

ファイルサイズとアクセス頻度を用いた プログラム実行環境の移送手法

黒木 勇作[†] 大西 史洋[†] 横山 和俊[†] 谷口 秀夫[‡]

高知工科大学情報学群[†] 岡山大学大学院自然科学研究科[‡]

1. はじめに

クラウドコンピューティング環境は、広域分散システムとして実現されることが多く、その効率的な利用のため、アプリケーションプログラム(以下 AP と略す)の実行環境を別の計算機へ移送することが頻繁に発生する。移送方式の代表的な手法としては、仮想マシンを移送する方法があるが、この手法では仮想マシン上の全ファイルを移送させるため、目的の AP が必要とするファイル以外のファイルも移送先に転送させる必要があり、時間や移送サイズの面から非効率的である。そこで、我々はファイルのアクセス情報を基にしたプログラム実行環境の移送方式を提案している[1]。提案方式では、AP のファイルアクセスを監視し、AP と AP が利用するファイル群を特定する。その後、特定したファイル群を転送する。この転送は AP を動作させたまま行うフェーズと、AP を停止させて行うフェーズがある。全てのファイルを一度に転送する場合に比べて AP の停止時間を抑えることができるが、転送を行ったファイルに対し更新が発生した場合、再送が必要となる。本稿では、ファイルの転送順序が、再送量や AP 停止時間に与える影響を評価し、どの順序の転送が適しているかを明らかにする。

2. 提案方式

提案方式について説明する。提案方式では AP のファイル群へのアクセス情報を監視する特定ステップと、特定したファイル群の転送を行う転送ステップの 2 ステップから構成される。

2.1 特定ステップ

転送対象となる AP のファイルへのアクセスを監視し、その AP が利用するファイル群を、この

ステップで特定し転送対象とする。具体的には AP が発行する open システムコールを、十分な時間監視し、ファイル名とアクセス種別(Read-Only, Read-Write)を記録する。記録した情報から転送対象となるファイルを決定する。この時、対象となるファイルを転送することで、影響を受ける他のファイルとの共有関係を追跡し、これらのファイルも一括して転送対象とする[1]。

2.2 転送ステップ

このステップでは特定ステップで特定したファイル群を転送する。転送ステップでは、AP を動作させたまま転送を行う「プリコピーフェーズ」と、AP を停止させて転送を行う「最終コピーフェーズ」の 2 段階で全てのファイルの転送を行う。プリコピーフェーズであらかじめファイルを転送しておくことで AP 停止時間を短縮することができるが、プリコピーフェーズにおいて転送中に転送済のファイルに対して更新が発生した場合、そのファイルを再送する必要があるという問題がある。この問題に対し、固定サイズのメモリブロックを対象として、再送を抑制する研究が行われている[2]。しかし、この手法では可変サイズのファイルへ適用することが難しい。そのため我々は、ファイルサイズとアクセス頻度から、ファイルの転送順序を制御し、プリコピー量とファイルの再送を抑制する手法の研究を行っている。

本稿では、どのような転送順序が、最終コピー量を一定以下に保証した上で、プリコピー量がより少なくなるかどうかを評価し、明らかにする。

3. 評価

3.1. 評価項目

転送順序の違いによる移送結果への影響を、シミュレーションにより評価した。既存手法として文献[2]の方式をファイルに適用したものをを用いる。既存手法では、AP を動作させながら全ファイルを順に転送する。全ファイルを転送した時点で反復回数 1 回とし、もう一度初めのファイルから順に確認し、更新があったファイルの再送を行う。なお既存手法では、反復回数が

Migration method of program execution environment
using file size and access frequency

Yusaku Kurogi[†], Fumihiko Ohnishi[†]

Kazutoshi Yokoyama[†], Hideo Taniguchi[‡]

[†]School of Information, Kochi University of
Technology

[‡]Graduate School of Natural Science and Technology,
Okayama University

表1 ファイルデータセット

サイズ	R-O	R-W	R-O 合計	R-W 合計
200KB	350	3500	70MB	700MB
400KB	300	3000	120MB	1200MB
800KB	200	2000	160MB	1600MB
1600KB	100	1000	160MB	1600MB
3200KB	50	500	160MB	1600MB
合計	1000	10000	670MB	6700MB

