原著論文

表示機器に適応したリアルタイム映像生成のための カメラワーク調整手法とその感性的評価

小黒 久史^{*,**}, 郭 素梅^{*}, 鈴木 直哉^{**}, 佐藤 美恵^{**}, 阿山 みよし^{**}, 春日 正男^{**}

^{*}凸版印刷株式会社総合研究所, ^{**}宇都宮大学大学院工学研究科

IMPLEMENTATION AND EVALUATION OF THE DISPLAY DEVICE ADAPTIVE CAMERAWORK ADJUSTMENT METHOD FOR REALTIME RENDERING

Hisashi OGURO^{*,**}, Sumei GUO^{*}, Naoya SUZUKI^{**}, Mie SATO^{**}, Miyoshi AYAMA^{**} and Masao KASUGA^{**}

^{*}Toppan Printing Co.,Ltd, 1-3-3 Suido,Bunkyo-ku, Tokyo 112-8531, Japan

^{**}Graduate School of Engineering ,Utsunomiya University, 7-1-2 Yoto, Utsunomiya-shi, Tochigi 321-8585, Japan

Abstract : Today, we can appreciate visual contents in various places with various display devices such as projectors, TVs and cellular phones. However, impressions from the same content may change in different conditions. A major factor that has an important effect upon impressions of contents is size of a screen. In order to avoid this problem, contents must be tuned for each display device. But this work will be a burden on content creators. In this paper, we propose camerawork control techniques to tune the impressions of the CG contents and adapt to the viewing condition. We developed the CG platform that allows us adjusting the strength of impressions continuously by changing the single parameter, and also performed *KANSEI* evaluation to prove the effect of our proposal. As the result of the evaluation, it was confirmed that camera works could be tuned to fit characteristics of devices by using our proposed method.

Keywords : *Kansei, Contents, Camerawork, Realtime rendering, Display size, Impression, Evaluation*

1. はじめに

近年、大画面ハイビジョンテレビや携帯電話の普及など、映像コンテンツの鑑賞環境の多様化が進んでいる。しかし一方で、共通の映像コンテンツを異なる環境で鑑賞することによる、新たな課題が生じつつある。例えば、映像を携帯端末のような小型低精細度の画面で鑑賞した場合、細部の視認性が低下するため、意図された情報を伝達できなくなる可能性がある。この問題に対処するために、解像度や画面の大きさに合わせた映像のトリミングによって、鑑賞に適した擬似的カメラワークを生成する試みが行われている [1, 2]。また、映像の生理影響に関して、小さな画面では問題を生じない映像が、広視野大画面では、映像酔いなどの好ましくない影響を与える可能性があることも報告されている [3]。

さらに演出的効果の面においては、映像コンテンツの印象の変化と、カメラの動きや速度などの「動きパラメータ」の変化との関係を感性評価実験によって求められること [4, 5]、用いる表示機器によって、同じ映像が鑑賞者に与える印象が変化すること [5, 6]、さらに、表示機器によって、それぞれに異なる適切な演出が存在する可能性があること [7]、などが示されている。

これらの先行研究では、速度や加速度などの単一の「動きパラメータ」に着目し、その値を1次元の軸上で変化させている。一方、実際の映像コンテンツでは、カメラの位置や

角度などの、複数のパラメータが組み合わさった複雑なカメラワークが用いられるため、その調整操作は非常に複雑である。

以上の様な背景から、本研究では、画面サイズと最適演出との関係に着目し、実コンテンツでの演出表現に即した検討を行い、多次元のパラメータからなる複雑なカメラワークを、単一の「調整係数」の操作によって変化させ、印象を制御する方式を提案する。さらに、画面サイズと調整係数の組み合わせを様々に変化させ、これらの組み合わせによって鑑賞者が受ける印象がどのように変化するかを調査分析する。

このために、バーチャルリアリティやゲームなどで用いられているリアルタイムレンダリング技術を用い、多次元のパラメータで表現されるカメラワークを単一の調整係数で調整することが可能な、カメラワーク記述機能と調整機能を備えた映像生成システムを構築する。次に、実コンテンツを想定した複雑な演出表現を取り入れた評価実験用映像コンテンツを制作し、画面サイズと調整係数の組み合わせを変えて感性評価実験を行い、その印象の変化を測定する。

最後に、この結果として、調整係数と画面サイズの違いが映像視聴者が受ける感性的効果に及ぼす影響についての評価実験結果を示し、画面サイズによって映像コンテンツの印象が大きく変化することと、本提案方式によって映像コンテンツの印象を広範囲に変化させられることを示す。さらに、異なる画面サイズに対して、それぞれに異なる最適調整係数が存在すること、すなわち、本提案方式によって、異なる画面サイズの表示機器に対して、それぞれに適したカメラワーク

