

低コストで低遅延なマルチメディアデータの大規模配信システムの実装と評価

吉見 真聡[†] 岡田 浩希[‡] 清家 巧[§]
TIS Inc.[†] TIS Inc.[‡] TIS Inc.[§]

1 はじめに

本研究報告は、4K クラスの映像を、遅延を1秒未満に抑えつつ、10万規模のユーザに同時配信可能な映像配信システムの設計と評価について報告する。社会的要請を契機とする新しい生活様式が定着しつつある現在において、XRをはじめとする新しいサービスが多数リリースされている。

オンラインライブに代表される、コンテンツをサービスとして提供するアプリケーションにおいては、カメラ映像などの動画データを、多数のユーザに配信することが求められる。既に多数のライブ配信サービスがリリースされ大規模な配信も実現されているなかで、配信の規模、遅延、品質のトレードオフは大きな課題として挙げられる。規模は品質や遅延に大きく影響するので、配信システムを考える上でまず重要となる要素である。

本研究報告では、映像中継サーバをクラウド上にカスケード接続し、遅延の増大を抑えながら数十万ユーザへの動画配信を可能とする情報システムの評価について報告する。AWS上にOME(Oven Media Engine)[1]をカスケード接続し、10万ユーザの同時接続を確認した。このときの構成や遅延、費用について検討する。

2 階層型映像中継システムの課題

低遅延なマルチメディア通信を実現する技術として、WebRTC[2]が広く知られている。WebRTCはP2P通信の技術であり、複数のユーザにデータを配信する際には、SFU(Selective Forwarding Unit)と呼ばれる中継サーバが利用されることが多い。機能や役割により多種のSFUが公開されている。より多数のユーザへデータを配信する場合、サーバの通信帯域や計算リソースの制限により、配送できるユーザには制限がある。そこで、SFUをカスケード接続することで、接続可能なユーザ数を指数関数的に拡大する。このときの課題となるのは、カスケードによる配信先の拡大規模と、遅延の増大、映像の品質の3点に対する影響である。

3 設計と実装

図1に、AWS上に構築した階層型映像中継システムを示す。

SFUとしてOMEを採用した。この理由は、WebRTCのシグナリングサーバを内蔵しており、ライブカメラの映像を打ち上げるプロトコルとしてRTMPやSRTなどの選択肢が多く、様々なクライアントでWebRTCでの映像受信ができることが理由である。OMEはスケラビリティに優れ、Origin-Edge構造の多段構成を取ることができる。

OMEを仮想マシン(EC2)上で稼働するスクリプトを作成した。OriginとEdgeの2層を作成し、それぞれ仮想マシンを稼働させた。特にEdge層は、ユーザの配信要求の増大に応じて

An implementation and evaluation for low cost-latency contents delivery system

[†] YOSHIMI Masato, TIS Inc.

[‡] OKADA Hiroki, TIS Inc.

[§] SEIKE Takumi, TIS Inc.

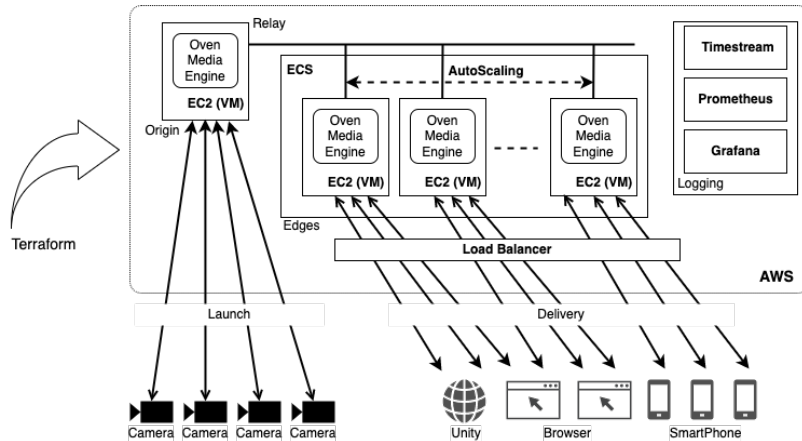


図1 階層型映像中継システム

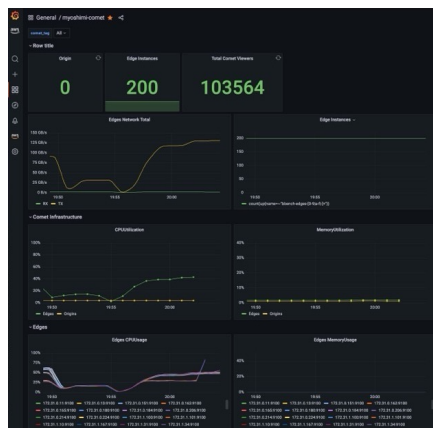


図2 10万ユーザ同時接続実験

スケールするよう、ロードバランサ (ALB) を前段に配置した ECS 上にオートスケーリング機構を導入した。

これらのシステムを、Terraform で記述し、容易なデプロイを可能にした。

4 大規模接続実験

文献 [3] に示す仕組みを使用して RTMP でライブ映像の打ち上げ (Launch) を行い、go 言語で実装した WebRTC のヘッドレスクライアントで、映像を受信する実験を行った。多数のクライアントが ECS-Fargate を利用して同時に実行され、大規模ユーザの同時接続がエミュレートされる。

接続できるユーザ数は、1つの OME サーバが配信できる映像数 m と、SFU の段数 n を用いて、 m^n で計算される。 m は、OME が稼働する EC2 のインスタンスタイプによって変動するが、c5.4xlarge を使用した場合、1 ノードあたり $m = 550$ であることが実験で明らかになった。図2に示すように、クライアント数を段階的に増加させ、Edge 層のインスタンスが 200 になったときに、ユーザ数が 10 万を超えることが確認された。

発表では、ユーザ数とシステム規模の関係に加え、遅延やコストについて説明する。

5 まとめと今後の展開

本研究報告では、SFU をカスケード接続することで、10 万を超えるユーザにライブ映像を配信できることを示した。この実装をもとに、SFU の階層 n を増減する仕組みを導入して、ユーザ数に合わせて、コスト、遅延を柔軟にシステム規模を調整する機構を開発する。

参考文献

- [1] ArienSoft. Oven media engine: Open-source sub-second latency streaming solution with llhls and webrtc. <https://www.ovenmediaengine.com/ome>.
- [2] WebRTC. <https://webrtc.org/>.
- [3] 岡田浩希, 吉見真聡. 360 度カメラを用いた低遅延ライブ配信システムの構築. 情報処理学会第 85 回全国大会講演論文集, 2023.