

インターネット放送サービスを対象とした 映像の主観品質と映像コンテンツの関係の分析

加藤由花* 本田篤史† 箱崎勝也*

*電気通信大学 大学院情報システム学研究科

†日本電気株式会社 システムプラットフォーム研究所

E-mail: yuka@is.uec.ac.jp

本稿では、インターネット放送サービスを対象に、映像の主観品質と映像コンテンツの関係を分析し、その結果を映像配信におけるレート制御に適用する。ここでは、多数のユーザが映像の主観品質について同じ傾向を持っていると考えられるグループにコンテンツを分類し、そのグループ毎に同一のレート制御手法を適用する。映像の主観品質としては、映像の画質、フレームサイズ、フレームレートの3種類を規定し、それぞれ異なる特徴を持つ8種類の映像を対象に実験を行う。映像の主観品質とコンテンツの関係は、一対比較法を用いたユーザ実験により明らかにし、重回帰分析によってこれらの関係を定式化する。本稿ではさらに、実験システムに分析結果を適用し、提案手法の実装検証を行う。

The Relationship between Video Contents and Subjective Video Quality for Broadcast Services in the Internet

YUKA KATO* ATSUSHI HONDA† KATSUYA HAKOZAKI*

*Graduate School of Information Systems, The University of Electro-Communications

†System Platforms Research Labs., NEC Corporation

E-mail: yuka@is.uec.ac.jp

This paper analyzes relationship between video contents and subjective video quality for Internet broadcasting, and applies the results to the rate control methods. In this analysis, we classify video programs into some groups in which a large majority of users feel the same video quality. We determine the relationship by conducting an experiment with method of paired comparisons, and express that as equations by multiple linear regression analysis. Moreover, we apply the results to an experimental system, and conduct an implementation experiment.

1 はじめに

近年、アクセスネットワークのブロードバンド化に伴い、インターネット上での放送サービス（インターネット放送）に対する期待が高まっている。インターネット放送では、ユーザが多様な環境からサービスにアクセスしてくることで、映像が伝送されるネットワーク資源を多くのユーザが共有することから、高品質なストリーミングサービスを実現するためには、ネットワーク環境に適したレート制御が不可欠である。このとき、ユーザが体感する映像に対する主観品質は、視聴しているコンテンツやユーザの品質に対する嗜好によって大きく異なると言われている。そのため、レート制御においてもこれらを考慮した制御が必要であり、近年、このような観点から様々な研究が行われている。これらの研究は、コンテンツによる主観品質の差をどのように識別するかという観点から、以下の2種類に分類できる。

(1) メタデータ記述を利用した方法。

コンテンツ制作者が、映像の意味的重要度をメタデータとしてあらかじめ与えておくことによって、レート配分における優先制御を実現する方式である。MPEG-4 コンテンツを対象に、コンテンツ内のオブジェクト毎に重要度の記述を行う手法 [1] や、コンテンツ制作者の主観に基づいて設定された意味的重要度を利用して空間方向と時間方向のレート制御を行う手法 [2] などが提案されている。メタデータの記述には、MPEG-7 [3] などが利用される。

(2) 映像の特徴量抽出結果を利用した方法。

シーンチェンジや映像の動きの激しさ等をシステムが自動で抽出し、その特徴に適したレート制御を行う方式である。H.263+を対象としたトランスコーディング手法 [4] などが提案されている。

(1) の方式では、コンテンツの制作者によって映像の意味的重要度を指定することができるため、精

度の高いきめ細かな制御が可能であり、ユーザの主観品質の向上が期待できる。しかし、これらの手法をインターネット放送に適用することは困難である。これは、現在の地上波テレビ放送に比べ、放送される番組数が膨大になると予想されること、ニュースやスポーツといったリアルタイムでの配信を必要とする映像が存在することから、全てのシーンに対してその特徴を記述する方法を採用することができないためである。一方(2)の方式では、システムが自動でコンテンツの特徴を抽出するため、メタデータ記述の困難さを克服することができる。しかし、ここで対象としているコンテンツの特徴は、動きの激しさや色数などであり、これらはコンテンツの意味的重要度を表現しているわけではない。例えば、全く同じサッカーの試合の映像であっても、スポーツ中継の場合と、スポーツニュース内で試合結果が放送された場合とでは、意味的重要度は異なる。