を生成し、異なる表示機器を利用する視聴者それぞれに感動と高い満足を与える映像を提供できる可能性を示す。

2. カメラワークの記述方式とシステム構成

2.1 カメラワークの概要

CG 映像で用いられるカメラワークは、映像の各フレームにおけるカメラパラメータ、一般には、三次元座標、3 軸周りの回転角、レンズ画角を時系列的に並べて記述することが多い [8]。すなわちこの場合、カメラワークを記述するためには、時間経過に伴って変化する 7 次元のパラメータが必要となる。

映像フレームごとに変化するカメラパラメータに対応する投影変換行列を求め、レンダリング処理を行うことで動画の映像シーケンスが生成される。

ここで、カメラを移動する際に、カメラの方位角のみを進行方向に合わせて制御し、上下角とねじり角は 0 度に保つと、多くの場合、変化に乏しい印象の弱い映像になることが、映像制作における経験的手法として知られている。一方、カメラに角度を付けたり、カメラの移動経路を地面や対象物に近づけたりといった操作を行うと、迫力感やスピード感が増すなどの演出的効果が生じ、ダイナミックで感性的効果の強い映像を作り出すことができる [9]。

しかし、前に述べたように、カメラワークは時系列的にも変化する極めて多くのパラメータから構成されるため、その調整操作は煩雑であるとともに、適切な値を決定するには熟練した制作表現スキルも求められる。

2.2 カメラワークの記述方式

我々は、カメラの移動経路と回転角の変化が様々な感性的効果をもたらす点に着目し、カメラワークを 2 組の多次元パラメータの組み合わせにより記述する方式を考案した。この目的は、複雑に絡み合う極めて多くのパラメータが存在する中で、これらを簡潔に記述し制御するための具体的な方式を提案してその効果を確認し、これを感動できるコンテンツの制作にフィードバックするという、コンテンツの品質向上のための一手段を試みることにある。この方針に従って 2 組のパラメータからなる、極めて簡潔な方式を考案した。第 1 のパラメータは、感性的効果の弱いカメラワークの記述である。第 2 のパラメータは、制作者の演出意図に基づいた感性的効果を与えるカメラワークを表すもので、第 1 のパラメータに対する増分として定義される。それぞれを、基本パラメータ、演出パラメータと呼ぶことにする。

この記述手法を用いると、図 1 に示すように、「調整係数」によって 0.0 から 1.0 の範囲で演出パラメータの重み付けを

図 1 カメラワークの記述要素

表 1 基本パラメータ

制御点	座標	回転角
1	$(x_{base}, y_{base}, z_{base})_1$	$(R_{base}, P_{base}, Y_{base})_1$
2	$(x_{base}, y_{base}, z_{base})_2$	$(R_{base}, P_{base}, Y_{base})_2$
3	$(x_{base}, y_{base}, z_{base})_3$	$(R_{base}, P_{base}, Y_{base})_3$
⋮	⋮	⋮
n	$(x_{base}, y_{base}, z_{base})_n$	$(R_{base}, P_{base}, Y_{base})_n$

表 2 演出パラメータ

制御点	座標差分	回転角差分
1	$(x_{eff}, y_{eff}, z_{eff})_1$	$(R_{eff}, P_{eff}, Y_{eff})_1$
2	$(x_{eff}, y_{eff}, z_{eff})_2$	$(R_{eff}, P_{eff}, Y_{eff})_2$
3	$(x_{eff}, y_{eff}, z_{eff})_3$	$(R_{eff}, P_{eff}, Y_{eff})_3$
⋮	⋮	⋮
n	$(x_{eff}, y_{eff}, z_{eff})_n$	$(R_{eff}, P_{eff}, Y_{eff})_n$

図 2 演出パラメータによるカメラワークの変化

変化させて基本パラメータに加算することで、演出パラメータの影響度が異なるカメラパラメータを得ることができる。

すなわち、単一の調整係数の変更によって、多次元のパラメータの要素をまとめて操作でき、中間的強度の演出効果をもたらすカメラパラメータが得られると期待される。

本研究では、カメラの前後移動が、画角を変化させるズーミングと類似した効果を与えるため、評価実験用映像コンテンツの制作を簡略化するために画角は固定とし、カメラの移動と回転のみを用いて演出操作を行うこととした。

カメラ座標と回転角は、いずれも B スプライン曲線を用いて記述する。カメラワークを滑らかに表現するのに必要な n 点の制御点に対し、基本パラメータと演出パラメータを表 1 および表 2 のフォーマットで記述する。

図 2 に、基本パラメータのみにより生成されるカメラワーク (CW1) と演出パラメータを加えて生成されるカメラワーク (CW2) との関係を図示する。表 1 に示す CW1 の各制御点の座標と回転角に対して、表 2 に示す差分を加えたものが CW2 であり、図 1 の調整係数を操作することで、CW1 と CW2 の中間に位置するカメラワークを生成することができる。

