

大阪大学

1

生体情報から推定したQoEを用いた MPEG-DASHにおける ビットレート制御手法の実装と評価

村田研究室
児玉 大輝

2022/2/15 令和3年度 情報科学科 特別研究報告発表会

1

2

研究背景

- 映像トラフィックの急激な増加
 - 動画配信サービスの普及 (Youtube, Netflix, Hulu)
 - 遠隔 Web 会議システムの急速な普及 (Zoom, Cisco WebEx)
 - インターネットに接続するエンドホスト数の増加、性能の向上、アプリケーションの多様化・高度化
→ ユーザ自身の体感品質 (QoE) が重要視される
- 動画視聴ユーザの推定 QoE を向上させる取り組み
 - QoS に応じて適応的なビットレート制御を行う技術 (HAS)
 - QoE の向上を目的とした ABR (適応ビットレート) アルゴリズム
 - 動画品質のみから動画視聴ユーザの QoE を推定するのは困難
→ ユーザの生体情報を利用した QoE 推定に期待

2022/2/15 令和3年度 情報科学科 特別研究報告発表会

2

3

研究目的とアプローチ

- 研究の目的
 - 動画視聴中のユーザの QoE をリアルタイムに把握し、動画品質を制御して QoE の向上を図る
- アプローチ
 1. 生体情報を利用した QoE 推定手法の提案
 - 動画品質のみでの QoE 推定には限界がある
 - QoE を向上・低下させる原因はユーザごとに異なる
 - 今回は、瞬き情報を利用
 2. 推定した QoE に基づきリアルタイムにビットレートを制御する動画再生プレーヤーの実装

2022/2/15 令和3年度 情報科学科 特別研究報告発表会

3

4

生体情報を利用した QoE 推定

- QoE 推定に利用可能な生体情報の例
 - 脳波^[1,2]
 - SVM を用いた推定手法や、事象関連電位 P300 に着目した推定手法
 - 事象関連電位は動画視聴ユーザが動画品質の変化を認知しているかの判定に利用
 - 推定精度は比較的低く、個人差が大きい (予測精度 平均49.3% 最大75.3%)
 - 視線トラッキング^[1]
 - ユーザの視線の位置・移動を利用
 - ディスプレイを集中的に見ていた場合は集中度が高いと判断
 - 瞬き^[1,3]
 - ユーザの瞬きの間隔を測定
 - 瞬きの間隔が小さい場合は集中度が低いと判断
 - Web カメラから容易に計測可能・ユーザの負担少

→ 本研究では、瞬き情報を利用

[1] U. Engke, et al., "Psychophysiology-based QoEassessment: A survey," IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing, 2016.
[2] K. Kian, "Real-time QoE estimation method using EEG for video delivery services," Master's thesis, Graduate School of Information Science and Technology, 2021.
[3] 児玉大輝, 他, "Webカメラを用いた瞬き情報による集中度推定," 第7回情報処理学会全国大会講演論文集, 2015.

2022/2/15 令和3年度 情報科学科 特別研究報告発表会

4

5

瞬き情報を利用した QoE 推定モデル

- 瞬き情報を利用した集中度の推定^[3]
 - 瞬きの間隔に着目
 - 瞬きの間隔が小さい場合は集中度の低下
 - 閾値ベースでの集中度判断
 - 瞬きの間隔を集中度の指標として使用
 - 直近5回の瞬きにかかった時間を計測して利用
 - この時間が一定のしきい値 (今回は 200フレーム) を下回った際に QoE が低下と判断
 - 集中度低下は QoE 低下を把握する要素の一つ
- 実装した QoE 推定機能
 1. [4] の手法を実装・チューニング
 2. Web カメラからリアルタイムに瞬きを検出し、直近5回の瞬きにかかった時間を計測
 3. この時間が一定のしきい値 (今回は 200フレーム) を下回った際に QoE が低下したと判断

2022/2/15 令和3年度 情報科学科 特別研究報告発表会

5

6

実装するシステムの動作

- サーバ側の動作
 - MPEG-DASH サーバーとして動作
 - 複数のビットレートを準備
 - クライアント側から要求されたセグメントを送信
- クライアント側の動作
 - 瞬き情報を用いて QoE を推定
 - QoE を用いた ABR アルゴリズムにより次にダウンロードするセグメントのビットレートを決定してサーバに要求 (次スライド)

