論　文　概　要

九州工業大学大学院情報工学府　情報創成工学専攻　情報・通信工学分野

学生番号	236E0119	氏　名	木本 翔太
論文題目	VM 内のコンテナを高速に復旧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な仮想環境である．コンテナは定期的に状態を保存しておくことにより，障害や攻撃に備えることができる．障害が発生したり攻撃を受けたりした時には，保存しておいた状態を復元することで速やかに復旧を行うことができる．しかし，その際にホストの負荷が高い場合には復元処理が負荷の影響を受ける．また，クラウドではコンテナを仮想マシン (VM) 内で動作させることが多く，復元処理は仮想化の影響も受ける．

本研究では，コンテナを高速に復旧するために 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 のようにコンテナ復元機構を VM 外で動作させ，コンテナの状態を VM 外から復元する．そのために，OVrestorer は VM 内に空のコンテナを作成し，その状態を保存しておいたコンテナの状態で上書きする．VM 外で実行することにより，コンテナ復元機構は VM による仮想化の影響を受けずに済む．VM の負荷の影響も基本的には受けないが，ディスクなどの VM と共有するリソースについてはコンテナ復元時にのみ VM のリソース制限を行うことで影響を抑える．

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 データを解析して VM 内のプロセスの状態を復元する．例えば，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出し，保存しておいたデータを書き込む．そのために，OVrestorer は OS のソースコードを用いて復元処理を記述し，透過的に VM のメモリ上の OS データを読み書きすることを可能にしている．

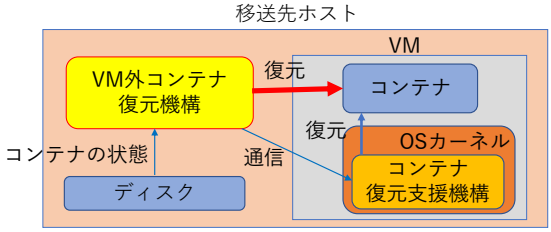

図 1. OVrestorer のシステム構成

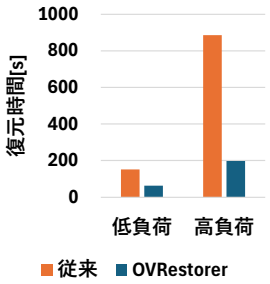

図 2. 復元時間

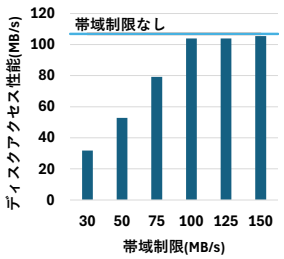

図 3. コンテナ性能

VM 外のコンテナ復元機構が VM 内のコンテナのすべての状態を復元するのは容易ではないため，OVrestorer は VM 内で動作するコンテナ復元支援機構と連携する．例えば，復元時にメモリを割り当てる必要がある OS データは VM 内のコンテナ復元支援機構が事前に確保しておき，VM 外のコンテナ復元機構が VM のメモリから取り出して利用する．不要になった OS データは VM のメモリに格納しておき，VM 内のコンテナ復元支援機構が後で解放する．ハードウェアを操作する必要がある場合は VM 内のコンテナ復元支援機構と通信し，負荷の影響を受けにくい OS カーネル内で復元を行う．

3　実験

OVrestorer を用いて VM 外からコンテナの状態を復元する性能を調べた．VM 内でディスクに負荷をかけた時にコンテナを復元するのにかかる時間を測定し，VM 内で docker と CRIU を用いて復元した場合と比較した．図 2 に示すように，OVrestorer は VM のディスクの帯域制限を少しでも行えば，既存ツールより高速にコンテナを復元できることが分かった．一方，図 3 のように 100MB/s までは帯域制限を行ってもコンテナのディスクアクセス性能は低下しないことが分かった．

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，コンテナのより多くの状態を VM 外から復元できるようにすることである．