

ページフレーム回収に伴う OS ノイズの除去

石 黒 駿^{†1} 村 上 じゅん^{†1} 大 山 恵 弘^{†1,†2}

1. はじめに

アプリケーションの計算時間は、OS ノイズの影響により増加する。HPC アプリケーションは並列で実行されることが多いが、同期をとる際に 1 つでも完了していない計算があると、それにつられて全体の計算時間が長くなってしまふ。計算が同時に完了しない原因として、割り込み処理や OS カーネルのデーモンによる処理が不定期に実行されることが挙げられる。本研究では、ページキャッシュに起因する OS ノイズとしてページフレーム回収処理に着目し、回収回数を削減することで OS ノイズを除去した。その結果、アプリケーション実行中にファイルを読み込んだ場合でも、アプリケーションへの影響を減らすことができた。

2. OS ノイズ

Linux では、空きメモリが少なくなった場合に、ファイルデータなどのキャッシュとして利用されているページを回収して空きメモリを確保する仕組みがある。これは kswapd というカーネルスレッドにより行われる。大きなサイズのファイルを読み込むと、そのデータはページキャッシュにキャッシュされるが、メモリが不足した場合は古いキャッシュが kswapd により回収され再利用される。ファイルを読み続けると、メモリ不足とページフレームの回収が交互に発生し、頻繁に kswapd が実行される。kswapd がアプリケーション実行中のコアで動作することにより、そのコアでの計算完了が遅れ、ノイズとして計算時間に現れる。

3. 提案手法

kswapd によるノイズは、一度に回収するページフレーム数が少ないので、空きメモリ不足が頻発することによって発生する。したがって、本手法では一度に回収するページフレーム数を増やし、回収する回数を削減することで、kswapd によるノイズを除去した。

実装では、カーネルスレッドにより空きページ数を監視し、空きページ数が一定数を下回った場合、kswapd

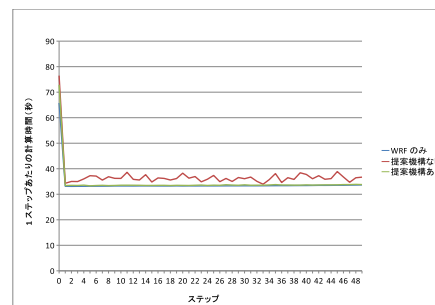


図 1 WRF の 1 ステップの計算時間

と比べて大きなサイズでページフレームを回収した。これにより、kswapd が呼び出される前に空きメモリが確保され、kswapd が頻繁に動作することはなくなる。

4. 評価

アプリケーションとファイル読み込みを同時に実行し、アプリケーションの計算時間を計測した。アプリケーションとして、気象シミュレーションの WRF を用い、ファイルの読み込みは 100GB のファイルをシーケンシャルに read し続けた。実験環境は、CPU が Intel Core i7-3930K 3.20GHz(6 コア)、メモリが 32GB、HDD が SATA 接続の 7,200rpm である。WRF は 5 スレッドで実行し、残りのコアをファイルの読み込み用とした。1 ステップあたりの計算時間を図 1 に示す。提案手法を用いると 7.3% 計算時間が短縮された。

5. 現状と今後

アプリケーション実行中のファイル読み込みによる計算時間への影響を削減した。今後は、ファイルへの書き込みによる影響を削減することを目指す。

謝 辞

本研究を行うにあたって、有益な助言を頂いた筑波大学建部研究室の方々に深く感謝する。また本研究は、科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業 (JST CREST) の研究課題「ポストペタスケールデータインテンシブサイエンスのためのシステムソフトウェア」の支援を受けている。

^{†1} 電気通信大学

The University of Electro-Communications

^{†2} 独立行政法人科学技術振興機構, CREST

JST, CREST