

コミック工学の可能性

松下 光範

関西大学総合情報学部

mat@res.kutc.kansai-u.ac.jp

概要 近年、コミックを対象にした研究が広がりつつある。本稿では、これらの研究をコミック工学と位置付け、その研究動向を概観すると共に、その可能性について、(1) どのように計算機利用可能なコードに変換するか、(2) コード化されたコミックコンテンツをどのように利用するか、(3) コミックの表現技法はどのような対象に応用可能か、という3つの観点で整理する。

キーワード コミック工学, 情報編纂

1 はじめに

タブレットやスマートフォン等、デジタル端末で読むことのできる電子書籍が急速に普及しつつある。特にデジタルコミックの普及は著しく、2011年度の売上高は514億円(電子書籍市場の約81.7%)にまで伸びている[6]。デジタルコミックは、従来の紙媒体のコミックと異なり物理的な制約がないため従来のコミックの枠にとらわれない表現(e.g., 話の展開に応じて内容を切り替える, コマに動きを付与する)や利用(e.g., 読み手の母語に応じて言語を切り替える)が可能になる。

しかし現状では、多くの作品は単に紙媒体のコンテンツをスキャナで取り込んでそのままデジタル化した静的なものであり、デジタルコミックの可能性を十分に活かせる状況にはない。本研究の目的は、こうした状況を改善し、デジタルコンテンツならではの利用を可能にすることである。

このような背景の下、本稿ではデジタルコミックをより活用するための技術やその応用についてこれまで取り組まれている研究を概観しつつ、デジタルコミックの可能性や課題について考察する。

2 論点 1: コミックのコード化

コミックコンテンツは、絵と文字が相補的かつ協調的に利用されているクロスモーダルなコンテンツである。そのため、これらを計算機で利用可能にするには、予めコミックの内容を解釈してコミックを構成する要素を抽出し、それらをコード化・構造化して蓄積しておく必要がある。コミックコンテンツは新聞記事などのテキストを主体とした媒体とは異なり、文字が絵のなかに配置され、その位置や字の形にも意味があるため、単純に画像の中から文字情報を抜き出すだけでは不十分であり、どのような形態で記述されているか(フォント情報や大き

さ情報)、どこに出現したか(位置情報)、などの情報についてもコード化しなくてはならない。更に、コミックでは絵と文字が相補的かつ協調的に利用されているため、文字情報のみではなく、絵の中に描かれているキャラクターやオブジェクトの情報もコード化する対象に含めなくてはならない。

2.1 コミックの構成要素の抽出

現在、コミックはJPEGなどの画像ファイルとしてページ単位で与えられているため、その画像の中からコミックを構成する要素を取り出す技術が必要になる。こうした要求に応える技術として、画像処理分野を中心に、コミックの画像ファイルを対象としたコマの識別やキャラクタ/吹き出しの抽出に関する研究が様々に進められている。以下に、コミックの要素毎に例を示す。

- コマの認識

コミックの枠線を識別し、濃度勾配(intensity gradient)の方向を利用してコマの分割線を同定する手法[7, 8, 33]や、「コミックのコマは矩形であることが多い」という特徴を利用して、画像内から矩形領域を検出し、それをういてコマを特定する手法[5]などが提案されている。いずれの手法でも、80%を超える精度が報告されている。

- 登場キャラクターの同定

コミックに登場するキャラクターの識別手法として、HOG特徴量(Histograms of Oriented Gradients)を手がかりにして画像内の顔候補を特定し¹、その顔候補と予め作成したキャラクタの顔画像データベースとのマッチングを行い、顔候補画像がどのキャラクターであるかを識別する手法が提案されている[1, 10]。

いずれの手法においても、キャラクタによる精度

のばらつきが大きく、現状ではまだ安定的な検出ができていない。その理由として (1) コミックに登場するキャラクターの顔は一般に線画で表現されており、実画像の顔認識に比べて識別に利用できる特徴量が限られている、(2) コミック特有の誇張表現ゆえに顔の輪郭や部品のばらつきが大きい、などが考えられる。この点について、谷らはコミック特有のヒューリスティクスを利用する手法を提案している。この手法では、(1) コミック内でのキャラクタの描き分けに髪の色の変異がよく利用される、(2) 連続した一連のコマには同じキャラクタが登場する可能性が高くなる、といったヒューリスティクスを用いて、キャラクター識別精度の向上を試みている [34]。

