

Resource Provisioning Policies to Increase IaaS Provider's Profit in a Federated Cloud Environment.

著者： A.N. Toosi, R.N. Calheiros, R.K. Thulasiram, R. Buyya.

出典： *In Proc. of the 13th IEEE International Conference on HPCC, 2011, pp. 279–287, 2011.*

発表者： 高性能コンピューティング学講座 本多・近藤研究室 1353026 藤井 淳

1 はじめに

近年クラウドが普及している。クラウドには様々な定義があるが本稿ではクラウドとはIaaSを意味し、IaaSを提供する業者をIaaSプロバイダと呼ぶ。

IaaSプロバイダにとってVMの価格設定と利益の2つが重要な要素である。ビジネスにおいてはこれに加えて高いQoSと高いリソース使用率を維持することも重要である。しかしIaaSプロバイダは急激な負荷増大や災害が発生した際に、スポットVMを削除するのか、外部委託を行うのか、どちらのアプローチを取るのかが良いのか判断するのは容易ではない。

本研究では、クラウドフェデレーション環境でリソース使用率と利益を増加させるような意思決定を助けるポリシーを提案する。

2 想定するIaaSプロバイダ

想定するIaaSプロバイダはAmazon EC2のようなプロバイダを想定する。

IaaSプロバイダが提供しているVMの種類は、スポットVMとオンデマンドVMの2種類とする。

スポットVMは、プロバイダの都合で削除されることがある。代わりに、価格は利用者が入札を行うオークション形式で決定され、オンデマンドVMよりも安い。またスポットVMには持続性のあるものと、一度だけ実行されるものが存在する。

オンデマンドVMは、利用者が希望する間一定の価格で実行できるものである。

3 クラウドフェデレーション

IaaSプロバイダはService Level Agreement(SLA)を満たす必要がある。しかし、単一のプロバイダでは急激な負荷や災害に対応することができない。そこでクラウドフェデレーションが考案された[2]。

クラウドフェデレーションアーキテクチャについて図1に示す。図のCloud Exchange Serviceが各プロバイダのアイドルリソースとその価格のリストを作成する。

アイドルリソースは、各プロバイダのCloud Coordinatorから報告されてくる情報を使用する。

アイドルリソースの価格は以下の式(1)によって決定される。

$$F = \frac{M_p - M_{idle}}{M_p} \cdot (F_{max} - F_{min}) + F_{min} \quad (1)$$

式(1)の F はリソースの貸出価格、 M_p と M_{idle} はすべてのリソース量とアイドル状態のリソース量を示しており、 F_{max} はオンデマンドVMの価格、 F_{min} は利益が0となる提供できるVMの最低価格である。

この式は、プロバイダ間の負荷分散を行える用に設定されており、アイドルリソースの多いプロバイダ程安い価格がつく用になっている。

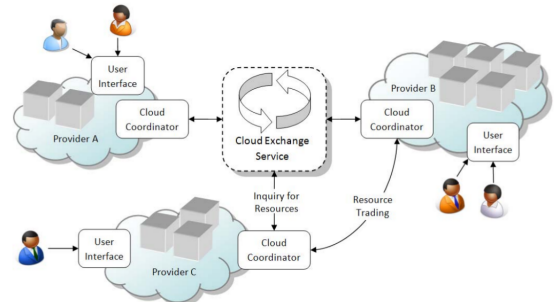


図1: クラウドフェデレーションアーキテクチャ

4 課題設定

IaaSプロバイダはアイドルリソースが存在しない場合に、オンデマンドリクエストが来た際、次のどちらかの方針をとれる。

1. スポットVMを削除してVMリクエストを受け入れる。
2. 外部委託を行いリソースを借りてVMリクエストを受け入れる。

このときどちらが利益が出るのかを判断するのが難しいという課題がある。

5 提案手法

スポットVMを削除するのか、外部委託を行うのか、どちらのアプローチが良いかを判断するための3つのポリシーを提案している。

Non-Federated Totally in-hose(NFTI)