このような背景から、本稿では、多数のユーザが映像の主観品質について同じ嗜好傾向を持っていると考えられるグループにコンテンツを分類し、そのグループ毎に同一のレート制御手法を適用する。ここでは、インターネット放送サービスを対象に、映像の主観品質に影響を与える要因をコンテンツグループ毎に分析し、その結果をレート制御手法に適用する。グループ分けによって、全ての映像にメタデータを付与する手間を削減するとともに、コンテンツの特徴に沿ったレート制御が可能になる。

以下、2章で提案手法における前提条件を述べた後、3章で映像の主観品質とコンテンツの関係を分析する。ここでは主観評価実験により、主観品質に影響を与える主要因をコンテンツグループ毎に分析する。その後、4章において分析結果のレート制御手法への適用方法を述べ、5章で本稿をまとめる。

2 前提条件

2.1 品質パラメータ

まず、本稿で制御の対象とする品質パラメータを規定する。一般にストリーミングサービスにおけるレート制御では、空間方向の情報量(1フレーム当りのビット量)と時間方向の情報量(フレームレート)のどちらか、または両方を変化させることによって制御を実現する。ここで、ある一定の伝送帯域の下で情報量の削減を行う場合、この空間方向の情報量と時間方向の情報量はトレードオフの関係にある。そのため、ユーザの視聴に対する主観評価が最大になるように、これらの削減量を決定する必要がある。本稿では、ユーザの体感し得るパラメータとして、映像の画質、フレームサイズ(空間方向の情報量)と、フレームレート(時間方向の情報量)

の3種類を品質パラメータとして規定する。

もちろん、実際のコーディング時(またはトランスコーディング時)には、よりきめ細かなビット配分を考慮する必要がある。例えば、ひずみ最小化の規範でMPEG-2ビット配分の最適化を行う手法[5](空間方向の情報量削減)や、MPEG-1ストリームの帯域制御を目的にシステム環境に応じて動的に廃棄するフレームを決定する手法[6](時間方向の情報量削減)、ビットレート制限下において最適フレームレートを推定する手法[7](空間・時間方向の情報量削減)など、様々な手法が提案されている。そのため、実際のコーディング時には、本稿で規定した3種類の品質パラメータをコーデにおける制御パラメータにマッピングする必要がある。しかし、このマッピング方式はコーデの実装に依存するため、本稿では考察対象としない。

2.2 コンテンツの分類方法

次に、コンテンツの分類方法について考える。本稿では、多数のユーザが映像の主観品質に対して同じ嗜好傾向を持っていると考えられるグループにコンテンツを分類する。このとき、分類には様々な方法が考えられるが、以下の点に考慮して分類方法を決定する必要がある:(i) ユーザの映像品質に対する嗜好が似ているであろうものをグループ化する;(ii) インターネット放送を対象にするため、多量のデータやリアルタイムのデータを容易に分類できること、つまり、容易に取得できるデータを用いて分類ができること;(iii) 品質パラメータ数が3であることから、グループ数も3~5程度に抑える。

これらの点を考慮し、本稿では、テーマやスタイルなどの番組の特性が異なる映像を複数用意し、ユーザの主観品質に対する嗜好傾向に従ってこれらの番組をグループ分けする。そして、グループ毎に品質に影響を与える主要因を分析する。このグループ分けは、グループ数を3~5に抑えることにより、(i)と(iii)の条件を満足する。また主要因が適切に抽出されれば(ii)の条件も満足する。これはインターネット放送では、配信されるデータに番組の内容に対するメタデータ(タイトル、ジャンル、制作者など)が付与されると考えられるので、抽出される主要因がこれらのデータから容易に構築できる場合には、番組の分類が可能になるためである。

3 主観品質とコンテンツの関係

本章では、2章で規定した品質パラメータ、コンテンツの分類方法を前提に、心理学的測定法の一種である対比較法を用い、主観評価実験によってそれぞれの映像に対する各品質パラメータの影響度合いを明らかにする。その結果に基づき、選択した映

像に対するクラスタ分析を行い、3~5個のグループを作成する。そして、各グループ毎に主観品質に影響を与えている主要因を分析し、品質パラメータと主観品質の関係を重回帰分析によって定式化する。なお、本稿における映像の主観品質とは、ユーザの映像品質に対する満足度と定義する。

