

携帯端末を用いた利用者指向型動画配信サービスにおける 動画品質決定手法の設計

生出真人^{a)} 高橋晶子

携帯端末の普及やネットワークの高速化により、高品質なサービスの需要が高まっているが、計算機資源量が限られる携帯端末において多様な利用者要求を考慮したサービス提供は困難である。この問題を解決するために、本研究では動画配信サービスを対象とし、機械学習を用いた動画品質決定手法を提案する。また、プロトタイプシステムを用いた実験を行うことで本提案手法の実現可能性を確認する。

1. はじめに

スマートフォンやタブレット端末をはじめとする携帯端末や、無線ネットワークの普及により、外出先でも手軽に動画共有、配信サービスが利用可能となった。さらに、無線通信網の整備により、動画共有、配信サービス等のネットワークサービスにおいて高品質なサービス利用も一般的となった。しかし、携帯端末は従来の計算機と比較して計算機資源量が乏しいことから、限られた計算機資源量を考慮しつつ利用者が満足するサービスを提供することが求められる。

そこで本稿では、計算機資源量を考慮しながら多様な利用者要求を満足するサービス提供を実現するために、動画配信サービスにおける機械学習を用いた動画品質決定手法を提案する。また、プロトタイプシステムを用いた実験を行うことで本提案手法の実現可能性を確認する。

2. 関連研究と提案

動画配信サービスにおける動画品質制御に関して多くの手法が提案されている。これまで我々は、携帯端末の充電残量を考慮して動画品質制御を行い、サービス提供継続時間を延長する手法を実現したが¹⁾、同時に利用者要求を考慮したサービスの実現が課題であった。Rodriguezらはビデオ会議システムにおいて、ネットワークの遅延に応じて計算機やスマートフォン、タブレット端末に適した動画品質でのサービス提供を実現している²⁾。浦川らは動画配信サービスにおける通信品質を保証するため、トークンバケットで用いる供給トークンレート及びトークンバッファサイズを推定する手法を提案しているが³⁾、ネットワーク環境によっては通信品質が保証できないという問題がある。また、佐武らはアダプティブストリーミングにおいてネットワークスループットに応じて画像評価指標値が最大となるストリームスケジューリング手法を提案している⁴⁾。アダプティブストリーミング技術を用いた動画配信サービスであるYouTube⁵⁾ではネットワーク帯域幅に応じて動画品質やフレームレートを決定している。

(独) 国立高等専門学校機構 仙台高等専門学校
National Institute of Technology, Sendai College, Miyagi, 989-3128, Japan.
a) a1402003@sendai-nct.jp

このように、既存手法ではネットワーク状態に応じて動画品質が決定される手法が多く、利用者要求を十分反映せずに動画配信を行うため、利用者の意思に反して資源が過剰に消費される等の問題がある。そこで本研究では、利用者要求を考慮しつつ携帯端末の計算機資源量やネットワーク状態に応じて動画品質を決定し、利用者に対し適切な動画配信サービスを提供する手法を提案する。

3. 動画品質決定手法

3.1 動画品質決定手法の概要

本研究では、動画配信サービスにおいて、画質を重視した要求や、携帯端末の充電残量を考慮して動画を長時間視聴することを重視した要求など、多様な利用者要求を満足しつつ、利用可能な計算機資源量に応じて動画コーデックや動画サイズ、フレームレート等の各動画パラメータを決定し、提供する動画品質を決定するために、機械学習を用いた動画品質決定手法を提案する。利用者は各動画パラメータに対して利用者要求と優先度を段階的に設定することにより、一般のサービス利用者に対してもやさしいサービス提供を可能とする。

3.2 機械学習を用いた動画品質の決定

提案手法における機械学習では、教師あり学習の回帰問題として動画品質を決定する。入力ベクトルは利用者要求、出力値は各動画パラメータとし、入力ベクトルと出力値の組み合わせを1つの学習データとして学習を行う。例えば、出力値を動画ビットレートとした場合、入力ベクトルの各要素は利用者が要求する動画ビットレートの決定に影響する動画パラメータである動画サイズやフレームレート等となる。なお、学習データにノイズが含まれないようにするため、入力ベクトルとなる利用者要求の各要素は、利用者がサービスを利用する際に使用する携帯端末の情報やネットワーク状態を元に正規化した値とする。

各動画パラメータに関しては、利用者が利用者要求とともに設定した優先度の高い動画パラメータから順に決定し、利用者要求の最近傍となる学習データを動画パラメータとして決定する。このとき、最近傍探索を行う手法では類似度として Jaccard 係数を推定する b-bit MinHash⁶⁾を用いる。これにより、利用者要求の設定がない動画パラメータが存

