1H-01

コンテナ型仮想化を用いた高集約環境の性能に関する考察

梅澤　綾果†　　山口　実靖†

工学院大学大学院工学研究科電気・電子工学専攻†

■ 1. はじめに

情報サービスの普及に伴いサーバの設置スペースや消費電力の肥大化が問題となり，仮想化技術を用いたサーバ集約やそれを用いたクラウドコンピューティングの重要性が高まっている．サーバの集約を高度に行うには，多数のサーバが集約された環境でも低くない性能を提供することが必要となる．仮想化環境にてより高い性能を提供できる仮想化技術として，コンテナ型仮想化技術があり，注目を集めている．

本稿では，Docker を用いるコンテナ型仮想化技術による高集約環境における性能についての考察を行う．

■ 2. コンテナ型仮想化技術

コンテナ型仮想化技術とは，ホスト OS 上にコンテナと呼ばれる仮想的なユーザー空間を複数構築することができる手法である．ゲスト OS は存在せず，カーネルをホスト OS と共有する．ゲスト OS を稼働させる仮想化技術と比べ、使用する計算機資源やオーバーヘッドが少なくより高い性能を提供できると期待される．

コンテナ型仮想化環境を提供できる著名なシステムとして Docker がある．

■ 3. 関連研究

高集約環境の性能に関する研究として，仮想計算機型仮想化技術を用いた高集約環境の性能について考察[1]がある．この文献では，多 VM 環境では Web アプリケーションの負荷が低い状態であっても各仮想計算機上で稼働しているゲスト OS 群の負荷が大きくなり，大幅な応答性能の劣化が生じることが示されている．また，ゲスト OS の負荷を軽減することにより応答時間の改善が行えることが示されている．

コンテナ型仮想化環境の性能に関する研究として，低集約環境におけるコンテナ型仮想化環境の性能に関する考察[2]がある．本研究にて，低集約環境にてコンテナ型仮想化環境は高い性能を発揮できることが示されているが，高集約環境における評価は行われていない．

■ 4. 性能評価

本章において，高集約環境におけるコンテナ型仮想化環境の性能の評価を行う．実験環境は，CPU Intel Celeron CPU G530 2.40GHz, 2 コア，メモリ 1GB, ホスト OS CentOS 7 Linux 3.10.0，Docker 1.12.3 である．

■ 4.1　演算処理性能

1 台のホスト OS 上に 1 台から 64 台のコンテナを起動し，CPU ベンチマーク姫野ベンチを各コンテナ内で並列実行した．そのときに各コンテナで得られた性能を図 1 に示す．図より，単独実行時と 2 並列実行時に各コンテナで得られている性能がほぼ同等であり，合計で比較するとほぼ 2 倍の性能となっていることが分かる．これは，使用した計算機の CPU コアの数が 2 個であるからである．並列数 2 以上に着目すると，各コンテナの性能はコンテナ数にほぼ反比例しており，合計性能はコンテナ数に依らずほぼ一定となっていることが分かる．これより，CPU 資源は主にコンテナ内のアプリケーションに割り当てられており，コンテナ起動のオーバーヘッドが大きくないことが分かる．