3.1 主観評価実験

3.1.1 実験方法

まず、主観評価実験によって、品質パラメータの主観品質への影響度合いを調べる。これまで、サービスの品質に対するユーザの満足度を評価する方法として、支払い意思額を用いた研究 [8]、SD法を用いた研究 [9] などが行われてきた。しかし、音声や映像を対象としたサービスでは、これらの評点をどのように付けるかという判断が容易ではなく、その結果評価の精度が低くなるという問題点があった。このように評点を付けることが困難である事象の評価に対して信頼度の高いデータを得るためには、心理学的測定法の一つである一対比較法 [10] が有効であることが確認されている [11]。そのため本稿でも、被験者にとって評価が容易である一対比較法を用いて主観評価実験を行うことにした。ここで一対比較法には、比較判断の結果を順位で表すブラッドレーやサーストンの方法と、結果を評点で表すシェッフェの方法の2種類がある [12]。本稿では、比較の結果を点数で表しその点数に適当な構造を仮定して分析を行うため、シェッフェの一対比較法を用いることにした。また、一人の被験者に全組み合わせを受け持たせる中屋の変法 [12] を採用した。

具体的な実験手順を以下に示す。まず、2章で述べたように、テーマやスタイルなどの番組の特性が異なる映像を、8種類用意した。各試験映像の特徴を表1に示す。ここでは、視聴の目的をよく反映した映像を抽出し、映像自体よりも、映像の内容が主観品質に与える影響の分析を目指した。

次に、各々の映像において、2章で規定した3種類の品質パラメータをそれぞれ3段階に劣化させた映像を用意した。本来、デジタル映像の品質は、コーディング方式によって、同一要因（ネットワーク上でのパケット損失やバッファあふれ等）に対する劣化の発生形態が異なり、その主観評価への影響を考慮する必要がある。本実験ではこれらの影響を排除するため、リソースに十分余裕がある状態で、画質、フレームサイズ、フレームレートを変更することにより劣化映像を作成した。映像作成には、IPネットワーク上でDV (Digital Video) ストリームを転送するソフトウェアである DVTS (Digital Video Transport System) [13] を利用した。実験で用いた

表2: 実験で用いた映像の品質パラメータ値

品質パラメータ	基準値	劣化小	劣化中	劣化大
品質 (PSNR)	-	24 dB	21 dB	16 dB
フレームサイズ	720×480	360×240	180×120	88×60
フレームレート	30 fps	10 fps	3 fps	1 fps

表3: ある被験者の評価結果の例 (番組1)

	Q1	Q2	Q3	S1	S2	S3	F1	F2	F3
Q1	-	-1	-3	0	-1	-2	0	0	-1
Q2	1	-	-2	2	1	-1	2	2	1
Q3	3	2	-	3	2	1	3	3	2
S1	0	-2	-3	-	-2	-2	1	0	0
S2	1	-1	-2	2	-	-1	2	2	2
S3	2	1	-1	2	1	-	2	2	2
F1	0	-2	-3	-1	-2	-2	-	-1	-2
F2	0	-2	-3	0	-2	-2	1	-	-1
F3	1	-1	-2	0	-2	-2	2	1	-
合計	8	-6	-19	8	-5	-11	13	9	3

Q1: 画質の劣化小, Q2: 画質の劣化中, Q3: 画質の劣化大
 S1: サイズの劣化小, S2: サイズの劣化中, S3: サイズの劣化大
 F1: レートの劣化小, F2: レートの劣化中, F3: レートの劣化大

映像の品質パラメータ値を表2に示す。表中の画質パラメータとして利用している PSNR (Peak Signal to Noise Ratio: 単位 dB) とは、ある画質の真の画質との差位を評価する尺度であり、画像の圧縮方式の評価によく用いられる値である。真の画像との差が全くない場合は無限大になり、差が大きくなる程その値は小さくなる。本実験では、映像の解像度を変えることにより表に示された PSNR 値を持つ試験映像を作成した。ここでは、サーバ側でフレームレートを、クライアント側で解像度及びフレームサイズを変更している。

このようにして作成された試験映像の数は、各番組につきそれぞれ9種類となる。本実験では、ある1つのパラメータのみを劣化させた2つの映像を一組とし、映像の主観品質としてどちらがどの程度望ましいかを被験者に評価させる。例えば、画質劣化小の映像と画質劣化大の映像の組、フレームサイズ劣化小の映像とフレームレート劣化中の映像の組など、番組毎に36組の映像に対して-3~+3の7段階で評価する。ここでは、評点が低いほど主観評価値も低い。各映像はあらかじめ作成しておいた同一の映像を利用し、被験者はPCに接続された19インチ液晶ディスプレイ上で各映像を1分間視聴する。ここでの比較では色や形のように比較が空間で行われ、また残存効果はないと考えられるので、比較順序は考慮せず1人の被験者が全部の順序ある対を1回ずつ視聴して比較することとした。本実験における被験者は、男性5名、女性1名の計6名である。

