

漫画のオブジェクト抽出に基づく映像化手法の提案

佐藤貴明¹⁾(非会員) 澤野弘明¹⁾(正会員) 鈴木裕利²⁾(非会員) 堀田政二³⁾(非会員)

- 1) 愛知工業大学大学院経営情報科学研究科 2) 中部大学工学部
3) 東京農工大学工学部

A Proposal of a Video Production Method Based on an Comic's Object Extraction

Takaaki Sato¹⁾ Hiroaki Sawano¹⁾ Yuri Suzuki²⁾ Seiji Hotta³⁾

- 1) Graduate School of Business Administration and Computer Science, Aichi Institute of Technology
2) Faculty of Engineering, Chubu University
3) Faculty of Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology

sawano(α)aitech.ac.jp

概要

漫画を活用した映像制作には、専門的な技術が必要とし、初心者が手軽に参入することは難しい。そこで初心者の映像制作支援のために、漫画コンテンツのオブジェクトである、せりふを表現する吹き出し及び人物顔に着目し、画像処理で抽出して、映像を生成する手法を提案する。抽出した吹き出しを矩形、丸型、ギザギザ型の3種類に分類し、吹き出しの形状に対してそれぞれの映像化を行う。吹き出しの抽出・形状分類精度は3種類すべて適合率75%を上回り、人物顔の検出の適合率も78.7%の精度が確認された。生成した漫画映像をSD法で評価した結果、良い、読みやすい、面白いなどの肯定的な項目で有意差が得られ、提案手法の有効性が確認された。

Abstract

Video production utilizing a comic requires its expert skill, and it is difficult for a beginner to get into this field. We propose a video production method with speech balloon and character face extraction with an image processing technique. The balloon is categorized according to three types that are rectangle, circle, and jaggy, and categorized precision are more than 75%, and face one is 78.7%. Significant differences, “good”, “readable”, and “interesting”, are indicated in semantic differential method, and the availability of the proposed method is derived.

1 はじめに

物語の展開を絵と文字で表現する漫画は、コマと呼ばれる枠に分割され、コマの中に登場人物や背景、吹き出しや効果線などのオブジェクトが用いられる。これらのオブジェクトはコマの場面の状況や雰囲気などを静止画像で表現するための重要な役割を持つ。静止画像である漫画を動画像に発展させた PV やモーションコミックでは、漫画から切り出されたコマや、そのコマ内のオブジェクトを変形・移動させる映像表現が付与される。映像の制作現場においては、手動で漫画をトレースして、オブジェクトが利活用されるため、画像処理・映像処理ソフトウェアの専門的な技術を要する。すなわち、漫画の静止画像を利用して映像を制作するには、映像制作の初心者が手軽に参入することは難しい。

映像制作の初心者が漫画の映像化を手軽に実施するには、全自動もしくは半自動で静止画像に対して映像効果を付与することが望ましい。松下らは用意された音喩のアニメーションを静止画像の漫画に付与する手法 [1] を提案している。音喩のフォントサイズや動作速度などのパラメータを利用者が設定するだけでアニメーションの生成が可能であるため、利用者に対する敷居は低い。一方で、もともと描かれているコマ内のオブジェクトを移動・変形させるような映像表現を実現することは難しい。

本研究では漫画の静止画像から画像処理によりオブジェクトを抽出し、抽出されたオブジェクトに対して映像効果を付与する映像化手法を提案する。提案手法が実現できれば、専門的なソフトウェアの知識なしで、漫画のオブジェクトを二次利用した映像の生成が可能となる*1。本論文では 2 節で関連研究を述べ、本研究の位置付けを述べる。3 節で複数の映像作品とその原作漫画について調査して、映像効果について述べる。4 節で提案手法、5 節で実験と考察について述べる。最後に、6 節で本稿のまとめと今後の課題について述べる。

2 関連研究

本研究の目指すゴールは、静止画像である漫画を利用して、映像を生成する仕組みを構築することである。これまでに筆者らは、物体移動を表現するスピード線と煙

の揺れを表現する線を半自動的に抽出して、映像化する手法 [2] を提案してきた。この手法ではユーザのマウス操作のみで映像化することができるため、専門的な知識は不要であるが、PV やモーションコミックのように多くのコマを利用する場合は、全てのコマにこの手法を適用することは現実的ではない。そこで本論文では多数のコマに対応するために、全自動の画像処理で映像化する手法について検討する。提案する手法における出力結果は、そのまま映像作品として利用することも可能であるが、映像制作者が編集したいという状況も考慮して、将来的には Adobe 社 Premiere や After Effects などの映像編集ソフトで扱えるファイル形式で出力することも想定している。

