

Unikernelクラウドにおけるマルチスレッド アプリケーションを支援するVMスケジューラ

田尻 翔太[†] 宮澤 元[‡] 野呂 昌満[‡]

南山大学大学院 理工学研究科 ソフトウェア工学専攻[†] 南山大学 理工学部 ソフトウェア工学科[‡]

1. はじめに

仮想機械(VM)上で軽量OSを用いて単一目的のシングルスレッドアプリケーション(STA)を動作させるUnikernelクラウドでは、マルチスレッドアプリケーション(MTA)は互いに通信を行う複数のVMで構成されるので、MTA内での情報共有のオーバーヘッドの問題やMTAを考慮しないスケジューリングによる性能低下の問題が生じる。我々はUnikernelクラウドにおいて複数のVMをまとめて管理するVMGroupを提案している。本稿では、VMGroupにおけるMTAを考慮したVMスケジューラについて述べる。

2. Unikernel

Unikernelとは、VM上のOSには軽量なOSを動作させ、その上で単一目的のSTAを動作させるクラウドの構成法である[1]。UnikernelクラウドでMTAを動作させる場合、それぞれ単一スレッドを動作させる複数のVMが互いに通信を行う。Unikernelクラウドでは1つのVMが1つのスレッドと考えられるが、物理CPUに各VMの仮想CPUがVMスケジューラによってMTAを考慮せずに割り当てられる。

3. VMGroup

我々は、関係の強いVMをグループとしてまとめて管理するVMGroupを提案している。VMをグループ化することで仮想機械モニタ(VMM)における様々なリソース管理をMTAを考慮した形で行うことができる。

VMのスケジューリングについても、VMGroup

A New VM Scheduler to Support Multithreaded Applications on Unikernel Clouds

[†]Shota Tajiri, Graduate School of Sciences and Engineering, Nanzan University

[‡]Hajime Miyazawa, Masami Noro, Department of Software Engineering, Nanzan University

を利用してMTAを考慮して実装することができる。VMGroupでは、グループ化されたVMを複数の仮想CPUが割り当てられた1つのVMと見なし、VMスケジューリングを行う。

4. VMGroupの実装

提案したVMGroupをXen[2]のバージョン4.4.1に実装した。

4.1. VMのグループ化

VMの作成機能と削除機能を拡張し、複数のVMをまとめるVMのグループ化を実装した。具体的な実装を以下に示す

- 新たにVMグループ構造体を追加した。VMグループは複数ありそれぞれグループIDを持っている。
- 作成するVMの情報にグループIDを追加し、グループIDを指定したVMの作成を可能にした。
- VMの削除機能を拡張し、VMをグループから外す機能を追加した。

4.2. MTAを考慮したスケジューリング

グループ内のVMのどれかが動作した後は、同じグループ内の別のVMが優先して動作するようにVMスケジューラの1つであるCreditスケジューラ[3]に変更を加えた。これによりUnikernelクラウドでMTAを動作させる場合、スレッドとして動作するVM同士の通信の待ち時間を削減する効果が期待出来る。

5. 評価実験

MTAを考慮したスケジューリングの効果を確認するために実験を行った。具体的には、Hadoopを使った1ヶ月の最高気温を求めるアプリケーション[4]を動作させその実行時間を測定す

る。

5.1. 実験環境

表1に示されるPC1台を実験に使用した。アプリケーションを動作させるVMをこのPC上に7つ作成する。作成した7つのVMをVM1～VM7とした。作成したVMの仕様を表2に示す。VM1～VM3の3つのVMからなるグループとVM4～VM7の4つのVMからなるグループに分けそれぞれアプリケーションを同時に動作させる。グループ内の各VMは互いに通信を行い計算を行う。VMのグループを1つではなく2つ作成しているのは、MTAを考慮したスケジューラがグループ以外のVMのスケジューリングに影響を与えていないかを確認するためである。Hadoop環境の構築にはCloudera Manager[5]のバージョン5.2.1を使用しVM1とVM4をCloudera Manager サーバ、他のVMを並列計算を行わせるホストとした。

表1 PCの仕様

CPU	Intel®Core™ i7-2600
クロック周波数	3.4GHz
コア数	4コア8スレッド
メモリ	16GB
HDD容量	500GB
OS	Ubuntu Server 14.04 64bit

表2 VMの仕様

	VM1～VM7
CPUコア数	2
メモリ	2GB
HDD容量	32GB
Javaバージョン	1.6.0_31
OS	Ubuntu Server 14.04 64bit

5.2. 実験結果

VM1～VM3とVM4～VM7をグループとして管理した場合と管理していない場合のアプリケーションの実行時間を測定した。それぞれ10回ずつ測定を行い実行時間の平均値を求めた。実験結果を表3に示す。

表3 実験結果

	実行時間(ms)		向上率 (%)
	MTAを 考慮しない	MTAを 考慮する	
VM3つの グループ	59833.0	58641.5	1.9914
VM4つの グループ	42474.4	41103.5	3.2276

MTAを考慮したスケジューラを動作させた場合のアプリケーションの実行時間がVM3つのグループでは約2%、VM4つのグループでは約3%短くなり、MTAを考慮したスケジューリングの効果が確認できる。また、どちらのグループもMTAを考慮したスケジューラによって実行時間が向上しており、あるVMのグループのスケジューリングがグループ以外のVMのスケジューリングに影響を与えていないことも確認できる。

6. まとめ

UnikernelクラウドにおけるMTAを支援するためにVMをグループ化するVMGroupを提案した。VMをグループ化することで、スケジューリングをMTAを考慮した形で行うことができる。提案したVMGroupをXenに実装した。MTAを考慮したスケジューリングを用いた実験により、スケジューラの効果が確認できた。今後、VMGroupについて、MTAを考慮したI/Oスケジューリングなどの拡張を検討していく。

参考文献

- [1] A. Madhavapeddy, et al., “Unikernels: Library Operating Systems for the Cloud,” SIGPLAN Not., vol. 48, no. 4, pp. 461-472, Mar. 2013.
- [2] “The Xen Project, the powerful open source industry standard for virtualization.” <http://www.xenproject.org/>, (access 2016-1-5).
- [3] “Credit Scheduler - Xen.” http://wiki.xenproject.org/wiki/Credit_Scheduler, (access 2016-1-5)
- [4] T. White, *Hadoop*. オライリー・ジャパン, 2011.
- [5] Cloudera, “Cloudera Manager 5.” http://www.cloudera.com/content/cloudera/en/documentation/core/v5-2-x/topics/cm_intro_primer.html, (access 2016-1-5).