● 吹き出しの分類

吹き出しの同定に関しては、田中らの手法が挙げられる [32]。この手法では、ページ内の文字領域を Ada Boost によって特定し、その領域をもとに吹き出し候補を検出する。また、SVM によって吹き出し形状分類（通信型、曲線型、折れ線型、四角型）を行う。この手法により、86% の吹き出しが同定されている。

これらを勘案すると、画像情報のコミックからそれを構成する要素を抽出したり構造を理解したりするための基礎的技術は、現在は萌芽段階ではあるものの、実用に向けて着実に進歩していると結論付けられる。

2.2 コミックの構造理解

コミックは、コマを単位とし、それらの連続によって時間経過やストーリーの展開を表現している。そのため、2.1 節で抽出された要素を利用するには、単にそれらを抽出するだけでは不十分であり、想定されるコマの順序や場面のセグメントなどを把握し、要素間の関係を構造化する必要がある。加えて、コミックは制作者のアイデアによって日々新しい表現技法が創出されているため、拡張性も担保しておく必要がある。

こうした問題に対して、Wikipedia に記載される項目や書誌情報の目録概念モデルを利用してコミックから抽出すべきメタデータのモデル化する研究 [21, 27] や、それを考慮したメタデータ記述フレームワーク [22] が進められている。これらの研究では、メタデータの基盤となる語彙を (1) 知的内容、(2) 書誌記述、(3) 構造記述、(4) グラフィック要素の 4 つのカテゴリに分け、モデル化することにより、特定の利用に限定されない汎用的な知識構築を試みている。

これまでテキストを対象としてそこからの知識獲得やコンテンツの再利用を行う研究が自然言語処理やデー

タベースなどの分野で進められてきたが、コミックのようなマルチモーダルコンテンツを対象とした研究はその需要にもかかわらずそれほど多くなかった。これは、コミックが ill-formed なコンテンツであるためと、分野を跨った技術が必要になるためである。これらの研究と 2.1 節で述べた研究とが連携することで、コミックコンテンツからの知識構築がより効率的かつ効果的に進められるようになると期待される。

3 論点 2: 獲得された知識の利用

2 章で述べた技術によってコード化されたコミックコンテンツを利用することで、様々な効果が期待される。この章では、コミック制作者の支援、コンテンツの再利用の観点から、獲得された知識の利用について述べる。

3.1 コミック制作者の支援

インターネットの普及や UGC (User Generated Content) 環境の充実に伴い、Blog やコンテンツ共有サービス (e.g., pixiv²) を利用して自らが描いたイラストやマンガを公開し、他者に閲覧・評価してもらうことができるようになってきている。こうした状況により、初心者であってもコミックを制作できるように支援する技術に注目が集まっている。既に、コミ Pol³ のような、事前に用意されたキャラクターや表情、オブジェクト等を組み合わせることで、画を描くことなくコミックを生成できる商用のコミック作成支援ツールが登場している。

また、POM [12] は、ユーザが自分の描きたい漫画のジャンルや作家名を入力すると、蓄積した過去の作品のデータから、ページ配分・コマ割・構図の候補をユーザに複数提案するシステムである。ユーザは提案された候補の中からイメージに合ったものを選んでカスタマイズし、それに絵と台詞を書き込むことで自分のコンテンツを作り上げることができる。

この他にも、読者の視点移動を考慮した初心者向けコミック作成支援システム [26] の提案や、オリジナルのコミックを作成する際のストーリー構築支援手法の提案 [11]、コミックの設計図に相当するネームの作成支援の枠組みの提案 [20] が行われている。

これらのコミック作成者支援技術に共通するのは、過去に上梓されたコミックから取得した知識や事前に用意されたプリミティブ（キャラクターやオブジェクト、背景など）を利用している点にある。現状ではこうした知識・データは人手で抽出し作成しているため、制作やメンテナンスのコストがかかる。2 章で述べたようなコミックコンテンツのコード化が進展すれば、効果的かつ効率的に知識やデータを構築できるようになり、これら

²<http://www.pixiv.net/> (2013 年 4 月 18 日存在確認)

³<http://www.comipo.com/> (2013 年 4 月 18 日存在確認)

