

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

A Study of Performance of Virtual Machines in Live Migration

久野 陽介[†] 山口 実靖[‡]
Yosuke KUNO Saneyasu YAMAGUTI

1. はじめに

現在、仮想化技術を用いたサーバ統合環境やクラウドコンピューティング環境の多くで VM(仮想計算機)を用いた計算や処理、そして VM のマイグレーションが行われており、注目されている[1].

VM のマイグレーションには、ライブ型マイグレーションと非ライブ型マイグレーションがあり、前者は VM の性能は低下するが動作の停止時間が短く、後者は VM の停止時間が長いが動作中は性能が低下しないという特徴を持つ。性能向上のためには、両者を適切に選択することが重要となる。本稿では、代表的な仮想機械システムである Xen を用いて、マイグレーションの基本性能測定を行い、マイグレーションが VM 上のプロセス性能に与える影響を定量的に考察する。

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。

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 が動作し始める。ライブ型マイグレーションには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

2 台のホストから iSCSI-Target 上の VM イメージにアクセスできる環境を構築し、VM にメモリ 1[GB]を割り与えた時の、ライブ型マイグレーションと非ライブ型マイグレーションの基本性能測定を行った。実験環境は表 1 の通りである。

まず、VM に負荷がかかっていない場合のマイグレーション時間を測定した。結果を図 1 に示す。図 1 よりメモリ量の増加に伴いデータ量が増加し、マイグレーション時間が増加することが分かる。

[†]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

[‡]工学院大学情報通信工学科 Department of Information
of Communications Engineering, Kogakuin University

次に、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。測定結果図 2, 3 に示す。また、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。測定結果を図 4, 5 に示す。

表1 実験環境

	OS	CPU	Memory [MB]	HDD [GB]	Network [Gbps]
ホスト 計算機	CentOS 5.3 x86_64	AMD Athlon 1640B	3072	160	1
iSCSI- Target	CentOS 5.3 x86_64	AMD Athlon 1640B	1024	2000	1
VM	CentOS 5.4 x86_64	AMD Athlon 1640B	1024	50	1

