

コミックの内容情報に基づいた探索的な情報アクセスの支援

Supporting Exploratory Information Access Based on Comic Content Information

山下 諒
Ryo Yamashita

株式会社野村総合研究所
Nomura Research Institute, LTD.
r-yamashita@nri.co.jp

朴 炳宣
Byeongseon Park

関西大学総合情報学部
Faculty of Informatics, Kansai University
k281401@kansai-u.ac.jp

松下 光範
Mitsunori Matsushita

(同上)
mat@res.kut.c.kansai-u.ac.jp

keywords: comic computing, exploratory search, hLDA, TF-IDF, review analysis

Summary

The purpose of this research is supporting information access based on the contents of comic books. To meet this purpose, it is necessary to obtain information related to the story and the characters of a comic. We propose a method to extract information from reviews on the Web by using term frequency-inversed document frequency (TF-IDF) method and hierarchical Latent Dirichlet Allocation (hLDA) method, which intends to solve the problem. By using these methods, we build a prototype system for exploratory comic search. We conducted a user study to observe how a participant use the system. The user study showed that the system successfully supported the participants to find interesting unread comics.

1. はじめに

日本におけるコミック新刊の出版速度は目覚ましく、2014年度に出版された新刊コミックの点数は出版指標年報2015年版(公益財団法人全国出版協会・出版科学研究所発行)によれば12,700点を上回る。このように日々増加を続ける莫大な量のコミックの中からユーザの興味に沿った内容の作品を探し出すには、各コミックの内容を把握し、ユーザの興味に応じてそれらを取捨選択してユーザに提示する情報アクセス支援システムの実現が求められる。

現状では、この膨大な数のコミックへのアクセス手段には、電子書籍販売サイト(e.g., コミックシーモア^{*1}, honto^{*2})やWikipediaなどが用いられている。これらのサービスでは、クエリ入力欄に作品名や著者名を入力したり、各コミックに紐付けられたジャンル情報(e.g., 少年漫画, ファンタジー)を選択することでコミックの情報にアクセスできる。一方で、これらのサービスではコミックの内容に重きを置いたアクセスを行うことは難し

い。これは、コミックがセリフや音喩などの言語的表現とキャラクタや漫符などの非言語的表現を相補的に用いてストーリーを構成・展開するマルチモーダルなコンテンツ[Cohn 13, Jacobs 14]であることに起因する。

コミックは漫符を用いた表現の拡張やコマの連続による時系列の表出などコンテンツ特有の表現形態を有している[夏目 97]ことから、他のメディアを対象とした画像処理と同様の手法を採用しても、そこに描かれている各要素を認識することは容易ではない(e.g., [Rigaud 15, 野中 13])。そのため、既存サービスで用いられている内容に関する情報は主に手動でのジャンル情報の付与に留まっており、コミックの内容に基づくアクセス方法は限られている。

本研究では、「コミック作品の画像を解析することでコミックの内容を分析・把握し、その結果に基づいて各作品に対する情報アクセスを可能にする」というアプローチ(以下では直接的アプローチと呼ぶ)ではなく、「コミック作品に関する言及や解説、感想など、そのコミックに関連するテキストを解釈することで間接的にコミックの内容を把握し、その結果に基づいて各作品に対する情報アクセスを可能にする」というアプローチ(以下では間接

*1 <http://www.cmoa.jp/> (2016年4月27日存在確認)

*2 <http://honto.jp/ebook.html> (2016年4月27日存在確認)

的アプローチと呼ぶ) を取ることで、この問題の解決を図り、コミックの内容情報に基づく情報アクセスを可能にする。

本研究の主な目的は、(1) コミック探索システムの構築、(2) 構築したシステムの評価である。その目的の下、(1) の探索空間の構築に必要な各コミックの関連を測るために、レビューからの情報抽出を試みる。次に、抽出した情報を各コミックに紐付け、コミック間を横断できるプロトタイプシステムを構築する。また、(2) のシステム評価を行うために実験協力者にあらかじめ用意した課題に取り組んでもらい、構築したコミック探索空間での横断が直感的なものであるのかを評価する。

2. 関連研究

2.1 直接的アプローチによるコミックからの内容抽出

コミックから内容情報を自動的に抽出し、直接的アプローチによってコミックの内容に基づくアクセスを可能にするには、コマの分割線の同定によるレイアウトの判別 [Tanaka 07]、コマの順番の特定 [山田 04]、吹き出しの同定とタイプ分類 [田中 10]、キャラクターの同定 [石井 13, 谷 13]、メタデータ付与によるコミックの構造化 [両角 08] といった一連のプロセスが必要になる [松下 13]。

枠線や吹き出しの同定については高い精度が実現できているのに対して、キャラクターの同定については、作品によってばらつきが大きく、安定した抽出ができていないと言いがたい。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。

2.2 外部リソースを活用した間接的アプローチによるアクセス支援

この節では、要素の自動抽出によるコミックの内容解析を行わずに、コンテンツの内容情報を他のリソースから推測してアクセス支援に活用している研究の例を示す。まず、コミックを対象として、関連する外部情報を活用することで間接的に内容を把握し、情報アクセスを可能にする研究を挙げる。

岩間らは、既存のコミック検索サービスが書誌情報 (e.g., 著者, 作品名) によるキーワード検索に留まっているという課題に対して、Wikipedia に含まれる情報を利用した探索システムを提案している [岩間 14]。Wikipedia には作品の舞台やテーマなどといった内容に関する情報が含まれており、このシステムを用いることでその情報をトリガとしたアクセスや作品間の横断を可能にしている。