のシステムにも大きく寄与することが期待される。

3.2 コンテンツの再利用

電子化されたコミックの利点の一つとして、再利用が容易である点が挙げられる。そのような再利用を促進する試みの一つとして、携帯電話端末のような表示領域が狭いデバイス上でコミックを閲覧しやすくなるように変換するシステムが提案されている [39]。このシステムでは、コミックのページ内のコマの順序を考慮して順に提示することにより、表示領域の狭さという問題の解消を試みている。また、こうした利用のために、重要な部分の歪みを抑えつつ、アスペクト比を変更する技術（内容に基づくリターゲットング）の研究も進められている [17, 18]。小型の電子端末でコミックを読む際に重要部分だけでも理解できればその内容は概ね理解できるため、こうした技術にも期待が集まる。

コンテンツそのものだけでなく、コンテンツから抽出できるキャラクタやオブジェクトなどの統計情報、あるいは台詞の談話構造を利用して、コンテンツの理解を助ける研究も進められている。例えば、京極らは「出現頻度が高い登場人物（キャラクタ）と、共に出現する人物の情報を利用することが相関図作成に有効である」という仮説を立て、コマ内に共起するキャラクタの頻度情報から、キャラクタの相関関係を分析・視覚化する研究を行った [16, 23]。また、谷本らはコミックの社会的意義を考察するために、コミックコンテンツから抽出した物語構造とアンケートによって獲得した読者世界との照応関係を把握し、コミックの社会的意義を明らかにしようと試みている [35]。

コミックの分析は教育工学の分野でも盛んに進められている [31]。特に、コミックが学習や理解に及ぼす影響についての関心が高い。例えば、向後らは学習マンガを題材としてその利用の効果について実験を行なっている。実験の結果から、文章だけの表現に比べてマンガ表現を利用することが、学習内容に対する深い理解の促進や学習に対する関心の増大、長期の記憶保持に寄与する可能性が示唆されている [13]。コンテンツのコード化は、こうした分析を統制してより広範に行う上でも有用である。コード化されたコミックコンテンツを利用することで、これまでは定性的な分析にとどまっていたコミックコンテンツの分析を定量的な分析に拡張し、あらたなコミック分析の礎を提供できるようになる。

4 論点 3: コミックの表現技法の利用

日本語のコミックは、過去半世紀の間に独特な表現技法を産み出し、進化を遂げてきた [30]。例えば、効果線（流線）を用いることでスピード感を表現したり、コマ割り工夫することで心理状態や時間経過を表現したりす



図 1 音喩「ドキドキ」の動き（文字の点滅）



図 2 音喩「ズゴゴゴゴゴゴ」の動き（振動 + 上昇）

る、などがこれにあたる。更に、現在も日々新しい表現が産み出されている。こうした表現が、コンテンツの読みやすさや魅力の向上をもたらす要因のひとつになっている。このような、コミックの持つ特性を活かしエンタテインメントやプレゼンテーションなどにそれを利用する研究も進められている。本章では、デジタルコミックを想定した新しい表現の産出に関する研究と、コミックの表現を利用したアプリケーションについて述べる。

4.1 新しい表現の創出

アニメーション等の映像媒体と異なり、従来のコミックでは声も音も文字として表現される。夏目は、コミック中に出現する視覚化された音（聴覚情報）には擬音語・擬態語の総称であるオノマトペの範疇に含めることが困難な表現が存在するという理由から、これらを「音喩」と呼んだ [25]。

今岡らは、動きを伴う音喩表現を付与するためのシステムを提案している [19]。このシステムでは、デジタルコミックの制作者が音喩のカテゴリからコマのシーンに合わせて音喩を選択し、速度や角度、向き等のパラメータを調整することでこの音喩に意図した動きを付与できる。図 1 が「ドキドキ」という音喩のアニメーション、図 2 が「ズゴゴゴゴゴゴ」という音喩のアニメーションである。辞書的意味と音象徴的意味に基づいて、音喩に応じて操作できるパラメータが設定されており、動作の細かい調整が可能になっている。また、これとは反対に音喩の動線を指定することで、その動線に適した音喩表現の候補を提示する研究も行われている [36]。