2.3 映像の生成と調整

映像コンテンツの再生時には、リアルタイムレンダリングによって、刻々と変化するカメラの視点から観察される三次

元 CG シーンを毎秒 30 フレームの速度で可視化し、動画として表示デバイスに表示する。

カメラの線速度は等速とし、映像フレーム毎に、映像コンテンツの総再生時間と再生開始後の経過時間から、スプライン補間により基本パラメータと演出パラメータの現在値を算出する。

$$(x, y, z)_n = (x_{base}, y_{base}, z_{base})_n + \alpha(x_{eff}, y_{eff}, z_{eff})_n \quad (1)$$

$$(R, P, Y)_n = (R_{base}, P_{base}, Y_{base})_n + \alpha(R_{eff}, P_{eff}, Y_{eff})_n \quad (2)$$

調整係数によって演出パラメータの影響度を制御するために、式 1 と式 2 により、カメラパラメータ $(x, y, z)_n$ $(R, P, Y)_n$ を算出する。 α は調整係数であり、評価実験の手順に従って与えられる。0.0 では基本パラメータのみを用いたカメラワークが生成され、1.0 では演出パラメータが最大限に反映される。

2.4 本記述方式に基づくシステム構成

評価実験用映像コンテンツと、再生に用いるブラウザから成るシステム構成を図 3 に示す。

映像コンテンツは、三次元 CG モデルと、カメラワーク情報(基本パラメータおよび演出パラメータ)から構成される。ブラウザは、カメラワーク再生機能とレンダリング機能、および、評価コンテンツ制作時に用いるカメラワーク設定機能から構成される。カメラワーク再生機能は、カメラワーク情報と、実験手順に従って与えられる調整係数から、前項で述べた手順によってカメラパラメータを算出する。レンダリング機能は、この結果を用い、カメラから見える三次元 CG シーンを可視化して動画映像を生成し、この映像がプロジェクタによって被験者に提示される。

3. 評価実験用映像コンテンツ

3.1 評価に用いる感性的印象

評価実験の測定対象とする感性的効果を、先行研究 [4-7] と映像制作者の意見を参考に選択した。先行研究において、動きパラメータとの強い関係性が報告されている力量性に関わる印象を中心に測定することとした。また、「高さ感」と「スリル感」のような同一コンテンツから得られる類似した印象に関して、どれを重視するかによっても最適カメラワークが異なる可能性が考えられるため、類似評価語を同時に組み合わせて用いることとした。測定対象とした印象を表 3 に示す。

図 3 システム構成

表 3 評価に用いる感性的印象

存在感	迫力感	速度感	浮遊感
スリル感	高度感	開放感	

評価実験においては、ここに挙げた印象の強度を測定するための評価語に加えて、ネガティブな評価として「気持ち悪い」などの生理的效果や、「好き」「嫌い」などの総合的印象も合わせて測定することとする。

その結果として、特定の画面サイズと調整係数の組み合わせで評価を行った場合に、意図した演出効果に対応する評価語に関する評価が高く、ネガティブ効果に対応する評価語に関する評価が低いとすれば、その映像は適切な感性的効果を持つ映像であると判断できる。

3.2 映像コンテンツの選定

被験者の負荷を低減し、評価の精度を高めるために、一試行で評価する映像の主たる印象は 2 種までに絞り、評価語数は 8 語以内に留める方針とし、3.1 項で挙げた印象をもたらす 4 種の映像コンテンツを制作することとする。

また、映像コンテンツに用いる三次元 CG モデルが元来持つ印象の違いや、CG 表現技法の違いなど、映像コンテンツ間でのカメラワーク以外の相違点が評価に与える影響を抑えるために、同一の三次元 CG モデルを用いて、構図やカメラワークが異なる 4 種の映像コンテンツを制作する。

3.3 選定した映像コンテンツ

結果の一般性を高めるために、4 種の映像コンテンツそれぞれについて異なる基本動作のカメラワークを用いる方針で検討する。文献 [9] をもとに、静止対象を撮影する場合に用いられるカメラワークの基本動作を表 4 のように分類する。

三次元 CG モデルとしては、ノイシュバンシュタイン城をモチーフとした西欧風の田園風景を用い、動きの自由度の高い遊覧飛行を想定した映像を制作する。実験条件に多様性を与えて普遍性のある知見を得、実用コンテンツへの応用可能性を探るために、表 4 の基本動作を組み合わせることで実用コンテンツで用いられる複合的カメラワークを意識した 4 種のカメラワークと、訴求する演出効果を決定する (表 5)。

表 4 基本動作

番号	基本動作
1	パン (水平に見渡す)
2	ティルト (垂直に見渡す)
3	横へ傾ける
4	ズームイン/ズームアウト (画角の拡大縮小)
5	ドリーイン/ドリーバック (前後移動)
6	クレーンアップ/クレーンダウン (上下移動)
7	円形運動 (周回する)

