

平成 25 年度 卒業論文概要			
所 属	機械情報工学科	指導教員	光来 健一
学生番号	10237057	学生氏名	福田健太
論文題目	クラウドにおける仮想マシンの同時起動の高速化		

1 はじめに

近年、クラウドコンピューティングが普及してきており、そのサービス形態の 1 つに IaaS 型クラウドがある。IaaS 型クラウドは仮想マシン (VM) をサービスとして提供し、ユーザが必要なときに必要なだけ VM を利用することができる。そのため、一つのクラウド上に作成される VM の数は非常に多くなる。

このようなクラウドにおいて多くのユーザが VM を同時に起動しようとする、クラウド上の管理サーバに負荷が集中する。例えば、VM を用いた仮想デスクトップを業務に利用している場合、始業時刻に一斉に VM が起動される。その結果、すべての VM の起動時間が大幅に増加するという問題が生じる。

本研究では、クラウドにおいて VM を同時起動する際のボトルネックについて調査し、VM の同時起動を高速化するシステム VMInstant を提案する。

2 CloudStack における VM の同時起動

CloudStack[1] はオープンソースのクラウド基盤ソフトウェアであり、IaaS 型クラウドを構築する際に用いられている。CloudStack のシステム構成は図 1 のようになっており、管理サーバで VM の管理が行われ、ホスト上で VM が起動される。

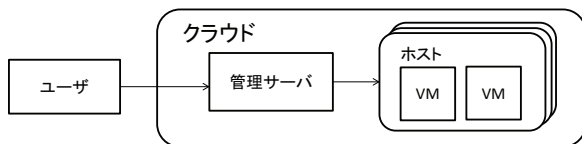


図 1 CloudStack のシステム構成

本研究では、まず、CloudStack 4.2 を用いて VM の同時起動にかかる時間の調査を行った。同時に多数の VM を起動させるために、CloudStack API を用いて、VM 起動リクエストを管理サーバに連続送信するツールを開発した。管理サーバには 8 コアの CPU、メモリ 8GB を搭載した PC を用いた。仮想化ソフトウェアとして XenServer 6.2 を動作させた。また、VM には 250MHz の CPU、128MB のメモリ、10GB のディスクを割り当

てた。

100 個の VM の同時起動を 5 回行い、それぞれの VM の起動にかかった時間の平均値を大きい順に並べたグラフを図 2 に示す。VM の起動時間には OS が起動する時間は含まない。同時起動を行った時の VM の起動時間は最小で 256 秒、最大で 1198 秒、平均で 739 秒かかった。VM を一個だけ起動するのにかかる時間は 11 秒であったため、平均で 67 倍の時間がかかっていることが分かる。

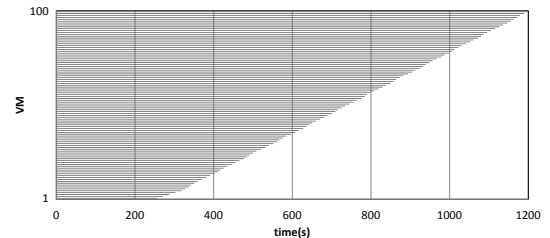


図 2 VM の同時起動における各 VM の起動時間

3 ボトルネック分析

本研究では、次に、CloudStack において VM を同時起動する際のボトルネックの分析を行った。CloudStack では管理サーバに VM 起動リクエストを送ると、まず、IP アドレスの取得を行う DhcpEntry コマンドが実行され、次に、ホスト名などを VM に設定する VmData コマンドが実行される。最後に、VM の起動を行う Start コマンドが実行される。管理サーバはこれらのコマンドをキューを用いて実行する。そのため、1 つのコマンドの実行が終わると次のコマンドがキューの末尾に追加されるため、キューが長いと実行されるまでに時間がかかる。また、Start コマンドについてはホストごとに並列に実行することができるが、DhcpEntry コマンドや VmData コマンドに関してはシステム全体で逐次的にしか実行することができない。

図 3 に、2 章の実験環境において 10 個の VM を同時に起動した時に、3 つのコマンドが実行されたタイミングを示す。この図から、3 つのコマンドが連続して処理されていないことが分かる。VM 起動リクエストを受け取ってから、キューで待たされた後で DhcpEntry コマンドが実行され、再びキューで待たされた後で VmData

コマンドが実行されている。Start コマンドもキューで待たされた後で実行されているが、この待ち時間は複数台のホストを用いることで短縮可能である。この結果より VM を同時に起動させると、キューでの長い待ち時間により各 VM の平均起動時間が大幅に増加することが分かる。

