

## 広域ライブマイグレーション時間短縮法の提案

小峰 瞭芽\*<sup>1</sup>, 栗林 伸一\*<sup>2</sup>

Reducing live-migration time over a wide area

Ryoga KOMINE\*<sup>1</sup> and Shin-ichi KURIBAYASHI\*<sup>2</sup>

(Received February 28, 2011)

### 1. はじめに

クラウドコンピューティング環境においては、サーバ資源の効率的利用、動的な負荷分散、障害時の迅速な復旧が求められ、その対策の1つとして仮想マシンのライブマイグレーション技術が注目を浴びている<sup>[1][3]</sup>。仮想マシンの移動は同一拠点内だけでなく、広域に実施されることも想定しておく必要がある。遠隔地に仮想マシンが移動すると、ネットワーク遅延の増加や帯域の減少などにより、通信性能劣化が起こる可能性がある。この広域ライブマイグレーション後の通信性能劣化を防止するため、筆者らはWAN高速化機能をネットワーク内で自動的に適用する方式を提案し、動作検証も含めその有効性を明らかにした<sup>[4]</sup>。ただし、遠隔地に仮想マシンが移動する時間自体の短縮は対象外としていた。

本論文では、広域ライブマイグレーションにおけるマイグレーション時間短縮を目的に、文献(4)と同様にWAN高速化機能を移動元マシンと移動先マシン間のメモリデータ転送に適用する方式を提案し、その有効性を評価する。以後仮想マシンを「VM」と記述する。

### 2. WAN高速化装置導入によるマイグレーション時間短縮法

ライブマイグレーションの仕組みは仮想化システム毎に異なるが、概ね以下のように実施される。

ライブマイグレーションが開始されると、移動元のVMは動作を継続しつつ、移動先にVMのメモリ転送を開始する。移動元でVMは動作し続けるため、転送したメモリ内容と、メモリ転送が完了した時点でのVMのメモ

リ内容は異なる。このため、メモリ転送完了後、追加でメモリの変化分転送を行う。移動元と移動先のメモリ内容の差分が十分に小さくなった時点で、移動元VMを停止し、メモリの差分を同期させ、移動先VMに切り替える。

このような仕組みであるため、遅延が大きいネットワークでは、マイグレーション時間が長くなったりマイグレーションそのものが成立しない可能性がある<sup>[5]</sup>。そこで今回は、図1に示すように、移動元VMと移動先VM間のメモリ転送にWAN高速化装置を適用し、メモリ転送時間を短縮することでマイグレーション時間を短縮する方式を提案する。

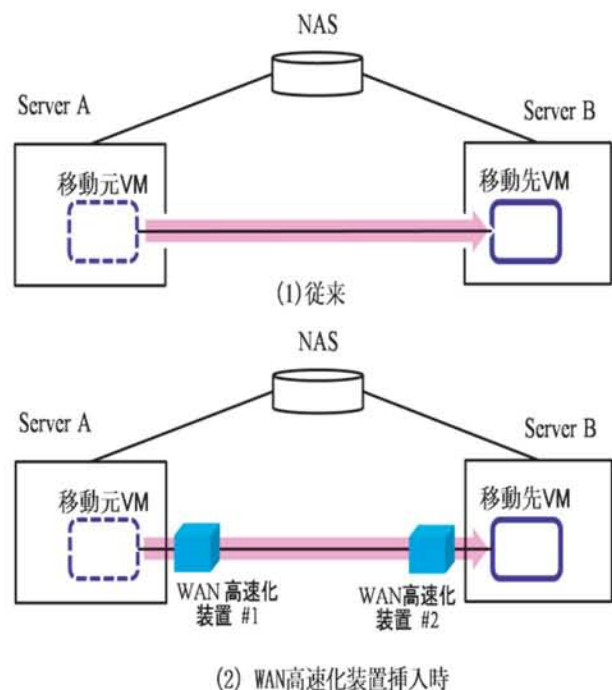


図1 広域ライブマイグレーションにおける移動元VMと移動先VM間へのWAN高速化装置適用イメージ

\*<sup>1</sup>: 情報科学科4年生

\*<sup>2</sup>: 情報科学科教授 (kuribayashi@st.seieki.ac.jp)

### 3. 提案方式の有効性評価

#### 3.1 評価システムの構成

今回使用した評価システムを図2に示す。文献(4)で実施した動作検証システムを流用して構築した。今回もライブマイグレーションに必要な設定が他の仮想化システムに比べて複雑でないVirtualBox<sup>[6]</sup>を前提とした。VirtualBoxのテレポート機能がライブマイグレーションに対応する。各装置の仕様を以下に示す。