4.2 理解容易性の向上

コミック表現は、直観的な理解が容易であるという利点を持つ。ここではその利点を活用したアプリケーショ

ンとして、代表的なものを幾つか挙げる。

Comic Chat [15] は、Chat の内容をコミックの台詞として表示する。キャラクターの表情やジェスチャーで感情を分かりやすく表現できる。また、ComicDiary [28, 29] は、体験の記録と共有のためにコミックの形式を使ったシステムであり、自らの体験を他者に伝えたり共有したりすることを企図している。

藤本らはマンガのコマ割り表現を用いたプレゼンテーションツールを提案している [2, 3]。従来、学会発表や打ち合わせなどで使用されるプレゼンテーションの資料は、Microsoft Powerpoint や Keynote などのツールを利用して作成されたスライドを用いる場合が多い。その場合、同じ形状・サイズの四角いスライドを 1 枚ずつ用いるため、全体の構成もメリハリのない均質なものとなりがちである。藤本らが提案したシステムはこの点の改善を狙ったもので、マンガのコマ割り技法に着目し、自由な形状とサイズのコマをレイアウトして、時には複数の情報を同時に見せられるプレゼンテーションを作成することを試みている。

コミックの表現は、映像コンテンツの要約や閲覧にも利用されている。ぱらぱらマトリクスは、撮影した映像データを要約し、吹き出しやコマ割りなど、マンガの技法を用いて分かりやすく提示することを目的としたシステムである [14]。この他にも、マンガのコマ割りの概念を援用した表現として、静止画を用いたビデオの要約生成が提案されている [38, 37]。

コマ割り以外のコミックの特徴を利用した研究としては、アバターを介したコミュニケーションのための支援技術が提案されている。マンガのキャラクターを描き分ける際、髪型は重要な特徴である。吉澤らの研究ではこの点に着目し、コミックでの髪型表現の手法を援用して、アバターの表現のために特徴を強調した髪型を生成している [40]。

4.3 実世界インタフェースとの連携

コミック表現の利用は、実世界インタフェースを用いたエンタテインメントシステムでも利用されている。その一つが Manga Generator である。Manga Generator は自分がマンガのキャラクターになるシステムである [24]。深度センサ (KINECT) が設置されたブースで、提示されたストーリーに応じて体験者がポーズを取ると、体験者の画像がマンガの中に取り込まれ、ポーズに基づいて決定されたエフェクトが追加されたマンガが出来上がる。図 3 に Manga Generator の出力例を示す。

「聖地巡礼 (Anime Pilgrimage)⁴」はアニメーション作品やコミック作品の新しい楽しみ方を提供するアプリ



図 3 MangaGenerator が生成した画像

ケーションである。近年、作品の舞台となった場所や建物を訪れるツアーが一部の愛好者の間で流行している。例えば「けいおん!」というコミックでは舞台となった滋賀県犬上郡の豊郷小学校が、「忍たま乱太郎」というコミックでは兵庫県尼崎市の七松八幡神社が愛好家の間で「聖地」と呼ばれ、そこを訪れるツアー（聖地巡礼と呼ばれる）が行われている。本アプリケーションはこういったツアーを気軽に楽しむために、コミックコンテンツと位置情報とを紐付けて提示する携帯端末型のアプリケーションである。

これらのようなコミック表現を利用したシステムやサービスが広がることで、コミック工学の裾野が広がり、研究分野としての意義が高まると考えている。

5 コミック質問応答: 新たな取り組み

前章までで、現在取り組まれているコミックに関わる研究を概観した。ここでは、現在筆者らが進めている新しい取り組みであるコミック質問応答について述べる。

出版月報 (2012 年 2 月号) によると、2011 年度には 12000 点以上の新刊コミックが発売されている。こうしたコミックの増大に伴い、そのコンテンツに対する情報アクセスの要求も多様化してきているが、それに応えるシステムは未だ十分とはいえない。例えば、一般的なデジタル書籍販売サイトでは、コミックの表題や著者名、出版社名といった書誌情報による検索は可能であるが、コミック中の特定のシーンを探したい、コミックの

⁴<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.animepilgrimage.android&hl=ja> (2013 年 4 月 18 日存在確認)