MPEG-DASH :

- 1 つの動画に対して複数種類の品質を、短時間のセグメントに分割してサーバ上に準備
- 要求された品質をクライアントに提供

2022/2/15 令和3年度 情報科学科 特別研究報告発表会

6

7 推定 QoE を用いた ABR アルゴリズムの実装

- **ABR アルゴリズムによるビットレート選択機能の実装**
 - QoE の推定・スループットの推定・再生バッファ時間の計測を行い、要求するビットレートを決定
 - クライアント側で動作する DASH プレーヤープログラムにこれらの情報を推定・取得する機能を実装
- **実装したレート制御アルゴリズム**
 - 今回の実装ではリバッファリングに着目
 - QoEを低下させる重要な要因のため
 - 推定 QoE がしきい値を下回り、かつリバッファリングが発生した場合のみレートを変更
 - 推定スループットを超えない中で最大レートの動画に切り替える
 - 動画ビットレートに対して推定スループットが高かった場合は要求するレートを上げる

2022/2/15 令和3年度 情報科学科 特別研究報告発表会

7

8 動作検証および評価方法

- **動作検証**
 - 実装したプレーヤーを用いて動画を視聴した際の情報を計測
 - Web カメラから計測した 瞬き情報
 - スループットの推定値、選択したビットレート、再生バッファサイズ
 - これらのデータをもとに適切なタイミングでレート制御が行われているか検証
 - 想定される動作
 - バッファリングが発生した際に、ユーザの直近5回の瞬きに要した時間が集中度の低下検出とみなす
 - 200 フレームを下回っていた場合のみ、動画のビットレートを推定スループットを超えない品質まで低下
 - 一定時間リバッファリングがなく、推定スループットに余裕があった場合に品質を向上
- **実装したシステムの評価**
 - ユーザの推定 QoE を使用せずに、リバッファリングが発生しかならずビットレートを下げるレート制御を行った場合と比較して評価

2022/2/15 令和3年度 情報科学科 特別研究報告発表会

8

9 動作検証

- **動画のビットレート (黒線)、直近 5 回の瞬きの合計時間 (黄棒グラフ)、リバッファリング発生時刻 (緑三角) を表したグラフ**
 - QoE が低下した基準は直近 5 回の瞬きの合計時間が 200 フレーム (紫線) を下回る
- **QoE が低下したときにリバッファリングが発生した場合に動画レートを変更**
 - QoE が高い場合は動画レートは変更しない

→ 瞬きの情報を利用してビットレートをリアルタイムに制御可能であることを確認

2022/2/15 令和3年度 情報科学科 特別研究報告発表会

9

10 推定QoEを用いなかった場合との比較による評価

- **推定 QoE を用いなかった場合 (黒破線) との比較**
 - ユーザの QoE が低下しない限り高い動画レートの維持
 - 平均ビットレートの向上
 - 動画レートの低下回数の減少により、動画レートの向上回数も削減可能
 - 動画品質の変化回数の減少

→ 平均ビットレートの向上と動画品質の変化回数の減少により、ユーザの QoE の向上が期待

- 被験者をつのった主観評価実験によって今後確認が必要

2022/2/15 令和3年度 情報科学科 特別研究報告発表会

10

11 まとめと今後の課題

- **まとめ**
 - 生体情報を利用した推定 QoE をもとにビットレートを制御する動画視聴プレーヤーの実装
 - 実装したシステムの検証・評価結果
 - リバッファリングが発生した際にユーザの QoE が低下した場合のみ要求する動画のビットレートを変更することを確認
 - 動画レートの変更回数をユーザの QoE の状態次第で減らすことで満足度を維持
- **今後の課題**
 - より多くの実験データの収集
 - ユーザ個人に合わせた閾値の設定 (QoE 推定部・ビットレート制御部ともに)
 - 他の生体情報を利用した場合についての検証と瞬きを利用した場合との比較評価

2022/2/15 令和3年度 情報科学科 特別研究報告発表会

11