

クラウド環境でのアイドル VM を検出するために構築した機械学習モデルの精度を維持する方式

○住田 宏己† 吉本 安男†
富士通(株)†

1. はじめに

我々は仮想化されたクラウド環境の運用現場での資源の無駄遣いを削減する方法を研究している。対象は社内の技術者にソフトウェア開発環境を提供するプライベートクラウドである。ソフトウェア開発チームは必要な VM を自由に配備でき運用時間も自由に設定できる。例えば月曜日の早朝に VM を起動して金曜日の深夜に停止するような自動運用も可能である。利用者には便利な反面、週の初めに起動された VM が数日の間、誰にも使われないこともあり、放っておくと多くの実メモリが無駄に占有されている状況が続く。そこでソフトウェア開発業務で使われていない状態が何日も続いている VM(アイドル VM と呼ぶ)を検出して業務サーバから追い出す『選択的 VM 片寄せ方式』(図 1)を運用している。

アイドル VM の検出では VM の稼働データを閾値と比較するやり方が知られているが、閾値を設計するために稼働データ分析に関する経験が必要である。我々は十分な経験を積んだ熟練者がいなくても本方式を導入できるように、機械学習で構築したアイドル VM 検出器を運用している。ただし、学習した時期から月日が経過すると精度が低下することが判ってきた[1]。

本稿では、アイドル VM 検出用に構築した機械学習モデルの精度低下を自動的に見つけ、精度を維持する仕組みと試行結果について報告する。

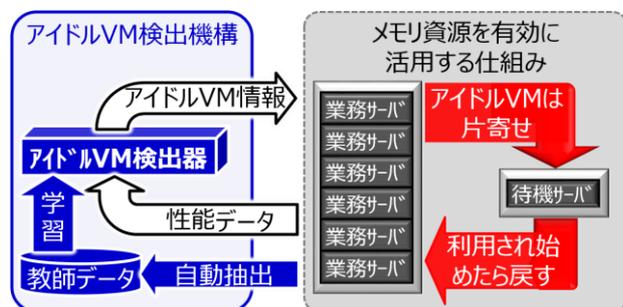
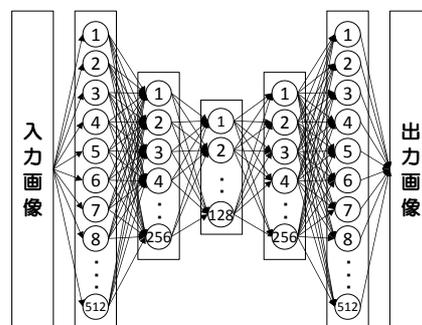


図 1. 機械学習を適用した選択的 VM 片寄せ方式

2. アイドル VM 検出器

運用しているアイドル VM 検出器は Deep Auto-encoder で構成している(図 2)。入力データは各 VM の 1 日の資源使用量(CPU 使用率とデータ転送量)の推移を表したグラフ画像である。アイドル状態の VM のデータだけを教師データとし、アイドル VM の場合に入力画像と出力画像が一致するように学習させている。数個の VM を敢えてアイドル状態で放置しておくことで教師データを自動的に収集できる。収集したデータは全てアイドル VM のデータであるからラベル付け作業は不要である。

アイドル VM を検出する際には、各 VM の資源使用量の推移を表すグラフ画像を学習済みモデルに入力し、学習済みモデルが出力する画像と似ているか否かを cos 類似度で評価する方式とした。このアイドル VM 検出器を、2018 年 10 月より実際のクラウド運用環境で運用している。



・中間層は5層で全結合
・活性化関数はReLU(最終層はsigmoid)

図 2. アイドル VM 検出器の構成

3. 実環境への適用結果

『選択的 VM 片寄せ方式』を継続して安定稼働させるにはアイドル VM 検出精度を高いレベルに保つ必要があるが、システム環境の変化に伴ってアイドル VM 検出器の精度が低下することが懸念される。そこで、2018 年 10 月初旬の稼働実績データに対するアイドル VM 検出精度を二つの学習済みモデルで比較した。一つは 2017 年 9 月の一ヶ月間のデータで学習したモデル、もう一つは 2018 年 9 月の一ヶ月間のデータで学習したモデルである(図 3. a、図 3. b)。

Method to maintain accuracy of Machine Learning Model constructed to detect Idle VMs in a Cloud Environment
†Hiroki Sumida, Yasuo Yoshimoto
Fujitsu Ltd.

