

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	10237035	学生氏名	猿渡 貴彦
論文題目	物理的な位置情報を活用した仮想クラウドの構築		

## 1 はじめに

近年、クラウドコンピューティングの利用が広まっており、その一つの形態として、ユーザにインスタンスと呼ばれる仮想マシンを提供する IaaS クラウドがある。IaaS クラウドのプロバイダは巨大なデータセンタを持つ必要があるため、競争力のあるプロバイダの数はそれほど多くない。現状では、ユーザは既存のクラウドプロバイダの中から最適なプロバイダを選択しなければならない。そのため、すべての要求を満たすプロバイダを見つけるのは難しい。

この問題を解決するには、既存の IaaS クラウドのインスタンス上にユーザの自由になる IaaS クラウド（仮想 IaaS クラウド）を構築する方法が考えられる。これにより、ユーザの要求をすべて満たすクラウドを構築することができるようになる。また、データセンタを持たなくとも二次プロバイダになることができ、より多様なクラウドを提供しやすくなる。しかし、仮想 IaaS クラウドの問題の 1 つとして、インスタンスの位置情報まで仮想化されてしまい、負荷分散が難しくなるという問題がある。

本研究では、インスタンスの物理的な位置情報を活用可能な仮想 IaaS クラウドである PhysCloud を提案する。

## 2 仮想 IaaS クラウド

仮想 IaaS クラウドは、物理的な計算機（ノード）の代わりに、既存の IaaS クラウド上のインスタンスを用いて構築される IaaS クラウドである。図 1 に仮想 IaaS クラウドの構成を示す。従来の IaaS クラウドでは物理ノードの上でインスタンスを動かしていたが、仮想 IaaS クラウドではそのインスタンスを仮想ノードとして、その上で仮想 IaaS クラウドのインスタンスを動かす。このような構成にすることで、既存の IaaS クラウドの資源を利用して、独自の IaaS クラウドを構築することができる。



図 1 仮想 IaaS クラウドの構成

しかし、仮想 IaaS クラウドでは、従来の IaaS クラウドにおける物理的な情報の多くが仮想化されてしまうため、物理情報に依存している処理がうまく行えなくなる。例えば、従来の IaaS クラウドはインスタンスを物理ノードに配置する際に、物理ノード間で負荷が均一になるように配置することができる。一方、仮想 IaaS クラウドでは仮想ノード間で負荷が均

一になるように配置することはできるが、物理ノード間では偏ったインスタンス配置になってしまう可能性がある。インスタンスの配置が偏ると、インスタンスの性能に影響を与える可能性がある。図 1 の例では、3つの仮想ノードにインスタンスが2つずつ配置されており、仮想ノード間での負荷分散はうまくできている。しかし、物理ノード1には仮想 IaaS クラウドのインスタンスが4つ配置されているのに対し、物理ノード2には2つしか配置されておらず、物理ノード間での負荷分散はできていない。

## 3 PhysCloud

本研究では、インスタンスの物理的な位置情報を活用した仮想 IaaS クラウドである PhysCloud を提案する。PhysCloud は、図 2 のように、従来の IaaS クラウドと仮想 IaaS クラウドから情報を収集し、仮想 IaaS クラウドのインスタンスがどの物理ノード上で動作しているかを管理する。そして、インスタンスの物理的な位置情報を利用して、物理ノードと仮想ノードの両方における負荷分散を考慮したインスタンス配置を行う。例えば、図 2 において新しいインスタンスを配置する際に、物理ノードの負荷を考慮すると仮想ノード3に配置するのがよいことが分かる。

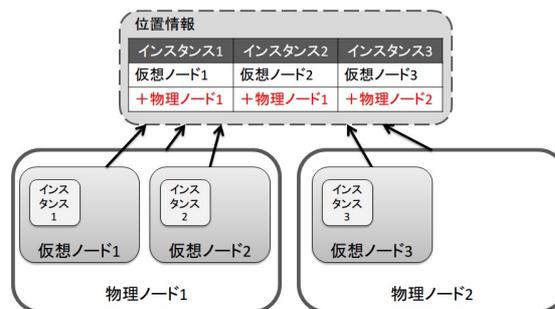


図 2 物理的な位置情報の管理

### 3.1 Eucalyptus を用いた仮想 IaaS クラウドの構築

本研究では、Eucalyptus [1] を用いて仮想 IaaS クラウドを構築した。Eucalyptus はオープンソースのクラウド基盤構築ソフトウェアである。Eucalyptus のシステム構成を図 3 に示す。Eucalyptus は、フロントエンドとノードの二つで構成される。フロントエンドはいくつかのコンポーネントの集合体であり、ノードとインスタンス、仮想ネットワークの管理を行う。インスタンスのイメージファイルはフロントエンド上に置かれ、インスタンス起動時にノードに送られる。Eucalyptus のノードは、実際にインスタンスを動作させ、インスタンスの制御を行う。フロントエンドからの要求で、インスタンスの起動や停止を行い、インスタンスやリソースの状態を監視する。