3.1.2 実験結果

評価実験の結果は、9種類の劣化パラメータを縦軸と横軸に取り、評点を要素に持つ表の形にまとめることができる。一例として、ある被験者の番組1に対する評価結果を表3に示す。

例えば (Q1, Q2) の評点が1であるということは、Q1の映像の方がQ2の映像より評点1分だけ良いということを意味している。そのため、Q1の列の合

表 1: 実験に用いた試験映像の特徴

番組 ID	映像の特徴
番組 1	ニュース番組。キャスターが画面中央に正面を向いて座り、ニュースを読んでいる。ニュースに応じて、画面下部と向かって左下にテロップが表示される。主な視聴の目的は、情報の収集である。
番組 2	サッカーの試合の中継。ボールを蹴っている選手がアップで映った後、コート全体が映る。動きが激しく、細かい映像が多い。主な視聴の目的は、選手のプレーや試合の流れ、決定的なシーンを見ることである。
番組 3	子供向けアニメーション番組。色数は少ないが、動きが比較的激しい。主な視聴の目的は娯楽であり、ストーリーを追うこと、キャラクターを見ることなどが中心になっている。
番組 4	歌謡番組。女性歌手が舞台の中央で歌っている。カメラワークは様々だが、急激な画面の切替えは少ない。主な視聴の目的は娯楽であり、映像を見ることより、歌を聞くことが中心になっている。
番組 5	学園ドラマ。教室で生徒と教師が会話をしているシーン。動きは少ないが、カメラワークの変更が多い。主な視聴の目的は娯楽であり、何か情報を得るといよりは、映像自体を見ることを楽しむ要素が強い。
番組 6	健康情報番組。ボードを使った文字での説明や、食品をアップで映した映像などが多い。映像の動きは少ない。主な視聴の目的は、情報の収集である。
番組 7	お笑いタレント等が出演するクイズ形式のパラエティ番組。人物の動きはあまりないが、出演者が多く、画面の切替えは頻繁である。主な視聴の目的は娯楽であり、映像から情報を得ることより、映像を見ること自体が目的になっている。それもあまり真剣に見られていないわけではない。
番組 8	ドキュメンタリ番組。白黒写真を映したところにアナウンスが入っている。動きは少ない。主な視聴の目的は、情報の収集である。

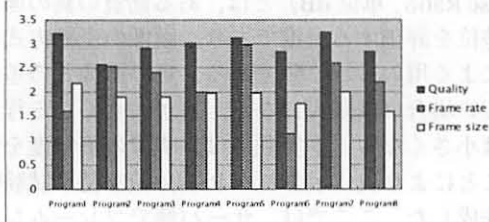


図 1: 主観評価値に対する感度



図 2: クラスタ分析により得られた樹系図

計値によって、Q1の映像が他の映像より評点の合計でどれほど良いと判断されているかを数値化することができる。この例の場合、Q1の映像の評点の合計値は8である。このように番組毎に各パラメータに対する評点を算出した。その後、各劣化映像に対する平均満足度、満足度の個人差、組み合わせ効果等を計算し分散分析を行ったところ、全ての番組において、主効果が危険率5%で有意であることが確認された。そのため9種類の番組間には差があると考えられる。ここでは満足度の差が算出されているため、ある基準値を設定することにより主観品質値を構成することができる。そのため、各パラメータのうち評価値が最大であったものの品質値を3とすることによって、絶対的な主観評価値を構成する。番組毎に構成された主観品質値を表4に示す。

さらに、番組毎に各パラメータの主観品質値に対する感度を分析するため、それぞれのパラメータの最大値と最小値の差をとりグラフ化した。結果を図1に示す。このグラフは、主観品質値の差が大きい程、そのパラメータが主観品質に与える影響が大きいことを意味している。この図より、映像の主観品質の低下度合いには番組毎にばらつきがあり、番組毎に品質パラメータに対する感度が異なることがわかる。例えば、番組1では画質の劣化に伴う主観品