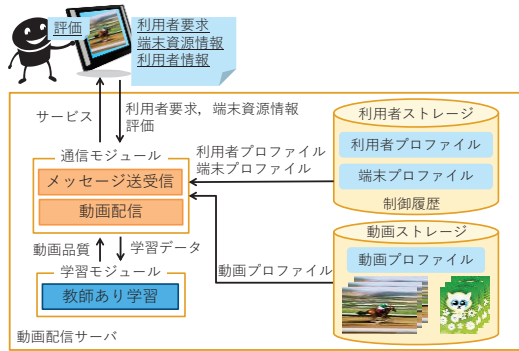


図1 提案手法を適用した動画配信サービスの概要

在する場合でも、学習データから動画パラメータを決定することを可能とする。上述の手法により導出した各動画パラメータの学習をサービス提供毎に行うことで、各利用者に特化したサービス提供を実現し、携帯端末の計算機資源量やネットワーク状態に応じて利用者要求を満足する動画品質を決定する。

3.3 システム設計

図1に提案手法を適用した動画配信サービスの概要を示す。サービス提供開始時、利用者は利用者要求として動画ビットレートやフレームレート等の項目でそれぞれ重視する程度を5段階の値から選択し(これを要求値とする)、同時に3段階の優先度を設定する。また、CPU使用率やネットワーク帯域幅などの計算機資源の情報は携帯端末上で取得し、利用者要求とともに動画配信サーバ内の通信モジュールを経由して学習モジュールに送信する。このとき、動画配信サービスを利用する利用者の情報を格納する利用者プロファイル、利用者が使用する携帯端末の画面解像度やリフレッシュレート等の端末情報を格納する端末プロファイル、配信する動画に用いられている動画コーデックや動画サイズ等の動画情報を格納する動画プロファイルを同様に学習モジュールに送信する。その後、3.2節の流れに従い各動画パラメータから動画品質を決定する。決定した動画品質でのサービス提供後、利用者は満足したサービス提供か否かの評価を行う。

また、利用者ストレージ内の制御履歴に利用者が満足した評価を行った動画品質の履歴が格納されることで、同じ条件下の場合に履歴内の動画品質でサービス提供を行うことが可能であるため、学習モジュールを介さずに高速に動画品質を決定できる。

4. 実験と評価

提案手法の実現可能性を確認するため、提案手法に基づいて実装したプロトタイプシステムを用いて実験を行った。本実験では、オンライン機械学習向け分散処理フレームワークである Jubatus 0.7.2⁷⁾の jubarecommender を使用した。訓練データとして270データを学習させ、利用者要求として動画ビットレートの要求値を最大とする画質重視の利用者を想定し、利用可能なネットワーク帯域幅の90%から

表1 実験結果

Bandwidth [kbps]	Times	Bitrate [kbps]	Framerate [fps]	Size [pixel]
5000.0	1	3753.0	30	1280x720
	2	4482.0	30	1280x720
	3	4795.2	24	1280x720
1000.0	1	977.1	15	720x480

100%の動画ビットレートが提供されたとき、利用者要求を満足するものとした。

表1に実験結果を示す。利用可能なネットワーク帯域幅が5000kbpsの場合にはサービス提供毎に提供動画ビットレートを上げ、3回目のサービス提供で利用者要求を満足する動画品質を提供した。次に、利用可能なネットワーク帯域幅を1000kbpsに変化させた場合では、既に利用者の特性を学習済みであるため、1回のサービス提供で利用者要求を満足する動画品質を提供した。すなわち、ネットワーク状態が変化した場合においても利用者要求を満足する動画品質を提供しており、提案手法の実現可能性を確認した。

5. おわりに

本稿では、計算機資源量を考慮しながら多様な利用者要求を満足するサービスを実現するために、動画配信サービスにおける機械学習を用いた動画品質決定手法を提案し、プロトタイプシステムを用いた実験を行うことで本提案手法の実現可能性を確認した。

今後は、計算機資源情報を考慮した動画品質の決定を行い、実際に動画配信を行うことで利用者に対して適切な動画品質でサービス提供可能であることを確認し、本提案手法の有効性を確認する。

参考文献

- 1) Takahashi, A., Oide, M., Abe, M. and Kinoshita, T.: Expansion and evaluation of EAS to provision multimedia communications services in heterogeneous environments, Proc. 13th IEEE International Conference on Cognitive Informatics and Cognitive Computing (ICCI*CC2014), pp. 236-241 (2014).
- 2) Rodriguez, P., Alonso, A., Salvachua, J., et al.: Adaptive cross-device videoconferencing solution for wireless networks based on QoS monitoring, Proc. 2013 World Congress on Computer and Information Technology (WCCIT2013), pp.1-6 (2013).
- 3) 浦川隼人, 小林和朝, 高田寛之: 動画配信のQoS保証のためのトークンパケットパラメータの検討, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J94-B, No.5, pp.708-715 (2011).
- 4) 佐武尚貴, 萬代雅希: ユーザ体感品質を向上するアダプティブ動画ストリーミングのためのストリームスケジューリング手法, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J98-B, No.1, pp.36-43 (2015).
- 5) YouTube (online), available from <http://www.youtube.com> (accessed 2015-07-29).
- 6) Li, P. and Konig, C.A.: b-Bit Minwise Hashing, Proc. 19th International World Wide Web Conference (WWW2010), pp.671-680 (2010).
- 7) Jubatus (online), available from <http://jubat.us/ja/index.html> (accessed 2015-07-29).