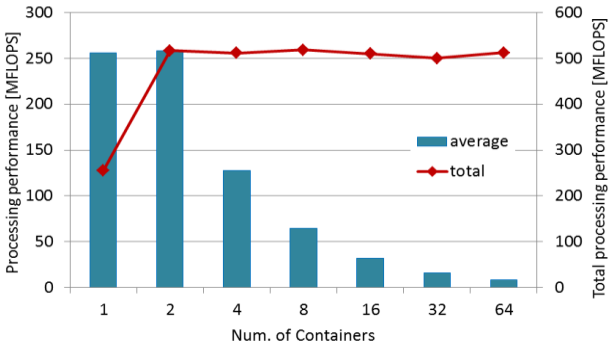

図 1　CPU 演算性能

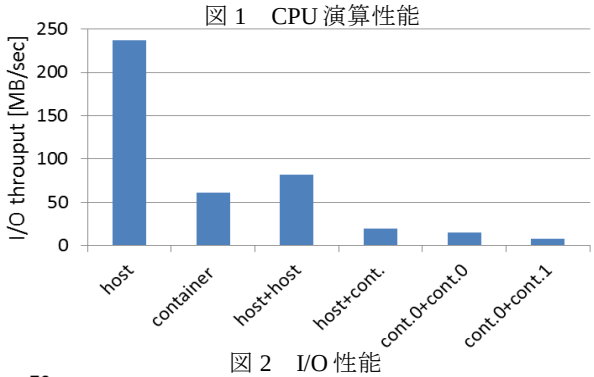

図 2　I/O 性能

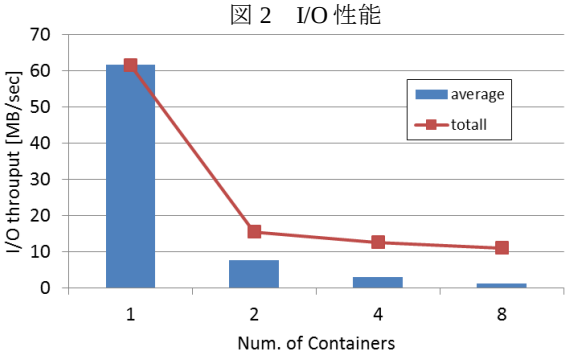

図 3　I/O 性能(集約環境)

■ 4.2　I/O 性能

ホスト OS 上とコンテナ上で I/O ベンチマーク FFSB

A Study on Highly Consolidated Environment Using Container
†Ayaka Umezawa, Saneyasu Yamaguchi, Electrical Engineering and Electronics, Kogakuin University

Copyright ©2017 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

を実行し，I/O 性能を評価した．測定は 1MB バイトのファイルを 4096 個作成し，1MB の読み込みを 5 分間繰り返すことにより行った．ベンチマークは，ホスト OS 上で単独実行，コンテナ内で単独実行，ホスト OS 上で 2 プロセス並列実行，コンテナ内で 2 プロセス並列実行，ホスト OS とコンテナ上で 1 プロセスずつ並列実行した．その測定結果を図 2 に示す．また, 1 台のホスト OS 上に 1 台から 64 台のコンテナを起動し，ベンチマークを各コンテナ内で並列実行した．その測定結果を図 3 に示す．

図 2 より，ホスト OS 上とコンテナ内において I/O 性能の大きな差が見られることが分かる．また,図 3 よりコンテナ数増加により合計性能も劣化することが分かる．これはストレージドライバに負荷の大きい devicemapper を用いたことが原因であると予想される．

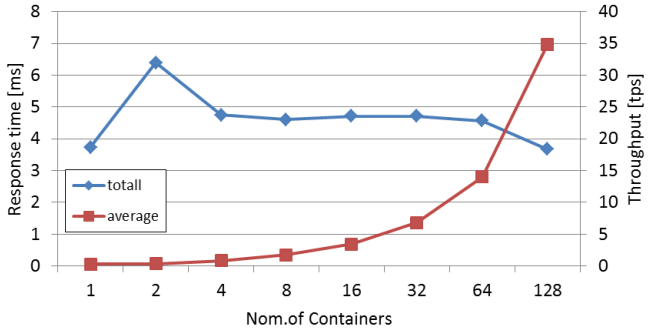

図 4　WEB サーバ性能

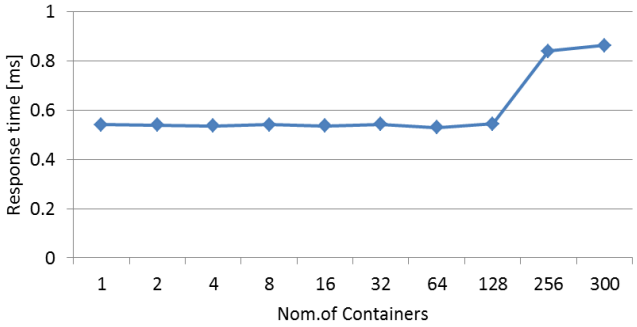

図 5　WEB サーバ性能(ランダムアクセス)

