

# 仮想 DC 環境におけるユーザ平均遅延削減方式の VM 転送時間の影響調査

永瀨 幸雄† 寺本 泰大† 岸 寿春† 小山 高明† 北爪 秀雄†

† 日本電信電話株式会社 NTT セキュアプラットフォーム研究所

## 1 はじめに

近年, NW 仮想化技術を用いて DC(Data Center) 間を跨がる論理 L2NW を用いた DC 間の VM ライブマイグレーションが利用されている (図 1). 論理 L2NW に接続される VM とデフォルトゲートウェイ (DGW) が異なる DC に存在する場合, 冗長経路になる“トロンボーン現象 (Traffic trombone)”が発生するため, 各 DC に DGW を設置し, VM は最寄りの DGW 経由で外部 NW と接続するトポロジが使われる [1]. これは, 例えば図 1 において, ルータ  $R_X, R_Y, R_Z$  が, それぞれ DC X, Y, Z の VM の DGW として動作することを示す. このようなトポロジにおいて, 我々は, 既に文献 [2] で各ユーザ拠点のユーザ数が変化した場合に遅延とユーザセッション数に基づいて最適な拠点へライブマイグレーションを行うことで NW 内の全ユーザのユーザ平均遅延  $\bar{U}_d$  を削減する方式の提案を行い, その有効性を示している. ただし, 文献 [2] は, VM の転送がマイグレーション開始後, すぐに完了するものとして評価を行っているため, VM 転送時間が与える影響調査が課題である. そこで本稿では VM 転送時間をパラメータとしてシミュレーションを行い, その影響を報告する.

## 2 提案方式

提案方式を図 1 を用いて説明する. クラウドコントローラが, 各ルータ  $R_X, R_Y, R_Z$  にアクセスし, 各ユーザ拠点からの VM へセッション数  $S_X, S_Y, S_Z$  を把握する. 例えば図 1 のユーザ数の場合  $(S_X, S_Y, S_Z) = (3, 1, 2)$  である. 次に, クラウドコントローラは, セッション数とユーザ拠点, DC 間の遅延情報 (表 1) を用いて, 各 DC に VM が存在する場合の各拠点からのセッション数と遅延の積を合計を計算する. この合計をコスト  $C$  と定義する. 拠点 X, Y, Z のコスト  $C_X, C_Y, C_Z$  は, 式 (1)~(3) で表される.  $C_X, C_Y, C_Z$  を比較して, 値が最小の DC に VM をマイグレーションさせることで,  $\bar{U}_d$  を削減できる. ただし, マイグレーションは, マイグレーションを開始してから転送が完了するまでに, データの転送のため一定時間がかかる. KVM[3] 等の一般的なマイグレーションでは, 転送が完了するまではマイ

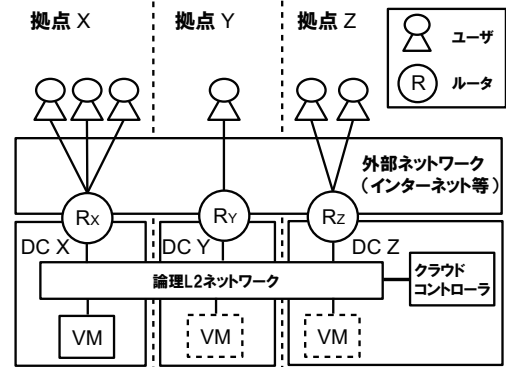


図 1: 構成図

表 1: 各データセンタ間の遅延 (ms). 括弧の値は例

拠点	拠点 X	拠点 Y	拠点 Z
拠点 X	$D_{XX}(0)$	$D_{XY}(100)$	$D_{XZ}(200)$
拠点 Y	$D_{YX}(100)$	$D_{YY}(0)$	$D_{YZ}(100)$
拠点 Z	$D_{ZX}(200)$	$D_{ZY}(100)$	$D_{ZZ}(0)$

グレーション実施前の VM がユーザに応答し, 転送完了後に移動先の VM が応答するように切り替わる.

$$C_X = S_X \cdot D_{XX} + S_Y \cdot D_{XY} + S_Z \cdot D_{XZ}, \quad (1)$$

$$C_Y = S_X \cdot D_{YX} + S_Y \cdot D_{YY} + S_Z \cdot D_{YZ}, \quad (2)$$

$$C_Z = S_X \cdot D_{ZX} + S_Y \cdot D_{ZY} + S_Z \cdot D_{ZZ}, \quad (3)$$

## 3 ユースケース

提案方式が想定するユースケースは,

### (a) プライベートクラウド

各企業の事務所から, サーバ用途 (部門サーバ, 経理サーバ, 出退勤管理サーバ, ファイルサーバなど) の VM を提供,

### (b) パブリッククラウド

インターネット上の不特定多数のユーザへの公開サーバ用途 (Web サーバなど) の VM を提供, とする. また, ハイパーバイザは十分なリソースがあることを想定し, パッキング問題は発生しないものとする.