盛山らは、作中に描かれるイラスト情報とそれに関連する外部情報とを紐付け、ユーザーに興味が生じた際に、円滑にその情報にアクセスできるシステムを提案している

[盛山 14]。このシステムでは、グルメを題材としたコミックを閲覧することができ、コミック閲覧時に作中に登場する料理の詳細情報にアクセスできる。ここで利用されている情報は Linked Open Data として公開されている情報を援用している。同様に、武田らも Web 上の情報資源をコミックと紐付け、コミックの内容理解の支援を試みている [武田 15]。これらの研究では、コミックと外部リソースの関連づけはユーザーの手作業によるものであり、スケールしがたい点が問題として指摘される。

次に、コミック以外のコンテンツにおいて、関連情報を活用することでアクセス支援を行っている研究の例を挙げる。多田らは、アーティスト名やアルバム名などの各楽曲の情報とその楽曲のメロディやハーモニーなどの時間的変化の情報を用いた楽曲推薦システムを提案している [多田 12]。このシステムでは、ユーザーにランダムに再生される楽曲に対して聴取の有無を選択してもらうことでユーザーの嗜好を獲得し、それに応じた楽曲を提供することができる。

岡田らは、小説の読書中に生じる内容に関する疑問を解消することができる質問応答システムを提案している [岡田 15]。このシステムでは、クエリとなる質問文を入力することでそのクエリに含まれる語と小説本文に含まれる語から質問箇所を推測してユーザーに提示することができる。

この他にも、ユーザーの評価履歴といった外部情報を活用することで、対象コンテンツの内容理解に踏み込まずにユーザーの価値基準に沿ったコンテンツを推薦する手法 [服部 12, Hattori 14] や、Web ページの閲覧履歴といった外部情報を活用することで、推薦すべきコンテンツを同定する方法 [宮脇 13]、レビューに含まれる評価表現に注目して自らの嗜好にあった映画を推薦する研究 [林 15] など情報推薦の分野を中心として様々な取り組みが行われている。

2.3 本研究の位置づけ

本研究の研究背景は岩間らの取り組み [岩間 14] と類似しており、その実現にはコミックの内容に関する情報が必要となる。多田ら [多田 12] や岡田ら [岡田 15] のように他のメディアを対象とした支援を行う場合は、音響情報やテキスト情報を獲得することができるため、そのコンテンツやシーンの特徴を抽出することが可能である。しかしながら、コミックは上述したように言語的表現と非言語的表現を相補的に利用して内容を伝えるマルチモーダル性を有するコンテンツであるため、各要素の識別が難しく他の情報源からの間接的な情報抽出が求められる。この課題に対して岩間ら [岩間 14] は Wikipedia に含まれる情報を用いる手法を提案しているが、ここから抽出できる情報は、数行のあらすじやキャラクター情報などに限られる。加えて、同一コミックに対して全ての読者が共通の観点を持っているとは限らず、複数人が自由に編

集することができるこの情報源は、直近の編集者の観点に偏っている可能性がある。そのため、各コミックの内容情報を網羅的に獲得するためには、より多角的な観点の情報が含まれている情報源を選定する必要がある。

そこで本稿では、コミックの内容情報の獲得手法として各コミックに対するレビューに着目する。また、レビューから抽出した内容情報を用いて、コミック検索に適したアクセス手法やインタフェースを提案する。レビューに注目してコンテンツ推薦を行う枠組みとして、映画を対象とした林らの研究 [林 15] や服部らの研究 [服部 12] などがあるが、これらの研究は推薦すべきアイテムの特定に主眼が置かれているのに対して、本研究は3章で後述するように、ユーザの主體的な選択行為を支援するための情報を獲得するためにレビューを利用している点で異なる。

3. デザイン指針

本研究では、目的を実現するにあたり以下の4つの視点からデザイン指針を検討した。

3.1 対象ユーザ

本研究の目的はコミックの内容情報に基づく情報アクセス支援であり、対象になり得るユーザはコミックに対する何らかの要求を有している。要求に沿ったコミックにアクセスするためには、要求をクエリとして外在化し、システムに与える必要がある。書誌に関する要求であれば、数種類の書誌情報が作品ごとに固有に存在しているため、その情報をクエリとして利用することができる。しかしながら、内容をトリガとした場合はクエリのボタンが存在しないため各々が生成する必要があり、クエリ生成に伴うコストは大きい。コミックの内容に関する情報要求には、「既読の作品内で任意のシーンが描かれている箇所を見つけない」という具体的な要求から「未読の作品の中から嗜好に合う作品を見つけない」などといった曖昧な要求まで幅広い。Taylorはこのような人の情報要求の程度を「直感的要求」、「意識された要求」、「形式化された要求」、「調整済みの要求」に分類しており、その程度は「直感的要求」から順に明確なものになっていく [Taylor 68]。このうち、「調整済みの要求」のようにユーザの要求が明確な場合は、既存のコミック検索サービスのジャンル検索や、検索エンジンを用いることで目的の情報にアクセスすることができる。しかし、「直感的要求」のような情報要求が曖昧な状態のユーザはシステムに与えるクエリの生成が困難であるため、既存サービスを用いても要求に則した情報にアクセスすることが難しい。そこで本研究では、コミックの内容情報に関して、外在化できない漠然とした要求を持つユーザを対象とする。