表 5 コンテンツの制作条件

映像	複合動作	基本動作 (表 4 参照)	演出効果
1	対象物の周回	1 + 7 + 3	存在感, 迫力
2	開放空間の周回	2 + 6 + 7	浮遊感
3	急降下	2 + 5 + 6	高さ感, スリル感
4	直進	2 + 5	速度感, 開放感

3.4 カメラワークの設定

実コンテンツの制作と同様に、カメラワークの決定は映像制作者の判断によるが、その支援機能として、図3に示したように、ブラウザはカメラワーク設定機能を内包しており、映像を確認しつつ対話的にカメラワークを変更できる。

パラメータの設定に先立って、制作者は、市販のCG制作ツールを用いて制御点の座標とカメラ方向を設定し、スプライン曲線によってラフなカメラワークを設定した映像コンテンツを制作する。ここまでの手順は従来のCG制作と同じである。

制作したデータを所定の形式で保存後、ブラウザに読み込み、図4に示すパラメータ設定ウインドウを開いて調整を行う。調整対象とする制御点①とパラメータの種類②を選択し、ボタン操作③によって当該制御点の座標あるいは角度を変更する。実験時と同様の調整係数と提示サイズの設定機能④とプレビュー機能⑤により、結果はリアルタイムで確認される。

制作者はまず、調整係数を0とした状態で映像を確認しつつ基本パラメータを調整し、演出効果を抑えたカメラワークを決定する。さらに調整係数を1とした状態で、十分に強い演出効果が得られように、演出パラメータを調整する。結果をファイルに記録し、実験用カメラワーク情報とする。

本手法では、最適なカメラワークを挟み込むように両極端の動きを作成すればよいため、従来制作手法でカメラワーク設定を行う場合に必要となる試行錯誤、すなわちカメラワーク設定と実鑑賞環境での試写の繰り返しによる最適設定への追い込みのプロセスを省略でき、カメラワーク設定の効率化にもつながる可能性がある。

3.5 映像コンテンツの概要

それぞれの映像コンテンツの概要を以下に述べる。

3.5.1 映像コンテンツ1：城を周回（再生時間：17.6秒）

図5に示すように、高度を変えながら城の周りを一周するシーンである。カメラを城に向けて内側に振る操作に加えて、カメラ経路を建物に近づける操作と、さらに、カメラを下に向ける操作を加えることで、城の存在感や動きの迫力感を伝えることを意図している。

図4 パラメータ設定ウインドウ

図6に、水平面内でのカメラの座標と方位角の変化を示す。白の矢印は基本パラメータが表すカメラワーク、灰色の矢印は調整係数を最大にした場合を示す。

この映像では、迫力感を強めるために、図7に示すように上下角とねじり角の変化も加わっている。基本パラメータではこれらの角度は小さく、演出を加えることで大角度となる。

3.5.2 映像コンテンツ2：山を下る（再生時間：10.7秒）

図8に示すように、城を飛び越え、山の上から平野に下っていくシーンである。

演出効果としては、カメラを地面に向けて下方に振ることで、高さ感やスリル感の強調を意図している。

図9に鉛直面内でのカメラの座標と角度の変化を示す。

白の矢印は基本パラメータによるカメラワークを示し、カメラはほぼ水平である。灰色の矢印は調整係数を最大にした場合のカメラワークを示す。

図5 映像コンテンツ1：城を周回

図6 移動経路と方位角の変化

図7 上下角とねじり角の変化

図 8 映像コンテンツ 2：山を下る

図 9 高度と上下角の変化

3.5.3 映像コンテンツ 3：平地を周回（再生時間：15.8 秒）

図 10 および図 11 に示すように、平地の上を山と城をかすめるように、ほぼ半円を描いてゆったりと周回する。演出効果としては、上下の揺れと、この動きに合わせたカメラの縦方向の振りを加えることによって、浮遊感を強調を意図している。

図 12 に、時間経過に伴うカメラの高度と上下角の変化を示す。白の矢印は基本パラメータによるカメラワークを示している。高度変化は小さく、カメラは水平である。

灰色の矢印は調整係数を最大にした場合のカメラワークを示し、高度変化が大きくなるとともに上昇時は上向き、下降時は下向きにカメラが振られている。

図 10 映像コンテンツ 3：平地を周回

図 11 移動経路

図 12 高度と上下角の変化

図 13 映像コンテンツ 4：湖面を進む

図 14 移動経路

図 15 上下角の変化 -15 度 (左) + 15 度 (右)

3.5.4 映像コンテンツ 4：湖面を進む（再生時間：10.7 秒）

図 13 および図 14 に示すように湖面上を一直線に進む。高度は一定である。

また、この映像コンテンツでは例外的に、前に挙げた映像コンテンツ 1～3 とは基本パラメータと演出パラメータの役割が異なり、基本パラメータでは、カメラを下方に向けてスピード感を強調している。一方、調整係数を最大とし演出パラメータを反映させた状態では、カメラを上方に向け、空間的な広がり感を強調することを意図している。カメラの上下角調整範囲は ± 15 度である。上下角の変化に伴う構図の変化を図 15 に示す。

