

# セッションハイジャックを用いたストリーミング配信のための 動画ビットレートを考慮した仮想動画サーバ起動数決定方式

岩崎里玖<sup>†</sup> 木村 成伴<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> 筑波大学情報学群情報メディア創成学類

<sup>‡</sup> 筑波大学システム情報系情報工学域

## 1 はじめに

Cisco レポート [1] によると, IP ビデオトラフィックの割合は 2017 年の 75% から 2022 年には 82% になると言われている. とりわけ, YouTube Live などの出現により, 人気が高い動画ライブコンテンツが始まり, 多くの人が一斉に動画を見ようとすると, トラフィックが急激に増加する. しかし, このトラフィックに合わせて, ISP 内の CDN (Content Delivery Network) サーバを増やすと, 人気動画のライブが開催されていないときのサーバの維持費が大きくなってしまふ.

この問題に対応するため, セッションハイジャックを用いた透過的ストリーミング配信を用いた動画配信方式 LiveJack [2] では, ストリーミング配信を代行する仮想動画サーバ Virtual Media Function (VMF) を起動し, ユーザとのセッションをハイジャックして, 動画配信元を起動した VMF に経路を切り替えていたが, 起動する VMF 数については特に検討されていなかった. そこで本論文では, ユーザに配信する動画ビットレートに基づき, 各 VMF に収容するユーザ数を設定する. これにより, 負荷の軽い複数の VMF を集約し, 起動する VMF 数を動的に削減することを可能とする. 最後に, シミュレーション実験によりその有効性を示す.

## 2 LiveJack

LiveJack [2] では, 当初は VMF を起動させずに, 動画配信サーバが動画を直接配信する. その後, ユーザが多くなると, 図 1 に示すように, SDN (Software-Defined Network) コントローラに通知して, VMF を必要な数だけ起動させる. サーバは, ユーザに配信しているコンテンツを VMF にバッファさせ, これがある程度たまったら, ユーザとのセッションをハイジャックして, 動画の配信元を動画配信サーバから VMF に

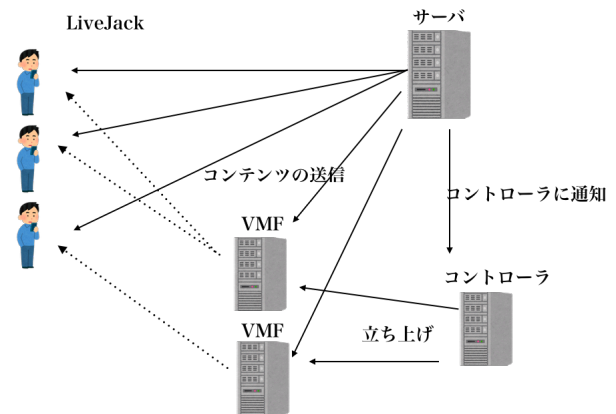


図 1: LiveJack の動作例

切り替えるよう, SDN コントローラに通知する.

しかし, 起動する VMF 数については特に検討されておらず, 全ユーザが同一の動画を視聴する場合に, ある一定の人数を超えるごとに新規 VMF を立ち上げるシミュレーション実験が示されているのみであった. しかし, ユーザが異なる画質の動画を視聴する場合, 各 VMF の負荷が均等でなくなる恐れがあった.

## 3 提案方式

本章では, LiveJack で起動する VMF の数を, ユーザの数に基づくのではなく, 配信する動画のビットレートの総和 (帯域使用量) に基づいて決定するため, 以下の手順で行うことを提案する. 但し, 管理者がパラメータ  $M$  と  $N$  (ただし,  $0 \leq M, N \leq 100$ ) を事前に決定しておくものとする.

ユーザが新たにアクセスを開始した場合, 最初はサーバが動画を配信するが, VMF の準備が出来次第, 以下の手順で, VMF からの配信に切り替える. VMF が一つも起動していない, もしくは, すべての VMF のネットワーク帯域使用量がリンク容量の  $N\%$  を超えていたら, 新規 VMF を立ち上げ, 準備ができ次第, この VMF からの配信に切り替える. そうでなければ, 帯域使用量が最も低い VMF を 1 つ選択し, この VMF からの配信に切り替える. ここで, 帯域使用量に  $N\%$  の上限を設けているのは, 配信される動画は複数のビッ

Decision Method of the Number of Virtual Media Servers Based on Bit Rate of Video Streaming Using Session Hijack  
Riku Iwasaki<sup>†</sup> and Sigemoto Kimura<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>College of Media Arts, Science and Technology of Informatics, University of Tsukuba

