生番号	16675017	氏名	高山 都句子
論文題目	仮想化環境の CPU 不足時における 並列アプリケーション実行の最適化		

1 はじめに

近年、複数の CPU コアを用いて実行を行う並列アプリケーションが増加しており、クラウドの仮想マシン (VM) 内で並列アプリケーションを動かすことも増えてきた。クラウドにおいては、サーバのメンテナンス時や負荷分散時に動作中の VM を別のホストに移動させるマイグレーションを行うことがある。この際に、マイグレーション先のホストの物理 CPU が不足していると、VM にはマイグレーション前よりも少ない物理 CPU しか割り当てられなくなる。このように十分な物理 CPU が確保できない時には、VM に割り当てられる物理 CPU の減少分以上に並列アプリケーションの性能が低下することが知られている。

本研究では、VM の仮想 CPU 数を最適化することで並列アプリケーションの性能を改善する pCPU-Est を提案する。

2 pCPU-Est

pCPU-Est は二つの最適化手法を提供する。一つは、VM の CPU 使用率に基づいて動的に最適な仮想 CPU 数に変更する手法である。我々の実験によると、仮想 CPU 数を変更した時にアプリケーションの実行時間と CPU 使用率の変化に相関関係が見られることが分かった。pCPU-Est は VM の仮想 CPU 数を変えながら CPU 使用率を測定し、相関関係に基づいて最適な仮想 CPU 数を決定する。一例として、仮想 CPU 数を増やしても CPU 使用率が増加しなくなれば、その時点の仮想 CPU 数を最適とする。

もう一つの最適化手法は、アプリケーションのスレッド数を減らすことによって間接的に仮想 CPU 数を減らす手法である。この手法は、スレッドが割り当てられない仮想 CPU は物理 CPU にスケジュールされないことを利用する。我々の実験によると、最適なスレッド数は常に VM が利用可能な物理 CPU 数と同数であった。ただし、スレッド数を変更できるかどうかはアプリケーション依存である。

pCPU-Est は VM が利用可能な物理 CPU 数を見積もる機能を提供する。まず、各仮想 CPU が利用できる物理 CPU の割合に基づいて、物理 CPU と仮想 CPU をいくつかのグループに分ける。物理 CPU の割り当

てに制約がなければ 1 つのグループが形成されるが、制約がある場合には複数のグループに分かれる可能性がある。そして、それぞれのグループの物理 CPU の割合を基に各 VM が利用できる平均物理 CPU 数を求める。

3 実験

VM に割り当てる物理 CPU 数を減らした時に pCPU-Est を用いて最適化を行い、NAS Parallel Benchmarks の性能を調べた。実験には 16 コアの CPU を 2 基搭載したマシンを用い、VM には 16 個の仮想 CPU を割り当てた。比較として、仮想 CPU 数を VM が利用可能な物理 CPU 数に減らす先行研究を用いた。図 1 に仮想 CPU の動的最適化の効果を示す。先行研究と比較して、BT では最大 30%、UA では最大 23%性能が向上した。スレッド数の最適化では図 2 に示すように、BT で最大 53%、LU で最大 99%性能が向上した。

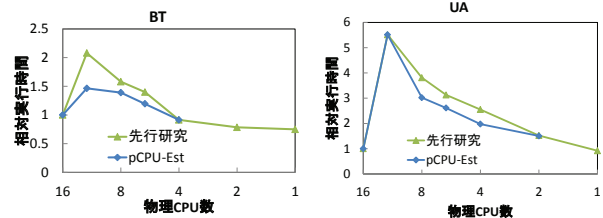


図 1: 仮想 CPU 数の動的最適化の効果

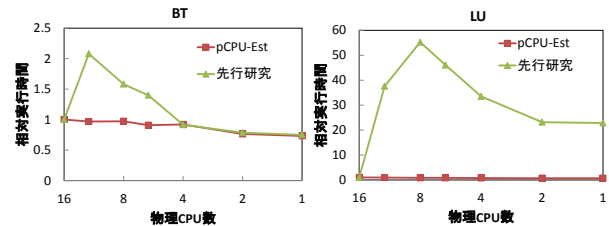


図 2: スレッド数の最適化の効果

4 まとめ

本研究では、物理 CPU が不足した場合に VM の仮想 CPU 数を最適化する pCPU-Est を提案した。今後の課題は、動的最適化において最適な仮想 CPU 数を決めるための CPU 使用率の閾値を自動的に決定できるようにし、様々な並列アプリケーションで効果を確認することである。