さて、漫画の構成要素であるオブジェクトは、コマ、人物、吹き出し・セリフ、オノマトペ、背景などに分類される [3]。全自動で漫画の映像化を実現するため、これらのオブジェクトを画像処理により抽出する方法について検討する。オブジェクト (コマ、吹き出し、人物顔、テキスト) の画像を学習させた畳み込みニューラルネットワーク (CNN: Convolutional Neural Network) を利用したオブジェクト検出法 [4] が Yanagisawa らによって提案されている。学習ベースの検出法は、有効な教師データを多く学習させられれば有用であるが、画風やテキスト量などは作者の個性で異なるため、汎用的に使用することは難しい。他にも CNN を利用した漫画構造線の抽出手法 [5] や自動彩色手法 [6] も、十分なデータセットがあれば有用といえるが、同様の課題を持つ。

学習ベースに対して、モデルベースのアプローチでは、漫画のコマ間の隙間の画素値を検出して、コマ矩形の抽出手法 [7] が竹内らによって提案されている。コマの形状は矩形が多いため、有用な手法である。今後はこの手法を実装することを前提として、本論文では手動で抽出した矩形コマを対象として議論する。以下に紹介する論文もコマ抽出が実現されている前提で議論されている。

コマ内に含まれるテキストや吹き出しを抽出する手法も提案されており、吹き出しを検出してテキストを抽出する Ranjini らの手法 [8]、フォント特徴ごとの画像オペレータを学習させて抽出する Hirata らの手法 [9]、富士フィルムの吹き出し自動抽出ソフトウェア GT-Ballon [10]、Adaboost によりセリフを検出して、その周辺領域の吹き出しを抽出する田中らの手法 [11] などが

*1 ここでは漫画の著作権全般の問題については議論はしない。

ある。漫画の吹き出しは、登場人物のセリフの口調や音量、心情を表すために、映像化した際にも重要なコンテンツと考えられる。そこで本論文では、まず吹き出しの効果や利用頻度について複数の映像作品と原作漫画から調査する。つぎに吹き出しの形状に応じた抽出手法を提案し、吹き出し形状に応じた映像化手法を提案する。ここで本論文は文献 [12] に基づいており、追実験により得られた結果について考察を行う。

3 映像表現の調査

筆者らは複数の映像作品と、映像の原作漫画*2の単行本を比較して、映像表現について調査を行った。調査手順は、まず映像に使用されるコマを目視で確認して、コマのオブジェクトに施された映像表現の種類と時間を記録する。映像表現の種類を客観的基準を明らかにするために、カメラワーク、オブジェクトのフェードイン・アウトなど、主観的な内容で記録する。つぎにコマが使用されている原作本の巻数・ページ数を調査する。映像表現の種類・時間、原作漫画との関連性について分析して、客観的傾向を明らかにする。

映像内で使用された合計 165 コマのうち、オブジェクトに映像表現が付与されたコマが 65 コマ存在した。65 コマの内、吹き出しに映像表現が付与されたコマは 28 コマ存在した。吹き出し以外にもキャラクタ、効果線、音喩、背景トーンなどのオブジェクトがある中で、映像表現の 3 分の 1 以上で用いられる吹き出しの映像表現は重要であると考えられる。そこで本研究では吹き出しの映像表現について着目する。

吹き出しの形状は図 1 のような、状況や心情を表す矩形、会話を表す丸型、強い口調や大きな音量を想起させるギザギザ型の 3 種類が存在し、矩形の吹き出しでは透過した文字が徐々に浮かび上がる映像表現、丸型吹き出しでは一時的に拡大する映像表現、ギザギザ型吹き出しでは振動による強調表現が付与されていた。これらの形状では分類できない少数の形状をその他として、調査対象における映像表現に使用された吹き出しの内訳を表 1

表 1 映像表現が付与された吹き出し形状の内訳 (28 コマ)

	矩形	丸型	ギザギザ型	合計
青春×機関銃	5	11	0	16
五時間目の戦争	0	7	5	12
ドラゴンボール	0	5	2	7
合計	5	23	7	35
出現率 (%)	14.3	65.7	20.0	100.0

