

# 移送先の変更を伴う VM マイグレーションの効率化

緒方 彬人<sup>1</sup> 光来 健一<sup>1</sup>

## 1. はじめに

近年、クラウドでは大容量メモリを持つ仮想マシン (VM) が提供されている。VM はマイグレーションと呼ばれる技術によって別のホストに移動させることができ、ホストのメンテナンスや負荷分散、VM の集約などのために用いられている。しかし、マイグレーションには VM のメモリサイズに比例した時間がかかるため、大容量メモリを持つ VM ではより長い時間が必要になる。そのため、マイグレーション中に移送先ホストの負荷が高くなったりネットワークが混雑したりするなど、マイグレーション開始時とは状況が変わる可能性が出てくる。

そのような場合には、より負荷の低いホストや混雑していないネットワークで接続されたホストに移送先を変更するなどの対処を行うことが望ましい。しかし、VM の移送先ホストを変更するにはマイグレーションを一旦、キャンセルする必要がある、それまでに転送された VM の状態はすべて破棄される。そして、再度、すべての VM の状態を転送し直す必要があるため、マイグレーションの完了するまでの間に再び状況が変化する可能性が高くなる。

そこで、本研究では、VM マイグレーションをキャンセルすることなく、移送先ホストを柔軟に変更することを可能にするシステム DCmigrate を提案する。

## 2. DCmigrate

DCmigrate は移送先ホストを変更する際に、図 1 のように移送元ホストで移送先を新しいホストに切り替え、古い移送先ホストに未転送の VM の状態と再送が必要な VM の状態だけを新しい移送先ホストに転送する。一方、変更前の古い移送先ホストは移送元ホストから転送済みの VM の状態を保持し、新しい移送先ホストに転送する。これにより、移送元ホストと古い移送先ホストの両方から新しい移送先ホストへ VM の状態を並列に転送する。このように

VM の状態を並列に転送することで、マイグレーションを最初からやり直す場合と比べて、移送先ホストを変更した後のマイグレーション時間を短くすることができる。そのため、移送先変更後のマイグレーション中に再び、状況が変わって、さらに移送先を変更する必要性が生じる可能性を低減することができる。また、移送元ホストをメンテナンスする際には作業を早めることができるようになり、負荷分散を行う際には性能を速やかに向上させることができるようになる。さらに、移送元ホストから転送する VM の状態が少なくなるため、移送元ホストの負荷やネットワーク負荷を軽減させることもできる。

DCmigrate は移送先ホストを変更する際に、移送元ホストにおいて実行中のマイグレーションを部分的にキャンセルする。この部分的なキャンセルはマイグレーションを中断するが、VM の状態の転送は継続する。そして、元のマイグレーションの状態を引き継いで、新しい移送先ホストへのマイグレーションを開始する。移送元ホストは新しい移送先ホストに接続し、VM の状態の転送先を切り替える。そして、元のマイグレーションの続きから VM の状態を転送する。新しい移送先ホストはメモリデータを転送する前に転送される VM のサイズなどの情報も必要とするため、古い移送先ホストに転送した情報を保存しておくことにより一括で再送する。

同時に、DCmigrate は古い移送先ホストに対しても移送元ホストと同様に、実行中のマイグレーションを部分的にキャンセルさせる。この部分的なキャンセルはマイグレーションの移送先としての処理を終了させ、VM の状態の受信を行わないようにする。一方で、移送元ホストから受信済みの VM の状態は破棄せずに保持する。そして、新しい移送先ホストに接続し、保持している VM の状態を転送する。

さらに、DCmigrate は新しい移送先ホストにおいて移送元ホストと古い移送先ホストからの VM の状態の並列受信を開始する。そして、双方から受信した VM の状態を統