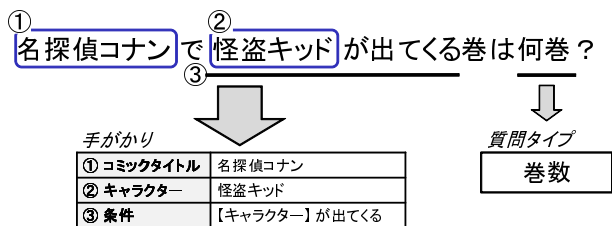


図 4 手がかり要素の抽出例

内容を手がかりにして表題や著者名を探したい、という要求には応えられない。こうした要求には「Yahoo! 知恵袋⁵」や「教えてgoo⁶」などのインターネット上のサイトで質問することである程度解決可能であるが、回答を得るのに時間を要したり、回答が得られなかったりする場合も多い。また、長編コミックを短く要約して内容を短時間で把握したい、登場人物の出現頻度や発話数などの客観指標を知りたいといった要求の場合は、上記のような質問サイトでは要求に沿った回答を得ることが難しい。この問題を改善し、書誌情報だけでなくコンテンツをも対象にした柔軟な情報アクセスを可能にすることで、デジタルコミックの利便性や有用性が高まると考えている。そのひとつとして、コミックを対象とした質問応答システムの実現を目指している [4]。

質問応答は現在自然言語処理分野でテキストを対象として精力的に進められている研究の一つである。コミック質問応答はこれをコミックコンテンツに拡張したアプリケーションである。上述したように、コミックコンテンツはクロスモーダルなコンテンツであるため、テキストを対象としている場合に比べて問題は飛躍的に難しくなる。例えば質問応答の場合、「ドラえもん『もしもボックス』が初めて登場したのは何巻ですか?」という質問であれば、「小学館てんとう虫コミックス 11 巻です」とテキストで応答するのが適切であるが、「名探偵コナンで主人公がスケートボードに乗っているシーンが見たい」や「ドラゴンボールの天下一武道会のシーンが見たい」といった質問の場合は、コミックのコマやストーリーの一部分を提示するのが適切であろう。このように、ユーザの質問に応じて、回答を生成する戦略を切り替えたり、コミックコンテンツの中から応答として適切な箇所を同定したりする技術の実現が必要になる。

現在は、その端緒としてユーザから与えられる質問のタイプ分類方法について検討している。図 4 に質問解釈の流れを示す。例えば、ユーザから「名探偵コナンで怪盗キッドが出てくる巻は何巻?」という質問が与えられた場合、この質問文の解釈にあたっては、まず ① がコミックの作品タイトルであるため、「コミックタイトル」

として抽出する。次に ② が ① の作品中に登場する人物の名前の一つであるため、「キャラクター」とする。また、③は②のキャラクターが出現する箇所を意味すると考え、「条件」として設定する。最後に、文末に記述されている文末表現に着目する。この例では、コミックの単位の一つである巻数を聞いているため、「位置に関する質問」に分類できる。今後、これらを手がかりとした応答生成について検討を進めていく予定である。

6 おわりに

本稿では、コミック工学の可能性について、これまでに行われている研究を概観しつつ検討した。現在、漫画やアニメといったサブカルチャーコンテンツは日本発信の新しい文化として国内外で大きな注目を集めており、政府もクールジャパン政策⁷のひとつとして後押しをしている。現状では、これらの作品制作は漫画家やアニメ制作者の経験や感性に基づいて職人的に進められているが、ICT 技術がそこに持ち込まれることによって、(1) 新しいクリエイターが知識や経験を効率的・効果的に習得できるようになる、(2) これまでの利用形態を超え、より柔軟で意図に沿ったコンテンツアクセスが可能になる、という効果が期待される。

本論で概観したように、コミック工学に関わる研究は多岐にわたる。コミック工学が狙うのは分野を跨った研究の創出・連携の促進である。加えて、サブカルチャーに関する人文科学的研究に新しい分析手段やツールを提供し、当該分野の発展に寄与することも期待できると考えている。そのため、異なる専門性や研究分野の研究メンバが相互に共用可能なコミックコーパスを整備すると同時に、コミック自体だけでなく Wikipedia やブログなどコミックに関連する WEB 上の情報も利用して、コミックコンテンツを計算機で取り扱える知識の形式に変換し、それを蓄える知識ベース(レポジトリ)を構築する必要がある。今後、こうした連携や環境の整備を通じて、コミックに関わる研究が発展することを期待する。

