

動画品質要因としての色情報がユーザ主観評価に及ぼす影響の分析 Analysis of Relationship between Subjective Evaluation and Color Information as One of Video Quality Factors

山本 椋平[†] 山崎 達也[†]
Ryohei Yamamoto Tatsuya Yamazaki

1. はじめに

従来、通信やサービスの品質の評価指標としてサービス品質 (QoS : Quality of Service) が用いられてきた。しかし、QoS は通信の提供者から見た客観的な品質尺度であるため、通信サービスを受け取るユーザが主観的に評価する品質であるユーザ体感品質 (QoE : Quality of Experience) を用いることが注目されている。近年の通信サービスの動向を見ると、スマートフォンやタブレット端末の普及、またそれに伴う映像や音声コンテンツのストリーミング利用によりトラフィック量の膨大な増加が問題視されている[1]。トラフィックの主な割合としてビデオコンテンツがその多くを占めている。ビデオストリーミングサービスにおいても、ユーザが主観的に評価する品質指標である QoE が重要になっている。動画品質に影響する要因 (以下、動画品質要因) としては、解像度やフレームレート、量子化スケールなどが知られている。ビデオストリーミングサービスにおいては、一般的にトラフィック量を削減するために解像度を低下させるが、それにより QoE 評価の低減を引き起こすことが明らかになっている[2]。

これまであまり検討の俎上に乗らなかった動画品質要因として色情報がある。通常の視覚情報は色が付いていないことはないため、色情報を削減することは想定されることは少ないが、他の動画品質要因を向上することができるのであればトレードオフの対象となる可能性がある。色に関する研究として、佐藤ら[3]は画質特性の異なる 5 種類の画像を対象とした印象評価の研究を行った。被験者は 20 代の若年者と 60 歳から 80 歳の高齢者とした。印象評価の結果から因子分析を行い、メリハリ感、クッキリ感、親近感の三つの因子に分け、それぞれに対し因子得点を算出した。その結果、高齢者は 5 種類の画像の中の 2 種類であるモノクロ画像とカラー画像の親近感の因子得点にあまり差が見られなかった。この研究から、ユーザによってはモノクロ画像とカラー画像の印象にあまり差を感じないことが明らかとなった。しかしながら佐藤ら[3]は、静止画像に対する実験のみを行っており、動画に対する評価は行われていない。

そこで本研究では、動画品質要因の一つとして色情報を取り上げ、その有無に対するユーザ主観評価の差を明らかにし、ビデオストリーミングサービスにおけるデータ削減の可能性について検討する。ユーザ主観評価の測定には、実際にビデオストリーミングを想定した実験による QoE 評価を用いる。具体的には、ストリーミングの符号化ビットレートが一定という仮定で、動画の解像度と色情報がトレードオフとなる関係を用い、両要因の多様な組み合わせに対する QoE 評価を取得する。また動画の内容による評

価の差異を考慮するため、様々なジャンルの動画画像を用意し、ジャンルごとの QoE 評価に差異があることを示す。

2. 主観評価実験

解像度を削減したカラー動画画像と色情報を削減したモノクロ動画画像の二つを比較対とし、主観評価実験における評価対象として用いる。実験手法として DSCQS 法[4]を用い、グレースケール化したモノクロ動画画像とカラー動画画像の双方に対し、符号化ビットレートをある一定値として解像度を変更したものを一組として、実験における評価刺激とする。同じ目標ビットレートに対して、通常はカラー動画画像の方がモノクロ動画画像より低解像度となる。

2.1 DSCQS 法

DSCQS 法は二重刺激連続品質尺度法と訳され、基準画像と評価画像の 2 種類の映像 (映像 A と映像 B とする) を提示し、その評価差を測定する手法である。DSCQS 法では映像 A と映像 B を 2 回交互に提示し、2 回目の提示時にそれぞれの映像に対する評価を行う。このとき、評価者には基準映像と評価映像は教示せず、ランダムに入れ替える。本実験では、カラー動画を基準映像、モノクロ動画を評価映像とする。

評価者は、5 段階評価尺度に基づき、両映像に対する評価値を評価線上にマークする。評価線は 100mm を 20mm で 5 段階に区切られている。このとき、長さを 1 から 100 で正規化することにより、評価値を算出する。映像 A と映像 B のマークの距離を評価差とし、この評価差を評価者数で平均した値が DSCQS 値となる。本研究では、基準映像をカラー動画、評価映像をモノクロ動画としているため DSCQS 値が正の場合カラー動画の評価が高く、負の場合モノクロ動画の評価が高いことを示している。

2.2 実験条件

実験の被験者の条件として映像評価の経験がない非専門家とし、20 歳から 24 歳 (平均年齢 21.6 歳) の学生 23 名 (男性: 22 名, 女性: 1 名) から被験者としての協力を得た。表 1 に評価条件をまとめて示す。

表 1 評価条件

評価法	DSCQS 法
被験者	非専門家 23 名
評価画像	MPEG-4 動画 4 種類
モニタ	15.6 インチ
ディスプレイ解像度	1920 × 1080

評価画像のジャンルは、スポーツ、風景、ニュース、バラエティの 4 種類を用意した。用意した動画の解像度を原画像とする。スポーツと風景のジャンルの画像中にはテロップなどの文字情報は現れないが、ニュースとバラエテ

[†] 新潟大学大学院自然科学研究科 Graduate School of Science and Technology, Niigata University

ィには文字情報が画面に現れる。用意した原画像の解像度は、 854×480 、 640×360 、 428×240 、 320×180 である。以上の設定のもと、各ジャンルの評価画像に対する目標ビットレートを 4 段階に変化させ、合計 16 組 (No.1, No.2, ..., No.16) の比較対を用意した。これら 16 組の各評価画像の解像度を表 2 に示す。それぞれ No.1 から No.4 がスポーツ、No.5 から No.8 が風景、No.9 から No.12 がニュース、No.13 から No.16 がバラエティを示している。

