

## 遠隔ライブマイグレーションによる VM 上プロセスの性能に関する考察

## A Study of Performance of processes in Wide-area Live Migration

久野 陽介<sup>†</sup> 山口 実靖<sup>†</sup>

Yosuke KUNO Saneyasu YAMAGUTI

## 1. はじめに

クラウドコンピューティングや、仮想化技術を用いたサーバ統合の普及により、VM のマイグレーションが広く行われるようになった。マイグレーションにはライブ型と非ライブ型がある[1]。ライブ型マイグレーションを用いると VM 上のプロセスはマイグレーション中でも処理を継続できるが、ライブマイグレーション中は VM の性能が大きく低下してしまう可能性がある[2]。クラウドの普及により、今後はクラウドシステム間の遠隔ライブマイグレーションが重要になると考えられる。

本稿では、遠隔ライブマイグレーション中の VM の性能を示し、遅延時間のマイグレーション中 VM 上プロセス性能に与える影響について考察する。

## 2. VM のマイグレーション

Xen における VM のマイグレーションでは、あるホスト上で動作状態にある VM を別のホスト上に移動させ、移動先ホストで動作を再開させる。

非ライブ型マイグレーションはマイグレーション元ホストにて VM の動作を停止させから VM データのコピーを開始し、コピーが完了した時にマイグレーション先ホストで VM を再開させる。よって VM は長時間停止する。

ライブ型マイグレーションでは、VM を停止させずに VM データのコピーを開始する。コピー中も VM は移動元にて動作を続けるため、コピーが完了した時点でマイグレーション元 VM の状態が変わっており、コピー開始後に変化した差分を追加で転送する。そして、コピー元とコピー先のイメージ差異が十分に小さくなった時点で仮想マシンを停止し、差分をコピーし同期する。同期が完了したらマイグレーション先で VM が動作し再開する。VM 停止時間は非常に短い、マイグレーション時間の増加、マイグレーション中の処理性能の低下、ワークメモリの確保等の欠点も存在する。

## 3. 基本性能測定

DUMMYNET を用いて図 1 の様な遅延環境を構築し、遠隔マイグレーションの性能を測定した。VM のストレージは iSCSI-Target に保存されている。各計算機の仕様は表 1 の通りである。遅延時間は 0[ms], 4[ms], 16[ms], 64[ms] と変化させた。素のソケット通信で各遅延時間にて得られた性能は表 2 の通りであり、これが各実験の限界通信性能と言える。

まず VM 上に負荷が掛かってない場合のマイグレーション時間を測定した。次に VM 上プロセスの基本性能測定として、CPU 演算中にマイグレーションを行った時の処理時間と処理速度の測定をした。CPU 演算は整数の加算を 1 億 2 千万回繰り返すものである。また、I/O 性能評

<sup>†</sup>工学院大学大学院工学研究科電気・電子専攻  
Graduate School of Electrical and Electronics  
Engineering, Kogakuin University

表1 実験環境

	OS	CPU	Memory [MB]	HDD [GB]
Host OS	CentOS 5.3 x86_64	AMD Athlon 1640B	4092	160
iSCSI-T target	CentOS 5.3 x86_64	AMD Athlon 1640B	1024	2000
VM	CentOS 5.4 x86_64	AMD Athlon 1640B	1024	50