謝辞

本稿執筆にあたり、関西大学総合情報学部 山下諒氏の協力を得た。記して謝意を表す。

参考文献

- [1] 新井俊宏, 松井佑介, 相澤清晴: 漫画画像からの顔検出, 電子情報通信学会総合大会, p. 161 (2012).
- [2] 藤本雄太, 宮下芳明: プレゼンとプレゼンの場をマンガ表現するインタラクティブシステム, 第 18 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ

⁵<http://chiebukuro.yahoo.co.jp> (2013 年 4 月 18 日存在確認)

⁶<http://oshiete.goo.ne.jp> (2013 年 4 月 18 日存在確認)

⁷内閣府知的財産戦略本部: クールジャパン推進に関するアクションプラン, <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/titeki2/kettei/cjap.pdf> (2013 年 4 月 18 日存在確認)

- ブ論文集, pp. 23–28 (2010).
- [3] 藤本雄太, 宮下芳明: マンガのコマ割り表現を用いたプレゼンテーションツール, 情報処理学会研究報告, Vol. 2010-HCI-139, No. 11, pp. 1–7 (2010).
- [4] 福田美沙紀, 白水菜々重, 松下光範: コミックを対象とした質問応答技術のための基礎検討, 人工知能学会ことば工学研究会資料, SIG-LSE-C003, pp. 57–62 (2012).
- [5] 野中俊一郎, 沢野拓也, 羽田典久: コミックスキャン画像からの自動コマ検出を可能とする画像処理技術「GT-Scan」の開発, *FUJIFILM RESERCH & DEVELOPMENT*, No. 57, pp. 46–49 (2012).
- [6] インターネットメディア総合研究所 (編): 電子コミックビジネス調査報告書 2012, 株式会社インプレス R&D (2012).
- [7] 石井大祐, 河村圭, 渡辺裕: 分割線選択によるコミックのコマ分割に関する検討, 情報科学技術フォーラム一般講演論文集, Vol. 5, No. 3, pp. 263–264 (2006).
- [8] 石井大祐, 河村圭, 渡辺裕: コミックのコマ分割処理に関する一検討, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J90-D, No. 7, pp. 1667–1670 (2007).
- [9] 石井大祐, 渡辺裕: マンガからの自動キャラクター位置検出に関する検討, 情報処理学会研究報告, Vol. 2012-AVM-76, No. 1, pp. 1–5 (2012).
- [10] 石井大祐, 山崎太一, 渡辺裕: マンガ上のキャラクター識別に関する一検討, 情報処理学会第 75 回全国大会 (分冊 2), pp. 71–72 (2013).
- [11] 金剛元, 三上浩司, 近藤邦雄, 金子満: オリジナルマンガ制作のための段階的なストーリー構成手法, 情報処理学会第 75 回全国大会 (分冊 1), pp. 705–706 (2010).
- [12] 小林由佳, 石若裕子: 漫画設計支援システム POM, コンピュータソフトウェア, Vol. 25, No. 1, pp. 82–88 (2008).
- [13] 向後智子, 向後千春: マンガによる表現が学習内容の理解と保持に及ぼす効果, 日本教育工学会論文誌, Vol. 22, No. 2, pp. 87–94 (1998).
- [14] 小関悠, 角康之, 西田豊明, 間瀬健二: ぱらぱらマトリクス: 漫画技法を用いた映像を要約するシステム, インタラクション 2005 論文集, pp. 177–178 (2005).
- [15] Kurlander, D., Skelly, T. and Salesin, D.: Comic Chat, *Proc. 23rd Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques*, pp. 225–236 (1996).
- [16] 京極亮太, 上田洋, 村上晴美: コミックからの登場人物相関図の作成, 情報処理学会第 72 回全国大会 (分冊 2), pp. 555–556 (2010).
- [17] 松井佑介, 相澤清晴, 山崎俊彦: 二値線画である漫画画像のリターゲットング, 電子情報通信学会総合大会, p. 107 (2011).
- [18] Matsui, Y., Yamasaki, T. and Aizawa, K.: Interactive Manga retargeting, *ACM SIGGRAPH 2011 Posters*, Article No. 35 (2011).
- [19] 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, 2011 年度人工知能学会全国大会, 1C1-OS4a-3 (2011).
- [20] 三原鉄也, 杉本重雄: デジタル環境を指向したマンガの制作プロセスのモデル化とそれに基づく制作支援, 情報処理学会研究報告, Vol. 2009-FI-96, No. 11, pp. 1–8 (2009).
- [21] 両角彩子, 永森光晴, 杉本重雄: ストーリーの知的内容を表すメタデータ記述項目の提案: Wikipedia 上のマンガ・小説作品記事を対象として, 情報処理学会研究報告, Vol. 2008-FI-92, No. 105, pp. 1–14 (2008).