表 2 評価画像解像度

	No.1	No.2	No.3	No.4
モノクロ	854×480	640×360	428×240	320×180
カラー	672×378	480×270	288×162	192×108
	No.5	No.6	No.7	No.8
モノクロ	854×480	640×360	428×240	320×180
カラー	736×414	544×306	352×198	256×144
	No.9	No.10	No.11	No.12
モノクロ	854×480	640×360	428×240	320×180
カラー	640×360	480×270	288×162	224×126
	No.13	No.14	No.15	No.16
モノクロ	854×480	640×360	428×240	320×180
カラー	608×342	448×252	256×144	192×108

2.3 実験結果

用意した 16 組の評価画像に対して、DSCQS 法を用いて主観評価実験を行った。実験結果を図 1 に示す。横軸が表 2 に示した各比較対の番号、縦軸が DSCQS 値を示している。エラーバーは標準偏差を示している。

実験結果から、No.3, No.4, No.11, No.12, No.16 において DSCQS 値が負値を示していることが分かる。つまり、スポーツ、ニュース、バラエティのいずれも低解像度の比較対においてモノクロ動画の評価値が高くなっている。

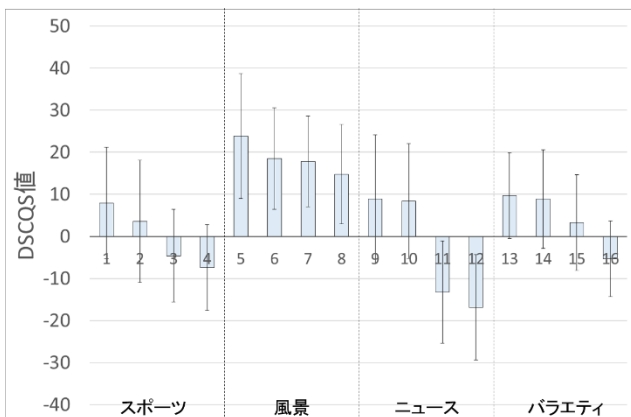


図 1 実験結果 (DSCQS 値)

2.4 ジャンルごとの QoE 評価

スポーツは No.3 と No.4 の比較対において DSCQS 値が負値を示し、モノクロ動画の評価が高いという結果になった。スポーツは、被写体の動きに加えカメラの動きが入っており全体として動きの量が多いという特徴がある。解像度が低くなると動きが認識しづらくなるために、相対的に解像度が高く動きが見やすいモノクロ動画の評価値が高くなったと考えられる。

風景は No.5 から No.8 までの全ての比較対において DSCQS 値が正値を示し、カラー動画の評価が高いという結果になった。全ての比較対において、標準偏差を考慮してもカラー動画の評価が高くなっている。風景は被写体が動くこともなく、カメラの動きも少しのパンニングのみのため全体的に動きの量が少ない。解像度の低下に伴い認識しづらくなる情報量が少ないため、各比較対において解像度が低くてもより親しみのあるカラー動画の評価値が高くなったと考えられる。

ニュースに関しては、No.11 と No.12 の比較対において DSCQS 値が負値を示し、モノクロ動画の評価が高いという結果になった。ニュースは被写体もあまり動かずカメラの動きがほとんどないため動きの量は少ないが、テロップの文字やグラフといった視覚情報があるため、解像度が低くなると視覚情報が認識しづらくなる。その結果、相対的に解像度が高く動きが見やすいモノクロ動画の評価値が高くなったと考えられる。

バラエティのジャンルでは No.16 の比較対のみにおいて DSCQS 値が負値を示し、モノクロ動画の評価が高いという結果になった。バラエティは、カメラの動きは少ないが被写体が動いているため動きの量が多い。さらに、テロップの文字という視覚情報もある。動きと文字情報といった解像度が低くなると認識しづらくなる情報量が二つあるため、相対的に解像度が高く動きが見やすいモノクロ動画の評価値が高くなったと考えられる。

これらの結果から、ジャンルによっては低解像度において色情報を低下させる方が QoE 評価の低下を抑制できる場合があることが示された。

3. おわりに

本研究ではビデオストリーミングサービスを想定し、様々なジャンルの動画像に対し解像度を削減したカラー動画像と色情報を削減したモノクロ動画像の QoE 評価を行うことで、ジャンルごとの動画像品質要因と QoE 評価の関係性について分析した。主観評価実験の結果、動画像品質要因である解像度または色情報を削減した動画像では、ジャンルによって QoE 評価に差異があることが明らかとなった。ジャンルによって QoE 評価が異なる理由として、評価画像の動きと文字といった画像特徴が原因であることを明らかにした。

謝辞

日常の議論を通じて多くの知識や示唆を頂いた研究室の関係諸氏に対し、ここに深く感謝の意を表す。また、主観評価実験に被験者としてご協力頂いた皆様に深謝する。

参考文献

- [1] “平成 26 年通信利用動向調査の結果”. http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/data/150717_1.pdf, (参照 2016-06-27).
- [2] Lucjan Janowski, Piotr Romaniak, Zdzislaw Papir, “Content driven QoE assessment for video frame rate and frame resolution reduction”, *Multimedia Tools and Applications*, Vol.61, Issue.3 (2012).
- [3] 佐藤慈, 児守啓史, 小林裕幸, “メディア画質について-世代による視覚印象の相違-”, *日本写真学会誌*, Vol.69, No.5 (2006).
- [4] ITU-R Rec. BT.500-13, “Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures” (2012).