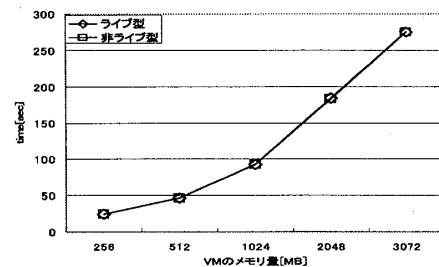


図1 マイグレーション時間

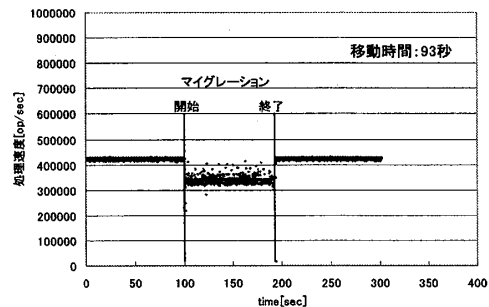


図2 CPU演算中のライブ型マイグレーション

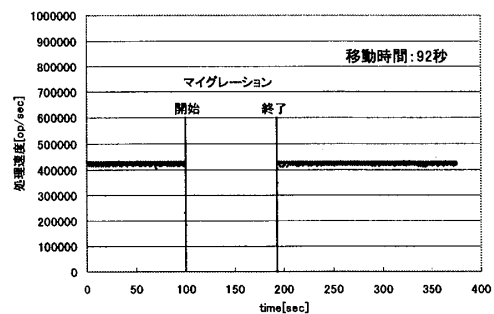


図3 CPU演算中のライブ型マイグレーション

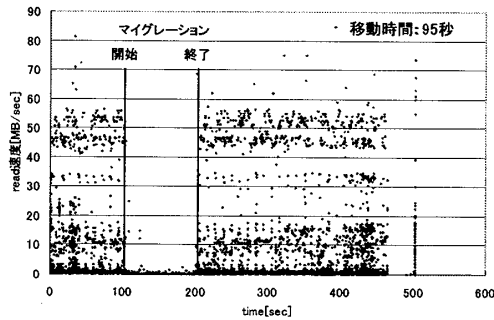


図4 Sequential-Read 中の
ライブ型マイグレーション

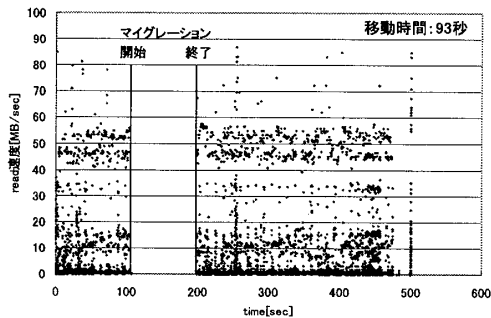


図5 Sequential-Read 中の
非ライブ型マイグレーション

図 2, 3 の結果から、ライブマイグレーションの実行による CPU 演算の処理性能の低下は約 15%程度であり、VM の動作を停止してしまう非ライブ型マイグレーション(処理時間 375 秒)よりも、マイグレーション中も処理を継続するライブ型マイグレーション(処理時間 302 秒)の方が短い時間で処理を終えることが可能であることが分かった。また、図 4, 5 の結果から、ライブ型マイグレーション実行中の Sequential-Read 性能は、通常時(マイグレーションを行っていないとき)の約 1%となり、ライブ型マイグレーション実行中に処理される Sequential-Read の量は非常に少ないことが分かる。Sequential-Read 処理の総時間を比較するとライブ型マイグレーション時が 462 秒、非ライブ型マイグレーション時が 471 秒であり、処理時間ではライブ型マイグレーションが優れていることが分かる。

4. 低速通信環境における基本性能測定

遠隔地に対してマイグレーションを行う場合などは、通信速度が LAN などと比較して低くなることが予想される。ネットワーク速度が 10[Mbps]である環境にて、VM にメモリ 1[GB]を割り与えた時のライブ型マイグレーションと非ライブ型マイグレーションの基本性能測定を行った。通信速度以外の測定環境は 3 章と同一である。

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、ライブ型マイグレーションと非ライブ型マイグレーションの比較を行った。測定結果を図 6, 7 に示す。結果から、ライブ型マイグレーションでは通信中も CPU 演算を行うため低速通信環境でも性能の低下が少なく、非ライブ型マイグレーションでは VM の停止時間が長くなり処理時間が大幅に伸びていることが

分かる。また図 2, 6 を比較してみると、通信性能が低い図 6 の方が、演算完了時間が短くなっている。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 VM 上で動作する処理の性能が向上したと考えられる。また Sequential-Read 処理の総時間を比較するとライブ型マイグレーション時が 4587 秒、非ライブ型マイグレーション時が 4438 秒となり非ライブ型マイグレーションが短い時間で処理を終えることが分かった。

以上より、CPU 演算がメインの処理ではライブ型マイグレーションが優れ、I/O がメインの処理では優劣が通信速度に依存することが分かった。

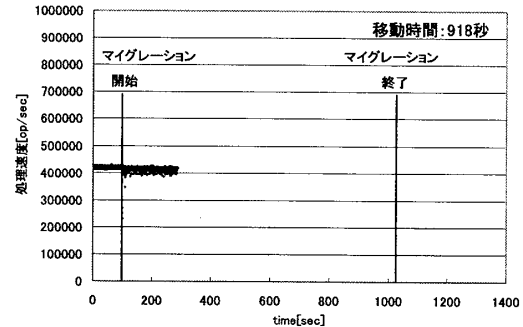


図6 Network 低速時の CPU 演算中の
ライブ型マイグレーション

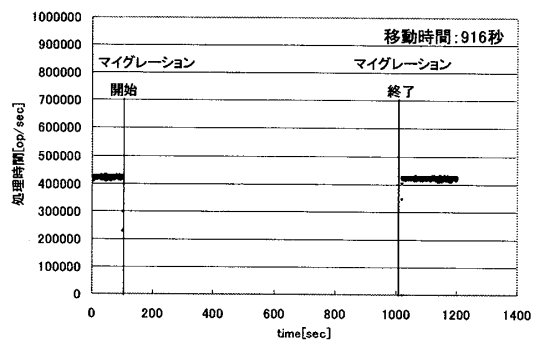


図7 Network 低速時の CPU 演算中の
非ライブ型マイグレーション

5. まとめ

本論文では、仮想機械システム Xen のマイグレーション技術を用いて、ライブ型マイグレーションと非マイグレーションの基本性能測定を行った。測定の結果、CPU 演算処理を VM 上で動作させる場合はライブ型マイグレーションの方が良い処理性能が得られること、I/O 処理を動作させる場合、優劣は通信性能に依存することが分かった。

今後はマイグレーション負荷を軽減させて VM 上の処理の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 Boucher and Abhishek Chandra, "Does Virtualization Make Disk Scheduling Passé?", SOSP Workshop on Hot Topics in Storage and File Systems (HotStorage '09)