一定回数となっているため、本稿では10回に固定して比較を行う。

評価に用いたファイルのデータセットを表1に示す。上記データセットのように5種類のサイズのRead-Onlyファイル(ROと略す)とRead-Writeファイル(RWと略す)を用意した。RWに対しては、全体に均等にアクセスが発生するパターンと、全体に1:10:10:79の比率でアクセスが発生するパターンの2パターンを設定した。このときのファイルサイズの配分は均等に設定している。

ネットワーク帯域は5Mbpsを想定し、Writeシステムコール500回を1周期として周期ごとに転送順序を更新し、アクセスが均等の場合、最終コピー量が5500MB以下になった場合に終了、アクセス1:10:10:79の場合、最終コピー量が5000MB以下になった場合に終了とする。また、最終コピー量にかかわらず、周期回数が300回となった場合、最終コピーフェーズへと移行する。

本稿では以下の4つの場合を評価する。なお、いずれの場合においても、ROは最優先で転送するものとする。

- 既存手法
- ファイルサイズの降順
- ファイルサイズの昇順
- アクセスされた回数の昇順

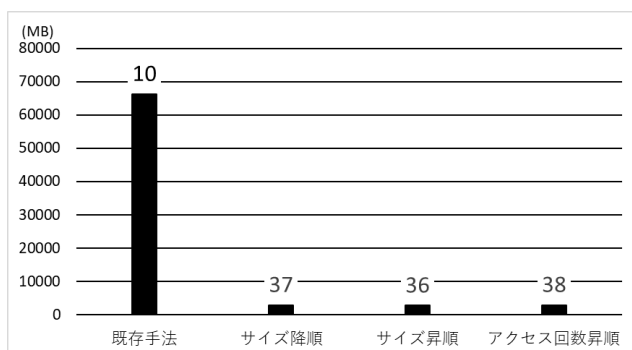


図1 ファイルアクセスが均等の場合

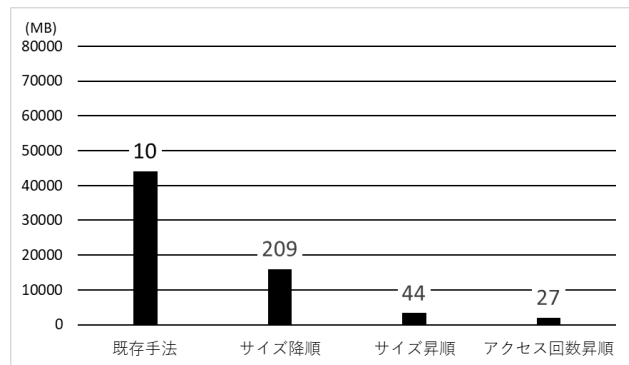


図2 ファイルアクセスが偏った場合

3.2. 評価結果と考察

評価結果を図1, 図2に示す。両グラフともにグラフ上部の数字は反復回数または周期回数を示している。

図1を見ると、アクセスが均等である場合では、転送順序に関わらずプリコピー量に大きな差が見られない。これは更新されるファイルが完全にランダムであり、どの順序で転送した場合でも再送の発生確率は等しくなり、順序による各転送量の差が小さいためだと考えられる。

図2を見ると、アクセスが偏る場合では、ファイルサイズの小さいものから転送するとより早く目的の最終コピー量へと到達している。これはアクセス率の高いファイルを、再送を無視して何度も転送することにより、ファイルサイズが大きいと、より早く再送量が転送量を上回ってしまうためであると考えられる。

4. おわりに

本稿では、転送順序によりファイルの転送結果にどのような影響が表れるのかを明らかにした。残された課題として、再送を抑制した状態での転送順序別の転送量の評価、実アプリケーションのファイルアクセスを用いた評価がある。

謝辞

本研究の一部は、科研費(17K00107)の支援を受けて実施しています。

参考文献

[1] 畑翔太, 谷村直哉, 横山和俊, “ファイルの共有関係に着目した移送するプログラムと実行環境の特定方法”, 情報処理学会研究報告, Vol. 2015-DPS-164, No. 11, pp. 1-6 (2015).

[2] 中井新太郎, 川島龍太, 斎藤彰一, 松尾啓志, “更新履歴に基づいたメモリページ転送順序スケジューリングによる仮想マシンライブマイグレーションの高速化”, 情報処理学会論文誌, Vol. 56-No. 2, pp. 516-524 (2015).