質の低下が大きく、フレームレートの劣化に対する主観品質の低下はあまり見られない。一方、番組2においてはフレームレートの劣化に対する主観品質の低下が顕著である。この様に、ユーザの映像に対する主観品質に影響を与える主要因となる品質パラメータは、映像コンテンツ毎に異なる。そこで次に、主観品質値の算出結果を基にクラスタ分析を行い、映像の主観品質に影響を与える主要因を分析する。

3.2 クラスタ分析

本節では、表4に示すデータを座標軸として9次元空間のユークリッド距離を求め、クラスタ分析を行う。ここでクラスタ分析とは、いくつかのサンプルの中から、それらの間にある何らかの類似度を手がかりに似たものを集め、いくつかの均質な集落(クラスタ)に分類する方法である。大別すると、結果として樹系図が得られる階層的方法と、あらかじめ決められたグループ数に各サンプルを分ける非階層的方法に分けられる。本稿における分析では、最終的なグループ数が不明であるため、階層的方法を利用し、その中でも比較的まとまりの良いクラスタが幾つか得られるウォード法を採用する。図2にクラスタ分析により得られた樹系図を示す。

本稿では、図2中の点線の位置でグループを分割し、4つのグループを作成した。上からグループ1

表 4: 番組毎に構成された主観品質値

番組 ID	画質			サイズ			フレーム		
	劣化小	劣化中	劣化大	劣化小	劣化中	劣化大	劣化小	劣化中	劣化大
番組 1	2.65	0.83	-0.56	2.76	1.85	1.15	3.00	1.48	0.83
番組 2	2.87	1.80	0.31	2.13	0.72	-0.39	3.00	1.61	1.11
番組 3	2.98	1.54	0.07	2.80	1.46	0.39	3.00	1.70	1.11
番組 4	2.67	1.15	-0.35	2.61	1.46	0.61	3.00	1.50	1.02
番組 5	2.85	0.96	-0.26	2.74	0.83	-0.24	3.00	1.59	1.02
番組 6	2.44	1.24	-0.39	3.00	2.41	1.87	2.46	1.07	0.72
番組 7	3.00	1.19	-0.24	2.72	1.24	0.13	2.98	1.50	0.98
番組 8	3.00	1.81	0.17	3.00	1.91	0.80	2.96	1.65	1.37

(番組 1, 番組 6), グループ 2 (番組 2), グループ 3 (番組 5, 番組 7), グループ 4 (番組 3, 番組 4, 番組 8) とする. 図 1 における傾向の似ている番組が, 同一のグループに分類されていることがわかる. ここからそれぞれのグループの特徴を抽出すると以下ようになる.

グループ 1: 満足度低下の主要因は画質とフレームサイズであり, 滑らかさはあまり関係ない. 本グループの番組を視聴する目的は, 映像を見ることより, 情報を得ることにあるため, 動きの滑らかさはあまり気にならない. 一方, 視覚による情報収集が優先されるため, 画質, サイズへの要求は高くなる.

グループ 2: 満足度低下の主要因は滑らかさである. 本グループの番組では, 試合の内容や競技の様子に興味がある場合が多く, 一瞬の画面停止も気になる. 決定的な場面を見逃したくないという要求が高く, 映像の滑らかさに対する要求が高い. この現象はスポーツの種類に依存するが, 動きの少ないスポーツでも一瞬の重要度が高いことには変わりはない.

グループ 3: 満足度低下の主要因は画質と滑らかさである. 本グループの番組は娯楽性が高く, 情報を得るといふより映像を見ること自体が目的になっている. そのため画質と滑らかさに対する要求が高い.

グループ 4: 満足度低下の主要因は画質である. 本グループの番組は映像以外の要素 (音楽や知識など) を期待して視聴される場合が多く, 滑らかさはそれほど気にならない. 相対的に画質の優先度が高い.

3.3 主観品質と映像コンテンツの関係

前節の結果を実際の品質制御に適用するため, 本節では主観品質と映像コンテンツの関係を定量的に明らかにする. まず, 重回帰分析を行うために, 実験に用いた各品質パラメータを表 5 に示す様に正規化した. なお, 表中の画質は, 一般に原画像との見分けが困難とされる 40 dB を基準値とした.

