

Motion-JPEG を用いた動画像品質における QoS 制御

堀田 裕 弘[†] 宮原 典 史^{††}
本田 和 博^{††} 村井 忠 邦^{††}

本論文では、主観的に一定品質な符号化動画像を得るための画質の QoS 制御について検討を行った。QoS 制御のしやすさを考え、フレーム単位で符号化できる Motion JPEG を取り上げ、静止画像の画質評価モデルを用いて構成された画質主導型 JPEG 符号化を用いることにより定フレーム品質の符号化動画像を作成した。次に、フレーム品質を一定にした符号化動画像の主観評価実験を行い、主観的な動画像品質と設定したフレーム品質との関係を考察した。主観的な動画像品質は設定したフレーム品質よりも低い値となったが、この関係は回帰式で良好に近似できた。また、フレーム品質を動的劣化量により変動させることにより画質を QoS 制御し、主観画質の変化とファイルサイズの変化について調査し、QoS 制御の有用性について考察した。動画像中の動き物体の移動速度が遅い場合やカメラワークが単純な動画像では、全体のファイルサイズを 15% 程度増加させることによって、主観画質を目標とする画像品質に近づけることができた。さらに、動画像の動きの影響を考慮したフレーム品質から単一評点を得るための客観評価モデルについても検討した。

QoS Control of Video Quality Using Motion-JPEG

YUUKOU HORITA,[†] NORIFUMI MIYAHARA,^{††} KAZUHIRO HONDA^{††}
and TADAKUNI MURAI^{††}

This paper presents the basic investigation for achieving a QoS control of video quality. For simplicity, we focus on the Motion-JPEG which is encoding frame by frame. To obtain the visually constant video quality, we first constructed a video sequence of the constant frame qualities by using the quality-oriented JPEG Coder (QOJPEG). Then, we have an assessment test for the constant frame qualities and consider the relation between obtained subjective score and targeted frame quality. This relation is able to be approximated by the regression equation excellently though the subjective video quality reaches lower value than the expected frame quality. By performing the QoS control for frame quality according to the amount of temporal degradation, we investigate the change of subjective score and the increment of file size. In the video sequence with slowly moved object and the simple camerawork, it is possible to approximate the targeted frame quality with the subjective video quality by increasing the entire file size by about 15%. In addition, after obtaining the modified video quality by considering the information of the global motion activity and the effect of camerawork, we estimate the objective quality evaluation model which is derived like a single score of DSIS method.

1. ま え が き

近年、携帯電話を利用した動画像メールや TV 放送番組の携帯端末への配信等、小画面サイズの動画像通信のニーズが高まってきている。一般的に、画像通信においては、通信コストの削減のために送信側で非可

逆の画像符号化が行われ、それが原因となって、受信側での画質劣化を生じさせてしまう。また、動画像品質と符号化の情報圧縮率とはトレードオフの関係にあるため、小画面サイズの動画像通信におけるサービス品質 (QoS: Quality of Service) をいかに制御するかが現在課題となっている。動画像品質の QoS 制御を行うためには、その画質評価を客観的に行う評価技術が必要不可欠であるが、現状では時間、労力等の負担の大きい主観評価に頼っており、画質評価を自動化するような客観評価システムの利用がキーとなっている。

これまでの画像通信システムは、伝送路容量を基準として固定伝送レートでシステム設計が行われてき

[†] 富山大学工学部知能情報工学科

Department of Intellectual Information Engineering,
Faculty of Engineering, Toyama University

^{††} 富山大学工学部電気電子システム工学科

Department of Electrical and Electronic Engineering,
Faculty of Engineering, Toyama University

たが、伝送された符号化動画には画像内容やカメラワーク等による符号化の難しさ（クリティカリティ）により画質変動がともなってしまう、主観的に安定した画像品質で映像コンテンツを十分に楽しむことができなかつた。近年では、情報通信ネットワークの進展により可変伝送レートでの画像符号化も可能となるので、伝送レートという「量」よりも再生画像品質という「質」を重要視することも可能となってきた。そこで、我々は、配信される動画や動画メール等の主観的な画像品質が時間的に変動せず一定であることがユーザにとって重要であると考えている。これは既存の動画符号化技術に人間の画質評価の判断価値を考慮した QoS 制御を加えることで、主観的に定品質な符号化動画（Constant Video Quality）を得ることができる。