## 4 VM 転送時間の影響調査

提案方式は, マイグレーションを用いて  $\bar{U}_d$  を最小化する方式であるため, マイグレーションを使わない場

†Yukio Nagafuchi †Yasuhiro Teramoto †Toshiharu Kishi  
†Takaaki Koyama †Hideo Kitazume  
†NTT Secure Platform Laboratories, NTT

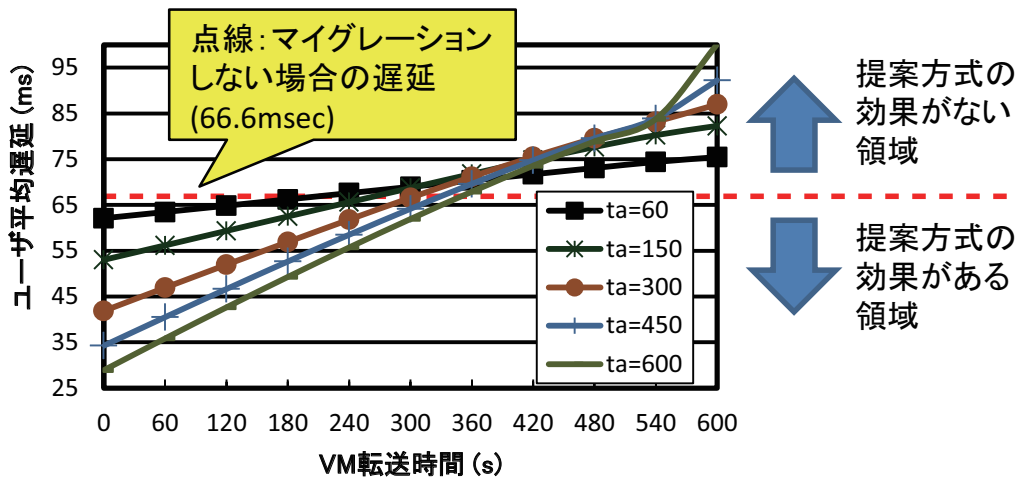


図 2: シミュレーション結果:VM 転送時間とユーザ平均遅延  $\bar{U}_d$  の関係

合よりも  $\bar{U}_d$  を小さく効果がなければ利用する意味がない。図 1 の構成において、マイグレーションを使わない場合、各ユーザ拠点に同数のユーザが到着すると仮定した場合、VM を真ん中の DC Y に置くことで  $\bar{U}_d$  を最小化でき、表 1 の遅延では 66.6msec となる。表 1 の遅延で 66.6msec よりも  $\bar{U}_d$  が小さい場合、提案方式が効果があることを意味する。提案方式の  $\bar{U}_d$  はシミュレーションを用いて計算する。

#### 4.1 シミュレーション

ユーザ到着間隔は指数分布に従い、平均到着間隔を  $t_a$  とし、到着したユーザを等確率でランダムにユーザ拠点 X, Y, Z に割り振る。ユーザ端末と VM の通信時間  $t_s$  は 600 秒とする。  $t_a$  は、  $t_a = (60, 150, 300, 450, 600)$  の 5 つのパラメータで、VM 転送時間は、0 ~ 600 秒の範囲で 60 秒間隔で  $t_a$  毎に取得する。シミュレーション結果は、図 2 に示す。

### 5 考察

図 2 から、  $t_a$  の値が大きいほど、  $\bar{U}_d$  は小さくなり、提案方式の効果が大きいことが分かる。これは、ユーザ拠点のユーザの増加の頻度が少ないため、ユーザが増加したユーザ拠点に近い DC に VM がマイグレーションする効果があるためである。逆に、  $t_a$  の値が小さい場合、各ユーザ拠点に多数のユーザが到着し、式 (1) ~ (3) のコスト計算の結果、真ん中の DC である DC Y に VM が移動することから、マイグレーションをしない場合の結果である 66.6msec に近づくためである。

次に VM 転送時間の影響を考察する。VM 転送時間に比例して  $\bar{U}_d$  が大きくなり、VM 転送時間が 300 秒を超える辺りから効果が無くなること分かる ( $t_a = 60$  は、極端なパラメータなので除外して考える)。直感

的には  $t_s$  の半分の値で、確率的に効果がなくなるためであると考えられるが、この部分の詳細な解析は今後、実施する。

### 6 まとめ

本稿では、文献 [2] の提案方式に対して VM 転送時間が与える影響をシミュレーションを用いて調査した。その結果、VM 転送時間に比例して、提案方式の  $\bar{U}_d$  削減効果が減少することが分かった。マイグレーションは、ハイパーバイザの CPU やネットワーク帯域などのリソースを消費することから、あまり効果が望めない状況でのマイグレーションの利用は、逆にリソースの浪費となるため、今後は、VM 転送時間に依ってマイグレーションの実行を判断することで  $\bar{U}_d$  削減する方式の検討を行う。また、シミュレーションだけではなく提案方式委の数式化を行い、パラメータの変化に伴う制御方式等への利用を検討する。

### 参考文献

- [1] 永淵 幸雄, 寺本 泰大, 小山 高明, 北爪 秀雄, “データセンタ間ライブマイグレーションにおける冗長経路回避に向けた経路制御方式の提案,” 信学技報, IN2013-48, pp.71-76, Jul. 2013.
- [2] 永淵 幸雄, 寺本 泰大, 岸 寿春, 小山 高明, 北爪 秀雄, “データセンタ間ライブマイグレーション環境におけるネットワーク全体の遅延の総和を削減する方式の提案,” 信学技報, IN2013-88, pp.7-12, Nov. 2013.
- [3] KVM Website: <http://www.linux-kvm.org/>