回転角は移動中は変化させず、全行程一定に保つ。

4. 評価実験

4 種の評価実験用映像コンテンツそれぞれについて、画面サイズと調整係数の組み合わせを変えて被験者に提示し、被験者が感じる印象の変化を求める感性評価実験を実施する。

4.1 映像提示条件

実験は D-ILA プロジェクタ (Victor DLA-SX21SD) を

図 16 映像提示環境

表 6 映像提示サイズ

サイズ	横(cm)	縦(cm)	対角(cm)	
大画面	244	183	305	120 インチ
中画面	96.5	76.5	123	48 インチ
小画面	36.5	28.8	46	18 インチ

備えた映像シアターにおいて行う。

図 16 に示すように、視距離は固定し、スクリーン上での映像のサイズを、表 6 に従って変化させる。

中画面はハイビジョン TV や映画館での鑑賞、小画面は小型テレビや携帯端末、大画面は広視野没入型環境を想定して画面高さと視距離の比を決定している。

調整係数は、0.0 から 1.0 まで、0.25 刻みで 5 段階に変化させ、各映像コンテンツについてそれぞれ 5 段階の調整バリエーションを用意する。3 段階の提示サイズと組み合わせることで、1 映像コンテンツについての提示条件は 15 条件となる。

4 種の映像、計 60 種の映像刺激について印象の評価を行う。

4.2 評価方法

20 代の男女 35 名を被験者とする。

図 17 に示すように、最初に被験者へのインストラクションとして、実験の目的、実験手順、評価シートへの記入方法を説明する。その後、映像刺激を順次被験者に提示し、被験者に、各種の印象を示す評価語とその強度を示す評価スケールが書かれた評価シート上に、自身が感じたそれぞれの印象の強さを 7 段階評価で記入させる。

図 18 に示すように、4 種の映像コンテンツを順に用い、同一映像コンテンツについての 1 回の予備試行と前項で述べた 15 種の提示条件による本試行を連続して行うこととする。

図 17 実験手順

図 18 映像提示順序

図 19 評価シートの一部

表 7 評価語

映像コンテンツ	1 城を周回	2 山を下る	3 平地を周回	4 湖面を進む
スピード感がある	●	●	●	●
スリルがある		●	●	
城の存在感がある	●			
開放感がある				●
迫力がある	●			
ふわふわと飛んでいる			●	
高さ感がある		●		
好き	●	●	●	●
嫌い	●	●	●	●
違和感がある	●	●	●	●
気持ちが悪い	●	●	●	●
退屈な	●	●	●	●

る。本試行での提示条件の順序は被験者ごとにランダムに変化させる。

4 種の映像コンテンツの提示順序もまた、被験者ごとにランダムに変化させる。

評価シートの作成にあたっては、表 5 に挙げた 4 種の映像コンテンツそれぞれの演出意図を考慮して、映像コンテンツごとに組み合わせの異なる 7～8 語の評価語を選定する。

評価シートの一部を図 19 に示す。

各シートには、1 から 7 または 1 から 8 までの順序番号が左側に振られた 7 段階の単極スケールが記載され、スケール右側には提示するコンテンツに合わせて選択された評価語が、シートごとに異なるランダムな順序で記述されている。評価シートは 1 試行につき 1 枚を使用する。各映像コンテンツについて、使用する評価語（●印）を表 7 に示す。

5. 結果と考察

評価シートに記された評価を、0～6 に数値化し、全被験者 35 名の平均を求めた。各グラフは、調整係数を横軸とし、各系列は画面サイズ毎の被験者間平均値と標準誤差を示す。

5.1 映像コンテンツ 1

映像コンテンツ 1 の演出意図に関する評価語「城の存在感がある」の評価値を図 20 に示す。小画面では印象が弱いですが、大画面では強い印象がもたらされており、画面サイズによって、この印象の強さに著しい差があることがわかる。標準誤差は小さな範囲に収まっている。

また、調整係数を増大させ、演出パラメータを加えること

で評価値が大きく上昇している。調整係数に伴って評価値は線形的な増加を示しており、調整機能によって、この印象の強さを連続的に変化させられることが示されている。

図 21 には、ネガティブな生理的効果に関わる評価語「気持ちが悪い」の評価値を示す。

小画面と中画面では全般に小さな値であるが、大画面では、調整係数 0.5 付近から評価値が約 3 まで上昇している。この値は評価スケール上では、「少し」と「はっきり」の中間に対応し、大画面大調整係数では不快感の影響が強まっていることがわかる。

これらの結果から、城の存在感を訴求しつつも、不快感を避けるためには、小画面では調整係数を最大とすれば良いが、大画面では 0.5 未満の控えめの値が適当であると判断できる。