<サーバ>

- ・CPU: Intel Core™ i5
- ・OS: Windows 7
- ・仮想化システム: VirtualBox 4.0.16
- ・仮想OS: Windows XP
- ・LANインタフェース速度: 100Mb/s

<クライアント>

- ・CPU: Intel Core™ i5
- ・OS: Windows 7
- ・LANインタフェース速度: 100Mb/s

<NAS>

- ・1TB×2
- ・LANインタフェース速度: 100Mb/s

<ネットワークエミュレータ>

- ・最大 100Mb/sでパケット遅延を発生

<WAN高速化装置>

Steelhead (Riverbed社製)。最大スループット 1 Mb/s

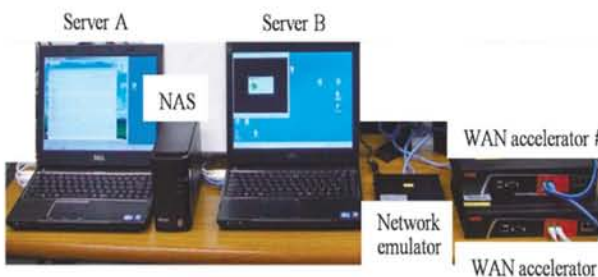


図2 評価システム構成の概要

#### 3.2 評価条件と評価結果

(1) 評価条件

- ・ネットワークエミュレータを用いたネットワーク遅延はサーバA (移動元VM) →サーバB (移動先VM) の片方向だけに設定する。
- ・VM上で動作するアプリはない状態でライブマイグレーションを実施する。
- ・今回は、10分以上経過してもライブマイグレーションが完了しない場合は「マイグレーション不成功」と判断する。

(2) 評価結果と考察

評価結果を表1に示す。表1の遅延時間は、サーバAからサーバB方向だけにネットワークエミュレータで追加した遅延時間を示す。また、“遅延時間:80ms, WAN高速化装置なし”の条件で測定した総マイグレーション時間で正規化した値を測定時間として表示している。今回の評価環境では、WAN高速化装置導入は総マイグレーション時間短縮よりも、長い遅延時間までライブマイグレーションに対応できる効果が大きいと言える。

表1. 総マイグレーション時間の測定結果

遅延時間(片方向, 固定)ms	80	110	140	160	200	220	240	260
WAN高速化装置なしの総マイグレーション時間ms	1.0	*	*	*	*	*	*	*
WAN高速化装置ありの総マイグレーション時間ms	0.92	1.18	1.47	1.52	3.23	2.76	3.36	5.32

\* :ライブマイグレーション不成功

注)測定時間は、遅延時間80ms, WAN高速化装置なし, を条件に実施した時間で正規化

### 4. むすび

広域ライブマイグレーションにおいて、移動元VMと移動先VM間のメモリ転送にWAN高速化装置を適用することにより、長い遅延時間までライブマイグレーションに対応でき、マイグレーションの活用範囲を一層拡大させることが期待できることを明らかにした。

今回は仮想化システムとしてVirtualBoxを前提としたが、他の仮想化システムも想定した詳細検討が今後必要である。また、仮想マシン上で様々なアプリケーションが稼働中の状態を想定した評価も必要である。

### 参考文献

- [1] 広淵、中田、伊藤、関口：“瞬間的な実行ホスト切り替えを可能とする仮想マシンの高速ライブマイグレーション機構”、Internet Conference 2009.
- [2] 渡邊、大東、近堂、西村：“IP モビリティと複数インタフェースを用いたグローバルライブマイグレーション”、電子情報通信学会論文誌. B, 通信 J93-B(7), pp.893-901, 2010.7
- [3] M. R. Hines and K. Gopalan, “Post-copy based live virtual machine migration using adaptive pre-paging and dynamic self-ballooning”, in Proceedings of the

ACM/Usenix international conference on Virtual execution environments (VEE'09), 2009, pp. 51-60

- [4] 小峰、栗林：“mSCTP を用いた広域ライブマイグレーション後の性能劣化防止策”、電子情報通信学会 ICM 研究会 (2013.3)
- [5] 楠畑、益井、飯田：“通信回線の品質が仮想マシンのライブマイグレーションの品質に与える影響の調査”（東工大）、電子情報通信学会 IA 研究会 IA2009-98 (2010.3)
- [6] VirtualBox <https://www.virtualbox.org>