

仮想化環境における KVS 性能の向上に関する一考察

徳田 大輝[†] 御代川 翔平[†] 山口 実靖[†]工学院大学 工学部 情報通信工学科[†]

1. はじめに

クラウドコンピューティングの普及により分散データベースが重要視されており、その一つとして Key-Value Store(KVS)がある。KVS は、データ構造の簡素化と一貫性保証の程度を下げることでスケーラビリティの向上を図っており、サーバ増設による性能向上と耐障害性向上を実現している[1]。KVS は仮想計算機を用いたクラウドコンピューティング環境で実行されることが多く、仮想化環境における性能が重要であると考えられる。

本研究では、KVS の一つである Cassandra と、仮想計算機システムの一つである KVM に着目し、仮想化環境における KVS の性能向上手法について考察する。

2. Key-Value Store

KVS とは、Key と Value の組を書き込み、Key を指定することで Value を得ることができるデータベース管理ソフトウェアである。データ構造の簡素化や一貫性保証の程度下げることで高い性能とスケーラビリティを達成している。代表的な KVS の実装に Cassandra[2] がある。

2.1. Cassandra

Cassandra とはオープンソースの KVS であり、Bigtable[3] のデータモデルと Dynamo [4]の分散ハッシュテーブルを併せ持った分散データベース管理システムである。Cassandra はハッシュ法を使用して各ノードにトークンと呼ばれる値を割り当て、Key と Value の組を各ノードに割り当てる。この時、トークン値の担当範囲をノード別に指定することで、各ノードに公平にデータ量を分散することができる。また、耐障害性の高さ、ノードの非集中性、高可用性、動的に伸縮可能なスケーラビリティ、設定可能な一貫性などの機能を持っている。

3. 仮想計算機

一般にクラウド環境などは仮想計算機を用いて構築される。KVM は代表的な仮想化システムの一つであり、本研究では KVM を用いて調査を行う。KVM は Linux カーネル内に実装されており、LinuxOS をハイパバイザとして稼働する。

本研究では、仮想 HDD はイメージファイルモードを使用し、同モードではゲスト OS 上のアプリケーションはゲスト OS ファイルシステム、仮想計

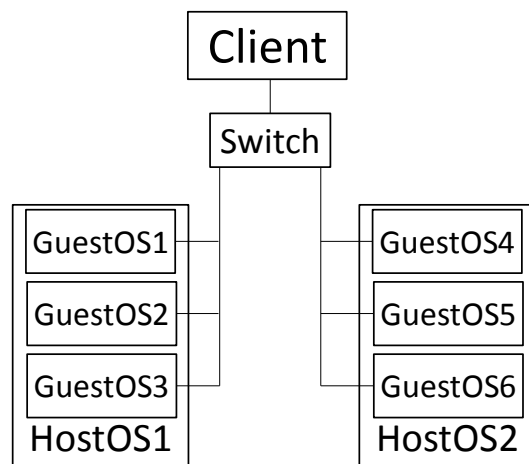


図 1. 測定環境

表 1. 使用計算機の仕様

	OS	CPU	Memory	HDD
Client	CentOS6.4	Intel(R) Core(TM) i7-2600	8[GB]	2[TB]
HostOS1	CentOS6.5	Intel(R) Celeron(R)	2[GB]	150[GB]
HostOS2	CentOS6.5	Intel(R) Celeron(R)	2[GB]	150[GB]

算機、ホスト OS ファイルシステムを介して HDD へのアクセスが行われる。

4. 仮想化環境における Cassandra の性能評価

本章にて、仮想化環境における Cassandra 性能の評価を行う。

4.1. 測定環境

ホスト OS(物理計算機)の数、ゲスト OS(仮想計算機)の数、仮想計算機に与えたメモリ量を変化させて YCSB(Yahoo! Cloud Serving Benchmark)[5]で得られる性能の変化を評価した。Cassandra は図 1 の環境で稼働させた。すなわち、最大 2 台の物理計算機を使用し、各物理計算機では 1 台あるいは 3 台の仮想計算機を稼働させた。また、YCSB をクライアント PC 上で実行し、ホスト OS あるいはゲスト OS に対して負荷をかけた。

使用した物理計算機の仕様は表 1 の通りである。仮想計算機のメモリ量は、1 物理計算機上で 1 仮想計算機を動かした場合は 0.5[GB]あるいは 1.5[GB]とし、1 物理計算機上で 3 仮想計算機を動かした場合

は 0.5[GB]とした。YCSB のデータ分布は uniform とし、read/write 比率は 50%/50%とした。

4.2. 物理計算機 1 台における性能評価

物理計算機 1 台を使用して Cassandra を起動した場合の測定結果を図 2 に示す。図より、Cassandra を仮想計算機(ゲスト OS)上で稼働させた場合より、ホスト OS 上で実行させた方が性能が高いことがわかる。

次に、仮想計算機 1 台の環境と 3 台の環境を比較すると、仮想計算機 1 台の環境の方が性能が高いことが分かる。これは、1 つの HDD 上に複数の VM イメージファイルを配置すると、巨大なイメージファイル間の距離の長いシークが多く発生してしまい I/O 性能が大幅に低下することが原因だと考えられる。