図 22 には、この映像のもう一つの演出意図に関する「迫力がある」の評価値を示す。サイズ依存性が顕著で、変化の特徴は「城の存在感がある」に類似し、最適調整値も城の存在感を訴求する場合と同様の値が適当と判断できる。

すなわち、これらの結果は、調整係数と画面サイズによって印象が大きく変化することに加え、画面サイズによって異なる最適調整係数が存在する可能性を示している。

5.2 映像コンテンツ 2

映像コンテンツ 2 の演出意図に関係する評価語「高さ感がある」の評価値を図 23 に示す。

調整係数の増加に伴って評価値が大きく上昇しており、調整係数と評価値は、ほぼ線形関係である。

図 24 にはネガティブな生理的効果に関わる評価語「気持ちが悪い」の評価値を示す。

映像コンテンツ 1 の場合と同様に、小画面と中画面では全調整係数に渡って低い値であるが、大画面では、調整係数 0.25 を超えた時点から評価値が大きく上昇している。

このことから、高さ感を訴求しつつ、不快感を与えないためには、小画面では調整係数を最大として良いが、大画面では、0.25 以下の控えめの値が適切であると判断できる。

すなわち、調整係数と画面サイズによって印象が大きく変化することに加え、画面サイズによって異なる最適調整係数が存在する可能性が示されている。

さらに、小画面の調整係数 1.0 と大画面での調整係数 0.25 で「高さ感がある」の評価値を比較すると、どちらも 3 程度となっている。このことから、大画面に適した不快感の少ない調整係数 0.25 の映像を、小画面で鑑賞すると高さ感が

図 20 映像 1 - 城の存在感がある

図 23 映像 2 - 高さ感がある

図 21 映像 1 - 気持ちが悪い

図 24 映像 2 - 気持ちが悪い

図 22 映像 1 - 迫力がある

図 25 映像 2 - スリルがある

非常に損なわれるが、調整係数を 1.0 として演出強度を強めることで、小画面においても大画面同等の高さ感を印象付ける感性的効果の高い映像を鑑賞できるといえる。

図 25 に、この映像コンテンツのもう一つの演出意図に関する評価語「スリルがある」の評価値を示す。

高さ感と比べて、大画面での勾配が大きく、大調整係数での画面サイズ依存性が大きいいため、スリル感を訴求しようとする場合には、大画面では、0.25 よりもやや大きい調整値が適切であろうと判断できる。

これらの結果から、映像コンテンツ 2 に関しても、調整係数と画面サイズによって印象が大きく変化することに加え、画面サイズによって異なる最適な調整係数が存在する可能性が示された。

5.3 映像コンテンツ 3

映像コンテンツ 3 の演出意図である浮遊感を示す評価語「ふわふわ飛んでいる」の評価値を図 26 に示す。

大画面では、調整係数への依存性が小さく、弱い演出操作でも強い浮遊感が得られている。小画面では、浮遊感が低下するが、調整係数依存性は強まり、調整係数の増加に伴って浮遊感が大きく増大し、最大値では大画面での印象に近づくことがわかる。

図 27 に、「気持ちが悪い」の評価値を示す。

小画面では低い値であるが、大画面では調整係数 0.5 付近から評価値が上昇している。

これらの結果から、浮遊感を伝えつつ、不快感を与えないためには、小画面では調整係数を最大にすれば良いが、大画面では、0.25 程度の低い値が適切であると考えられる。

映像コンテンツ 3 についても、調整係数と画面サイズによって印象が大きく変化することに加え、画面サイズによ

て異なる最適な調整係数が存在する可能性が示された。

5.4 映像コンテンツ 4

映像コンテンツ 4 の演出意図の一つである速度感に関する評価語「スピード感がある」の評価値を図 28 に示す。

調整係数 0.0 では速度感を、調整係数 1.0 では、開放感を訴求するよう意図した映像であるが、意図通りに、スピード感は調整係数 0.0 で最も強く、調整係数を増加させカメラを上に向けるに従って急速に弱まることが示されている。

また、画面が小さいほどスピード感は強まる傾向が示され、力量性に関わる印象全てが大画面で強まるとは限らないとの知見が得られた。もう一方の演出意図である開放感に関する評価値を図 29 に示す。

小さな画面では期待されたような調整効果が認められず、このカメラワークでは小画面での開放感の欠如を補うことはできないと考えられる。

映像コンテンツ 4 に関しては、他の評価語についても固有の特徴が認められるため、図 30、図 31、図 32 に「気持ち悪い」「退屈な」「好き」の評価値をそれぞれ示す。