3.2 情報アクセス手法

膨大な情報の中から目的の情報にアクセスするためには、情報をフィルタリングして要求に沿った情報のみを提示することが求められる。既存の情報アクセス手法では、要求をクエリとして言語化してシステムに与えることで目的の情報にアクセスする情報検索が主な手法であると言える。しかし、本研究の対象ユーザは要求に沿ったクエリを生成することが難しいため、このアクセス手法は適さない。そこで本研究では、Exploratory Searchの探索モデル [White 09] に着目した。Exploratory Searchとは、曖昧な情報要求に基づいて試行錯誤しながら、要求に沿った情報にアクセスすることを目的とした情報検索行為である。Exploratory Searchの探索過程は探索空間を狭めて特定の情報や既知の情報を調べる行為である収束的検索と探索空間を広めて幅広い情報にアクセスしながら要求を定めたり、新たな知見を生成する行為にあたる発散的検索に分類される。このモデルに則したシステムを構築することで、ユーザは要求に則したクエリを生成することなく、探索行為の繰り返しによって目的の情報にアクセスすることが可能になる。さらに、Exploratory Searchは様々な情報に触れながら取舍選択を繰り返す行為であるため、「自分が選んだ」という満足感の創出や、嗜好に合致した未読のジャンルの作品にアクセスすることも可能になると期待される。このような特徴は、娯楽コンテンツであるコミックにアクセスする上で重要な観点であると考えられる。以上を踏まえ、本研究では情報探索手法に着目したアクセス支援を行うこととする。

3.3 クエリ生成支援手法

Exploratory Searchのモデルに則る場合、提案システムには探索空間の初期位置を定めるためのクエリが必要となるが、検索行為を繰り返しながら自らの要求に沿ったコンテンツにアクセスしていく行為であるため、入力するクエリが必ずしもユーザの要求に合致している必要はない。しかしながら、取舍選択を繰り返す行為はその回数に応じてユーザに生じる負担が増加するため、ユーザの嗜好に類似した位置から探索を開始する方が望ましい。そこで本研究では、入力クエリを「既知のコミックで嗜好に合致していると判断したコミックのタイトル」とする。入力クエリのボタンを制限することにより、入力時にユーザがクエリ生成に要する労力を低減することができ、嗜好に合致している作品とすることでイメージなどの嗜好を直接入力するのに比べてクエリ生成が容易になると考えられる。

3.4 提示する情報量

ユーザが探索的に検索を行う際、多くのコミックを比較しながら嗜好に近いと思われる作品にアクセスしていくことで満足感を得る可能性がある。しかしながら、選択肢が多すぎると選択行為時に負担がかかってしまうた

め、提示する情報量を適当にすることが望ましい [Iyenger 00]. 加えて、コミック間の特徴を俯瞰できるように各々のコミックの特徴を提示する必要があるが、提示する情報が多すぎるとコミックを比較する際の負担になり得るため、各コミックを特徴づける情報の提示量についても検討する必要がある。そこで提案システムでは、システム画面に提示する作品の数とレビューから抽出する各作品の情報量に上限を設けることとする。

4. レビューからの情報抽出

4.1 情報抽出対象

コミックに対するレビューは、オンラインショッピングサイトやブログ、レビューサイトなど多くの Web サービスに存在しているが、本研究ではこのうちレビューサイトに記述されるレビューに着目した。レビューサイトは 1 つの作品に対して複数人がレビューを記述するため、(1) 作品ごとの情報抽出が可能、(2) 複数観点の情報抽出が可能、(3) ブログサイト等と比較して 1 度に獲得できる情報が多い、などといった利点を有する。さらに、レビューサイトでは購買やレビュー記述者間のコミュニケーションを主目的としていないため、コミックの内容とは直接関係しない情報の混在を低減することができる。以上の観点を鑑み、本稿ではレビューサイトである「漫画レビュー.com」*3と「作品データベース」*4を対象に、両サイトのレビュー数の合計が 20 以上となる 1,000 作品のレビューを抽出した。

4.2 各レビューの特徴抽出

文書データに対してその特徴や傾向を明らかにする手法として Term Frequency - Inverse Document Frequency (TF-IDF) がある。TF-IDF とは、文書データに含まれる単語の相対的な重要性を表す指標として広く用いられている分析手法であり、文書中の語の出現頻度を表す Term Frequency (TF) と文書頻度を表す Document Frequency (DF) の逆数の積によって定義される。この手法を用いることで、各レビューに特徴づいた語を抽出することができるため、その結果は各コミックの特徴に相当する。しかしながら、この手法は単語の出現頻度と文書頻度を考慮した分析手法であり、レビューに含まれる語や文の意味に基づいた分析を行うことはできない。そのため、これらの特徴語の共起関係から探索に必要な情報間の関連を測ることはできるものの、正確に位置づけることができるとは限らない。そこで、本稿ではさらにトピックモデルを併用してこの課題を解決することとした。

トピックモデルとは、文書に含まれるトピック (話題) を推定する手法であり、潜在意味解析 (LSA) [Deerwester 90] や確率的潜在意味解析 (pLSA) [Hoffmann 99] をはじ

めとしてテキストマイニングの研究分野で精力的に進められている。本研究では、このうち文書中におけるトピックとそれに含まれる語をより自然に分析する手法とされている hierarchical Latent Dirichlet Allocation (hLDA) [Blei 10] に着目した。hLDA とは、文書の生成過程を確率的に表してトピックの推定を行う Latent Dirichlet Allocation (LDA) [Blei 03b] の発展的技術であり、hLDA では文書中に含まれるトピック間に階層関係があると仮定してトピックを推定する。この階層関係の推定には離散確率過程の一種である nested Chinese Restaurant Process (nCRP) [Blei 03a] を用いている。このモデルを採用することで、レビューに含まれるトピックを階層的に俯瞰することができるため、主題が明記されていなくともトピック間で補完することが可能になると考えられる。