現在の動画符号化は、フレーム間の相関性を利用する MPEG-2, MPEG-4 や H.26x, フレーム単位で符号化を行う Motion-JPEG や Motion-JPEG2000 等に大別できる。MPEG 等では符号化処理の単位として複数フレームで構成される GOP や VOP が一般的に用いられる。そのため、フレーム単位で画質の QoS 制御することは容易ではない。一方、Motion-JPEG 等では符号化効率は低いもののフレーム単位で符号化処理を行うので、フレーム単位での細かい QoS 制御が可能であると考えられる。しかし、フレーム単位での画質の QoS 制御を行うには、各フレーム品質の定量化、動画として見た場合の動的な画質劣化の考慮、QoS 制御を行う時間単位の決定等、多くの課題がある。

そこで、本論文では、主観的に定品質な動画符号化の QoS 制御を実現するための基礎検討として、10 秒程度の動画を想定してフレーム単位で画質制御が行える Motion-JPEG に注目する。具体的には、ユーザが所望するフレーム品質を設定し、QCIF サイズでの定フレーム品質（CFQ: Constant Frame Quality）の符号化動画を作成し、主観評価実験によりこれを動画として観察した場合の主観的画質評価値を求めた。この結果、所望された一定のフレーム品質を作成しても、これを動画として観察した場合は所望の動画品質は得られなかつたので、この主観評価値とフレーム品質との関係を考察した。さらに、この結果を利用し、評価実験で使った動画のフレーム品質を動的劣化量により変動させ、客観画質評価モデルを使って主観評価値の推定を行うことで画質の QoS 制御の検討を行った。

これまでに小画面画像に対する符号化の検討^{1)~4)} や QoS 制御^{5),6)} の検討がなされている。しかし、フ

レームベースの符号化を対象とし主観的画質まで踏み込んだ画質の QoS 制御については十分行われていない。また、これまでに、符号化動画の画質評価⁷⁾ においても、動画を時系列のフレーム群と考え、各フレーム品質を基礎として動画品質を推定する研究も成果をあげていることより、画質の QoS 制御についても、フレームベースで議論することは妥当であると考えられる。

2. 定フレーム品質動画

ユーザが所望するフレーム品質を設定し、QCIF サイズでの定フレーム品質（CFQ）の符号化動画を作成し、主観評価実験によりこれを動画として観察した場合の主観的画質評価値を求め、結果に対して検討を加える。

2.1 画質主導型 JPEG

フレーム単位の符号化方式として Motion JPEG を採用したので、フレーム品質を一定にした定フレーム品質符号化動画の作成には、静止画像の画質評価モデル PQS (Picture Quality Scale) を用いた画質主導型 JPEG 符号化 QOJPEG (Quality-oriented JPEG)⁸⁾ を用いた。この構成を図 1 に示す。通常、JPEG 符号化では符号化パラメータとして量子化パラメータを制御する情報を入力する機会が多い。たとえば、JPEG 符号化を行うソフトウェア CJPEG¹⁰⁾ では QS (Quality Scale) と呼ばれる画像品質を表すパラメータを 1-100 で指定する。しかしながら、この QS では主観的なフレーム品質は一定にはできない。

一方、QOJPEG では入力としてユーザが望む主観画質を評価値で入力する。すなわち、DSIS 法で用いられている 5 段階尺度（表 1）を小数点第 1 位まで入力することにより、これに準じたフレーム品質の符号化画像が得られる。なお、5 段階尺度では、4.5 は画質劣化の「検知限」、3.5 は「許容限」、2.5 は「がまん限」と呼ばれているが、今回は携帯端末や携帯電話等の小画面サイズを対象としていることと無線 LAN の伝送容量を考えると、4.0-2.5 が要求品質としては現実的であると考えられる。

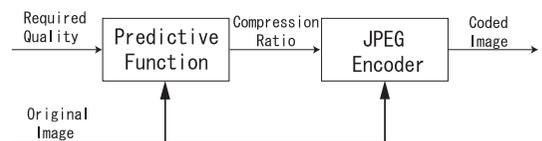


図 1 QOJPEG の構成

Fig. 1 Concept of QOJPEG.

表 1 5 段階妨害尺度
Table 1 ITU-R impairment scale.