表2 ネットワーク環境

delay[ms]	throughput[MB/s]
0	840.2
4	609.61
16	151.79
64	104.29

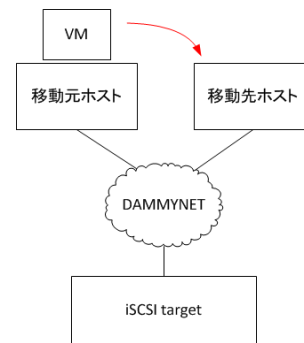


図1 遅延環境構成図

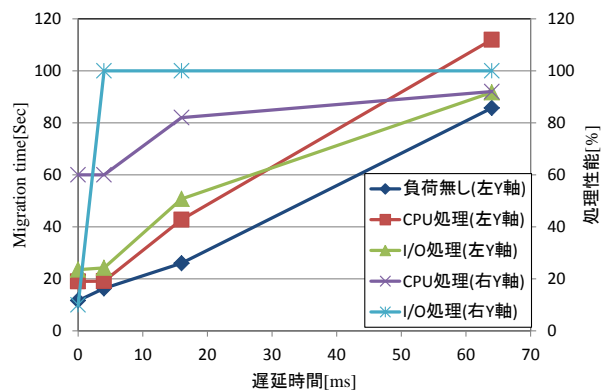


図2 マイグレーション時間

価として VM 上に作成した 10[GB]ファイルに対して 4[GB]の Sequential-Read を行い、アクセス中にマイグレーションを行った時の性能測定をした。負荷無し、CPU 処理、I/O 処理のマイグレーション時間および、CPU 処理、I/O 処理のマイグレーション中の性能を図 2 に示す。マイグレーション時間は左の Y 軸、性能は右の Y 軸に示す。マイグレーション中の性能は、ライブマイグレーションを行っていないときの性能を 100%として相対性能である。

また、CPU 処理、I/O 処理のライブマイグレーション前、中、後の性能を図3, 4, 5, 6に示す。

#### 4. 考察

図2の結果より、遅延時間が増えることにより負荷無し、CPU 処理、I/O 処理のいずれの場合もマイグレーション時間も増加していることが分かる。

図3, 4の結果より遅延時間 4[ms]ではライブマイグレーションによる CPU 処理性能の低下は約 40%程度であり、遅延時間 64[ms]ではライブマイグレーションによる CPU 処理性能の低下は約 8%であり、通信性能が低い結果の方がマイグレーション中の性能が高いことがわかる。これは通信性能の低下によりマイグレーション負荷が軽減され、結果として CPU 処理の性能が向上したと考えられる。

図5, 6の結果より遅延時間 4[ms]と遅延時間 64[ms]と比べると遅延時間が増え通信速度が低下すると、処理速度が低下していることがわかる。しかし CPU 処理と異なり遅延がある環境では、遅延時間に依らずマイグレーション中の I/O 性能は大きな低下はしないことがわかった。

#### 5. まとめ

本稿では遠隔ライブマイグレーションを想定し、遅延装置として DUMMYNET を用いて遠隔地におけるマイグレーション中の VM 上プロセスの基本性能測定を行った。

測定の結果、CPU 演算処理では遅延時間を増加させ通信性能が低いときの方がマイグレーション中の性能が高いことが分かった。I/O 処理を動作させる場合は性能が通信性能に依存し、遅延がある場合はライブマイグレーション中の性能劣化は小さいことが分かった。

今後は複数台 VM 環境にて調査し、マイグレーション負荷を軽減させて遠隔ライブマイグレーション中の VM 上のプロセス性能を向上させる手法について検討する予定である。

#### 謝辞

本研究は科研費 (22700039) の助成を受けたものである。

#### 参考文献

- [1]David Boutcher and Abhishek Chandra, "Does Virtualization Make Disk Scheduling Passé?", SOSP Workshop on Hot Topics in Storage and File Systems (HotStorage '09)
- [2]久野陽介, 山口実靖, "ライブマイグレーション仮想計算機の性能に関する考察" FIT2010 B-031
- [3]T. Hirofuchi, H. Ogawa, H. Nakada, S. Itoh, and S. Sekiguchi, "A Transparent Storage Relocation Mechanism for Wide-area Live Migration of Virtual Machines," IPSJ Transactions on Advanced Computing Systems Vol. 2 No. 2 pp.152-165 (2009) (in Japanese)
- [4]M. Hines, U. Deshpande, and K. Gopalan, "Post-Copy Live Migration of Virtual Machines,"
- [5]R. Bradford, E. Kotsovinos, A. Feldmann, H. Schioberg, "Live Wide-Area Migration of Virtual Machines Including Local Persistent State,"
- [6]C. Carl, K. Fraser, S. Hand, J. Hansen, E. Jul, C. Limpach, I. Pratt, A. Warfield, "Live Migration of Virtual Machines", USENIX Association NSDI '05: 2nd Symposium
- [7]T. Hirofuchi, T. Yokoi, T. Ebara, Y. Tanimura, H. Ogawa, H. Nakada, Y. Tanaka, and S. Sekiguchi, "A Multi-Site Virtual Cluster System over WAN," SACSIS 2008, pp. 333-340 (2008)
- [8]A. Kivity, Y. Kamay, and D. Laor, "KVM: the linux virtual machine monitor." In Proc. of Ottawa Linux Symposium (2007)
- [9]M. Nelson, B. Lim, and G. Hutchins, "Fast transparent migration for virtual machines," In Usenix, Anaheim, CA (2005), pp. 25-25