「気持ちが悪い」の評価値は、大画面では調整係数 0.75 付近、中画面では 0.5 付近で極小となる傾向が認められる。

特に、大画面および中画面では、小調整値での不快感が大きく強まっている。また、「退屈な」の評価値は、小画面および中画面では、調整係数の増加に伴って大きく上昇する。

これらの結果を総合すると、例えばスピード感のみを強調するのであれば、画面サイズによらず調整係数を 0.0 とすることとなるが、総合的な好ましさを求める場合、小画面では 0.25 以下、中画面では 0.5 付近、大画面では 0.75 以上の調整係数が適していると推測することができる。

図 32 に示す「好き」の評価値の変化は、まさにこの推論

図 26 映像 3 - ふわふわ飛んでいる

図 28 映像 4 - スピード感がある

図 27 映像 3 - 気持ちが悪い

図 29 映像 4 - 開放感がある

図 30 映像 4 - 気持ちが悪い

図 31 映像 4 - 退屈な

図 32 映像 4 - 好き

を裏付ける特徴を示している。

これらの結果は、映像コンテンツ 4 に関しても、調整係数と画面サイズによって印象が変化するとともに、画面サイズによって異なる最適調整係数が存在する可能性を示している。

5.5 総括

本研究では、平易に記述でき、しかも制御が容易である、2 組の制御パラメータと単一の調整係数からなる具体的なカメラワーク調整方式を提案し、この導入効果として、調整操作によって映像の感性的印象の強さが大きく変化すること、さらに、本提案方式によって鑑賞画面サイズの違いに起因する映像の感性的効果の差異を補正できることを実験検証するための評価実験を行った。

この調整方式は、現在の映像制作において用いられる極めて多くの種類のカメラワークの中で、特に、カメラの回転角と移動経路を変化させる操作に着目したものである。そして、この調整の効果を 4 種の映像コンテンツを用いて視聴評価実験を行い、この結果、4 種の映像コンテンツ何れにおいても、画面サイズと調整係数による印象の強さの著しい変化を示す評価結果が得られた。

この結果から、本研究で新たに提案した、多次元のカメラパラメータの複雑な変化によって生み出される感性的効果を、単一の調整係数の簡単な操作で調整する方式に関して、4 種の映像コンテンツに共通して、調整係数によってカメラワークがもたらす印象の強さを広範囲に調整できることが確認された。さらに、不快感などのネガティブな副作用を考慮した最適な調整係数が画面サイズ毎に異なることを示す結果が得られた。これらの結果は、映像表示機器の特性に合わせてカメラワークを調整することで、最も満足度の高い感動を与える映像鑑賞を行うという、将来の新しい映像コンテンツ鑑賞方式の必要性和その実現可能性を具体的に示すものであるといえる。また、本実験では、演出パラメータの決定は映像制作者の経験に基づいて行ったが、感性評価実験を重ねることによって、将来的に、これらのカメラパラメータと演出効果との関係をデータベース化できる可能性も考えられる。

さらに今後の可能性として、データベースを利用して、所望する演出効果に応じてカメラパラメータを選択し、適切な印象が得られるよう微調整を行うといった制作プロセスが実現されれば、コンテンツ制作の効率化や品質の向上にもつながるだけでなく、蓄積された豊富な制作表現ノウハウを映像制作者の育成にも活用できると考えられ、本研究の意義は大きいものと考えられる。

6. まとめ

我々は、各表示機器ごとに、動きパラメータが異なる適切なコンテンツの演出方法が存在することを以前の先行研究として示した [6, 7]。本論文では、これをより具体的に検証するために、平易に記述でき、しかも制御が容易な、2 組の制御パラメータと単一の調整係数からなる具体的なカメラワーク調整方式を提案し、この効果を実験検証した。この調整方式は、現在の映像制作において用いられる極めて多くの種類のカメラワークの中で、カメラの移動と回転を変化させる操作が様々な感性的効果をもたらすことに着目したものである。

この観点から、動きパラメータを定量的に制御できる CG 技術により、移動と回転を組み合わせたカメラワークを用い、7 種類の感性的効果を狙った 4 種の評価実験用映像コンテンツを制作した。また、複雑なカメラワークがもたらす感性的効果を容易に調整する手段として、「基本パラメータ」と「演出パラメータ」の概念を用い、これら 2 種類の多次元のパラメータによるカメラワークの記述から、単一の調整係数の操作によって異なる印象のカメラワークを生成する方式を新たに提案し、その機能を実装した。

感性評価実験の結果、画面サイズによって印象の強さに著しい差があることを極めて明瞭に確認するとともに、提案した調整方式によって、狙った印象の強さを広範囲に変化させられることに加えて、画面サイズ毎に異なる最適調整係数が存在する可能性が示された。これは、鑑賞者の表示機器に合わせて個別にカメラワークを調整することで、鑑賞者に感動を与える最も満足度の高い映像鑑賞が実現される可能性を

示すものである。さらに、鑑賞者の好み等に合わせて、演出効果を調節するなどの応用可能性も考えられる。

また、本実験では、演出パラメータの決定は映像制作者の経験に基づいて行ったが、感性評価実験の積み重ねにより、カメラパラメータと感性的効果の関係を数値的にデータベース化できる可能性も垣間見られる。