品質	評価語
5	(劣化が) 分からない
4	(劣化が) 分かるが気にならない
3	(劣化が) 気になるが邪魔にならない
2	(劣化が) 邪魔になる
1	(劣化が) 非常に邪魔になる

2.2 フレーム品質の評価

評価動画には、JVT 等の国際標準化で使われている動画から 4 種類 (aki.: akiyo, con.: container, for.: foreman, tem.: tempete) を用いた .1 シーケンスは 100 フレームないしは 90 フレームで構成されており、フレームレートは 10 fps なので、10 秒ないし 9 秒のシーケンスとなる。定フレーム品質の動画は、それぞれ目標とする品質 TMOS (Target Mean Opinion Score) を 5 段階尺度で 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5 と設定し、QOJPEG を用いた Motion JPEG により作成した。

定フレーム品質符号化動画用のフレーム品質の画質評価システム PQS^{11),12)} を構築するために予備実験を行った。作成された定フレーム品質符号化動画から任意の数フレームを選択し、これに対して静止画像の主観評価実験を行い、得られた主観的フレーム品質 MOS_{frame} より PQS のパラメータを最適化した。この PQS を用いて定フレーム品質符号化動画におけるフレーム品質 $framePQS$ を求めた。これらを図 2 に示す。図から明らかなように、画質評価システム PQS には MOS の予測誤差が暗黙であるものの、ほぼ設定したフレーム品質が得られていることが分かる。

2.3 主観評価実験

作成した定フレーム品質動画に対し、表 2 に示す観視条件下で DSIS 法による主観評価実験を行った¹³⁾。評価尺度としては表 1 に示す 5 段階評価尺度を用い、符号化された定フレーム品質動画の主観評価値 MOS_{video} を求めた。携帯端末等の小画面サイズの動画を想定しているため、画像サイズは QCIF、主観評価実験は照明下で、液晶ディスプレイで行うものとする。なお、ディスプレイ上に映し出される動画の実サイズは 3.7cm × 3.2cm である。

主観評価実験で得られた評点の全データを用いて、ITU-R BT.500-10¹³⁾ に従ったスクリーニングを行った。スクリーニングにより排除されたデータを除いて、主観評価値である MOS_{video} を求めた。得られた MOS_{video} の 95%信頼区間を表 3 に示す。これよ

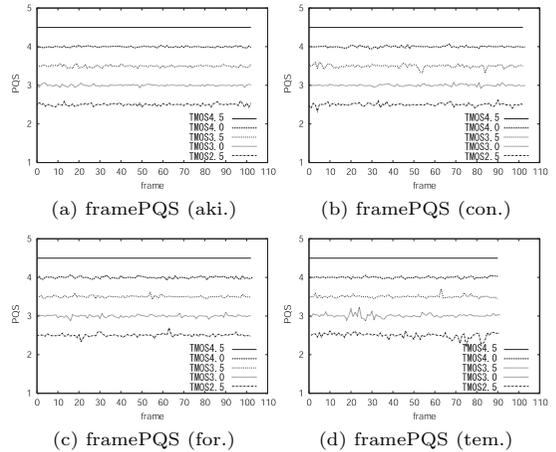


図 2 フレーム品質の推定結果
Fig. 2 Estimation of frame quality.

表 2 主観評価実験の観視条件

Table 2 Viewing conditions.

評価動画	40 本 (QCIF, 9-10 sec.)
符号化方式	Motion JPEG
視距離	30 cm
照明	あり
評定者数	15 人 (1 人 2 回)
ディスプレイ	15 インチ LCD
評価方法	2 重刺激劣化尺度

表 3 MOS_{video} の 95%信頼区間

Table 3 95% confidential interval.

	全画像	aki.	con.	for.	tem.
信頼区間	0.25	0.27	0.27	0.24	0.25

り、画像による依存性はほとんどなく、5 段階評価尺度で 0.25 程度である。

2.4 実験結果

実験によって得られた MOS_{video} をフレーム品質 (framePQS) と一緒に図 3 に示す。図中で、 $MOS_{CFQ}(4.0)$ とは、 $TMOS = 4.0$ で作成された定フレーム品質動画を実際に主観評価実験により符号化動画として観察した場合の主観評価値 MOS_{video} を意味し、この値を図中の右軸のプロット点で表す。結果より、 $TMOS(\approx PQS) = 4.0$ よりも低い値で、ほぼすべての動画に対して MOS_{video} の値が目標とした $TMOS$ を下回っていることが分かる。よって、この図から明らかなように、 $TMOS$ が一定で作成した定フレーム品質の動画を実際に動画として観察した場合、 $TMOS = MOS_{video}$ になることはほとんどなく、 $TMOS$ が低いところで大きくずれていることが分かる。 $TMOS$ が一定の定フレーム品質動画は、