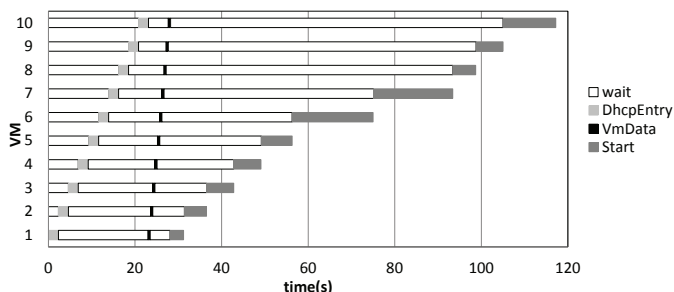


図3 コマンド処理にかかる時間

4 VMInstant

本研究では、VM 起動時の処理を単純化することで、CloudStack における VM の同時起動の高速化を行う VMInstant を提案する。VMInstant では、VM の起動時に管理サーバで実行される 3 つのコマンドを 1 つに減らすことで、キューでの待ち時間を削減する。さらに、VM を一から起動する代わりに、レジュームを行うようにすることでさらなる起動の高速化を実現する。そのために、VM を停止させる際に VM を再起動し、その後で VM をサスペンドさせるようにする。

4.1 コマンド数削減による高速化

VMInstant では、コマンド数を減らすことでキューでの待ち時間を削減し、VM の平均起動時間を短縮する。例えば、DhcpEntry コマンドに 2 秒、VmData コマンドに 1 秒、Start コマンドに 8 秒かかるとする。 n 個の VM を同時に起動すると、従来はあるコマンドが n 個実行された後で次のコマンドが実行される。この場合の i 番目の VM の起動時間は $3n + 8i$ 秒となり、平均起動時間は $7n + 4$ 秒となる。一方、これらを 1 つにまとめたコマンドを作成し、実行時間は合計の 11 秒かかるとすると、 i 番目の VM の起動時間は $11i$ 秒となり、平均起動時間は $5.5n + 5.5$ 秒となる。よって、コマンド数を減らすことにより、平均起動時間を約 21% 短縮することができる。

4.2 サスペンド・レジュームによる高速化

VMInstant では、VM の停止、起動を再起動、サスペンド、レジュームを用いて置き換えることで、VM の起動時間そのものを短縮する。VM を停止する際には、VM

を再起動し、OS が起動する前のタイミングでサスペンドする。OS の起動前は VM がほとんどメモリを使用していないため、ディスクに保存するメモリイメージを小さくでき、VM のサスペンドを高速に行うことができる。そして、VM を起動する際には、小さなメモリイメージから VM を高速にレジュームする。現在のところ、このような高速化は未実装のため、VM の一時停止と再開を行う pause 機能と unpaue 機能を用いてエミュレーションを行っている。

5 実験

2 章の実験環境を用いて、VMInstant における VM の同時起動時間を測定した。100 個の VM の同時起動を 5 回行い、それぞれの VM の起動にかかった時間の平均値を大きい順に並べたグラフを図 4 に示す。同時起動を行った時の VM の起動時間は最少で 1 秒、最大で 97 秒、平均で 48 秒かかった。従来の CloudStack と比べて、平均で 15 倍の高速化を行えることがわかった。

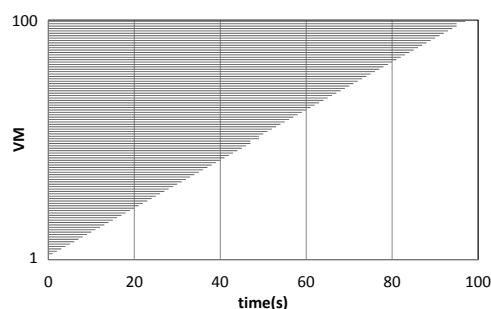


図4 VMInstant における各 VM の起動時間

6 おわりに

本研究では、VM 起動時の処理を単純化することで CloudStack での VM の同時起動を高速化する VMInstant を提案した。VMInstant では、VM 起動時に実行されるコマンド数を削減することで平均起動時間を短縮する。さらに、VM を起動する代わりに高速にレジュームすることで起動時間そのものを短縮する。VM の同時起動を行う実験により、平均起動時間を 15 倍高速化できる可能性があることを示した。

今後の課題は、VM をサスペンドする時に必要最小限のメモリを保存し、高速なレジュームを実現することである。

参考文献

- [1] Apache Software Foundation, Apache CloudStack: Open Source Cloud Computing, <http://cloudstack.apache.org/>.