4.3 抽出手続き

上述した通り、レビューには感想や意見、あらすじなど様々な情報が含まれており、それらを網羅的に抽出することが望ましい。本稿では、これらの情報を抽出するための試みとしてレビュー文中に含まれる名詞と形容詞に着目した。レビュー中の名詞は“ファンタジー”や“サッカー”、“中世”などといった世界設定やテーマに関連した情報が、形容詞には、“熱い”や“怖い”などの状態や感想を表す単語がそれぞれ含まれており、レビュー記述者の意見や観点を抽出するのに適している。このような理由から名詞と形容詞を分析の対象とするが、作中に登場する人名などは内容を把握する上で参考になり得ない情報であるため、このような名詞に関してはあらかじめ分析対象から除外することとする。また、形態素解析は形態素ごとに文を分割するが、日本語には連続する名詞を連結することで意味を持つ語 (e.g., 「感動的」, 「高校野球」) も存在しており、そのような場合は連語処理を経て分析の方が望ましい。そこで本稿では、(1) 名詞と接尾辞、(2) 連続する一般名詞、(3) 一般名詞とサ変接尾、がそれぞれ連続している場合は連語処理を行った。なお、本稿では形態素解析を行うにあたり、形態素解析器である MeCab *5を用いた。

4.4 抽出結果

TF-IDF を用いて分析した結果の一例を表 1 に示す。TF-IDF は上述した通り文書内における各単語の特徴量を定量的に表すことができるため、求めた結果の値 (TF-IDF 値) が高くなるほどその文書の特徴づける単語であるといえる。例えば「BLOODY MONDAY」では、“ハッカー”や“ハッキング”、“テロ”などの単語が含まれており、これらの単語を鑑みるとこの作品の主題は「サイバー犯罪」であると推測することができる。前節で述べたように今回の分析では固有名詞の人を除外して行ったが、

*3 <http://www.manngareview.com/> (2016 年 4 月 27 日存在確認)

*4 <http://sakuhindb.com/> (2016 年 4 月 27 日存在確認)

*5 <http://www.mecab.sourceforge.net> (2016 年 4 月 27 日存在確認)

表1 レビューから抽出した各コミックの特徴語例

BLOODY MONDAY	へうげもの	ダイヤのA
ハッカー	戦国	野球
デスノート	数奇者	御幸
ハッキング	数奇	試合
サードアイ	わび	強豪校
頭脳戦	ほや	青道
裏切り	歴史	甲子園
スパイ	史実	谷
心理戦	茶碗	選手
アーチェリー	物欲	チーム
テロ	茶道	高校

分析結果を見ると人名も含まれていた (e.g., 表1中「御幸」). これは, MeCab を用いて形態素解析を行ったもののコミックの作中に登場するキャラクタ名を人名として判別できず, 一般名詞として分類されたのが原因であると考えられる.

また, hLDA を用いて階層的トピック分類を行った結果の一例を表2に示す. 階層的トピック分類において, 上位階層のトピックと下位階層のトピックは内包関係にあり, 下位の階層ほど各トピックに特徴的な情報が表れる傾向にある. 例えば, 表2中の階層1には“良い”や“悪い”, “評価”など, そのコミックを評価づける際に用いる語や, “キャラ”や“絵”などといったコミックの構成要素に関する語が多く含まれていることが確認できる. 一方で, 下位階層のトピックには, “音楽”や“サッカー”, “選手” (階層3-1) や“曹操”や“武将” (階層3-2) などといった語が分類されている. これらの単語は特定のジャンルのコミックに登場する語であり, 出現するトピックも限られる. 本研究では, コミック間の関連を測る上で hLDA の結果を用いるため, そのトピックが何に基づいて分類されたのかを推察できるような情報である方が望ましい. そこで本稿では, hLDA を用いて行った階層的トピック分類の結果のうち, よりトピックの話題が特徴的である階層3に分類されたトピックを用いることとした.

5. 事前実験とプロトタイプシステムの構築

5.1 事前実験: パラメータ選定

hLDA を用いて分析する際にはあらかじめパラメータ (α , γ , η , 階層数) を設定する必要がある, 分析結果は γ , η が大きく関連しているとされている [Blei 03b]. 著者らがコミックレビューを対象に分析したところ, η が小さいほど一般名詞が, 大きいほどキャラクタ名や技名などの固有名詞がトピックに分類される傾向にあった. コミックを対象とした Exploratory Search を実現するためには, コミックの内容を直感的に理解できることが望ましいため, どのパラメータの結果がそれを満たすことができるのかを明らかにする比較実験を行った. 本実験は, トピックに分類される語に依存する η の値に着目し,

0.025, 0.1, 0.5, 1.0, 2.0 の5パターンを対象とした. γ と η は相関関係にないため, η を大きくした場合, γ を大きくしても分析結果の階層構造が収束せず, 誤った結果を導く可能性がある. そこで本実験では, 各 η に対して適切な γ を設定した. このとき, “適切さ”の指標として, (1) 下位階層に分類されるトピックの数が複数存在する, (2) より多くのトピックが生成される, という2点に着目して γ を設定した. 以上の選定条件を経て選定されたパラメータ (表3参照) を本実験に用いることとした. なお, 本実験においては α を1.0, 階層数を3としてそれぞれ設定し, 統制を図った.

実験協力者は, 著者らの研究室に所属している大学生7名 (男性6名, 女性1名) であった. 実験を行うにあたり, 実験協力者に対して, 本実験の課題が, (1) 提示された語群 (hLDA の推定結果) に含まれるトピックの推定, (2) 推測した話題の根拠となる語の選択, であることを伝えた. また, 実験協力者が円滑に課題に取り組めるように実験者である著者らが例題を用いて回答して見せた. このとき, 例題を回答するにあたり実験者が発話思考法を用いて実験協力者に課題の取り組み方を説明した. この時, 本実験におけるトピック推定は自由記述であり, 単語 (e.g., SF, 未来), 短文 (e.g., リアルな SF, 宇宙飛行士になるのが夢の主人公の物語) のどちらでも構わないこと, 用いる語彙の選択に制約を設けないことを伝えた. その後, 被験者には被験者の意思で実験を中止できることを伝え, これまでの説明に対する理解を確認した上で実験参加に対する同意書への署名を依頼した. 同意書には実験内容とともに, (1) 実験の記録に関して被験者本人が特定できない形で利用すること, (2) 本研究以外の目的で被験者の個人情報, および収集したデータを使用することは一切存在しないこと, (3) 収集した個人情報は保持期間経過後に破棄処分することが記載されており, 実験者がそれを読み上げ, 被験者がこれらの内容を理解していることを口頭で確認した上で, 同意書に署名してもらった.