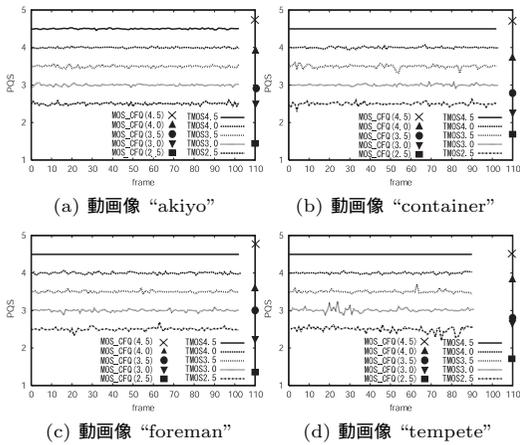


図 3 フレーム品質と動画品質 (MOS_{video})
 Fig. 3 Frame quality and subjective video quality.

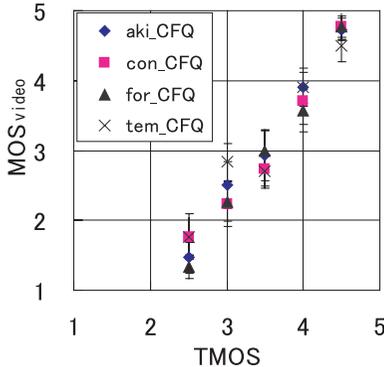


図 4 TMOS と MOS_{video} の関係
 Fig. 4 Relation between TMOS and MOS_{video} .

1 フレームの静止画像としての静的な画質劣化が考慮されて作成されているが、これらを時系列の動画として並べて観察した場合には、動画特有の動的な画質劣化により総合画質 MOS_{video} が低下する傾向にあり、 $TMOS \geq MOS_{video}$ となる場合が多いと考えられる。この TMOS と主観評価値 MOS_{video} との関係を改めて図 4 に示す。図から明らかなように、目標とする MOS を “TMOS” とし、主観評価実験で得られた定フレーム品質動画の MOS 値 (MOS_{video}) の関係は、ほぼ直線的であることが分かる。よって、図 4 の MOS_{video} と TMOS の関係を回帰分析すると、これらの関係は以下の式で良好に近似できる。ここで、定フレーム品質動画の MOS 値 (MOS_{video}) の回帰式で得られる推定値を “MOS(CFQ)” とする。

$$MOS(CFQ) = 1.505TMOS - 2.199 \quad (1)$$

$$TMOS = 0.638MOS(CFQ) + 1.541 \quad (2)$$

よって、動画品質の MOS 値 ($MOS_{video} \approx$

$MOS(CFQ)$) が 3.0 の符号化動画を待たい場合には、フレーム品質 (TMOS) がほぼ 3.5 である定フレーム品質の動画を作成すればよいことになる。

3. 単一評点を得る画質評価モデル

前述の結果より、定フレーム品質の評価動画は、実際に主観評価実験を行っても TMOS にはならないことが分かった。我々が先に提案した符号化動画の画質評価モデルは、「フレーム品質」+「動きの影響の考慮」+「人間の非線形反応の考慮」の 3 段階の処理手順を踏むことにより、長時間の符号化動画に対しても客観的な画質評価が行えた⁷⁾。そこで、本論文でも「フレーム品質」に対して、Motion Effect Function (MEF) を使って「動きの影響の考慮」を施すことで、静止画像のフレーム品質を動画として見たときの動きの影響を考慮したフレーム品質に変換する。なお、「人間の非線形反応の考慮」については、10 秒以上の長時間の符号化動画を客観的に画質評価する場合には有効な技術ではあるが、計算機処理の簡単さを考え、今回は用いないことにする。

3.1 Motion Effect Function

MEF は静止画像であるフレーム品質から、動画中の動きの影響を考慮したフレーム品質に変換する関数で、 n 番目のフレーム品質 $EV_s(n)$ と、それに動きの影響を考慮したフレーム品質 $EV_m(n)$ との関係を下式で表現する^{7),8)}。

