

HV スナップショットを用いた IaaS クラウドにおける障害対策

2012SE025 後藤竜太郎

指導教員：宮澤元

1 はじめに

近年、クラウド技術が社会に広く活用されている。その中で IaaS(Infrastructure as a Service) クラウドは多重化が難しく、障害が発生した場合でも復元できるような障害対策が重要な課題となっている。本研究では IaaS クラウドの障害を物理サーバの不意な故障による動作停止と定義する。IaaS における障害対策には一般的に他の物理サーバで仮想マシン (VM) を再起動するフェイルオーバーが利用されるが、フェイルオーバーではディスクやデータベースのデータは保存できても障害発生時の VM の状態まで保存することができない。他にも VM の状態を常に他の物理サーバに同期しておくことで障害が発生してもほとんどの状態を失うことなく復元できる VM レプリケーションという技術があるが、常に同期を行うためオーバーヘッドが大きいという問題点がある [1]。そこで、本研究ではユーザの任意のタイミングで状態を確保し、自動化することで定期的なバックアップを取得することもできる柔軟性を持つスナップショット技術に注目した。スナップショット技術の研究は単一の VM を対象にした研究が多い。しかし、一般に 1 台の物理サーバでは複数の VM が稼働しているため、本研究で定義したような障害においてはすべての VM に対してスナップショットを取得する必要がある。

我々は IaaS クラウドの障害対策手法として、ハイパーバイザ単位で全 VM のスナップショットを取る HV スナップショットを開発している。この技術により、単一のスナップショットを全 VM に適用する手法で起ってしまう VM 同士の共通部分のデータを複数回取得してしまう問題を解決することができる。本稿では、HV スナップショットの実現可能性と有効性を確認するための予備実験について述べる。また、HV スナップショットを実現するための問題点についての考察も示す。

2 HV スナップショット

HV スナップショットはハイパーバイザ単位で全ての VM のスナップショットを取るスナップショット技術である。物理サーバ内に存在するすべての VM のスナップショットを取得する際、ハイパーバイザがそれらの VM を比較し、VM 同士で重複する余分なスナップショットデータとスナップショットにかかる取得時間を減らし効率を高める。Hadoop の環境のように物理サーバ内に存在する VM が類似している環境では比較の効率が上がるので、HV スナップショットは大きな有効性を発揮することができる。

3 予備実験

ハイパーバイザ単位のスナップショットについて開発する際に考慮すべき点を調べるために 3 つの予備実験を行った。

3.1 ハイパーバイザ単位の単純なスナップショット

ハイパーバイザがサーバ内に存在する全 VM を管理していることを確認するためにハイパーバイザ内の単一の VM のスナップショットを取得する機能を繰り返し用いて全体のスナップショットを取得する実験を行った。結果として XenServer に存在するすべての VM のスナップショットを取得し、他の物理サーバにスナップショットデータをエクスポートすることができた。しかし、これは単一のスナップショットをすべての VM に適用しているだけなので、HV スナップショットで述べたように複数の VM の共通部分の取得コストを削減する効果はない。

3.2 VM の割当メモリサイズとスナップショット取得時間

各 VM のメモリサイズを 4 通りに変化させ、VM のスナップショットを取得することで VM のメモリサイズによるスナップショットの取得時間の変化を調査した。実験環境としては、時間の詳細な取得ができる管理サーバを用いて CloudStack[3] と XenServer の 2 台の構成で IaaS 環境を構築し、実験を行った。

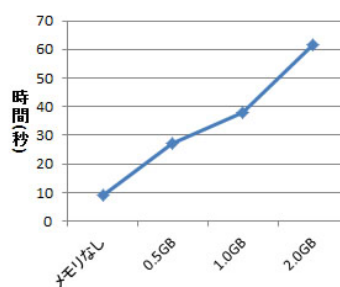


図 1 メモリサイズとスナップショットの取得時間

実験結果を図 1 に示す。VM のメモリサイズはスナップショットの取得時間に大きく影響を与えることが分かる。この結果から、VM の共有部分はストレージやファイル等いくつか存在するが、HV スナップショットによってメモリの共有部分のスナップショット取得回数を抑えることで、スナップショット取得時間の短縮に繋がると考えられる。