外部委託をしない方法。

スポットVMを削除して新しく来たオンデマンドリクエストを受け入れられるリソースを確保できるか確認する。確保できるならばスポットVMを削除して置き換える。確保できなければそのリクエストを拒否する。

Federated-Aware Outsourcing Oriented(FAOO)

外部委託が可能であれば行い、不可能ならばスポットVMを削除する方法。

まずCloud exchange サービスを確認し、外部委託可能なリソースがあればその中の一番価格の安いところに外部委託を行う。外部委託ができない場合はNFTIを行う。

Federation-Aware Profit Oriented(FAPO)

外部委託をするのと、スポットVMを削除するのとどちらが利益が多くなるかを比較し、利益の出る方を選択する方法

利益を比較する必要があるのでまず利益を定義する。利益 P は収入からコストを引いた値で計算され、そのうちの外部委託コスト、スポットVMの価格は時間によって変動

するため時刻によって変化する値となり

$$P(t) = vm_o(t) \cdot F_o + vm_s(t) \cdot F_s(t) + \sum_{i=1}^{vm_{fed}(t)} F_{fed_i} + vm_{out}(t) \cdot F_o - C_p(t) - \sum_{i=1}^{vm_{out}(t)} F_{out_i} \quad (2)$$

で計算される。式(2)中の $vm_o(t)$, $vm_s(t)$, $vm_{fed}(t)$, $vm_{out}(t)$ はそれぞれ時刻 t の時点でのオンデマンド VM の数, スポット VM の数, 外部に貸し出しているリソースの数, 外部委託したオンデマンド VM の数を示す。 F_o , $F_s(t)$, $F_{fed_i}(t)$, F_{out_i} はそれぞれオンデマンド VM の価格, スポット VM の価格, 貸し出している各々の価格, 外部委託している各 vm に支払うコストを示す。 $C_p(t)$ は冷却コストや消費電力などのオペレーションコストを示す。

ここで, 時刻 t のアイドルリソースが m 個で n 個のオンデマンド VM リクエストが来たとする ($m < n$)。この時 $n-m$ 個のスポット VM を削除した時の利益 P_1 と, n 個全てを外部委託した利益 P_2 のどちらが高くなるかを比較する。なお, 時刻 t から時刻 t' に変化した時の利益の変化と比較を行う。

P_1 は $vm_o(t)$ が n 個増加し, $vm_s(t)$ が $n-m$ 個減少する。このとき, 最大入札額が低いスポット VM から削除を行うのでスポット VM の価格は $F(t)$ から $F(t')$ に上昇する。さらに時刻 t' に変化した際に契約が終了したスポット VM の数を k とすると, 時刻 t' からスポット VM は k 個起動できるので $vm_s(t)$ は k 個減少し, 収入は $k \cdot F_s(t')$ 増加する。

P_2 は n 個外部委託したことで vm_o が n 個増加し, 外部委託にかかるコスト F_{offer} が発生する。

結局利益の差は

$$P_1(t') - P_2(t') = k \cdot F_s(t') - (n - m + k) \cdot F_s(t) + n \cdot F_{offer} \quad (3)$$

となる。この式(3) <0 ならば n 個全て外部委託をおこなない, 式(3) ≤ 0 ならばスポット VM を削除する。

6 評価実験

6.1 実験内容

クラウドフェデレーション環境において, 利益, 外部委託も含めたリソース使用率, オンデマンドリクエストを拒否した数の3つで提案手法を評価する。

シミュレーションのパラメータとして, 以下の4つのパラメータが存在する。パラメータが変化した時の評価を行うために, 評価したいパラメータ以外は固定し, 評価したいパラメータを変化させた時の評価を行う。