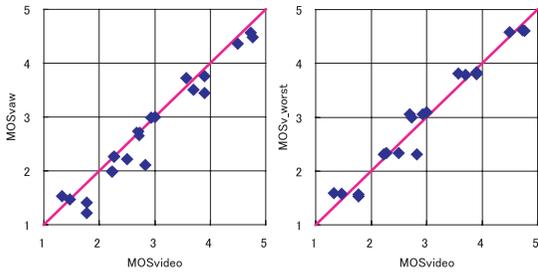
$$EV_m(n) = \{\mu MA_g(n) + \delta DF_d(n) + \gamma\} \cdot EV_s(n) \quad (3)$$

$$MA_g(n) = (\zeta \cdot Z(n))^2 + (H(n))^2 + (V(n))^2 \quad (4)$$

ここで、 $\mu, \delta, \gamma, \zeta$ はパラメータである。 $MA_g(n)$ は動画中のグローバルな動きの量であり、 $DF_d(n)$ は動的劣化の発生量を表す。式 (4) 中の $Z(n), H(n), V(n)$ は n フレーム目のグローバル動きパラメータで、それぞれズーム率、パン量、チルト量を表す。また、 ζ はズーム率とパン・チルト量との間の次元の違いを補正するパラメータである。この処理により、得られたフレーム品質 $EV_s(n)$ を、動きの影響を考慮したフレーム品質 $EV_m(n)$ に変換することができる。

3.2 画質評価モデルの構成

動画の画質を QoS 制御した新しい動画を作成した場合、この画質評価値 MOS_{video} を正確に求めるためには、毎回主観評価実験を行わなければならない。しかし、これは時間と労力の観点から現実的ではなく、何らかの計算機処理で主観評価値を予測するような客観的な画質評価モデルが必要となってくる。そ



(a) MOS_{video} and MOS_{Vaw} (b) MOS_{video} and MOS_{Vworst}
 図 5 主観評価値と客観評価値との関係

Fig. 5 Relation between subjective score and objective score.

ここで動画の動きの影響を考慮したフレーム品質から単一評点を得るための客観評価モデルとして、以下の2通りを検討した。

- モデル 1

動画のフレーム品質 $EV_m(n)$ の平均値 $EV_{m(ave)}$ と最低値 $EV_{m(worst)}$ から客観評価値 MOS_{Vaw} を求める¹⁴⁾。

$$MOS_{Vaw} = b_0 + b_1 EV_{m(ave)} + b_2 EV_{m(worst)} \quad (5)$$

- モデル 2

$EV_m(n)$ の値を小さい順にソートし、下位 20 個の $EV_m^*(n)$ の平均値で客観評価値 MOS_{Vworst} を求める¹⁵⁾。

$$MOS_{Vworst} = \frac{1}{20} \sum_{n=1}^{20} EV_m^*(n) \quad (6)$$

3.3 実験結果

この評価モデルの推定精度を検討するために、先の主観評価実験で使用した動画のフレーム品質 $EV_s(n)$ を用いて、評価実験の結果である MOS_{video} と前述の2つの画質評価モデルから得られる MOS_{Vaw} と MOS_{Vworst} とのそれぞれの平均誤差が最小となるようにパラメータの最適化を行った。パラメータの最適化には PSO (Particle Swarm Optimization)¹⁶⁾ を用いた。

MOS_{Vaw} , MOS_{Vworst} の推定結果をそれぞれ図 5(a), 図 5(b) に示す。また表 4 にそれぞれの平均誤差, 最大誤差, 相関係数を示す。どちらのモデルも平均誤差, 最大誤差ともに小さく, 相関係数も高いので良い推定が行えている。モデル 2 の結果は, 平均誤差, 最大誤差ともにモデル 1 の結果より良い結果となった。よって, モデル 2 を今後用いることにする。

表 4 最適化の結果

Table 4 Results of optimization.

	MOS_{Vaw}	MOS_{Vworst}
平均誤差	0.21	0.18
最大誤差	0.72	0.53
相関係数	0.98	0.98

4. 画質の QoS 制御方法

ユーザが所望するフレーム品質を設定しても, それを動画として観察した場合には所望した主観的画質にはならないことを先に示した。そこで, 動画から得られる特徴量を用いて, 動画のフレーム品質を決められたフレーム単位で変動させることにより, 所望の動画品質になるように画質の QoS 制御を行う。

4.1 動的劣化量を用いた画質の QoS 制御

前章の画質評価モデルでは, 静止画像のフレーム品質を動画として見たときの動きの影響を考慮したフレーム品質に変換する場合, 動画中のグローバルな動き量と動的劣化の発生量を用いた MEF を用いていた。動画中のグローバルな動き量⁸⁾の算出には, ブロック単位に動きベクトルを算出し, 画像の中心に対して点対称な 2 つのブロックから算出したパラメータのヒストグラムを利用することにより, ローカルな動きに影響されにくいグローバルな動き情報を求めることができるが, 計算コストが問題となる。一方, 動的劣化の発生量の算出には, 原画像と符号化画像それぞれのフレーム間差分の二乗平均誤差 (IFMSD: Inter-frame Mean Squared Difference) の差の絶対値を用いている。この特徴量は, ANSI Standard T1.801 の客観評価パラメータの Average Motion Energy Difference とほぼ同様であり, 計算コストが比較的低い特徴を有している。そこで, この動的劣化の発生量を用いて画質の QoS 制御を行う。