に示す。ここで、表 1 の出現率は、全体に対する割合を示す。今回の調査対象では、映像表現に使用された吹き出し全体を母数とした被覆率は 100 % になるため、矩形・丸型・ギザギザ型の三つのパターンで対応可能と考えられる。

また人物顔の位置に着目した、ズームイン・ズームアウトなどのカメラワークに相当する映像効果が確認された。映像に使用されたコマのうち、人物の顔が描かれているコマの割合は 69% 存在した。この結果から、漫画の映像作品において「顔」も同様に重要度が高い。

映像は複数のコマとその映像表現の組み合わせで成り立つ。そのため映像に使用されるコマについても調査を行った。映像におけるコマの順序は、原作のコマの順序と類似しており、近いページのコマを合わせて利用する傾向が確認された。調査対象の「五時間目の戦争」における、原作漫画ページ番号と映像のフレーム番号の関係性を図 2 に示す。ここで、この映像作品は原作漫画 1 冊から構成されている。他の 2 作品では複数の巻数を扱っているが、近いページのコマを使用している傾向は同様であった。また、調査した映像での 1 コマあたりの映像表現時間は、目視の確認で最小 0.07 秒、最大は 8.4 秒、

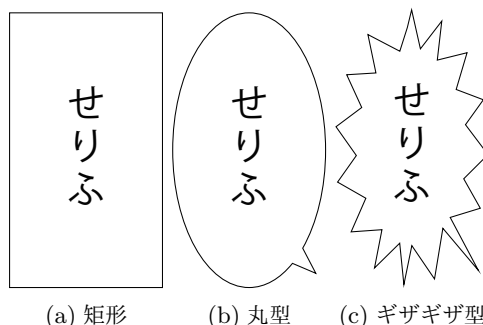


図 1 本稿で注目する吹き出し

*2 「青春×機関銃」 ©NAOE/スクウェア・エニックス:
<https://www.youtube.com/watch?v=DMY1k01RB8s>,
 「五時間目の戦争」 ©優/KADOKAWA:
<https://www.youtube.com/watch?v=AZ0uAYokJFY>,
 「ドラゴンボール (DRAGON BALL)」 ©鳥山明/集英社:
<https://www.youtube.com/watch?v=mRpyge-EgxY>

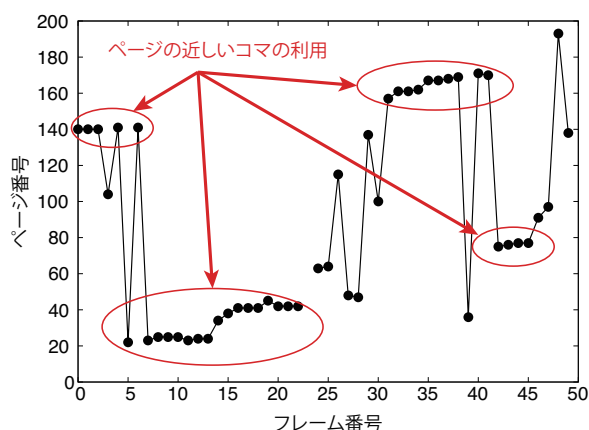


図2 原作漫画に使用されるコマのページと映像のフレーム番号との関係性

平均で 1.3 秒の映像表現時間であった。

連続した映像表現は視聴者に飽きられる可能性があるため、閾値以上連続した映像表現が続いた場合は、別の映像表現を利用する。

4 提案手法

本節では漫画のオブジェクト、特に吹き出しの抽出と人物顔の検出を行い、映像化する手法について述べる。抽出する吹き出しは形状ごとに分類され、分類された形状ごとに映像表現が付与される。人物顔の検出結果はカメラワークのズームアウト表現に応用される。最後にコマのアスペクト比を利用して、スピード感のある表現を実現する。それぞれの手法について以下に示す。

4.1 吹き出しの抽出と分類

本節ではコマ内の吹き出し抽出と分類手法について述べる。漫画のコマ画像を入力とし、中尾らの手法 [13] を参考に、輝度値の二値化・膨張収縮・ラベリングにより領域を検出し、各領域の白地と黒い文字の白黒比の判定により、吹き出しを抽出する。さて、抽出された吹き出しは矩形・丸型・ギザギザ型の形状特性を持つ。この形状特性に基づいて、矩形度と円形度を定義し、矩形・丸型・ギザギザ型の 3 種類に分類する。まず矩形度の高い吹き出しを矩形吹き出しとする。つぎに、円形度の高い吹き出しを丸型吹き出しとして分類する。最後まで残った吹き出しはギザギザ型の吹き出しとして分類し、次節で示す映像表現の付与を行う。ここでは i 番目 ($0 \leq i < n$) の吹き出しの矩形度 b_i は、吹き出しの面積 S_i と吹き出

