

ライブマイグレーションによるVM上プロセスの性能劣化の解析

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

クラウドコンピューティングや、仮想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]。

本稿では、ライブマイグレーション中のVMの性能を示し、ライブマイグレーション中に性能が低下することを示す。そして、Host OS、Guest OSの同時通信実験の性能調査と、VMの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を評価し、性能劣化原因について考察する。

2. マイグレーション中VMの性能評価

移動元・移動先ホストからiSCSIを用いて共有ストレージであるiSCSI-Target上のVMイメージにアクセス出来る環境を構築し、VMにメモリ1[GB]を割り与えた環境で、ライブ型マイグレーション時のVM上のプロセスの基本性能測定を行った。このときのネットワーク速度は100[Mbps]となっている。実験環境は表1の通りである。

まずVM上の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の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。測定結果を図1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2に示す。

3. 性能解析

図1、2の結果より、ライブ型マイグレーション実行中のVMのCPU性能の低下は約15%程度、I/O性能の低下は約90%程度であり、I/O性能が大きく低下することが分かった。

マイグレーション中、マイグレーション後のVM-iSCSI target間、移動元ホスト-移動先ホスト間の通信速度を図3、4に示す。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、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わかる。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を低下させていると考えられる。

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	4096	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

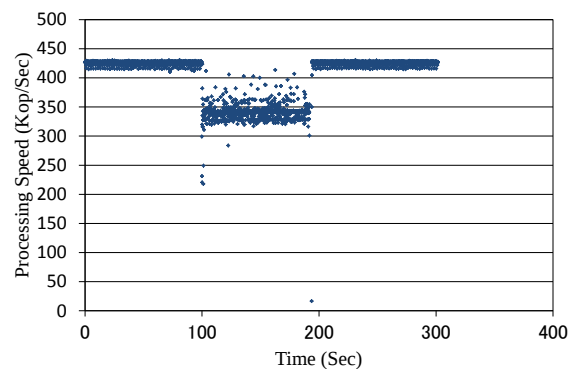


図1. CPU性能

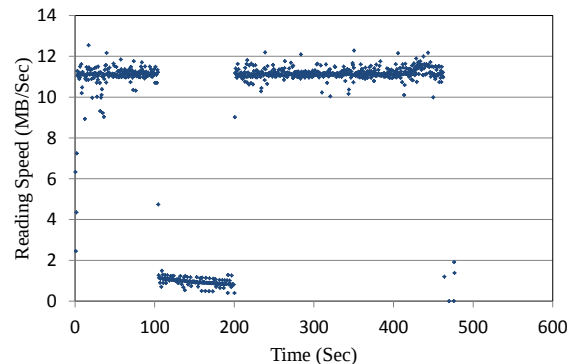


図2. I/O性能

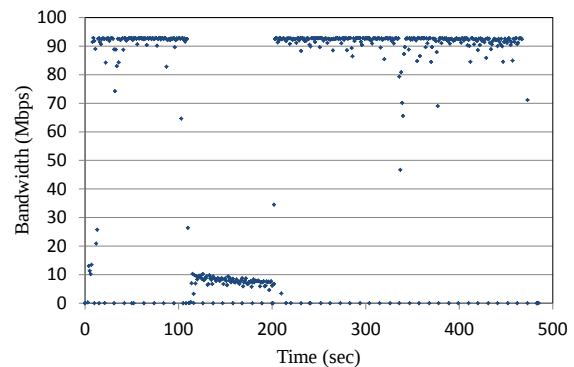


図3. VM-iSCSI target間の通信速度

Analysis on Performance of Processes in Migrating Virtual Machines

Yosuke KUNO[†], Saneyasu YAMAGUCHI[†]

[†]Graduate School of Electrical and Electronics Engineering, Kogakuin University

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。Source Host(移動元)と Destination Host(移動先)を用意し Source Host 上に VM を稼働させ、Source Host-Destination Host 間の通信と、VM-Destination Host 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 2 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。これが、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。

また、I/O 処理に伴うメモリ内容の変更により発生するライブ型マイグレーション差分転送の影響の評価として、VM のメモリ内容を変更しながらマイグレーションを行った時の性能を図 5 に示す。次にメモリ内容変更しながら CPU 演算を同時に行った時の結果を図 6 に示す。なお CPU 演算は 2 章と同様である。