先の主観評価実験の結果より, フレーム品質=2.5 一定で符号化した動画は, 動画として見たときには MOS 値は 1.4 となっていた。よって, $TMOS = MOS_{video} = 2.5$ となるように, MEF から出力される動的劣化の発生量 DFd を考慮して画質の QoS 制御を行う。この概要を図 6 に示す。具体的には, 動画の DFd 値が高い部分のフレーム品質を 10 フレーム単位で向上させた。DFd の閾値は 5, 10, 15 とした。フレーム品質を向上させた値は式 (2) より求められる値とした。そこで, DFd の値で画質を QoS 制御した動画を, 式 (6) を使って $MOS_{Vworst}(= MOS_p)$ の推定を行った。すべてのパラメータは先に最適化を行ったものを使用した。

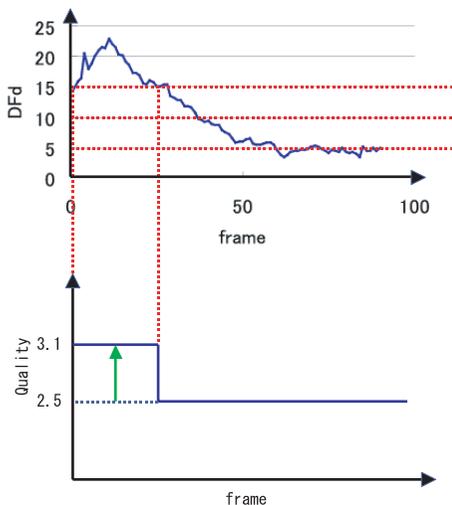


図 6 画質における QoS 制御
Fig. 6 QoS control of video quality.

表 5 QoS 制御による性能比較
Table 5 Performance comparison of QoS control.

	制御なし	閾値=15	閾値=10	閾値=5
平均誤差	0.48	0.44	0.39	0.30
最大誤差	0.73	0.70	0.90	0.67
相関係数	0.99	0.96	0.82	0.81

表 6 ファイルサイズと MOS の推定値の比較 1
Table 6 Relation between file-size and $MOS_{V_{worst}}$.

動画 (閾値)	File size (Kbyte)	増分 (%)	MOS (主観値)	ΔMOS
for2.5(-)	357	-	(1.30)	1.20
for2.5(5)	416	16.5	1.71	0.79
for3.0(-)	413	-	(2.23)	0.77
for3.0(5)	446	7.7	2.37	0.63
for3.5(-)	481	-	(2.93)	0.57
for3.5(5)	499	3.5	3.10	0.40
for4.0(-)	583	-	(3.53)	0.47
for4.0(5)	591	1.4	3.82	0.18

表 7 ファイルサイズと MOS の推定値の比較 2
Table 7 Relation between file-size and $MOS_{V_{worst}}$.

動画 (閾値)	File size (Kbyte)	増分 (%)	MOS (主観値)	ΔMOS
con2.5(-)	357	-	(1.73)	1.27
con2.5(5)	402	15.4	2.47	0.03
con3.0(-)	397	-	(2.17)	0.83
con3.0(5)	443	11.6	2.92	0.08
con3.5(-)	451	-	(2.67)	0.83
con3.5(5)	499	8.4	2.94	0.56
con4.0(-)	566	-	(3.67)	0.33
con4.0(5)	609	7.4	3.94	0.06

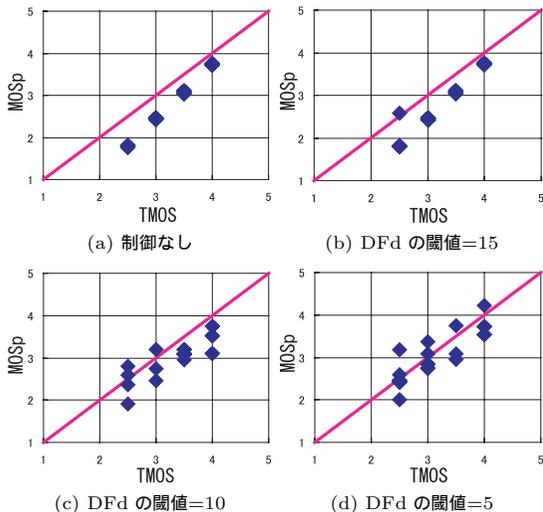


図 7 QoS 制御の結果
Fig. 7 Result of QoS control.