実験協力者に取り組んでもらう課題として, 事前に表3の各パラメータの結果から各条件よりそれぞれランダムに10トピックずつ選定した. そのため一人の実験協力者が取り組むトピックは, 計50トピックであり, 全ての実験協力者が同じトピックに取り組んだ. このとき, トピックの順序は実験者毎にランダムに割り当てた. 本実験では回答時間を設けず, 全ての課題に回答した段階で実験終了とした.

各パラメータの全項目に対する実験協力者の回答結果の平均値を図1から図3に示す. 図1は, 各パラメータに対するトピックの平均推定トピック数を, 図2は, トピック推定を行う際に根拠となった語の平均選択語数を, 図3は, トピック推定において複数の実験協力者が同一の回答を行ったトピック数をそれぞれ表している.

これらの表を見るとどの指標においても, トピック2

表 2 hLDA を用いた階層的トピック分類の結果の一例

トピック	生成単語
階層 1	の, 良い, 作品, 漫画, 評価, 点, ない, こと, よう 面白い, ん, 悪い, キャラ, 話, さ, いい, 方, 好き, 絵, もの
階層 2	の, 良い, 絵, バトル, 点, キャラ, 悪い, 評価, 設定 総合, 主人公, 漫画, ん, 展開, 戦闘, ない, 気, 敵, シーン, ストーリー
階層 3-1	音楽, 漫画, 熱い, 主人公, だめ, 試合, 作品, サッカー の, チーム, 天才, 音, 人, 才能, 千秋, 監督, マンガ, 演奏, 選手, さ
階層 3-2	三国志, 曹操, 備, 蜀, 演義, 羽, 人物, 作品, さ 魏, 武将, 最後, 葛, 歴史, 呂, 本作, 布, 飛, 正史, 魅力的

表 3 実験に用いる各パラメータ

	η	γ	トピック数
条件 1	0.025	1.0	153
条件 2	0.1	2.0	77
条件 3	0.5	1.0	44
条件 4	1.0	5.0	37
条件 5	2.0	0.1	21

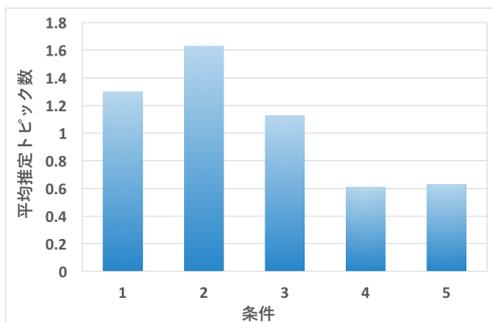


図 1 各条件下での平均推定トピック数

の結果が最も高いことが確認できる。今回の実験結果が η が小さい結果の方が回答率が高かったことから、トピック推定を行うには一般名詞の方がトピックを推定しやすいということが推察される。一方で、 η が最も小さいトピック 1 ではなくトピック 2 の結果が最も高い結果となった。各回答結果を分析したところ、一般名詞だけでなく登場人物をはじめとする固有名詞を選択している回答が多く見受けられた。このことから、既知のキャラクタ名からそのキャラクタが登場する作品をイメージしてトピックの話題を推測していることが示唆された。

以上を踏まえ、提案システムに用いる情報を最も回答率が高かった $\alpha=1.0$, $\eta=0.1$, $\gamma=2.0$ のパラメータで分析した結果 (=表 3 の条件 2) とした。

5.2 プロトタイプシステムの構築

提案システムでは、ユーザはコミックタイトルを入力することで図 4 の画面に遷移し、探索行為を開始する。この画面では、ユーザが選択したコミック (図中 A)、A と関連したトピック (図中 B)、B と関連したコミック (図中 C) の 3 つの情報が提示されており、B のコミッ

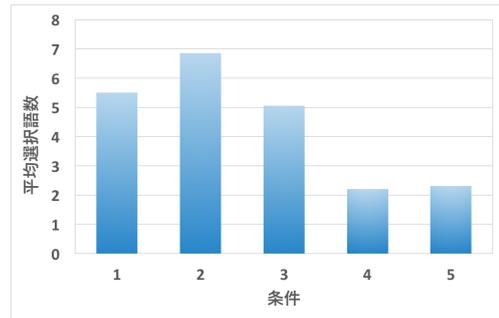


図 2 各条件下での平均選択語数

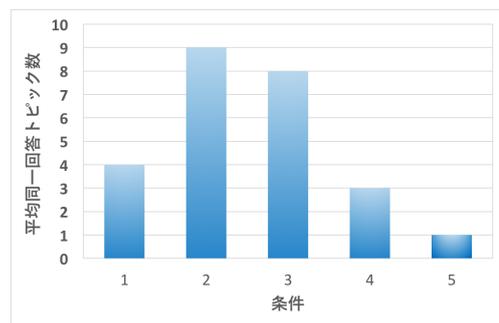


図 3 各条件下での平均同一回答トピック数

クを選択するとそのコミックが A に遷移し、それに応じて周囲に提示される情報が変化する。それぞれの情報にはレビューから抽出した情報が紐付いており、提案システムではそれらの語の共起を用いて“関連”を定義している。また、B を選択すると図 5 に遷移する。提案システムでは、幅広いトピックのコミックにアクセスできる発散的な検索 (図 4) とユーザが選択したトピックに関するコミックのみを閲覧できる収束的な検索 (図 5) の 2 つの検索要求に対応することができる。

