

情報処理学会第 80 回全国大会 に参加して

石原吉晃

Yoshiteru ISHIHARA

情報メディア学科 2017 年度卒業

1. はじめに

2018 年 3 月 13 日から 15 日にかけて開催された情報処理学会第 80 回全国大会に参加した。私は 3 月 13 日に「コンピュータシステム」というセッションで「仮想化環境におけるゲスト OS の統計情報を用いた動的メモリ割り当て」という題目で発表を行った。

2. 研究背景

近年、仮想化環境の普及により、1 台の計算機上で複数のオペレーティングシステム (OS) が動作する環境が増加している。仮想化環境でメモリの負荷が動的に変化する場合、仮想計算機 (VM) の最適なメモリ量も動的に変化し、静的なメモリ割り当てでは十分にメモリを活用することができない。そのため、この問題を解決するためには各 VM の最適なメモリ量を動的に決定し、割り当てる必要がある。

本研究では、VM 上のプロセスが使用するメモリ量とディスクキャッシュを考慮して、各 VM のメモリ量を決定し、割り当てる手法を提案する。

3. 提案手法

提案手法では、ゲスト OS が提供している情報を使用して、各 VM に対してそれぞれ最適なメモリ量を決定する。また、決定したメモリ量に基づき動的メモリ割り当てを行う。

3.1 最適なメモリ量

提案手法では、プロセスが使用するメモリ量とディスクキャッシュを考慮して最適なメモリ量を決定

する。最適なメモリ量 W は式 (1) のように、VM 上のプロセスが使用しているメモリ量と提案機構が持っている可変パラメータ $Margin\ Size$ を合計した値である。

$$W = \text{使用中のメモリ量} + Margin\ Size \quad (1)$$

使用中のメモリ量は、物理メモリが未割り当てのページも含まれている。本手法では、使用中のメモリ量を考慮して VM に最適なメモリを設定することで、VM 上のプロセスが使用するメモリ量を割り当てる。

ディスクキャッシュへの考慮は可変パラメータ $Margin\ Size$ を使用する。この値は VM が十分なキャッシュを確保できるように提案機構が決定する。

3.2 構成

提案手法では、全 VM 上で $Balloon\ Controller$ という機構が動作する。この機構は、前節で述べた $Margin\ Size$ の制御と動的メモリ割り当てを行う。

$Margin\ Size$ の制御は VM に対して UP か DOWN の状態を付与し、その状態に応じて $Margin\ Size$ の増減を行う。状態が UP の場合、キャッシュ量が増加している場合に $Margin\ Size$ を増加させる。そうでない場合は、状態を DOWN に変更する。DOWN の場合、キャッシュが増加していない、または最近使用したキャッシュが減少していない場合に $Margin\ Size$ を減少させる。そうでない場合は、状態を UP に変更する。以上の処理は状態変化の有無に関わらず一定間隔で行う。

動的メモリ割り当ては、前節で述べたように VM 上のプロセスが使用しているメモリ量と $Margin\ Size$ を合計して VM の最適なメモリ量を求めて、その値を用いてメモリ割り当てを行う。また、以上の処理は一定間隔で実行する。

提案手法では、上記のように $Balloon\ Controller$ が動作することで、プロセスが使用するメモリ量と

ディスクキャッシュを考慮して各 VM に最適なメモリ量を割り当てる。

4. 評価

本手法の有用性を確認する実験を行うために提案機構を Linux カーネルと VMM である QEMU を使用した環境に対して実装した。

実験では、1 台の物理計算機上で 2 台の VM を同時に稼働させ、各 VM でファイルの読み出しを行う計測プログラムを動作させる。

計測プログラムは 1 万個のファイルから一定数のファイルを一様分布乱数で選択して読み出しを行う。各ファイルの容量は 1 MB で、読み出し対象となるファイルの数は 10 分ごとに变化させる。読み出すファイル数の変化は各 VM で 0, 500, 0 と 500, 0, 500 のように一定数のファイル読み出しを交互に行う。さらに、読み出すファイル数は 500 から 7000 個まで变化させる。

以上の実験を提案機構を実装した環境と均等にメモリを分配した静的メモリ割り当ての環境で行い、結果を比較する。提案機構を実装した環境では各 VM のメモリ量は 3072 MB 以下で变化させ、静的メモリ割り当ての環境では、各 VM に 1536 MB のメモリを割り当てる。

図 1 に、読み出しの速度を示す。横軸は VM 上で読み出すファイルサイズ、縦軸は 1 秒間で読み出したファイルサイズを示している。読み出すファイル量が約 1500 MB 以上の時は動的メモリ割り当ての方が読み出し速度が速かった。しかし、読み出すファイル容量が約 1500 MB 未満の時は静的メモリ

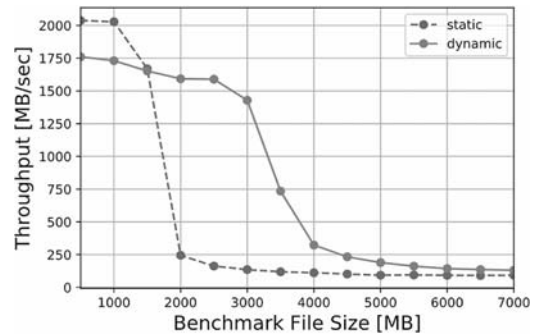


図 1 提案手法と静的メモリ割り当てのファイル読み出し速度

割り当ての方が読み出し速度が速かった。これは、提案手法が常に各 VM に割り当てるメモリ量を変化させるため、最適なメモリ量を長期間維持できないことが原因として考えられる。

結果から、読み出すファイル容量が均等に割り当てたメモリ量未満の場合は静的メモリ割り当てと比較して約 14% 性能が劣化していたが、ディスクキャッシュを考慮して VM に割り当てるメモリ量を決定することで、均等に割り当てたメモリ量以上のファイルを読み出す場合は、提案手法の方が約 9.5 倍に性能が向上した。

5. おわりに

今回の大会に参加して、本研究に対する貴重な意見を頂くことができ、新たな手法について思案することができた。また、さまざまな研究成果に触れることもでき、大変良い刺激となった。最後に今回発表するにあたり、ご指導頂いた芝公仁助教、芝研究室の皆様に深く感謝致します。