また、仮想計算機に与えるメモリ量を変化させて性能を比較したところ、仮想計算機に与えるメモリ量を少なくしホスト OS にて使用できるメモリ量を多くした方が高い性能が得られることが分かった。

4.3. 物理計算機 2 台における性能評価

次に物理計算機 2 台を使用して Cassandra を起動した場合の性能について評価する。前節同様に、1 物理計算機あたりの仮想計算機数が 1 台の場合は仮想計算機のメモリ量は 0.5[GB]あるいは 1.5[GB]とし、1 物理計算機あたりの仮想計算機数が 3 台の場合は仮想計算機のメモリ量は 0.5[GB]とした。

測定結果を図 3 に示す。図より、ホスト OS 上で Cassandra を稼働させるより、ゲスト OS 上で稼働させた方が性能が高いことが分かる。また、前節同様に 1 物理計算機あたりの仮想計算機数を増やすと性能が大幅に低下することが分かる。そして、仮想計算機に与えたメモリ量が少なく、ホスト OS が使用できるメモリ量が多いほど性能が高いことが分かる。

図 2 と図 3 を比較すると、2 台の物理計算機を使用した時の方が、1 台の物理計算機を使用した時より性能が高いことが分かる。これは使用できる計算資源が増えたためであるが、仮想計算機環境にて大きな性能向上が見られている。

5. まとめ

本稿では、仮想化環境における KVS の性能に着目し、性能評価を行った。評価より、仮想計算機のメモリサイズを縮小することによって性能向上が可能であることが分かった。また、物理計算機が 1 台よりも 2 台ある方が性能向上可能であると分かった。

今後は、仮想計算機のメモリ量が少ないときの性能向上法について考察を行う予定である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 24300034, 25280022 の助成を受けたものである。

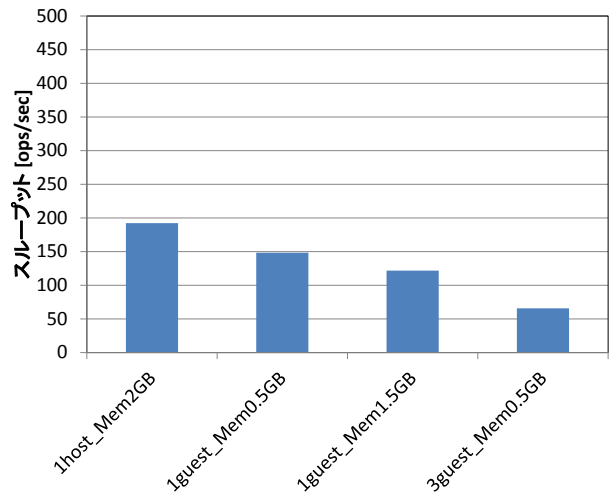


図 2. 物理計算機 1 台における YCSB のスループット

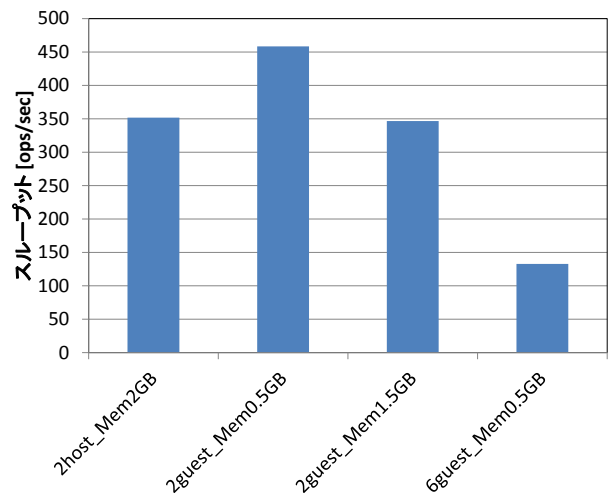


図 3. 物理計算機 2 台における YCSB のスループット

参考文献

- [1] 堀内 浩基, 山口 実靖, “KVS における動的性能拡張性の向上” 研究報告マルチメディア通信と分散処理(DPS)
- [2] Avinash Lakshman and Prashant Malik, “Cassandra- A Decentralized Structured Storage System”, LADIS 09, 2009
- [3] Giuseppe DeCandia, Deniz Hastorun, Madan Jampani, Gunavardhan Kakulapati, Avinash Lakshman, Alex Pilchin, Swaminathan Sivasubramanian, Peter Vosshall and Werner Vogels, “Dynamo: Amazon’s Highly Available Key-value Store”, SOSP ’07, 2007
- [4] Fay Chang, Jeffrey Dean, Sanjay Ghemawat, Wilson C. Hsieh, Deborah A. Wallach, Mike Burrows, Tushar Chandra, Andrew Fikes and Robert E. Gruber, “Bigtable: A Distributed Storage System for Structured Data”, IOSDI ’06 pages 205--218, 2006
- [5] Brian F. Cooper, Adam Silberstein, Erwin Tam, Raghu Ramakrishnan, Russell Sears “Benchmarking Cloud Serving Systems with YCSB”