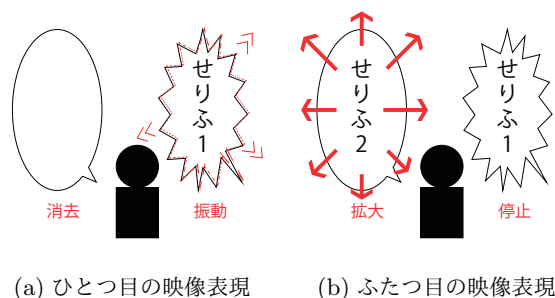


図3 吹き出しが複数の場合の映像表現

しを囲むバウンディングボックスの面積 B_i から式 (1) で求められる。

$$b_i = \frac{S_i}{B_i} \quad (\text{矩形} : b_i = 1) \quad (1)$$

また円形度を c_i としたとき、 c_i は輪郭長 l_i と S_i から式 (2) を用いて計算される。

$$c_i = \frac{4\pi S_i}{l_i^2} \quad (\text{正円} : c_i = 1) \quad (2)$$

4.2 吹き出しの形状に応じた映像表現付与

分類された吹き出しに基づいて映像表現を付与する方法について述べる。ひとつのコマに複数の吹き出しが存在する場合は、映像視聴者の視線誘導のために吹き出し内のせりふを消去し、せりふを読む順番に従って表示させる。消去した領域の補完方法には白色での塗りつぶしとする。吹き出しひとつあたりの映像表現時間については、吹き出し内の文字数、コマの情報量などによって動的に変更されると望ましいと考えられるが、事前調査ではその傾向を明らかにできてない。そのため、本論文に利用する映像表現の時間を事前調査で得られている平均の 1.3 秒とする。また、吹き出しが複数の場合の映像表現の例を図 3 に示す。つぎに 3 種類の吹き出し形状ごとの映像表現方法について述べる。

矩形吹き出し 矩形吹き出しには、透過された文字が徐々に浮かびあがる表現を付与する。吹き出しそのものの透過率を最大にし、時間とともに透過率を下げる。

丸型吹き出し 丸型吹き出しは拡大による強調表現を付与する。徐々に拡大し、一定の大きさまで達したら徐々に元の拡大率まで戻す。

ギザギザ型吹き出し ギザギザ型吹き出しには、小さく振動させて強調表現を付与する。振動方法には、乱数を用いた上下左右の吹き出し表示位置の変更を用いる。

4.3 人物顔の位置を利用したカメラワーク

人物顔に着目したカメラワークを実現するため、漫画人物の顔検出を行う。モノクロ漫画の人物顔が、白地に黒の線で描かれて表現されることが多いため、モノクロ実写画像の人物顔と同様に、白と黒の明暗差の特徴があると考えられる。そのため、実在する人間の顔とかけ離れていない画風の漫画であれば、Haar-like 特徴による実写用顔検出器の利用は有効な手段と考えられる。ただし、漫画の人物顔に対して実在する人間用の顔検出器を用いる場合、誤検出・未検出ともに多くなり、顔が存在する箇所から少しずれた状態で複数検出する傾向があることが事前実験により確認されている [14]。同一箇所を複数回検出する傾向を利用し、同じ箇所を f 回以上検出した位置を人物顔と定める。検出した顔の位置をズームアウトの開始点に設定して、コマ画像を収縮させることでズームアウトを模倣したカメラワークを実現する。

4.4 コマのアスペクト比に応じた映像表現付与

コマのアスペクト比を利用して、スピード感のある映像表現付与を行う。コマの短辺を映像のフレームに合わせ、時間軸に沿って平行移動させてコマ全体を見渡すティルト・パンのカメラワークに相当する映像効果を実現する。横長のコマの場合は、コマの右側を映像フレームに映す始点とし、コマの左側を終点とする。縦長のコマの場合は、映像フレームに映す始点をコマ上部とし、コマ下部を終点とする。この映像フレームの流れは、漫画を読み進める視線の動きに準ずる。連続した映像表現は視聴者に飽きられる可能性があるため、閾値以上連続した映像表現が続いた場合は、別の映像表現を利用する。また、吹き出しや顔を検出できないコマの場合は、提案手法で映像を生成することができないため、例外処理として、ランダムな箇所をズームイン・アウトを施す。

