

KVMのネットワークパフォーマンス改善

山岸 祐大[†] 田崎 創[‡] 重近 範行[†]

[†] 慶應義塾大学 環境情報学部 [‡] 慶應義塾大学 政策・メディア研究科

1 目的

ネットワーク技術は日々進化している。新しい技術を導入する際には、Network Emulation Testbed [1] (以後NET) 上で仮想マシンを用いた実験用ネットワークを構築し、その上で実験を行ってから既存のネットワークに導入することが多い。しかし、既存NETの多くがゲストごとにOSを変更できないなど柔軟性に欠ける上に、ソフトウェアがエミュレーターから提供される仮想的な環境の上でしか動作しないため、実環境とは異なる動作をすることで正確な実験が行えないといった問題がある [2] [3]。

そこでKVM [4] をNETとして用いることでより実環境に近いエミュレーションができないかと考え、KVMのゲスト100台からなるライントポロジーネットワークを構築し、スループットの測定を行った。その結果、同じハイパーバイザー上の2つのゲスト間の通信(ゲスト間通信)が遅いため、KVMをNETとして用いることが難しいと判明した。本研究では、KVMにおいて通信速度が低下するケースを把握し、NETがKVMを用いて、100ゲストOSレベルで実現可能となるよう、通信速度の改善を図る。

2 実験

本研究に使用した実験環境を以下に示す。

Intel Xeon 5160 3.0GHz (2コア)

4GB DDR2 RAM

Chelsio T310 10GbE Single Port Adapter

2台のマシンは10Gbit Ethernetで接続されている。ホストOSにはUbuntu Server 10.04 64bitを使用し、カーネルはバージョン2.6.32、qemu-kvmはバージョン0.12.3である。この2つのマシンをhost0とhost1と定義する。また、ゲストOSにはttypinux 11.0を使用した。各ゲストには512MBのメモリーを割り当て、ネットワークドライバーにはvirtio [2]を使った。

2.1 スループット測定

まず初めに、スループットが出ない場合を調査するために3つの実験を行った。まず、実験1で仮想化の処理をしない場合の性能を測り、実験2で仮想化の処理をした場合の性能を測定する。そして、実験3で外部との通信と同一ホスト内の内部通信を比較する。これらの計測をするためにiperf [5](UDP)を使った。この実験環境を図1にまとめた。

2.2 測定結果

実験結果を表1に示す。実験1の結果は3.88Gbits/sec、実験2の結果は1.05Gbits/secとなった。実験1及び実験2の結果からわかること

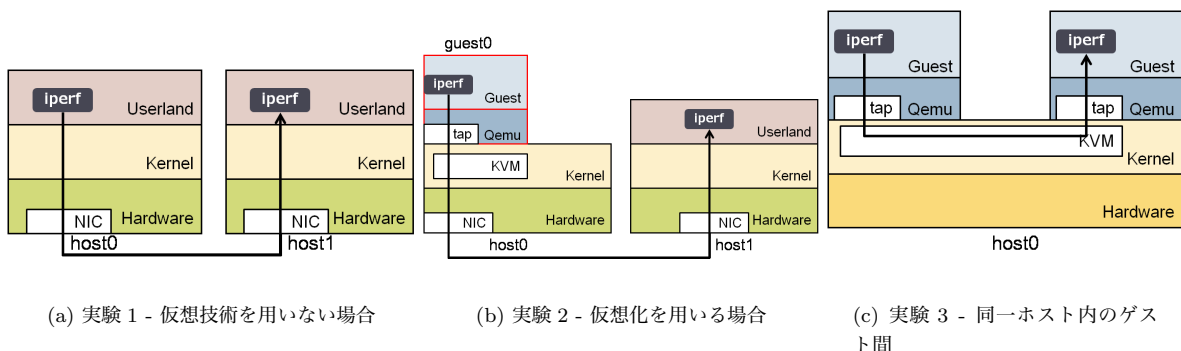


図 1: 実験構成

実験	スループット
1. 仮想化無し (外部)	3.88Gbits/sec
2. ゲストから外部	1.05 Gbits/sec
3. ゲスト間	596 Mbits/sec

表 1: 実験結果

処理	virtio	e1000
vmx_complete_interrupts()	69.25%	58.21%
vmx_vcpu_run()	0.72%	2.71%
memcmp_pages()	1.85%	2.04%
copy_user_generic_string()	1.41%	1.30%
memcpy_c()	1.03%	0.27%

表 2: プロファイル結果

は、KVM を用いて仮想化を行うと、スループットが実ホストの場合と比較して、半分以下となることがわかった。そして、実験 3 の結果は 596Mbits/sec と、同一ホスト内であるにもかかわらず、外部通信よりも遅いという結果になった。

2.3 プロファイリング

この実験結果を分析するために、実験 3 を Intel e1000 のドライバーを使った時と virtio のドライバーを使った時でプロファイリングをし、その結果を比較した。その結果の一部を表 2 に示す。

プロファイリングの結果から `vmx_complete_interrupts()` が最も多く呼ばれているということがわかる。このことからどちらの場合でも、ネットワークの通信による割り込みが発生しているということが予想できる。e1000 の場合、次に多かったのは `vmx_vcpu_run()` で、virtio の場合は全体の 0.72%、e1000 の場合は 2.71% であった。これから予想できることは、virtio を使ってデバイスを準仮想化した場合、ゲストでの CPU 処理が減っているのがわかる [2]。また、`memcpy_c()` が virtio の場合 1.03%、e1000 の場合 0.27% ということから virtio 内でメモリーのコピーが行われていることが予想できる。このことから virtio でまだ改善の余地がある、と考える。

3 結論

この実験結果から、ゲスト間の通信ではスループットが大幅に低下することが判明した。プロファイリングの結果からこの原因は、virtio の割り込み処理が多いためや、virtio 内でのメモリーコピーが発生しているためなど様々な要因が考えられる。これらの結果を踏まえ、割り込み処理が少なくなるよう virtio ドライバの構造を見直し、通信速度の改善を検討する。また、プロファイリングより得られた仮説をソースコード解析により裏付ける。そして、ゲスト間通信速度を改善し、KVM で実環境に近いネットワークのエミュレーションを実現したいと考えている。

参考文献

- [1] 鈴木未央, 樫山寛章, 榎本真俊, 三輪信介, 門林雄基. ネットワークエミュレーションテストベッドを用いた実 OSPF トポロジ模倣システム. *Internet Conference*, Oct 2009.
- [2] M. Tim Jones. Virtio: An I/O virtualization framework for Linux. <http://public.dhe.ibm.com/software/dw/linux/l-virtio/l-virtio-pdf.pdf> (Accessed 2010-09-27), Jan 2010.
- [3] T Deshane, Z Shepherd, JN Matthews, M Ben-Yehuda, Amit Shah, Balaji Rao. Quantitative comparison of Xen and KVM. *Xen Summit*, Jun 2008.
- [4] Kernel Based Virtual Machine. <http://www.linux-kvm.org/> (Accessed 2010-09-27).
- [5] iperf. <http://iperf.sourceforge.net/> (Accessed 2010-09-27).