3.3 用途の異なる VM のバイナリデータ比較

状態や設定の異なる 4 つの VM のスナップショットを取得し、本研究で作成したバイナリ比較プログラムで VM のスナップショットのデータであるバイナリを比較することで VM の状態によりスナップショットデータがどの程度変化するかを調べた。VM3 と VM4 は CloudStack のシステム VM である。生成した VM の使用用途を表 1 に比較結果を表 2 に示す。

表 1 データを比較する VM の使用用途

VM 名	使用用途
VM1	httpd をインストールした CentOS VM
VM2	生成した瞬間の CentOS VM
VM3	コンソールプロキシ VM
VM4	セカンダリストレージ VM

表 2 VM の組み合わせと一致率

組み合わせ		一致率
VM1	VM2	97.87201%
VM2	VM3	38.79978%
VM3	VM4	98.22845%

以上の結果から、VM の役割が似ている VM1 と VM2、VM3 と VM4 は非常に高いはその一致率を得られたが、VM2 と VM3 のように設定が大きく異なる VM を比較すると一致率も大きく下がることが判明した。

4 考察

3.1 節の予備実験により、ハイパーバイザはサーバ内に存在する全 VM の情報を取得できることが確認できた。したがって、HV スナップショットを実現できることがわかる。

一方、効率的な実現のためには課題もある。HV スナップショットは VM を比較するという処理を増やしてスナップショットの作業効率を上げることを目標としている。つまり、比較処理にかかる手間よりも比較によって得られる効率が高くないといけない。

3.2 節と 3.3 節の予備実験により、メモリを含んだスナップショットは大きく時間がかかること、類似している VM はデータが多く一致することが判明した。そこで比較の際には類似性の高い VM を選択することが重要である。比較する VM を選択する基準として VM のテンプレート、ネームラベルといった要素が挙げられる。

5 関連研究

スナップショットを改良した研究の例として差分スナップショット [4] と HyperCell[5] を挙げる。

5.1 差分スナップショット

スナップショットを取得する際に以前取得したスナップショットとのデータの差分だけを取得することで、不要データの取得を抑える手法である。文献 [4] では単一の VM のスナップショットについての議論しか行っていないが、HV スナップショットにも適用可能な技術である。

5.2 HyperCell

新日鉄住金ソリューションズが開発した複数の VM のスナップショットを同時に取得することができるクラウド構築ツールである。HyperCell を用いることでシステム全体を単位として状態をそのまま復元することができる。しかし、HyperCell は実験等で環境すべてを再現するというを目的としており、障害対策を目標とする HV スナップショットとは異なる。

6 おわりに

本稿では IaaS クラウドの障害対策のためにハイパーバイザ単位でスナップショットを取得する HV スナップショットを提案した。それとともに HV スナップショットによる比較の効果を見積りし、HV スナップショットを実装する上で考えられる問題について予備実験を行い考察した。本研究ではハイパーバイザがもつゲスト OS のデータの比較に技術的課題が残った。HV スナップショットの比較手法がバイナリデータ比較予備実験で行ったような単純な直接比較では異なる VM 同士を比較する際にかかる手間が大きくなるので、HV スナップショットの比較効果を十分に活かすことができない。そこで、あらかじめ差分を確保して比較にかかる負荷を減らしたり、ページテーブルで VM の共有部分を効率的に探すといった手法を用いて HV スナップショットの効率をより高める。

参考文献

- [1] Brendan Cully, Geoffrey Lefebvre, Dutch Meyer, Mike Feeley, Norm Hutchinson and Andrew Warfield, "Remus:High Availability via Asynchronous Virtual Machine Replication," in Proceedings of the 5th USENIX Symposium on Networked Systems Design and Implementation(NSDI '08),pp.161-174,2008.
- [2] Citrix <https://www.citrix.co.jp/> (access2016-1-7)
- [3] Apache CloudStack <https://cloudstack.apache.org/> (access2016-1-7)
- [4] 市川大誉 土本大貴 IaaS クラウドにおけるスナップショットを用いた障害対策手法の提案 2014 年度南山大学情報理工学部卒業論文,2015.
- [5] Hypercell - 新日鉄住金ソリューションズ <http://www.nssol.nssmc.com/ss/infrastructure/hypercell.html> (access2016-1-7)