重回帰分析の結果を以下に示す. y は主観品質値 (ユーザの品質に対する満足度を表す値), x_1 は画質 (PSNR 値), x_2 はフレームサイズを正規化した値, x_3 はフレームレートを正規化した値である. 自由度修正済み決定係数, F 値を合わせて示す.

表 5: 実験値の正規化

	実験値			正規化		
	画質	サイズ	フレーム	画質	サイズ	フレーム
基準	40 dB	720 × 480	30 fps	30	30	30
劣化小	24 dB	360 × 240	10 fps	18	15	10
劣化中	21 dB	180 × 120	3 fps	15.75	7.5	3
劣化大	16 dB	88 × 66	1 fps	12	3.75	1

グループ 1: $y = 0.46x_1 + 0.28x_2 - 14.45$

決定係数: 0.9490, F 値: 217.6, 181.8, -

グループ 2: $y = 0.38x_1 + 0.25x_2 + 0.25x_3 - 19.11$

決定係数: 0.9761, F 値: 264.5, 240.8, 345.7

グループ 3: $y = 0.47x_1 + 0.29x_2 + 0.27x_3 - 22.96$

決定係数: 0.9481, F 値: 296.8, 246.2, 294.8

グループ 4: $y = 0.41x_1 + 0.25x_2 + 0.23x_3 - 19.24$

決定係数: 0.9349, F 値: 369.4, 310.5, 336.0

決定係数は全て 0.9 以上であり, 高い精度で推定が行われている. ここに示した F 値は, 各パラメータがどの程度 y の予測に役立っているかを表す値であり, 値が大きい程その寄与が大きいことを意味している (正確には, 該当パラメータを説明変数に加えることが統計的に有意であるかどうかを検定するための値). 実際のストリーミング環境では, 提供可能な品質パラメータに対する制約など, 品質制御において様々な制約条件が存在する. この制約条件の下で, 主観品質値 y を最大にするパラメータを選択することにより, 効率的な制御が実現可能になる.

4 品質制御手法への適用

本章では, 前章における分析結果を実験システムに適用し, 提案手法の実際のストリーミングサーバへの実装方法を明らかにする. 実験システムとしては, 我々がこれまで開発してきたユーザ指向 QoS 制御システム [14] を利用する. これは, ネットワークを介して Digital Video (DV) ストリームを転送するシステムで, 品質パラメータ間の依存関係を考慮しながら QoS 制御を実現する機能を有している. 開発した実験システムの構成を図 3 に示す.

本システムは, DV 転送システムとして DVTS[13] を利用している. ここで, DVTS において変更可能な品質パラメータはフレームレートとフレームサイ

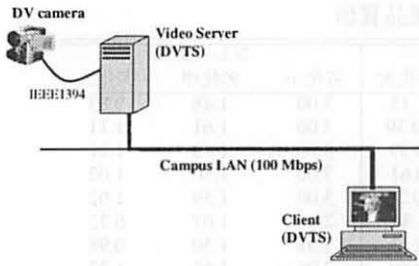


図 3: 実験システムの構成

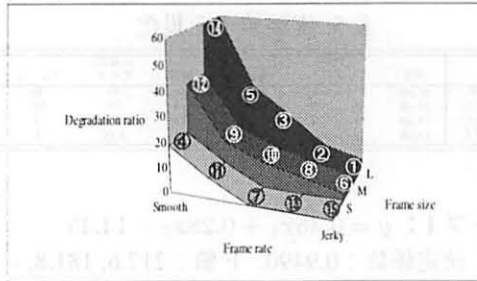


図 4: 品質パラメータ間の関係

ズであるが、フレームレートと画質の間には依存関係が存在する。これは、フレームレートを高くすると映像の送出帯域が大きくなり、サーバとクライアント間の帯域幅が十分でない場合には画質が劣化するからである。このような依存関係が存在する場合の各パラメータの取り得る値の例を図4に示す（この関係の算出方法については[15]を参照のこと）。これは利用可能帯域幅が10Mbps、グループ2の場合の例である。この図のグラフ上部平面上のとびとびの値が、品質パラメータとして選択される。

図中に示した数字は、前章で算出した重回帰式より得られた満足度の値 y の大きい順番である。例えば、図中の1の状態での満足度は0.606であり、15の状態では-4.335である。そのため、この番号の順番に各品質パラメータ値を変更していけば、ユーザ満足度の高い制御が実現する。このグラフの形状や重回帰式によって算出される制御の順番は、映像の属するグループによって異なってくる。そのため、グループ毎に異なる制御ルールを適用することによって、より満足度の高い制御が実現可能になる。ここでの適用結果はDVTSに対する例であるが、他の符号化方式の場合もそれぞれの制約条件に合わせて本方式の適用が可能である。