5 実験と考察

5.1 予備実験

提案手法を用いて吹き出しを抽出・分類し、映像表現を付与する実験を行った。使用する画像には佐藤秀峰の「ブラックジャックによろしく」単行本 1 巻を用いた。矩形吹き出しの判定には矩形度 b_i を 0.95 以上、丸型吹き出しには円形度 c_i を 0.70 以上という閾値を経験則により設定した。複数の吹き出しを読む順序を右から左とした。吹き出しの抽出・分類の成功結果 (矩形型) を図 4



図 4 吹き出し正抽出・分類結果 (矩形型) 「ブラックジャックによろしく」佐藤秀峰の利用



図 5 吹き出し誤抽出・分類結果 (ギザギザ型) 「ブラックジャックによろしく」佐藤秀峰の利用

に示す。ここで検出結果の色はラベリング処理によってオブジェクトが異なることを示しており、精度とは無関係である。図 4 の結果、建物の背景と区別して吹き出し抽出・分類ができていることが確認された。つぎに誤抽出・分類結果を図 5 に示す。この結果では、人物の顔をギザギザ型吹き出しとして誤分類された。抽出結果の精度評価については次節で述べる。

つぎに映像表現の生成実験を行った。図 6 の 1 フレー

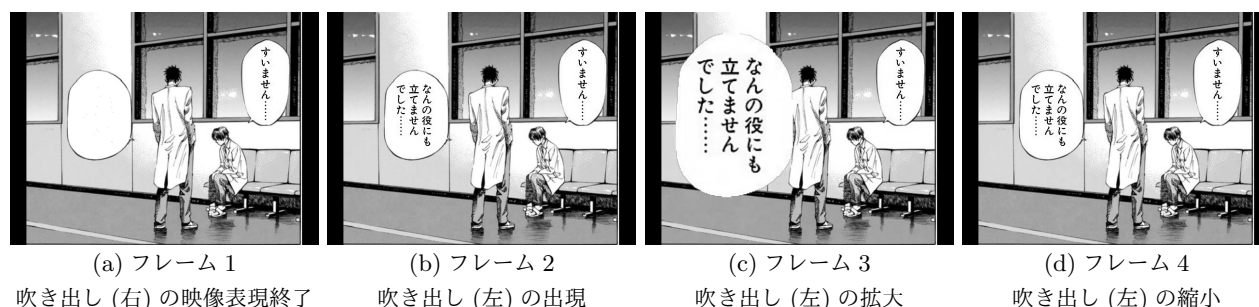


図 6 丸型吹き出しの強調表現 (「ブラックジャックによろしく」佐藤秀峰の利用)

ム目はひとつ目の丸型吹き出し (右) の映像表現が終了した時点でふたつ目 (左) の丸型吹き出し内のせりふが消去されている状態である。その後、2-4 フレームでふたつ目の吹き出しが出現し、拡大している。

5.2 コマ抽出・分類の評価実験

提案手法の有効性を検証するために、提案手法で吹き出しを抽出・分類し、筆者らが目視で正解を判断する。「キングダム」(©原泰久/集英社)*3の単行本 1 巻の 1,109 コマから抽出・分類した吹き出しのうち、総吹き出し個数と正しく分類されていた吹き出しの割合である適合率を求めた。適合率を表 2 に示す。ここで総分類の定義を検出された吹き出しのうちそれぞれの吹き出しに分類された総数とし、正分類の定義を目視判断の結果と一致した総数とする。また、実験対象の漫画において矩形・丸型・ギザギザ型以外の吹き出し、例えば丸型二つが結合された吹き出しも存在しており、本論文の分類対象ではないため「その他」として記載する。矩形吹き出しの分類適合率は 97.3%、丸型吹き出しの分類は 96.2%、ギザギザ型吹き出しの分類は 76.3% であった。また、再現率はそれぞれ 88.9%、92.9%、96.7% であった。矩形及び丸型の吹き出しの適合率は 96% を超えているため、映像生成後のユーザの編集作業を想定すれば、多くのコマを入力したとしても充分対応できると考えられる。ギザギザ型吹き出しの適合率が低い理由は、抽出された吹き出しが、矩形、丸型、ギザギザ型いずれかに分類されるため、矩形、丸型の条件に合致しない 3 種類の吹き出し以外の誤抽出吹き出しがギザギザ型の分類に集中したためである。