6. 実験 1: システムに用いた情報の関連性の把握に関する実験

6.1 実験目的

提案システムでは、各コミックの特徴語と各トピックに分類された語の共起に基づいて、コミックを関連づけた。このトピックを介したコミックの関連を正確に測る

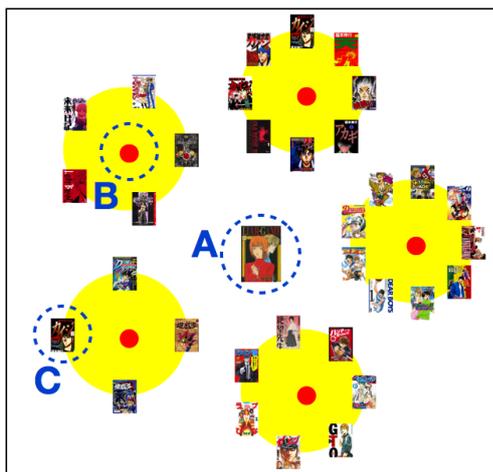


図4 コミック探索画面（発散的検索画面）

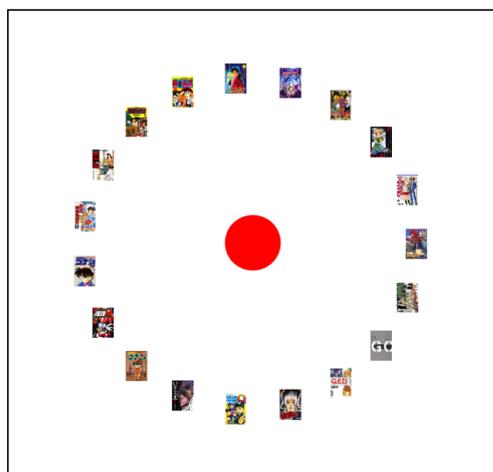


図5 コミック探索画面（収束的検索画面）

ことができなければ、コミック探索時のユーザの思考とは異なる情報が提示されることになり、円滑な探索が難しくなる。そこで本実験では、システムで定義しているコミック間の関連をユーザが測ることができるのか明らかにすることを目的とする。

実験協力者は、著者らの所属研究室に所属している大学生、および大学院生7名（男性3名、女性4名）である。なお、本実験と5.1節を重複して行った学生はいなかった。本実験では、まず実験協力者に対して実験目的と課題内容を説明した。本実験の課題の内容は、(1) 提示されたトピックと関連していると判断できるコミックの選択、(2) 提示トピックに含まれる話題と関連していると思われる各コミックの特徴語の選択、である。また、実験協力者が円滑に課題に取り組めるように著者らが例題を用いて回答して見せた。今回は、「ダイヤのA」、「浦安鉄筋家族」、「H2」、「フルーツバスケット」の4作品を用いた。著者らが例題を回答するにあたり、発話思考法を用いて実験協力者に思考内容を伝えながら課題の取り組み方を説明した。このとき、関連する語の選択時に制

限を設けないことを伝えた。また、5.1節の事前実験と同じように、被験者には被験者の意思で実験を中止できることを伝え、これまでの説明に対する理解を確認した上で実験参加に対する同意を得た。

実験協力者に取り組んでもらう課題は、例題と同様に1つのトピックに対して4つの作品を提示しており、今回は3つのトピックに回答してもらった。

実験に用いた作品は以下の手順により選定した。

(1) トピックの選定

提案システムに用いたトピックの数は77であり（表3条件2参照）、ここから本実験に用いるトピックをランダムに3つ選定した。このとき、各トピックに3つ以上のコミックが紐付いていないトピックが選定された場合、それに関しては本実験に用いるトピックを再度選定した。

(2) 関連作品の選定

(1)で選定したトピックに対して、実際にシステム上で関連している作品をランダムで選んだ。このとき、提示トピックに対して提示された4つのコミックの関連の有無を回答してもらうため、全て関連、ないしは全て無関連とならない1作品から3作品の間で選定することとした。

(3) 無関連作品の選定

次に、提案システムにおけるコミックとトピックの関連が正確であるのかを測るために、提示トピックとは無関係の作品を選出した。この選出する作品数は、各トピックで判定してもらう4作品から「関連作品の選定」で選択した作品数を引いた数である。例えば、関連作品が2となったトピックでは、無関係の作品を2作品選出することになる。今回は、提案システムにおいて実験で提示する各トピックに関連していない作品をランダムで選定した。

(4) 順序の選定

ここまでで選択した各トピックに対して4つの作品をランダムに配置し、実験用紙を作成した。表4は、本実験に用いた作品とその提示順序、提示トピックに対する関連の有無をそれぞれ表している。

また、課題に取り組んでもらった後に、回答を行うにあたり気づいた点があれば、自由記述で回答してもらった。最後に、実験に用いたコミックに関して、(1) 読んだことがある、(2) 読んだことがない、(3) 読んだことはないが知っている、の3択で回答してもらった。なお、本実験には回答時間を設けず、全ての課題に取り組んだ時点で実験終了とした。

6.2 実験結果

各実験協力者の回答結果を図6に示す。本実験における全体正解率は82%であった。各回答の自由記述欄を確認すると、トピックの推測に関しては、「提示トピックに含まれる既知の作品のキャラクター名からトピックを推