5 まとめ

本稿では、インターネット放送サービスを対象に、映像の主観品質に影響を与える要因をコンテンツグループ毎に分析し、その結果をレート制御手法に適用した。ここでは、多数のユーザが主観品質につい

て同じ傾向を持っていると考えられるグループにコンテンツを分類し、そのグループ毎に同一のレート制御手法を適用した。また、DVTSを利用した実験システムに分析結果を適用し、提案手法の実装検証を行った。

今回算出した関係式は、コーディング方式に依存しない、我々の規定した品質パラメータとユーザ満足度との関係であった。これを実際のレート制御方式やコーディング方式に適用するためには、これらのパラメータと制御パラメータ間のマッピング処理が必要である。今後、これらの関係を明らかにすることによって、本手法の実システムへの適用方法を検討していく予定である。また、番組のグループ分けでは、視聴の目的の似通ったものが同一のグループに分類されたが、インターネット放送において提供される番組をどのように分類していくかについても、今後検討していく予定である。

参考文献

- [1] 森亮憲, 勝本道哲. ユーザ要求を反映する MPEG-4 配信 QoS プロトコルの提案. 情報処理学会 DPS ワークショップ論文集, pp. 13-18, 2003.
- [2] 村田嘉利, 増田彰久, 太田賢, 石原進, 水野忠則. モバイルマルチメディアストリーミングサービスのためのコンテンツ指向時空間的解像度制御方式. 情処論, Vol. 43, No. 12, pp. 3838-3847, 2002.
- [3] MPEG-7: Multimedia content description interface. 2002.
- [4] Z. Lei and N. Georganas. Rate Adaptation Transcoding for Pre-coded Video Streams. *ACM Multimedia'02*, pp. 127-136, 2002.
- [5] 内藤整, 小池淳, 和田正裕, 松本修一, 羽鳥好律. ひずみ最小化型レート制御の高度利用に基づく MPEG-2 ビット配分の最適化. 信学論 (D-II), Vol. J86-D-II, No. 11, pp. 1565-1574, 2003.
- [6] H. Cha, J. Oh, and R. Ha. Dynamic Frame Dropping for Bandwidth Control in MPEG Streaming System. *Multimedia Tools and applications*, Vol. 19, No. 2, pp. 155-178, 2003.
- [7] 稲積泰宏, 吉田俊之, 酒井善則, 堀田裕弘. ビットレート制限下における動画像通信のための最適フレームレートの推定. 信学論 (B), Vol. J85-B, No. 7, pp. 1130-1142, 2002.
- [8] 林孝典, 六藤雄一. 利便性を考慮したサービス価値評価に関する一検討. 信学技報, Vol. CQ2003-5, pp. 27-32, 2003.
- [9] 山本健司, 伊藤嘉浩, 田坂修二. コンテンツがユーザレベル QoS に及ぼす影響の多次元評価. 信学技報, Vol. CQ2003-12, pp. 13-18, 2003.
- [10] 田中良久 (編). 心理学的測定法. 東京大学出版会, 1977.
- [11] 伊藤嘉浩, 田坂修二. 音声・ビデオ伝送におけるメディア同期を対象としたユーザレベル QoS の定量的評価及びマッピング. 信学論 (B), Vol. J86-B, No. 3, pp. 485-498, 2003.
- [12] 日科技連官能検査委員会 (編) (編). 官能検査ハンドブック. 日科技連出版社, 1973.
- [13] A. Ogawa, K. Kobayashi, K. Sugiura, O. Nakamura, and J. Murai. Design and implementation of DV based video over RTP. In *Proc. of The International Packet Video Workshop 2000*, May 2000.
- [14] 本田篤史, 加藤由花, 箱崎勝也. インターネット放送サービスにおけるユーザの品質に対する嗜好を考慮した QoS 制御手法. 情報処理学会 DICO2003 シンポジウム, pp. 321-324, 2003.
- [15] 加藤由花, 佐々木徹, 箱崎勝也. IP ネットワーク上での映像配信サービスを対象とした利用者指向 QoS 制御手法の提案. 情処論, Vol. 44, No. 3, pp. 561-569, 2003.