つぎに漫画人物の顔検出精度について評価する。使用する顔検出器には、画像処理ライブラリ OpenCV で公

表 2 各吹き出しの分類適合率 (1,109 コマ)

	矩形	丸型	ギザギザ型	合計	その他
正分類 (個)	72	433	463	968	—
総分類 (個)	74	450	607	1,131	—
目視分類 (個)	81	466	479	1,026	302
適合率 (%)	97.3	96.2	76.3	85.6	—
再現率 (%)	88.9	92.9	96.7	94.3	—

その他: 矩形・丸型・ギザギザ型以外の吹き出し。

表 3 顔の検出精度 (1,096 コマ)

	$f = 2$	$f = 5$
正検出 (個)	528	256
総検出 (個)	872	325
目視検出 (個)	620	620
適合率 (%)	60.6	78.7
再現率 (%)	85.2	41.3

開されている学習済みの人物正面顔の検出器を利用する。吹き出しの抽出実験と同じコマを入力とし、顔と定める検出回数を $f = 2, 5$ とし、目視確認で正否を判断した、顔検出の精度を表 3 に示す。ここで総検出の定義を顔領域として検出した結果の総数として、正検出の定義は目視判断の結果と一致した総数とする。 $f = 5$ は本実験のためにパラメータチューニングした最適な結果であり、 $f = 2$ は最小の選別 (信頼度) であり、比較対象として用意した。総検出のうちの正検出の適合率、再現率は $f = 5$ の場合、78.7%、41.3% であった。誤検出の一部には、顔でない領域や吹き出し、背景などが確認された。本論文では実写画像用の検出器を使用したため、検出精度を向上させるには漫画の人物顔の教師データを利用することは必須事項である。別の対策としては、ユーザが簡単に誤検出映像の削除・修正が可能なユーザインターフェースの構築が挙げられる。

*3 本論文は Web 掲載のため、画像引用不可。文献 [12] 参照。

5.3 生成された映像に対する評価実験

ここまでで漫画オブジェクトの抽出に基づく映像化実験とその精度評価について議論したが、生成された映像を視聴者が視聴して楽しめなくては意味がない。そこで、生成映像の面白さを評価するため、20代の男女19名(男:17名 女:2名)に対して生成映像を視聴させた後に、アンケート評価を行った。アンケートには、人の感性を数値化するためのSD法と、自由記述を設けた。さらに映像に用いるコマの、評価への影響を調べるために、使用するコマとその順番が異なる3種類の映像を実験に用いた。1種類目の映像は、事前調査から使用元ページ数が互いに近いコマが使われやすいという傾向が得られているため、使用元漫画の単行本のコマの登場順に映像表現を付与した映像(ページ順映像とする)にした。2種類目は、使用するコマが評価に左右されない可能性も考慮して、無作為に選択したコマに映像表現を付与した映像(ランダム順映像)とした。最後は漫画の重要なシーンや盛り上がる場面などで大きなコマが登場するため、盛り上がるコマを多く取り入れる目的で、コマの面積の大きさ優先順に映像表現を付与した映像(大きさ順)にした。生成された実験映像については、手作業による編集をしない。また、連続映像表現の閾値を5とする。SD法の結果においてBonferroni法[15]を用いて多重比較を行い、三つの群間(A-B, A-C, B-C)に対して有意水準5%とする有意差を確認した。群間の有意差ごとに選択肢をプロットした結果を図7に示す。図7の結果では、すべての映像について「面白い、良い、臨場感のある、速い、変化のある、興味がわく」という項目で肯定的な回答が得られた。特に、赤線で描画されたページ順映像は、ランダム順映像に比べ「読みやすい、面白い」と評価されており、他の2映像(ランダム順、大きさ順)に比べ「穏やか、一貫した、自然な、良い、正しい、わかりやすい」と評価されていることが確認された。この理由は、コマの登場ページの順に映像表現を付与した映像が、各コマに前後で物語の繋がりがあため、内容が理解しやすいためであると考えられる。つぎにアンケートの自由記述の回答内容の一部を以下に示す。