- [22] Morozumi, A., Nomura, S., Nagamori, M. and Sugimoto, S.: Metadata Framework for Manga: A Multi-paradigm Metadata Description Framework for Digital Comics, *Proc. International Conference on Dublin Core and Metadata Applications 2009*, pp. 61–70 (2009).
- [23] Murakami, H., Kyogoku, R. and Ueda, H.: Creating Character Connections from Manga, *Proc. 3rd International Conference on Agents and Artificial Intelligence*, Vol. 1, pp. 677–680 (2011).
- [24] Nara, Y., Kunitomi, G., Koide, Y., Fujimura, W. and Shirai, A.: Manga Generator, *Laval Virtual VRIC 2013*, Article No. 29-7 (2013).
- [25] 夏目房之介: マンガの力 成熟する戦後マンガ, 晶文社 (1999).
- [26] 根来美貴, 曾我真人, 瀧寛和: 読者の視点移動を考慮した初心者向けマンガ作成支援システムの設計, インタラクション 2013 論文集, 2EXB-40 (2013).
- [27] 野村聡美, 両角彩子, 永森光晴, 杉本重雄: マンガのためのメタデータモデルを目指したマンガのアーキテクチャ分析, 第 36 回デジタル図書館ワークショップ, pp. 3–14 (2009).
- [28] 坂本竜基, 角康之, 中尾恵子, 間瀬健二, 國藤進: コミックダイアリ: マンガ表現を利用した経験や興味の伝達支援, 情報処理学会論文誌, Vol. 43, No. 12, pp. 3582–3595 (2002).
- [29] Sumi, Y., Sakamoto, R., Nakao, K. and Mase, K.: ComicDiary: Representing Individual Experiences in a Comics Style, *Proc. UbiComp 2002*, pp. 16–32 (2002).
- [30] 高月義照: マンガにおける表現技法の進化 –何がマンガを文芸に成長させたのか–, 東海大学紀要, Vol. 20, pp. 53–75 (2010).
- [31] 玉田圭作: 教育とマンガに関する研究の全体像: 既存の研究と最近の動向から, 哲学, No. 123, pp. 207–228 (2010).
- [32] 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).
- [33] Tanaka, T., Shoji, K., Toyama, F. and Miyamichi, J.: Layout Analysis of Tree-Structured Scene Frames in Comic Images, *Proc. 20th International Joint Conference on Artificial Intelligence*, pp. 2885–2890 (2007).
- [34] 谷悠, 白水菜々重, 松下光範: コミックコンテンツにおける登場キャラクター抽出のための基礎検討, 情報処理学会第 75 回全国大会 (分冊 4), pp. 889–890 (2012).
- [35] 谷本奈穂: 『スラムダンク』の「魅力」—読者解釈と構造分析, メディア文化を社会学する 歴史・ジェンダー・ナショナリティ (谷本奈穂, 高井昌史 (編)), 世界思想社, pp. 266–292 (2009).
- [36] 寺島亜耶香, 上間大生, 松下光範: 効果線の描画に着目した動的音喩の付与手法, 2012 年度人工知能学会全国大会, 1M2-OS-8b-3 (2012).
- [37] 内橋真吾: ビデオ・マンガ要約を用いたインタラクティブなビデオ閲覧, インタラクション 2001 論文集, pp. 31–32 (2001).
- [38] Uchihashi, S., Foote, J., Girgensohn, A. and Boreczky, J.: Video Manga: generating semantically meaningful video summaries, *Proc. 7th ACM International Conference on Multimedia (Part 1)*, pp. 383–392 (1999).
- [39] 山田雅之, 鈴木茂樹, ラフマツブディアルト, 遠藤守, 宮崎慎也: 携帯電話を利用したコミックの閲覧システムとその評価, 芸術科学会論文誌, Vol. 3, No. 2, pp. 149–158 (2004).
- [40] 吉澤勇気, 坂本雄児: 漫画的似顔絵における髪型の表現, 協調についての考察, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 105, No. 609, pp. 121–126 (2006).