

ライブマイグレーション時における VM 上プロセスの I/O 性能劣化に関する考察

久野 陽介† 山口 実靖†

†工学院大学大学院 工学研究科電気・電子工学専攻

1. はじめに

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)を用いた処理, VM のマイグレーションが行われている. また, 今後はプライベートクラウドとパブリッククラウド間の遠隔マイグレーションが行われるようになると考えられる.

VM のマイグレーションには, ライブ型と非ライブ型があり, 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, マイグレーション中の VM の I/O 性能の劣化について考察する.

2. マイグレーション中 VM の I/O 性能の評価

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. この環境で VM のライブ型と非ライブ型のマイグレーションを行い, VM 上のプロセスの I/O 性能測定を行った. 実験環境は表 1 の通りである. VM 上に作成した 10[GB]ファイルに対して 4[GB]のシーケンシャルリードを行い, アクセス中にマイグレーションを行った. 測定結果を図 1, 2 に示す. 結果から, ライブ型マイグレーション実行中の I/O 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 10%であり, 大きな性能劣化が発生することが分かる. また, マイグレーション時間はほぼ同じだが, I/O 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, 総処

表 1 実験環境

	OS	CPU	Memory [MB]	HDD [GB]	Network [Mbps]
Xen	CentOS 5.3 x86_64	AMD Athlon 1640B	3072	160	100
iSCSI-Target	CentOS 5.3 x86_64	AMD Athlon 1640B	1024	2000	100
VM	CentOS 5.4 x86_64	AMD Athlon 1640B	1024	50	100

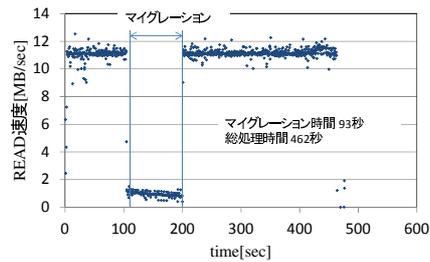


図 1 I/O 性能(ライブ型マイグレーション)

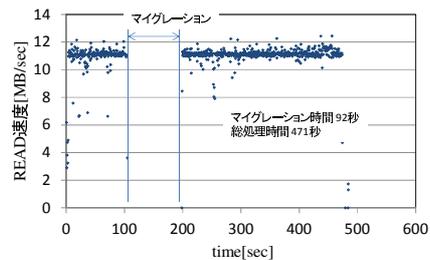


図 2 I/O 性能(非ライブ型マイグレーション)

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.

3. 低速通信環境における性能

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, ライブ型と非ライブ型のマイグレーション時の VM 上のプロセスの I/O 性能測定を行った. 通信速度以外の測定環境は 2 章と同一である.

測定結果を図 3, 4 に示す. 100Mbps 環境と同様に, ライブ型マイグレーション中は I/O 性能が著しく低下することが分かる. また総時間を比較すると 100Mbps 環境とは異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る.

4. 考察

図 1, 3 の結果より, ライブ型マイグレーション実行中の VM の I/O 処理の性能が大きく低下

していることがわかる。マイグレーション前、マイグレーション中、マイグレーション後の VM-iSCSI target 間の通信速度、移動元ホスト-移動先ホスト間の通信量を図 5, 6 に示す。前者が VM プロセスの I/O, 後者がマイグレーションデータ転送量である。図より、マイグレーション開始前は VM の I/O 処理がネットワークインフラの上限(100Mbps)に近い量の資源を消費しているが、マイグレーション中は大幅に消費資源量を減らしていることが分かる。また、マイグレーション中はマイグレーション処理が上限に近い性能を得ていることが分かる。これより、マイグレーションによる通信処理の発生が VM 上プロセスの通信の性能の低下の原因と考えることができる(全二重通信であるため、移動元の”送信”速度が 100Mbps に近い値であっても、移動元の”受信”は可能である)。

次に、ホスト OS における通信が VM 上プロセスの通信にどの程度の影響を与えるかを調査した。ホスト A とホスト B を用意しホスト A 上に VM を稼働させ、ホスト A ホスト OS とホスト B 間の通信と、ホスト A ゲスト OS とホスト B 間の通信を同時に発生させてそれぞれの速度を計測した。測定は netperf を用いて行った。結果を表 2 に示す。表中の矢印はパケットの送信方向を示す。表より、ホスト OS 上のプロセスが通信を行うと、VM プロセスの通信性能が大きく低下してしまうことが分かった。特に、VM の受信処理の性能が大きく低下することが確認された。次に、VM-iSCSI target 間で netperf 通信を行いながら VM のマイグレーションを行った。その時の性能を図 6 に示す。同様にマイグレーション処理が発生することにより VM の通信速度が大きく低下することが確認された。これらが、VM プロセスの性能低下の大きな原因の 1 個であると考えられる。

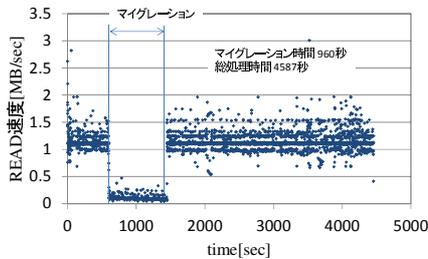


図 3 低速通信環境における I/O 性能 (ライブ型マイグレーション)

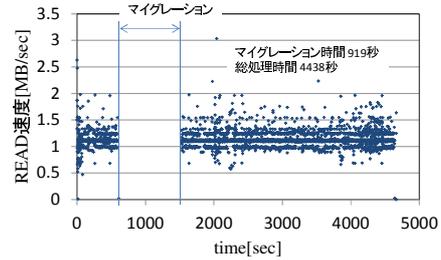


図 4 低速通信環境における I/O 性能 (非ライブ型マイグレーション)

表 2 通信速度

	通信速度 [Mbits/sec]		通信速度 [Mbits/sec]	左表の A, V, B は以下の通り
A→B	86.5	A→B	56.3	
B→V	59.3	V→B	38.2	V: ホストAゲストOS
B→A	54.8	B→A	91.3	B: ホストB
B→V	39.4	V→B	86.0	

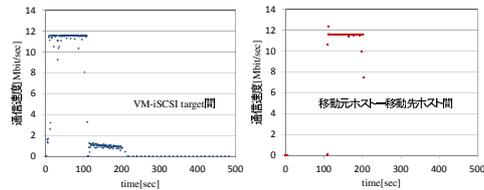


図 5 通信速度(シーケンシャルリード)

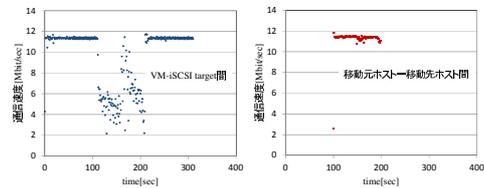


図 6 通信速度(netperf)

5. まとめ

本研究では、VM のライブマイグレーションに着目し、マイグレーション中の VM の I/O 性能が大きく低下してしまうことを示した。そして、その原因について考察し、マイグレーション処理により発生する通信処理が大きな原因の 1 個であると考えられることを示した。今後は、I/O 処理に伴うメモリ内容の変更により発生するマイグレーション差分転送の影響の評価、性能劣化の抑制方法に関する考察を行う予定である。

謝辞

本研究は科研費(22700039)の助成を受けたものである。