

クラウドコンピューティングにおける可用性と消費電力を考慮した 仮想マシン配置手法

1265096 菊森 剛 【分散処理 OS 研究室】

Virtual Machine Allocation Method Considering Availability and Power Consumption in Cloud Computing

1265096 Go Kikumori 【Distributed System and Operating System Lab.】

1 はじめに

近年、クラウドコンピューティングが急激に普及している。クラウド事業者は、膨大な計算資源を用意することでサービスレベルを保っているが、膨大な計算資源を用意すると、データセンタでの消費電力が増大する問題がある。このため、消費電力が少なく、かつ、サービスの品質を保つための手法が求められている。Mollamotalebi ら [1] は、クラウド環境でのサービスレベルと消費電力を考慮した仮想マシンの動的配置手法を検討している。しかし、この研究では、障害が発生した際のサービスレベルの保証を考慮していない。そこで、本稿では、可用性と消費電力の両方を考慮した仮想マシン配置手法を提案する。

2 システムモデル

2.1 可用性モデル

本研究では、可用性モデルとしてデュプレックスシステムを前提とする。デュプレックスシステムでは、一般に現用系と予備系がN対1の構成であるが、本稿では1対1の構成を取り上げる。主に処理が動作している VM を現用系の VM (以下、現用系 VM)、予備機の VM を予備系の VM (以下、予備系 VM) とする。また、予備系の待機状態として、ホットスタンバイ、コールドスタンバイがあり、これらの両形式についても検討する。

2.2 消費電力モデル

一般に、マシンの消費電力は、CPU 使用率に依存することが知られている。そのため、CPU 使用率と消費電力の相関関係について事前に計測し、わかっていることを前提とする。今回は、CPU 使用率と消費電力に線形な相関がある消費電力モデルと、CPU 使用率が上昇するにつれて消費電力が収束するモデルの 2 種を使用する。

3 提案手法

本稿では、現用系と予備系を同時に配置する組合せを全通り列挙し、最も良い組を決定する配置手法を提案する。配置を全通り列挙した際に、可用性に関する 3 つの考慮点を満たすかどうかを確認する。3 つの考慮点を図



図 1 可用性の考慮ポイント



図 2 組の抽出例

1 の配置例を用いて説明する。図では、サービスの現用系 VM と予備系 VM の対応をアルファベットで表している。図中上部の配置図に新しくサービス D, E, F, を配置した様子を、図中下部にホストの CPU 使用率と共に記している。

考慮点 1

サービスの現用系と予備系は同じホストに配置しない。これは、あるホストで障害が発生した際に、現用系と予備系が同時に障害にあわないためである。図 1 では、ホスト 4 のサービス D が考慮点 1 に反している。

考慮点 2

違うサービスの現用系と予備系の配置と同じ配置にしない。これは、あるホストで障害が発生した際に予備系に処理が移るが、移ったホストのリソースが圧迫しないようにするためである。図 1

表 1 シミュレーションパラメータ

パラメータ	値
ホスト数	100 台
サービス数	60 台
仮想マシン数	120 台
シミュレーション時間	3 日
閾値 X	85%

では、サービス E とサービス C が同様の配置となり、考慮点 2 に違反している。このため、ホスト 2 で障害が発生した際に、ホスト 3 でのリソース要求が高くなる。

考慮点 3

仮想マシンを配置した後のホストの CPU 使用率は X% 以下にする。これは、CPU 使用率が高いとリソース逼迫による障害の可能性がある。図 1 では、ホスト 1 のサービス F が、閾値 X (85%) を超え、考慮点 3 に違反している。

配置を決定するアルゴリズムの手順は以下の通りである。

- (1) その時点で、クラウド環境に配置できる組合せを全て列挙
- (2) 列挙した組から、考慮点を満たす組を抽出
- (3) 考慮点を満たした組において推定消費電力を計算
- (4) 推定消費電力が最も小さい組の配置に決定

図 2 では、(2) の組を抽出する例を示している。図のように、現用系と予備系の配置の組合せを全通り列挙し、考慮点を全て満たす組のみ抽出する。図中では、組 1、2 が考慮点を満たさず、組 12 は考慮点を満たすことになる。

4 評価

提案する配置手法の消費電力と障害復旧時間について評価する。また、提案手法の計算時間について、1 対 1 から 3 対 1 までの構成で比較する。比較対象は、以下の 2 つ配置手法である。

- (1) FirstFit
- (2) FirstFit (可用性考慮有)

また、CPU 使用率と消費電力の相関関係について、線形なモデルと収束するモデルの 2 種、デュプレックスシステムにおけるスタンバイ形式について、ホットスタンバイとコールドスタンバイの 2 種を組合せて、計 4 つのシミュレーションを行った。表 1 は、シミュレーションに用いたパラメータである。

全ホストの消費電力と障害復旧時間を用いて評価する。図 3 は、全ホストの消費電力、図 4 は、提案手法を 1 とした場合の障害復旧時間である。

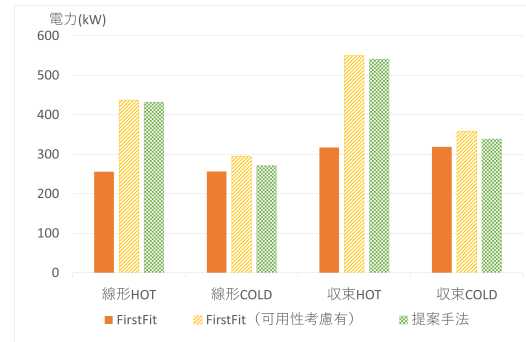


図 3 消費電力

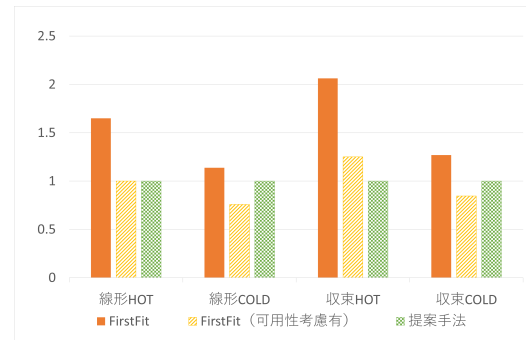


図 4 障害復旧時間

まず、提案手法と FirstFit と比較すると、すべての場合において、最大 1.7 倍の消費電力で障害復旧時間を少なくとも 10% 程削減できた。特に、コールドスタンバイでは、消費電力 5% の上昇で障害復旧時間を短縮することができた。これは、予備系の消費電力が小さいのと、提案手法が予備系を分散して配置しているからと考えられる。

次に、提案手法と FirstFit(可用性考慮有) を比較すると、消費電力は約 5~10% の削減を達成した。障害復旧時間については、平均としては悪い結果になった。しかし、データの詳細では FirstFit(可用性考慮有) のバラつきが大きく、提案手法はバラつきが少ない。つまり、提案手法の方が、安定した復旧時間を見込める。

これらの結果より、可用性を考慮する場合には消費電力と障害復旧時間をどちらも削減することができ、有用性を確認できた。

5 おわりに

本稿では、可用性と消費電力を考慮した仮想マシンの配置手法を提案した。提案手法を用いることで、消費電力を抑えつつ、障害復旧時間の短縮を実現できる。

参考文献

- [1] Mahdi Mollamotalebi and Shahnaz Hajireza. "Multi-objective dynamic management of virtual machines in cloud environment". *Journal of Cloud Computing*, Vol. 6, No. 1, p. 16, Jul 2017.