図 1, 6 の結果からメモリ内容の変更に伴い VM の停止時間、マイグレーション時間が増加していることが分かる。これらはメモリ内容の変更によりマイグレーション差分転送が多くなり、移動先と移動元の同期のため VM のプロセスを停止させてしまうのではないかと考える。

また図 1, 6 からマイグレーション中の CPU 演算の処理速度を比較すると、メモリ内容変更を行っていない方はマイグレーション中の性能劣化は約 15%に対してメモリ内容変更を同時に行ったマイグレーション中の性能低下は約 40%と大きく性能が低下していることが分かる。以上より VM のメモリ内容の変更がマイグレーションのメモリ転送を引き起こし、VM 上プロセスの性能を低下させていることが分かる。

4. まとめ

本稿では、マイグレーション中の VM 性能を評価し、マイグレーション中の VM 上のプロセスの I/O 性能が大幅に低下することを示した。

大幅な性能劣化の原因を考察し、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 個であることを確認した。また VM のメモリ内容変更がマイグレーションの差分転送を引き起こすことが性能劣化の原因であることを示した。

今後はマイグレーション中の VM 上プロセスの性能劣化の抑制方法を提案する予定である。

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] C. Clarl, 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
- [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

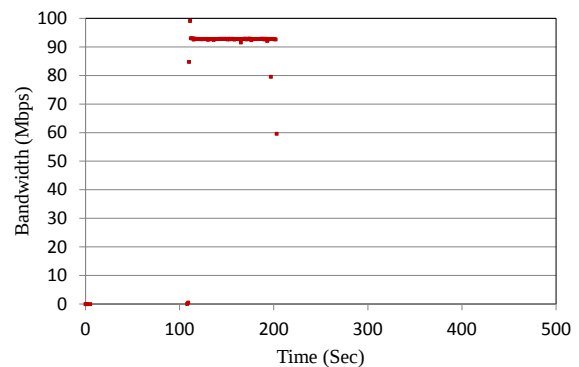


図 4. 移動元ホスト-移動先ホスト間の通信速度

表 2. 通信速度

		netperf setup		obtained throughput
		sender host	Source Host	
exp.1	Connec-tion 1	receiver host	Dest. Host	86.5 [MB/s]
	Connec-tion 2	receiver host	Virtual Machine	59.3 [MB/s]
exp.2	Connec-tion 1	sender host	Source Host	56.3 [MB/s]
	Connec-tion 2	sender host	Virtual Machine	38.2 [MB/s]
exp.3	Connec-tion 1	receiver host	Dest. Host	54.8 [MB/s]
	Connec-tion 2	receiver host	Virtual Machine	39.4 [MB/s]
exp.4	Connec-tion 1	sender host	Source Host	91.3 [MB/s]
	Connec-tion 2	sender host	Virtual Machine	86.0 [MB/s]

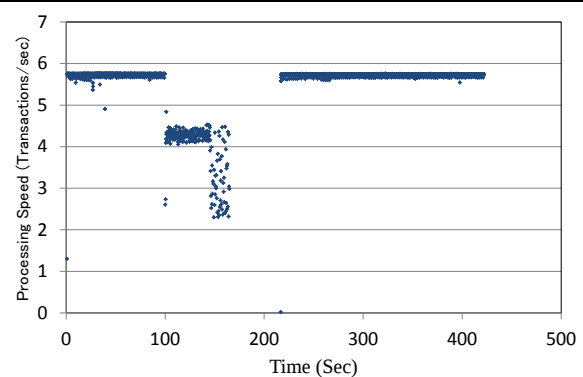


図 5. VM のメモリ内容変更

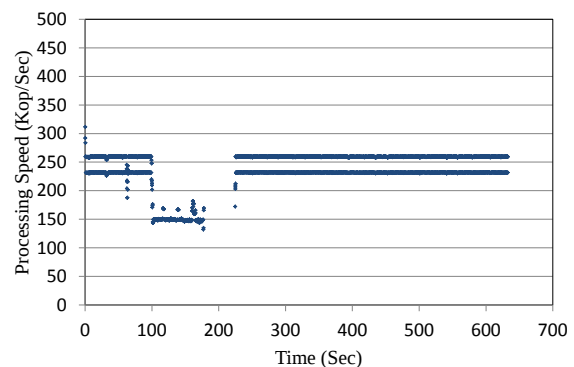


図 6. CPU 性能(メモリ内容変更)