

コース	ソフトウェアデザイン	指導教員	光来 健一
学生番号	192C1055	氏 名	木本 翔太
論文題目	VM 外でコンテナをマイグレーション可能にするための状態復元機構		

1 はじめに

近年、コンテナを提供するクラウドサービスが普及してきている。コンテナは OS のプロセスとその実行環境によって構成された軽量の仮想環境である。仮想マシン (VM) と同様に、コンテナもマイグレーションにより別のホストに移動させることが可能である。その際に、ホストの負荷が高い場合にはマイグレーション性能が負荷の影響を受ける。また、クラウドではコンテナを VM 内で動作させることが多く、仮想化の影響も受ける。そこで、VM 内のコンテナを VM 外からマイグレーション可能にする OVmigrate [1] が提案されている。しかし、OVmigrate は移送元で VM 外からコンテナの状態を保存することによる性能改善を主な目的としており、移送先での状態復元については VM 内で実行している。移送先でもコンテナは VM 内で動作し、VM の負荷が高くなることもあるため、状態復元についても性能改善が必要である。

本研究では、VM 外から VM 内にコンテナの状態を復元可能にするシステム OVrestorer を提案する。

2 OVrestorer

OVrestorer は図 1 のように、移送先の VM 内にあるコンテナの状態を VM 外から書き換えることで、状態復元を行う。そのために、状態復元時には VM 外で動作するコンテナ復元機構が VM 内に空のコンテナを作成し、移送元で保存されたコンテナの状態を書き込む。これにより、VM の負荷が高い場合でもその負荷がコンテナの状態復元に及ぼす影響を軽減することができる。また、VM による仮想化のオーバーヘッドがコンテナの復元処理に与える影響を最小化することもできる。

コンテナの状態は主にその中で動作しているプロセスの状態であるため、OVrestorer は VM のメモリ上にある OS のデータを解析して VM 内のプロセスの状態を書き換える。例えば、ファイル作成時のアクセス権限の設定を復元する際には、プロセス構造体からファイルシステム構造体を探

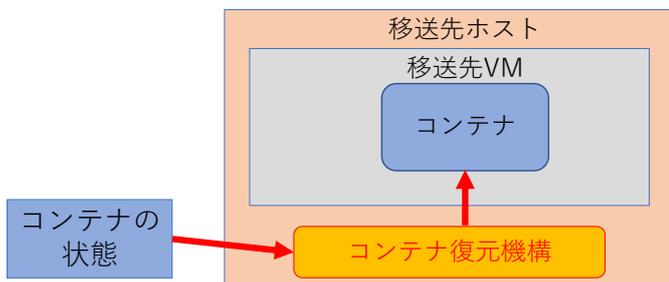


図 1. OVrestorer のシステム構成

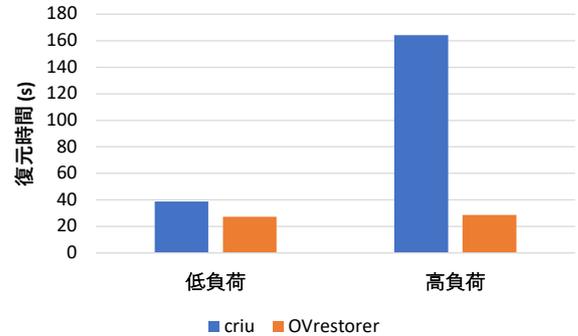


図 2. プロセスメモリの復元時間

索し、そのメンバ変数を書き換える。プロセスのメモリの内容を復元する際には、VM のメモリの中からプロセスに割り当てられているメモリ領域を探し、復元するデータを書き込む。OVrestorer は OS のソースコードを用いて復元処理を記述し、LLView フレームワークを用いて透過的に VM のメモリを読み書きすることを可能にする。

現在の実装では、OVrestorer は VM 内のコンテナ復元機構と協調してコンテナの復元を行う。状態保存とは異なり、VM 外のコンテナ復元機構はコンテナのすべての状態に対応できるまで単体では実行できないためである。プロセスの作成やメモリの割り当てなど VM のメモリ書き換えだけでは実現できない処理も VM 内で行う。VM 内外のコンテナ復元機構は VM ソケット (Vsock) を用いて通信を行い、対応できた復元処理のみを VM 外で行う。

3 実験

OVrestorer を用いて VM 外からプロセスのメモリとファイル作成時のアクセス権限の設定を復元する実験を行った。VM 内のプロセス復元機構と協調実行することにより、プロセスを保存時の状態に復元できることが確認できた。また、5GB のデータを扱うプロセスのメモリを復元するのにかかる時間を測定した。比較として、VM 内で既存ツールの criu を用いて復元を行った場合についても測定を行った。図 2 に示すように、OVrestorer は仮想化の影響を受けず、VM の負荷が高い時でも高速にプロセスのメモリを復元することが分かった。

4 まとめ

本研究では、VM 外から VM 内にコンテナの状態を復元可能にするシステム OVrestorer を提案した。今後の課題は様々なコンテナの状態を復元できるようにすることである。

参考文献

- [1] 朝倉, 光来. VM 外で実行可能なコンテナの状態保存機構. SWoPP 2022.