ノードでは、仮想化ソフトウェアの KVM を用いて、複数のインスタンスを同時に動作させる。

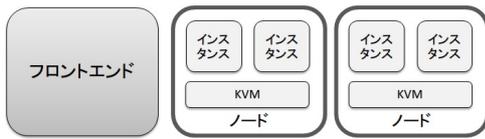


図3 Eucalyptus のシステム構成

PhysCloud は、Eucalyptus のインスタンスを仮想的なフロントエンドとノードとして、従来の IaaS クラウドの上に Eucalyptus を構築することで仮想 IaaS クラウドを実現する。既存の IaaS クラウドのインスタンス上で仮想 IaaS クラウドのインスタンスを動かすために、ネストした仮想化を利用する。仮想 IaaS クラウド PhysCloud のシステム構成を図4に示す。区別のために、既存の IaaS クラウドにおけるフロントエンド、ノード、インスタンスをそれぞれ物理フロントエンド、物理ノード、物理インスタンスと呼び、仮想 IaaS クラウドにおけるものをそれぞれ仮想フロントエンド、仮想ノード、仮想インスタンスと呼ぶ。PhysCloud は仮想インスタンスをユーザに提供する。

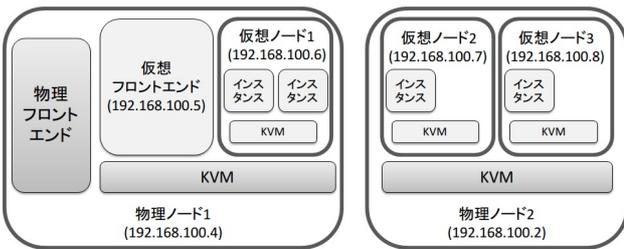


図4 仮想 IaaS クラウド PhysCloud のシステム構成

### 3.2 物理的な位置情報の取得

PhysCloud では、仮想フロントエンドが仮想インスタンスの物理的な位置情報を利用できるようにするために、仮想インスタンス名から物理ノードの IP アドレスを取得する機能を提供する。ノードと IP アドレスの対応づけはフロントエンドによって管理されており、一対一に対応している。そのため、IP アドレスを物理的な位置情報として利用することができる。

PhysCloud が物理的な位置情報を取得する手順を図5に示す。まず、仮想フロントエンドから対象の仮想インスタンスが配置されている仮想ノードの IP アドレスを取得する。PhysCloud では物理インスタンスを仮想ノードとして用いるため、仮想ノードの IP アドレスは対応する物理インスタンスの IP アドレスと同一である。次に、物理フロントエンドからその物理インスタンスの IP アドレスを持つ物理インスタンスの名前を取得する。最後に、物理フロントエンドからその物理インスタンスが配置されている物理ノードの IP アドレスを取得する。この手順により、仮想インスタンスがどの物理ノード上で動いているかが分かる。

### 3.3 位置情報を利用した仮想インスタンスの配置

仮想インスタンスの物理的な位置情報を利用して、物理ノードの負荷が偏らないように配置するポリシーを作成した。新しい仮想インスタンスを配置する際には、まず、すべての仮想

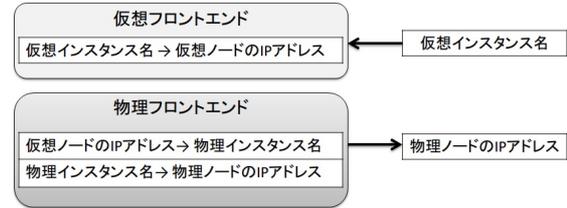


図5 物理的な位置情報取得の手順

インスタンスについて、それらが動いている物理ノードの IP アドレスを取得する。それらの物理ノードの中から、動いている仮想インスタンスの数が最も少ないものを選択する。そして、その物理ノード上の仮想ノードの中から、動いている仮想インスタンスの数が最も少ないものを選択し、新しい仮想インスタンスを配置する。

## 4 実験

物理情報を活用してインスタンスを配置できることを確かめる実験を行った。本実験では図4の構成を用い、物理ノードには、Intel Xeon E3-1290 の CPU、8GB のメモリを搭載した PC を 2 台使用した。物理ノード 1 上のインスタンスを用いて仮想フロントエンドと仮想ノードを構築し、物理ノード 2 では仮想ノードを 2 つ構築した。物理ノード 1 では、物理フロントエンドも構築した。仮想フロントエンド、仮想ノードには、CPU 3 コア、メモリ 2GB、ディスク 30GB を割り当てた。

本実験では、仮想インスタンスを 4 つ起動し、一つの物理ノードにインスタンスが偏らないかどうかを確認した。仮想インスタンスの配置後に `euca_conf` コマンドを用いて、仮想ノードの IP、仮想インスタンス名の一覧を取得し、インスタンス配置の確認を行った。図6に `euca_conf` を実行した結果を示す。この結果より、物理ノード上で 2 つずつ均等に仮想インスタンスを起動できていることが確認できた。

```
eucalyptus@ubuntu07-vi:~$ euca_conf --list-nodes
NODE 192.168.100.6 cc-192.168.100.5 t-8CFD42B8 t-D5E93F43
NODE 192.168.100.7 cc-192.168.100.5 t-5C084005
NODE 192.168.100.8 cc-192.168.100.5 t-EDF344C9
```

図6 仮想インスタンスの配置結果

## 5 まとめ

本研究では、物理的な位置情報を活用可能な仮想 IaaS クラウドである PhysCloud を提案した。PhysCloud は、既存の IaaS クラウド上に構築される仮想的な IaaS クラウドであり、仮想インスタンスの物理的な位置情報を利用した負荷分散を行うことができる。実験により、負荷分散を考慮して仮想インスタンスを配置できることを確認した。今後の課題は、既存のクラウド全体の負荷を考慮できるようにすることである。

## 参考文献

- [1] D. Nurmi, R. Wolski, C. Grzegorzcyk, G. Obertelli, L. Youseff, and D. Zagorodnov, The Eucalyptus Open-source Cloud-computing System, In Proc. CCGrid 2009, pp.124-131, 2009.