- セリフ枠の変化(動き)が面白いと感じた。
- 動き自体は面白いと感じた。
- 人の顔を基準にして滑る動きのコマ内に吹き出し

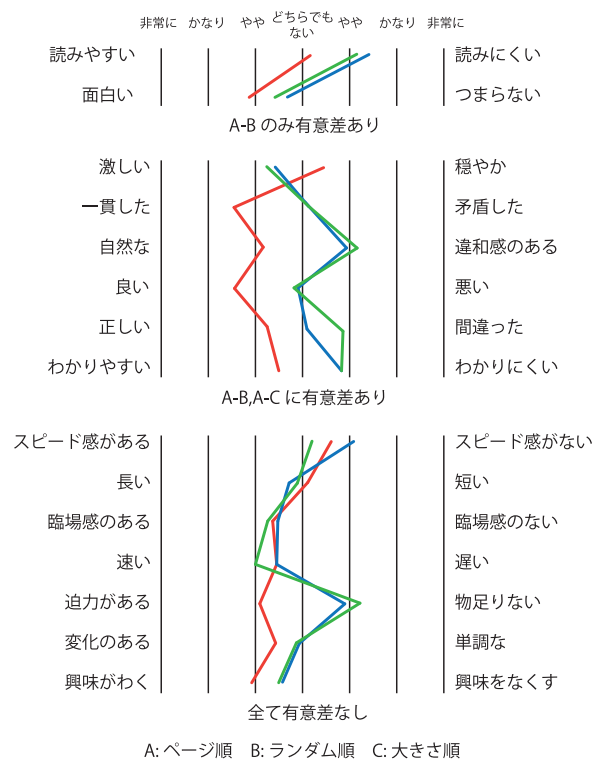


図7 有意差の得られたアンケート結果

(ある程度文章量がある)がある場合、見逃すことがあった。

- 文字を読む時間が足りない。
- 読めないセリフばかりなので、時間調整が必要と感じた。
- 話しが続いていたのでわかりやすかった。
- 同じ吹き出しの演出が繰り返されくどく感じた。

アンケートの自由記述には、「漫画の動き自体は面白い」などの肯定的な意見が得られたが、「文字を読む時間が足りない」など吹き出しの映像表現の課題が示された。その理由は、約1.3秒一律の映像表現時間で次のコマの映像表現に切り替わるため、文字数の多い吹き出しでは視聴者が文字を読み切れないためだと考えられる。そのため文字数を検出し、文字数の多いコマを対象外にする措置や、文字数に応じた映像表現時間の調整などを行って改善する。また、「同じ吹き出しの演出が繰り返されくどく感じた」などの意見もあり、表現の幅を持たせて映像が単調にならない工夫について検討が必要となる。

6 おわりに

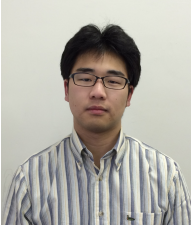
本論文では漫画オブジェクトの抽出に基づく映像化手法を提案した。複数の映像作品で使用される、吹き出し演出と顔に着目したカメラワークについて着目し、画像処理で映像を生成するアプローチを行った。吹き出し形状分類実験では、矩形、丸型、ギザギザ型いずれも75%以上の適合率での分類が確認された。顔検出では78.7%の適合率であった。生成された映像に対するアンケート評価実験の結果、SD法における「面白い」という項目で肯定的な回答が確認された。自由記述アンケートでは、肯定的な意見が得られた一方で、吹き出しの文字数に応じた映像表現時間の調整の必要性が確認された。また映像に使用するコマは、使用元ページの近いコマ同士を、登場順に映像表現付与することで評価が高くなることが確認された。今後の課題には、吹き出しの誤検出の軽減、吹き出し移動後の背景補間方法、文字数に応じた映像表現時間の決定方法、視聴者を飽きさせない効果的な映像表現の検討が挙げられる。

謝辞 本研究はJSPS科研費16K16177, 26330118の助成を受けています。使用した画像は佐藤秀峰の“ブラックジャックによろしく”，評価実験に使用した画像は週刊ヤングジャンプで連載中の“キングダム”である。画像の使用を認めていただいた佐藤秀峰先生，原泰久先生および集英社の関係各位に感謝を申し上げます。