■ 4.3　WEB サーバ性能

1 台のホスト OS 上に 1 台から 128 台のコンテナを起動し，WEB サーバベンチマーク Apache ベンチを各コンテナ内で並列実行した．測定は，各コンテナ内の WEB サーバに 1000 回のアクセスをプロセス数 1 で行い，応答時間を計測した．測定結果を図 4 に示す．また、同様に 1 台のホスト OS 上に 1 台から 300 台のコンテナを起動し，起動中コンテナ群よりランダムに選択したコンテナの WEB サーバに 1 万回 1 並列で接続するベンチマークを実行した．その測定結果を図 5 に示す．

図 4 より，コンテナ数増加に伴い個別の応答時間は悪化するが，合計スループットで見ると劣化が少ないことが見られる．また,図 5 よりコンテナ数 1 から 128 までにおいては大きな性能劣化は見られないが，コンテナ数 256 より性能が劣化することが分かる．

■ 4.4　overlayfs 性能

4.2 節にて，コンテナを用いることにより I/O 性能が大幅に低下することが確認された．これは，より低負荷な overlayfs を用いることにより改善可能と期待できる．

本節にて，overlayfs の性能を評価する．ホスト OS 上で overlayfs 使用時，不使用時のそれぞれにおいてのファイル作成・削除の速度を測定した．ファイル作成の測定結果を図 6，ファイル削除の測定結果を図 7 に示す．図 6 よりファイル作成時間は overlayfs 使用時と不使用時でほぼ同等の結果が見られたことが分かる．図 7 よりファイル削除時間は overlayfs 使用時と不使用時で大きく差が見られたことが分かる．

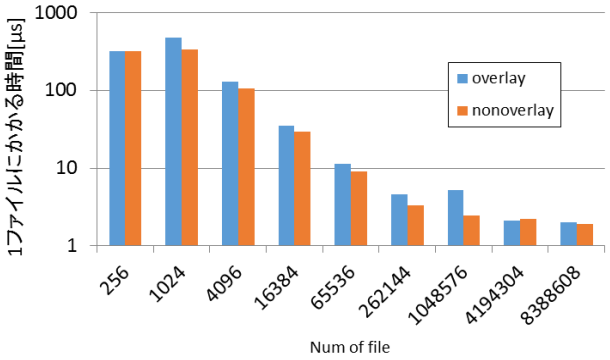

図 6　overlayfs 性能(作成)

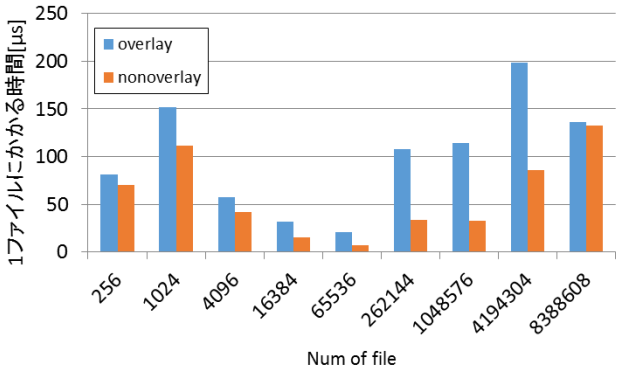

図 7　overlayfs 性能(削除)

以上より，コンテナ型仮想化を用いる高集約環境の構築において I/O 性能の劣化が課題であり，overlayfs を使用することによりその解決が期待できること，一部の処理においては必ずしも改善を期待できないことが分かる．

■ 5. おわりに

本稿では，コンテナ型仮想化を用いた高集約環境における性能の評価を行った．そして，コンテナ型仮想化を用いた高集約環境の構築についての考察を行った．

今後は，overlayfs 使用コンテナ環境の性能について考察をしていく予定である．

謝辞

本研究は JSPS 科研費 25280022, 26730040, 15H02696 の助成を受けたものである．

本研究は、JST、CREST の支援を受けたものである．

参考文献

[1]越智 俊介, 山口 実靖, “高集約サーバ統合環境における Web アプリケーションの性能に関する考察”, 研究報告マルチメディア通信と分散処理（DPS） 2011-DPS-146(50), 1-7, 2011-03-03 (2011).

[2]梅澤綾果・山口実靖, "コンテナ環境における並列アプリケーション性能に関する考察", 15 回情報科学技術フォーラム (FIT2016)B-012, 2016

Copyright ©2017 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.