4.2 実験結果

結果を図 7 に示す. 画質の QoS 制御を行った動画の主観評価値の推定値はモデル 2 によって得られたものであり, 図 7 (a) は制御なしの動画 (CFQ), 図 7 (b)(c)(d) は各 DFd の閾値で画質制御を行ったものである. また, 平均誤差, 最大誤差, 相関係数を表 5 に示す. 表 5 を見ると 閾値 = 5 で QoS 画質制御した場合が, 平均誤差, 最大誤差ともに小さくなり, DFd の閾値が大きくなるにつれて平均誤差, 最大誤差の値が大きくなる. 一方, 相関係数は DFd の閾値を高くするほどよくなるが, 実験結果と整合していないことが明らかであり, 相関係数は今回の実験の評価尺度と

しては不十分であることが分かる.

4.3 動画とファイルサイズの関係

動的劣化を用いた画質の QoS 制御を行った結果, 客観評価モデルから得られた MOS の推定値 MOS_p は改善されたが, 符号化動画のファイルサイズがどのくらい変化したかを調べる必要がある. そこで, QoS 制御後の動画のファイルサイズと MOS 値の変動の関係を調査した. 例として, 動画 foreman, container のシーケンスの合計ファイルサイズとその MOS の推定値との関係を表 6 (動画 foreman), 表 7 (動画 container) に示す.

表中の動画の欄における () 内の数値は閾値を表している. また, MOS の欄には, 式 (6) で求めた推定値と, () 内の値は評価実験で得られた MOS_{video} の値を表示している. 動画 foreman では, QoS 制御を行うことによりファイルサイズが 2~15% と増加するが, MOS の推定値は TMOS よりも低い値となった. 一方, 動画 container では, QoS 制御す

ることにより、ファイルサイズが7~15%と増加するが、MOSの推定値はTMOSとほぼ同じ程度までに改善されており、画質のQoS制御がうまく機能している例と考えられる。このことより、動画像中の動き物体の移動速度が遅い場合やカメラワークが単純な場合(動画像 container)では、本論文で提案した画質のQoS制御が有効であることが分かる。しかし、動き物体が複雑な動きをしている場合やカメラワークが複雑な場合(動画像 foreman)では、今回のような動的劣化の発生量だけでは十分とはいえず、動画像中のグローバルな動き量も併用した画質のQoS制御を行う必要があると考えられる。

5. ま と め

本論文では、主観的に定品質な動画像符号化のQoS制御を実現するための基礎検討として、10秒程度の動画像を想定してフレーム単位で画質制御が行えるMotion-JPEGに注目し、動的劣化の発生量を利用して画質のQoS制御を検討した。その結果、以下のよう結果を得た。

- ユーザが所望するフレーム品質を設定し、QCIFサイズでの定フレーム品質の符号化動画像を作成し、主観評価実験によりこれを動画像として観察した場合の主観的画質評価値を求めた結果、所望された一定のフレーム品質を作成しても、これを動画像として観察した場合は所望の動画像品質は得られなかった。これは定フレーム品質の動画像には、動画像として観察した場合の動的劣化が考慮されていないからである。しかしながら、この主観評価値とフレーム品質との関係は回帰式で良好に近似できることを示した。
- 動画像の動きの影響を考慮したフレーム品質から単一評点を得るための客観評価モデルについて検討した。具体的には、動画像のフレーム品質の平均値と最低値から客観評価値MOSを求める方法と、フレーム品質の値を小さい順にソートし、下位20個の平均値で客観評価値MOSを求める方法を検討した。その結果、性能的には同等であったが、後者のワーストサンプリング平均がより良い結果であった。
- 動画像のフレーム品質を動的劣化量により変動させ、客観画質評価モデルを使って主観評価値の推定を行うことでQoS画質制御の検討を行った。その結果、動画像中の動き物体の移動速度が遅い場合やカメラワークが単純な場合では、全体のファイルサイズを15%程度増加させることによって、