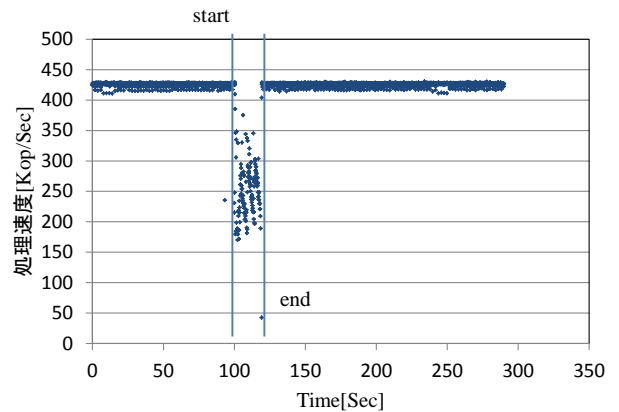


図3 CPU性能(遅延時間[4ms])

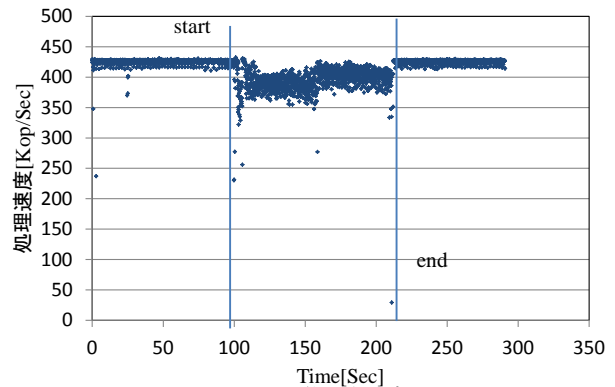


図4 CPU性能(遅延時間[64ms])

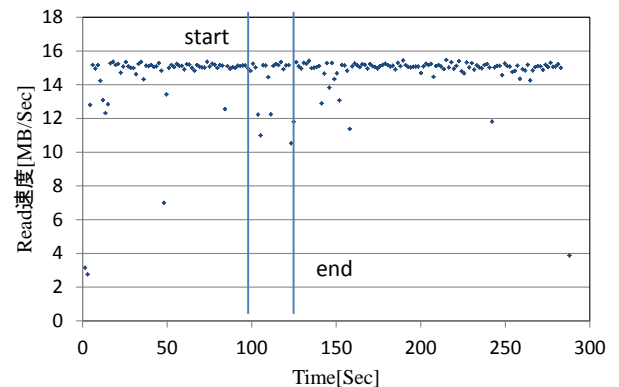


図5 I/O性能(遅延時間[4ms])

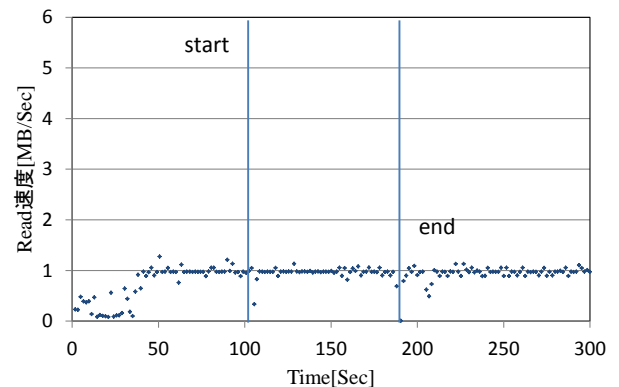


図6 I/O性能(遅延時間[64ms])