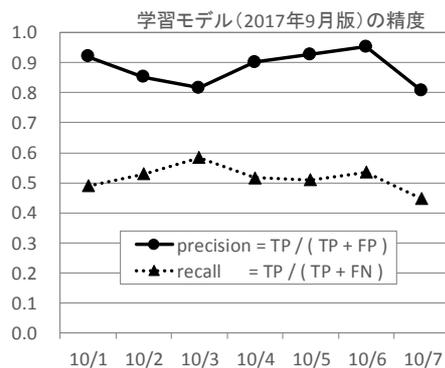


図 3. a 学習済みモデル(2017年9月版)による2018年10月のアイドルVM検出精度

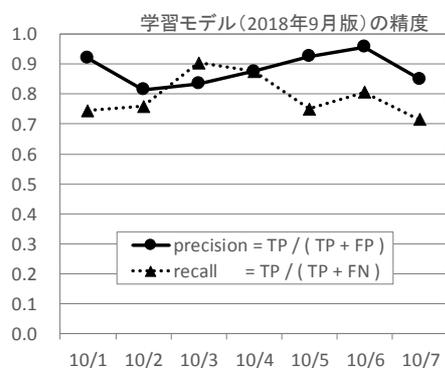


図 3. b 学習済みモデル(2018年9月版)による2018年10月のアイドルVM検出精度

アイドル VM 検出の適合率(precision)は 図 3. a と図 3. b とで大きな違いは無いが、アイドル VM の再現率(recall)は図 3. a の方が明らかに低い。2017 年 9 月のデータで学習した検出器の精度が 1 年後には低下したものと考えている。

アイドル VM 検出の precision が低下した理由を確認するため、2017 年 7 月の一ヶ月間の教師データで学習したモデルを使って、8 月以降の数ヶ月分についてアイドル VM のデータを評価した。意図的にアイドル状態で放置してある数個の VM について、学習済みモデルへの入力画像と出力画像の cos 類似度の各月ごとの平均値を表 1 に示す。cos 類似度の平均値は月を追うごとに低下しており、数ヶ月程度の時間経過であってもアイドル状態の VM の振舞が変わったものと推測される。そうであれば、最新の教師データで学習し直すことで当初の精度に戻せる可能性がある。

表 1. アイドル VM の cos 類似度

	2017/8	2017/9	2017/10	2017/11
cos 類似度 (平均値)	0.94	0.93	0.90	0.91

4. 精度の監視と再学習

アイドル VM 検出器の精度低下を自動的に見つけて精度を回復できるようにするため、実運用で使っているアイドル VM 検出器とは別に、毎月、過去半年分の教師データを使って試行用の検出器を自動的に構築する仕組みを構築した。さらに翌月には最新 1 ヶ月分のアイドル状態の VM(延べ約 300VM)のデータを使って、実運用の検出器と試行用の検出器の精度を自動的に比較する仕組みも構築した。アイドル状態の VM の各々について、検出器の入力画像と出力画像の cos 類似度を 2 つの検出器で比較し、実運用の検出器の方が低くなっていないか評価する方式とした。一定以上の精度低下が生じている場合、それ以降の運用では実運用の検出器を試行用の検出器で自動的に置き換える仕組みも構築した。

これらの仕組みは 2019 年 4 月から運用を始めている。4 月には精度低下が検出され 5 月に検出器が置き換えられた。その後は検出器の置き換えは発生していないが、8 ヶ月の運用期間をとおしてアイドル VM 率(パワーオンされている VM のうちのアイドル VM 数の割合)は 20%~30%の範囲で安定しており(図 4)、検出器の精度を維持できていると判断している。

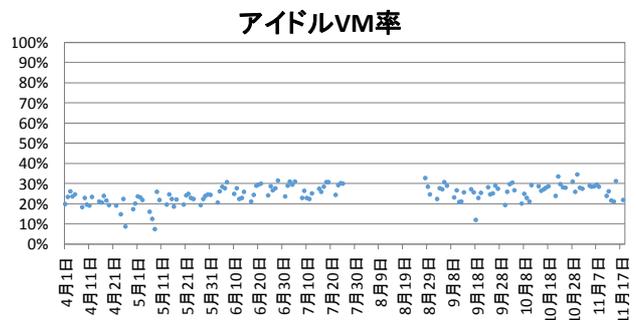


図 4. アイドル VM 率の推移

5. おわりに

我々は、ソフトウェア開発用プライベートクラウド環境のメモリ資源の有効活用を図る目的で、機械学習モデルを活用してアイドル VM を検出する運用を行っている。しかし、モデルの構築から年月が経過すると環境変化に伴ってアイドル VM 検出精度が低下するという課題があった。

本稿では、モデルの精度低下を自動的に見つけて精度を維持する仕組みの提案と、実運用に適用した事例を報告した。

参考文献

[1]住田宏己, 吉本安男, “クラウド環境でのアイドル VM 識別のための機械学習適用事例”, 情報処理学会第 81 回全国大会講演論文集, 6A-06