<sup>1</sup> 九州工業大学  
Kyushu Institute of Technology

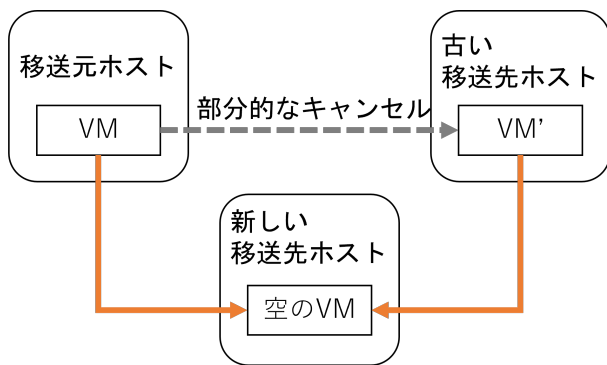


図 1 DCmigrate によるマイグレーション

合して完全な VM の状態を構築する。その際に、移送元ホストで VM が更新したメモリデータが再送されると、2つのホストから重複してメモリデータを受信する可能性がある。その場合には移送元ホストから転送されたメモリデータの方が常に最新であるため、そのメモリデータを利用する。すべての VM の状態を受信するまで待って VM を再開することにより、マイグレーションを完了する。

### 3. 実験

マイグレーションの実行中に DCmigrate を用いて移送先ホストを変更し、VM が新しい移送先ホストにマイグレーションされることを確認する実験を行った。この実験では、移送元ホストが VM の状態の転送を開始する前に移送先ホストの変更を行った。これは、移送先ホストの変更後に古い移送先ホストから新しい移送先ホストへの VM の状態の転送がまだ実装できていないためである。実験の結果、指定した移送先ホストに VM がマイグレーションされ、正常に動作していることが確認できた。

次にマイグレーションの実行中に DCmigrate を用いて移送先ホストを変更し、新しい移送先ホストへのマイグレーションを完了するまでにかかる時間を測定した。比較として、マイグレーションを一旦、キャンセルして新しい移送先ホストへのマイグレーションを一から実行した場合にかかる時間についても調べた。それぞれの場合で 10 回ずつ測定を行った時の実験結果を図 2 に示す。DCmigrate は元のマイグレーションを完全にはキャンセルせずに新しいマイグレーションに引き継ぐため、マイグレーションをキャンセルする場合と比べて高速化が期待できる。しかし、DCmigrate による高速化は確認できなかった。古い移送先ホストから並列に VM の状態を転送できるようになれば、移送先ホストの変更後のマイグレーションが高速化できると考えられる。

### 4. まとめ

本稿では、VM マイグレーションをキャンセルすることなく、移送先ホストを柔軟に変更することができるシステ

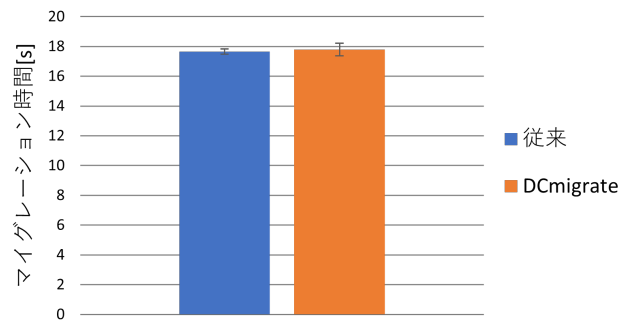


図 2 移送先変更後のマイグレーション時間

ム DCmigrate を提案した。今後の課題は、VM の状態転送中に移送先ホストを切り替えられるようにすることである。そのために、新しい移送先ホストが必要とする VM のサイズなどの情報を移送元ホストから正しく一括転送できるようにする。そして、古い移送先ホストから新しい移送先ホストへの VM の状態の転送を行えるようにし、新しい移送先ホストで VM の状態を並列に受信できるようにする。また、移送先ホストの変更後のマイグレーション時間を短縮するために、移送元ホストと古い移送先ホストそれぞれが転送を行う VM の状態の送信量を最適化できるようにする必要がある。

**謝辞** 本研究の一部は、JST, CREST, JPMJCR21M4 の支援を受けたものである。また、本研究の一部は、国立研究開発法人情報通信研究機構の委託研究 (05501) による成果を含む。