表 4 実験に用いた作品と提示トピックとの関連の有無

作品番号	作品タイトル	関連の有無
項目 1-1	聖闘士星矢	×
項目 1-2	サクラテツ対話篇	○
項目 1-3	ウルトラマン超闘士激伝	×
項目 1-4	ワンピース	×
項目 2-1	GOLDEN ★ AGE	×
項目 2-2	瑪羅門の家族	○
項目 2-3	GIANT KILLING	×
項目 2-4	海皇紀	○
項目 3-1	無敵鉄姫スピンちゃん	○
項目 3-2	こわしや我聞	○
項目 3-3	孤独のグルメ	×
項目 3-4	県立地球防衛軍	○

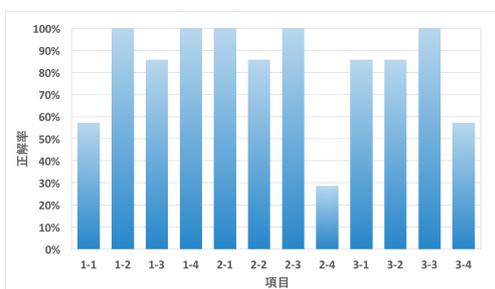


図 6 回答結果に対する正誤判定

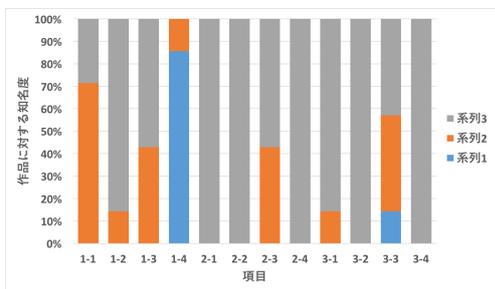


図 7 実験に用いた作品に対する知名度 (系列 1: 読んだことがある, 系列 2: 読んだことがない, 系列 3: 読んだことは知らないが知っている)

測した」や、「提示トピックの語の意味がわからないので関連しているのかわからない」といった意見が見受けられた。さらに、コミックとトピックの関連に関しては、「知らないコミックなので提示トピックと同じ単語が載っているかどうかで関連を判断した」や「絵柄だけを見るとトピックと関連していないように見えるが特徴語は似ているものがあつた」などの回答を得られた。

また、図 7 は、実験に用いた各作品の知名度に関するアンケートの結果であり、系列 1 が「読んだことがある」、系列 2 が「読んだことがない」、系列 3 が「読んだことは知らないが知っている」をそれぞれ表している。図 7 を見ると、項目 1-4 の「ワンピース」の知名度が非常に高く、「読んだことがある」の回答数が 6、「読んだことは知らないが知っている」の回答数が 1 であつた。しかし、それ以外

のコミックの知名度は全体で約 3 割に留まっていることが確認された。

これらの結果から、未知のコミックに対しても提案システムにおける適切な関連性を測ることが可能であると示唆された。

7. 実験 2: システムレビュー

本稿では、提案したプロトタイプシステムを用いることでコミック探索を行うことは可能であるのかを評価するとともにコミック探索時のユーザの振る舞いを観察した。

実験協力者は、関西大学に在籍している学生 9 名 (男性 5 名, 女性 4 名) である。本実験では、実験協力者に対して、(1) 実験目的, (2) 提案システムの概要および操作, (3) 実験課題, の 3 つの項目を説明した。提案システムの概要説明では、まずシステムに用いている 4 つの情報 (選択コミック, 関連トピック, 関連コミック, 履歴コミック) を説明し、それぞれの情報の位置づけを伝えた。また、操作説明ではクリック処理 (e.g., 関連コミックをクリックした際の提示画面の変化, 関連トピックをクリックした際の提示画面の変化) と紐付いた情報を閲覧することができるマウスオーバー処理を伝え、全ての実験協力者が課題に用いるシステムの機能を理解している状態にした。また、実験に使われたディスプレイの大きさは 27 インチであり、その解像度は 2,560 × 1,440 ピクセルであつた。実験で用いたコミックの画像に関して、選択コミックのサイズは通常時が 64 × 91 ピクセル、マウスオーバー時が 153 × 218 ピクセルであり、関連コミックは通常時が 38 × 54 ピクセル、マウスオーバー時が 153 × 218 ピクセルであつた。

本実験の課題は、「面白そうな漫画」の発見である。この「面白そう」というフレーズに対して解釈の制限を設けておらず、「面白そうな特徴語が紐付いていた」や「絵柄が好き」などといった具体的な例を交えながら自由に考えて良いことを伝えた。この課題は、実験協力者が「面白そうな漫画」を発見した、あるいは探索時間が 15 分を経過した時点で終了とした。また、本実験では発話思考法を採用しており、実験協力者の探索時の思考を記録した。そのため、提案システムを操作する際に考えたことや感じたことを発言するように促した。また、5.1 節の事前実験と同じように、被験者には被験者の意思で実験を中止できることを伝え、これまでの説明に対する理解を確認した上で実験参加に対する同意を得た。

7.1 実験結果

探索過程において遷移時には対象の何らかの情報に着目する必要がある。本実験においてこの遷移時の言動を分析したところ、主に以下の 2 つが提案手法によってもたらされた遷移の理由として挙げられることが確認された。

- 内容に基づく遷移

「賭け事」や「スポーツ」など各情報に紐付いている語を発言しながら遷移している行為が確認されたことから、それらの語に対して嗜好が一致または類似していると判断していることがわかる。また「スポーツから抜け出したい」といった発言も見受けられたことから意図的に提示されるジャンルを変更したいという要求があるということも示唆された。この要求と思われる遷移を行う際には、発散画面と収束画面を交互に横断するという行為も見受けられた。

● 既知の嗜好に基づく遷移

「あだち充、知っているから遷移してみよう」という発言が確認され、既知の作者を起点とした遷移が起こったことがうかがえる。さらに、「この漫画好き」という発言した作品を起点として探索行為とその作品に戻る行為を繰り返している行動パターンも見受けられたことから、嗜好に合致した作品の類似作品を見つけたいという要求があることがうかがえる。これら2つの理由に加えて、コミック由来の要素である絵柄についても、遷移の理由として挙げられていた。