1. スポット VM リクエストの割合
2. 持続性のあるスポット VM リクエストの割合
3. 総リクエスト数
4. プロバイダ数

6.2 実験環境

クラウドシミュレータである CloudSim を用いてシミュレーションを行う。

プロバイダと利用者の両方をシミュレーションする。

リクエストの来るタイミングは実際のデータが入手できないので, Lublin work load model[1] を用いる。これは7日間の各プロバイダへの VM リクエスト数, タイミングのモデルであり, 各プロバイダへリクエストが送られるタイミングはピークがずらしてあり, 外部委託が可能となっている。

プロバイダ

今回話を簡単にするために, プロバイダが提供する VM は1種類のみとする。

すべてのプロバイダにおいて, 128 台のサーバがあり, 各サーバは 8VM まで起動できるため, 1プロバイダあたり 1024VM まで起動できるものとする。

価格は, オンデマンド VM が 0.085\$/h とし, スポット VM は利用者の入札価格によって変動するものとする。

オンデマンド VM の価格は 0.085\$/h, スポット VM の価格は利用者の入札価格によって変動する。

顧客

スポット VM の価格は, 0.020\$/h から 0.085\$/h までの間でランダムな価格で入札を行う。

6.3 結果

図2に総リクエスト数を変化させた時の結果を示す。総リクエスト数が増加するのでより利益の出るリクエストを選ぶことができるためリクエスト数が増加すると利益, リソース使用率が増加している。ただし, 各プロバイダが受け入れられるリクエストの数は変わっていないので, リクエスト数が増加するとリクエストを拒否する数も増加する。

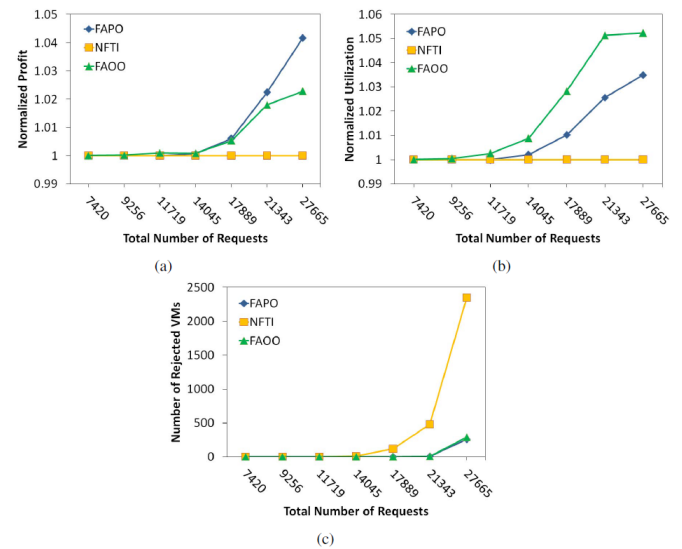


図 2: 総リクエスト数を変化させた時の (a) 利益 (b) リソース使用率 (c) 拒否したオンデマンド VM の数

7 おわりに

本稿では, クラウドフェデレーション環境において IaaS プロバイダがスポット VM を削除するのと, 外部委託を行うのとどちらが良いかの意思決定を補助するポリシーを提案した。シミュレーションの結果, 提案したポリシーの結果はプロバイダーの意思決定に役立つことを示した。

参考文献

- [1] U. Lublin and D. G. Feitelson, "The workload on parallel supercomputers: modeling the characteristics of rigid jobs," Journal of Parallel and Distributed Computing, vol. 63, no. 11, pp. 1105–1122, 2003.
- [2] R. Buyya, R. Ranjan, and R. N. Calheiros, "InterCloud: Utility-oriented federation of cloud computing environments for scaling of application services," in Proceedings of the 10th International Conference on Algorithms and Architectures for Parallel Processing (ICA3PP '10), ser. Lecture Notes in Computer Science, vol. 6081. Busan: Springer, May 2010, pp. 13–31.