参考文献

- [1] 松下光範, 今岡夏海. デジタルコミック制作のための動的な音喩表現生成システム. 人工知能学会全国大会論文集, Vol. 25, pp. 1–4, 2011.
- [2] 佐藤貴明, 澤野弘明, 鈴木裕利, 堀田政二. 漫画のコマ画像におけるスピード線と煙の映像表現手法の基礎検討. 第78回情処全大講演論文集, pp. 625–626, 2016.
- [3] 石井大祐, 柳澤秀彰, 三原鉄也, 光晴, 永森, 渡辺裕. マンガの構成要素に基づく自動シーン分割処理に関する一検討. 情処研報オーディオビジュアル複合情報処理 (AVM), Vol. 2014, No. 15, pp. 1–4, 2014.
- [4] Hideaki Yanagisawa, Takuro Yamashita, and Hiroshi Watanabe. A study on object detection method from manga images using cnn. In *Int'l Workshop on Advanced Image Technology 2018 (IWAIT 2018)*, 2018.
- [5] Chengze Li, Xueting Liu, and Tien-Tsin Wong. Deep extraction of manga structural lines. *ACM Trans. Graph.*, Vol. 36, No. 4, pp. 117:1–117:12, 2017.
- [6] 古澤知英, 廣芝和之, 大垣慶介, 小田桐優理. 色彩特徴を入力に用いた畳み込みニューラルネットワークによる漫画の自動彩色. *DEIM2017*, 2017.
- [7] 竹内誠太, 中尾駿太, 佐山裕一, 堀田政二. コマ分割と半自動領域分割に基づく漫画の動画化. *MIRU2014*, 2014.
- [8] S. Ranjini and M. Sundaresan. Extraction and recognition of text from digital english comic image using median filter. *Int'l J. on Computer Science and Engineering*, Vol. 5, No. 4, pp. 238–244, 2013.
- [9] N. S. T. Hirata, I. S. Montagner, and R. Hirata, Jr. Comics image processing: Learning to segment text. In *Proc. of the 1st Int'l Workshop on coMics ANalysis, Processing and Understanding, MANPU'16*, pp. 11:1–11:6. ACM, 2016.
- [10] 野中俊一郎, 寺横素, 沢野哲也, 羽田典久. 電子コミック向け画像処理技術の開発とその応用. 富士フィルム報告, Vol. 58, pp. 42–47, 2013.
- [11] 田中孝昌, 外山史, 宮道壽一, 東海林健二. マンガ画像の吹き出し検出と分類. 映像情報メディア学会誌, Vol. 64, No. 12, pp. 1933–1939, 2010.
- [12] 佐藤貴明, 澤野弘明, 鈴木裕利, 堀田政二. 漫画のコマの吹き出しに着目した映像化手法の提案. 映像表現・芸術科学フォーラム2018, 2018.
- [13] 中尾駿太, 堀田政二. 漫画画像における吹き出しの尖端部分の検出. 映像情報メディア学会技術報告, Vol. 40, No. 20, pp. 45–46, 8 2016.
- [14] 並木駿也, 佐山裕一, 中尾駿太, 堀田政二. 漫画からの顔検出とその応用に関する基礎検討. *MIRU2014*, SS3-15, 2014.
- [15] Yoav Benjamini, Abba M. Krieger, and Daniel Yekutieli. Adaptive linear step-up procedures that control the false discovery rate. *Biometrika*, Vol. 93, No. 3, pp. 491–507, 2006.

佐藤 貴明



2016年、愛知工業大学情報科学部情報科学科メディア情報専攻卒業。CG、画像処理に興味を持ち、同年より愛知工業大学大学院経営情報科学研究科博士前期課程に進学。2018年3月修了。

澤野 弘明



2006年早稲田大学大学院情報生産システム研究科修士課程修了。2009年同大学院博士後期課程修了。2007年日本学術振興会特別研究員。2009年アイシン・エイ・ダブリュ株式会社を経て、2011年愛知工業大学情報科学部講師、2015年同大学准教授、現在に至る。画像処理、Webアプリケーション、教育支援システムに関する研究に従事。情報処理学会、電子情報通信学会、画像電子学会、日本芸術科学会、日本図学会、ACM各会員。

鈴木 裕利



2001年名古屋大学大学院博士後期課程修了、博士（学術）。2001年中部大学工学部講師。2006年中部大学准教授、2018年中部大学教授、現在に至る。ソフトウェア工学、工学教育の研究に従事。情報処理学会、電子情報通信学会、認知科学会、日本芸術科学会各会員。

堀田 政二



1999年九州芸術工科大学大学院芸術工学研究科博士前期課程修了。2002年同大学院博士課程修了（博士（工学））、同年長崎大学工学部情報システム工学科助手、2007年東京農工大学大学院共生技術研究院特任助教授（テニユアトラック）を経て2011年同大学院工学府工学研究院准教授、現在に至る。パターン認識、機械学習、メディア情報処理に関する研究に従事。情報処理学会、電子情報通信学会、IEEE各会員。