データベースを利用することで、例えば、所望する演出効果に応じてカメラパラメータを選択し、適切な印象が得られるよう微調整を行うといった効率的な制作プロセスが実現され、流通するコンテンツの品質向上にもつながる可能性がある。また、豊富な演出ノウハウを蓄積したデータベースは、映像制作者の育成にも活用できるであろう。

今後は、カメラワーク手法、映像のバリエーション、印象の種類などを拡大し、より充実した知見の獲得を図っていく予定である。本研究では、ダイナミックなカメラワークによる力量感の調整に主眼を置いたが、爽やかさや自然さなどの情緒的な効果や、人の表情の印象などに対しても動きパラメータが影響することが報告されており [5]、様々な映像表現に本提案手法が適用できる可能性がある。さらに、カメラワーク以外の演出手法も取り入れ、良質な映像の制作と満足度の高い鑑賞を支援する方式の実現を図って行きたいと考えている。

参 考 文 献

- [1] 鈴木理基, 重野寛, 松村欣司, 金次保明: ルールベースのテレビ放送コンテンツ変換機構, 情報処理学会研究報告 ITS, 2006, 120, pp.185-192, 2006
- [2] 沼田誠, 上野幹大, 松村欣司, 金次保明, 八木伸行: ディスプレイ解像度に応じた映像トリミングによる放送番組適応提示手法の検討, 電子情報通信学会技術研究報告 IE, 105, 431, pp.23-28, 2005
- [3] 江本正喜, 菅原正幸: 広視野映像による酔いの提示視角依存性, 映像情報メディア学会技術報告, 30, 22, pp.25-28, 2006
- [4] 井手口健, 西山元基, 古賀宏昭: 迫力感性増幅を意図した映像揭示方法の検討, 映像情報メディア学会誌, 54, 1, pp.131-134, 2000
- [5] 川崎智弘, 井手口響: 動画映像から受ける印象の因子分析と映像再生速度の各因子に与える影響, 電子情報通信学会論文誌, J85-A, 9, pp.1022-1025, 2002
- [6] Hisashi OGURO, Sumei GUO, Tomohiro SHIMIZU, Mie SATO, Miyoshi AYAMA, Masao KASUGA, : Dynamic Expression and KANSEI-based Evaluation of Contents by Considering Screen Size, ITC-CSCC2006 Proceedings, 2, pp.421-424, 2006
- [7] 小黒久史, 郭素梅, 佐藤美恵, 阿山みよし, 春日正男: 最適カメラワークの画面サイズ依存性の検討, 画像電子学会年次大会予稿集, pp.35-36, 2006
- [8] アイザック・ピクター・カーロウ: コンプリート 3DCG,

ルナテック, pp.193-208, 2001

[9] ダニエル・アリジョン: 映画の文法, 紀伊国屋書店, 1980

小黒 久史 (非会員)

1984年千葉大学工学部画像工学科卒業。凸版印刷(株)入社。図形/画像処理, インターネット, バーチャルリアリティなどに関する研究開発に従事。現在, 総合研究所情報技術研究所にて, 感性評価に基づく映像の品質向上技術の研究開発に携わる。

郭 素梅 (非会員)

1983年中国太原工業大学・工・電気卒。1986年中国華中理工大学大学院・修士課程了, 同年北京理工大学・工学部勤務。1998年慶応義塾大学大学院博士課程了。同年凸版印刷(株)入社。現在情報技術研究所にて画像処理, 映像高品質化に関する研究開発に従事。画像電子学会会員, 博士(工学)。

鈴木 直哉 (非会員)

2007年3月, 宇都宮大学工学部情報工学科卒業。現在, 同大学院工学研究科情報制御システム科学専攻博士前期課程に在学中。映像処理と感性工学に関する研究に従事。

佐藤 美恵 (正会員)

2001年3月, 東京工業大学大学院情報理工学研究科計算工学専攻博士後期課程修了, 博士(工学)。現在, 宇都宮大学大学院工学研究科助教。主に, 感性情報処理, ヒューマンインタフェース, 画像処理に関する研究に従事。

阿山 みよし (非会員)

1983年東京工業大学大学院総合理工学研究科物理情報工学専攻博士後期課程修了。現在宇都宮大学大学院工学研究科教授。工学博士。視覚および色彩科学の研究と教育に従事。照明学会, 日本光学会, 映像情報メディア学会, 日本色彩学会などの会員。

春日 正男 (正会員)

1971年, 名古屋大学大学院工学研究科修了。現在, 宇都宮大学大学院工学研究科教授。研究分野: 感性情報処理, 高度情報通信における知的情報処理, マルチメディア情報処理, 人間工学における生体情報処理, 及びそれらの福祉, 医学への応用に関する研究に関心を持つ。