主観画質を目標とする画像品質に近づけることができ、本論文で提案した画質のQoS制御が有効であることが分かった。

今後の課題として、評価動画像の種類を増やして実験することや、フレーム品質を変動させるときにMEFから出力されるグローバル動き量MAgを考慮すること等があげられる。

参 考 文 献

- 1) 山崎達也, 佐藤範之, 福永 茂: MPEG-4 動画像を用いた主観品質評価実験とその検討, 電子情報通信学会研究報告, MVE2000-99, pp.23-29 (2001).
- 2) Masry, M. and Hemami, S.S.: An analysis of subjective quality in low bit rate video, *Proc. IEEE ICIP2001*, pp.465-468 (2001).
- 3) Winkler, S. and Dufaux, F.: Video quality evaluation for mobile applications, *Proc. SPIE Visual Communication and Image Processing*, Vol.5150, pp.593-603 (2003).
- 4) 境田慎一, 成田長人, 水野 修, 今泉浩幸, 和泉吉則: 主観評価実験によるMPEG-4低ビットレート小画面符号化画像のパラメータ検討, 映像情報メディア学会誌, Vol.57, No.11, pp.1501-1510 (2003).
- 5) 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におけるユーザ指向QoS制御手法の提案, 情報処理学会論文誌, Vol.44, No.3, pp.561-569 (2003).
- 6) 稲積康宏, 吉田俊之, 酒井善則, 堀田裕弘: 最適フレームレート推定に基づく動画像符号化法の有効性について, 電子情報通信学会論文誌 B, Vol.J87-B, No.2, pp.292-304 (2004).
- 7) 堀田裕弘, 宮田高道, 村井忠邦: SSCQE法により得られた動画像の品質評価値の推定精度改善, 電子情報通信学会論文誌 B, Vol.J87-B, No.1, pp.70-80 (2004).
- 8) 上倉一人, 渡辺 裕: 動画像符号化におけるグローバル動き補償法, 電子情報通信学会論文誌 B-I, Vol.J76-B-I, No.12, pp.944-952 (1995).
- 9) 堀田裕弘, 吉岡哲二, 村井忠邦: 白黒静止画像における画質主導型JPEG符号化方式, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J82-B, No.1, pp.121-127 (2000).
- 10) IJG CJPEG. ftp://ftp.uu.net/graphics/jpeg
- 11) Makoto, M., Kotani, K. and Algazi, V.R.: Objective picture quality scale (PQS) for image coding, *IEEE Trans. Comm.*, Vol.46, No.9, pp.1215-1226 (1998).
- 12) 堀田裕弘, 宮原 誠, 村井忠邦: 白黒静止画像における客観的画質評価尺度の推定精度の改善, 電子情報通信学会論文誌 B-I, Vol.J80-B-I, No.6,

pp.505-514 (1997).

- 13) ITU-R Rec. BT.500-10, Methodology for the subjective assessment of the quality of television picture.
- 14) 堀田裕弘, 稲積康宏, 村井忠邦: フレームごとの品質を用いた白黒動画の画質評価法, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J81-B-I, No.11, pp.652-660 (1998).
- 15) Tan, K.T.: Objective Picture Quality Measurement for MPEG-2 Coded Video, Ph.D. thesis, University of Essex (Jan. 2002).
- 16) Kennedy, J. and Eberhart R.: Particle swarm optimization, *Proc. IEEE ICNN*, pp.1942-1948 (1995).

(平成 16 年 4 月 1 日受付)

(平成 16 年 10 月 4 日採録)



堀田 裕弘 (正会員)

1984 年長岡技術科学大学工学部電気・電子システム工学課程卒業。1986 年同大学院修士課程修了。同年富士通(株)入社。1993 年富山大学工学部講師。1998 年同助教授。画

質評価, コンピュータビジョン, 感性情報処理等の研究に従事。工学博士。



宮原 典史 (正会員)

2003 年富山大学工学部電気電子システム工学科卒業。2003 年同大学院博士前期課程進学, 動画における主観的画質の QoS 制御の研究に従事。



本田 和博

1995 年富山大学工学部電子情報工学科卒業。1997 年同大学院博士前期課程修了。同年同大学工学部技官。電磁界, 音場, 流体の数値シミュレーションに関する研究に従事。



村井 忠邦

1967 年富山大学文理学部理学科卒業。同年同大学工学部教務員。1971 年同助手。1987 年同講師。1990 年同助教授。1991 年同教授。工学博士。電磁界, 音場, 流体の数値シミュレーションに関する研究に従事。

シミュレーションに関する研究に従事。