<sup>‡</sup>Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba

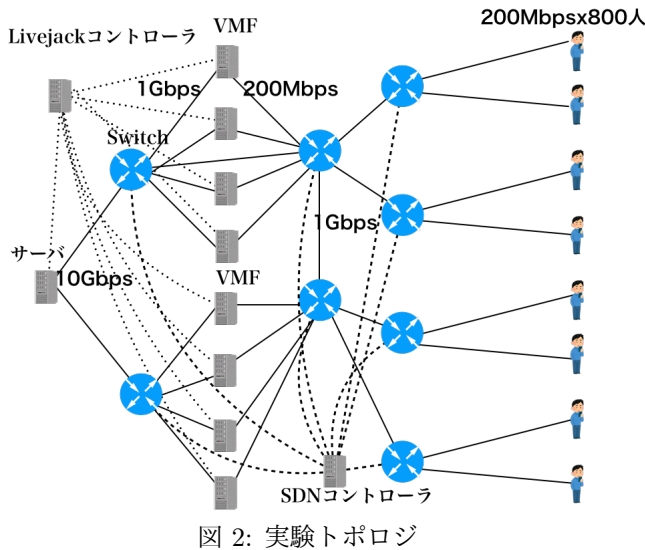


図 2: 実験トポロジ

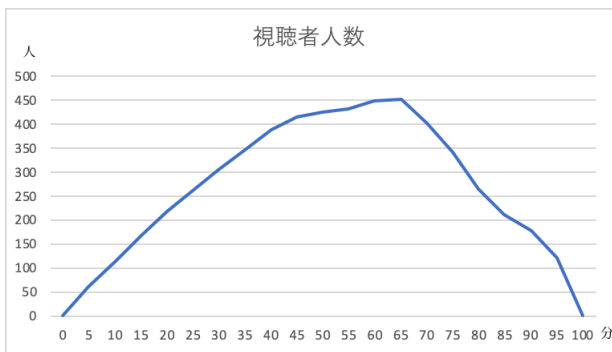


図 3: 視聴者数の変化

トレートで提供されるのが一般的であり、多数のユーザが高いビットレートに切り替える場合に備えて、帯域使用量に余裕を持たせるためである。また、動画のビットレートは平均値であり、動画のビットレートのピークが重なったときに備えることも必要である。

ユーザが減少して、帯域使用量が減った場合、以下の手順を行い、可能であれば、VMF が統合して、起動する VMF を減らす。複数の VMF の帯域使用量の合計が、リンク容量の  $M\%$  以下なら、そのような組み合わせで最も  $M\%$  に近くなる組み合わせを選び、その VMF の中で帯域使用量が最も多い VMF に他の VMF のユーザを移動させる。移動が完了したら、移動元の VMF を停止する。

#### 4 実験

本章では、シミュレーション実験を行い、提案方式の有効性を示す。ネットワークシミュレータは、ns3.28を使用する。実験で使用するネットワークトポロジを図 2 に示す。実験では、図のサーバから一つの動画を 100 分間配信する。実験開始時はユーザはいないが、5 秒間隔で、ユーザを一人追加する。その結果、ユーザ数

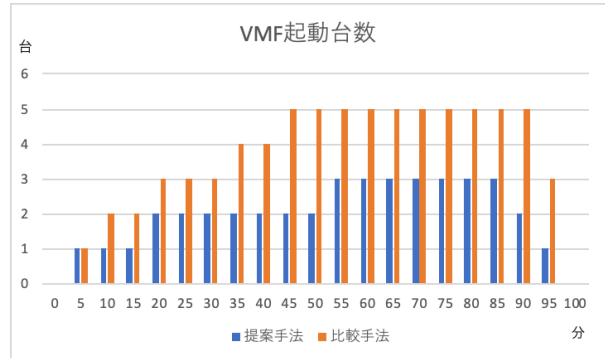


図 4: VMF の起動台数の時間的推移

は図 3 に示すように推移しており、800 人全員が視聴することはなかった。追加されたユーザは、動画の解像度を 360p, 480p, 720p, 1080p (約 300kbps, 600kbps, 1200kbps, 2400kbps) から選択する。視聴時間は、視聴を開始してから 30 秒から動画が終わるまでの間のランダムな時間とする。VMF の最大の起動可能台数は 8 台、提案方式のパラメタは  $M = 80\%$ ,  $N = 60\%$  とする。また、比較対象の LiveJack 方式を、1 台の VMF にアクセスできるユーザ数を 100 人までとする。

以上の条件により実験を行い、提案方式と LiveJack の方式の VMF 起動台数の時間的推移を図 4 に示す。このグラフは、5 分間の区間での VMF 起動台数の平均台数を表しており、シミュレーション実験開始から 10 分以降は、提案方式は LiveJack よりも VMF 起動台数が 1 から 3 台少ないことが分かる。

#### 5 まとめ

本論文では、ユーザに配信する動画ビットレートに基づき、各 VMF に収容するユーザ数を設定する VMF 起動数決定方式を提案した。シミュレーション実験により、起動当初を除き、提案方式は LiveJack より VMF の起動台数を 1 から 3 台削減することを示した。

今後は VMF の集約をより進めることで、VMF の台数を削減することを目指す。提案方式では VMF を 1 台に集約させているが、例えば、3 台の VMF を分配して、2 台に集約することができれば、削減機会を増やすことが可能であると考えられる。

#### 参考文献

- [1] Cisco, “Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends,” 2017–2022 White Paper, 2019.
- [2] Bo Yan, Shu Shi, et al., “Livejack: Integrating CDNs and Edge Clouds for Live Content Broadcasting,” Proceedings of the 25th ACM International Conference on Multimedia, pp.73–81, 2017.