● 絵柄に基づく遷移

遷移時に「かわいい」や「この絵柄好き」などといった発言が確認されたことからこの時の着眼点は絵柄であることがわかる。また、絵柄に着目していることが確認された後も絵柄に対する言及が確認され、コミック探索時のユーザが着目する情報は同一であることが推察される。

これらの遷移条件（内容、既知の嗜好、絵柄）は探索を経るにつれて変化する。例えば、絵柄に着目していたが次第に内容に重きを置いた探索行為を行いはじめたなど各遷移条件は各々異なる。この遷移条件の変化のタイミングは実験協力者ごとに異なり、例えばしばらく絵柄に着目した後内容に着目し始めた実験協力者もいれば、着眼点が頻繁に変化している実験協力者も見受けられた。

7.2 アンケート結果

以下でそれぞれのアンケート結果について述べる。

● 課題に関する項目

本実験を通じて全ての実験協力者が「面白そうな漫画」を見つけることができ、9人中8人の実験協力者が円滑にコミック探索を行うことができたと回答した（表5参照）。また、9人中8人が収束機能を利用した遷移を行ったと回答していた。

● システムデザインに関する項目

選択コミックの表紙サイズおよび関連コミックの表紙サイズに関する設問に対しては「丁度良い」と回答した数が5、「やや小さい」または「小さい」と回答した数が4であった（表6参照）。この設問に対する自由記述から「絵柄を良く見ようとすると小さく感じた」や「作品同士の間隔が狭い」といった意見が得られた。

● 各情報に紐付けた情報に関する項目

本システムでは、各コミックには50語、トピックには30語をそれぞれ紐付けたが、「やや多い」以上の回答数がコミックに紐付く単語数、トピックに紐付く単語数共に7と回答数の大半を占めていた（表6参照）。この設問に対する自由記述欄から、「詳細にどんな感じの漫画なのかはわかるが、もう少し大まかな内容を短時間でつかみたいと思った」や「よくわからない単語があったり、少し多すぎて見づらい気がした」などといった意見が得られた。

8. 考察と展望

8.1 本稿の到達点

実験後に実施したアンケートから、全ての実験協力者が「面白そうな漫画」を発見することができたことが確認された。加えて、自由記述欄から「自分の好きなジャンルを追求するのに良いシステムだと思った」や「面白そうな漫画を見つけることができた」、「漫画を普段読まない人に対しても便利なシステムになると期待できる」などの意見が得られた。これらの結果から、提案システムを用いることで自分の嗜好に合致した作品へのアクセスが可能であることがうかがえる。

また、対象ユーザに適した情報アクセス手法として本研究では Exploratory Search の検索モデルに着目した。このモデルに則した支援を実現するためには、探索行為を重ねながら自身の要求を徐々に明らかにできる環境を構築する必要がある。システムレビューにおける各実験協力者の平均探索回数は97回であった。さらに発散画面と収束画面を用いている事例も確認された。このことから、提案システムを用いることで要求の程度に応じたコミックの探索空間を構築することができたと考えられる。

8.2 課題

一方で、アンケートにおいて「観点が多いため、どの情報に着目すれば良いかわからず、納得できる作品が見つからない状態に陥る可能性がある」という旨の指摘を受けた。この状態を解決するためには、ユーザの要求の程度あるいは観点に合わせて提示する情報を変化させる必要があると考える。

また、提案システムに用いた各コミックの特徴語は50語、各トピックの語として hLDA を用いて分類された各トピックに紐付く語を30語と設定し、各情報の特徴をより明確にすることを狙った。これにより、「語群から各情報の内容や話題を把握することができた」という意見が得られた一方で、「把握するために要した時間が長かった」などの意見も見受けられた。各情報の把握が遅れる場合は可読性が低くなるため、探索行為の負担になる可能性が生じる。この課題を解消するためには、少ない情報量で各情報の特徴を判別できるような情報を紐付ける

表 5 課題に関する項目の各設問の回答者数 (人)

	Yes	No
「面白そうな漫画」を見つけることができたか	9	0
様々なコミックの情報に効率良く触れることができたか	8	1
収束機能を利用したか	8	1

表 6 システムデザインおよび各情報に紐付けた情報に関する項目の各設問の回答数 (人)

	少ない (小さい)	やや少ない (やや小さい)	丁度良い	やや多い (やや大きい)	多い (大きい)
発散機能で提示した作品数	0	2	4	3	0
収束機能で提示した作品数	0	1	6	2	0
システムで提示した選択コミックの表紙サイズ	1	3	5	0	0
システムで提示した関連コミックの表紙サイズ	2	2	5	0	0
コミックに紐付く単語数	0	0	2	6	1
トピックに紐付く単語数	0	0	2	7	0

必要がある。コミックにはそれぞれ世界設定があり、レビューはそれらの情報を一般的な既知の情報として記述する傾向にあるが、分析者にとってはその情報が未知である場合が多い。このような場合は正しい分析結果を得ることは困難なものとなる。この課題を解消するためには、分析対象のコミックに関する情報を含んだ辞書の構築が求められる。

8.3 今後の展望

以上を踏まえて、今後は以下の3点に着目して研究を進めていく。

1 つ目はレビュー分析における分析環境の構築である。コミックのレビューには世界設定や登場キャラクター、絵柄など多くの情報が含まれているが、本稿では品詞情報に着目した分析に留まっている。今後はよりレビュー記述者の意図や話題を正確に分類するために、各品詞の割合や固有名詞の種類などに着目し、記述パターンを分析していく。さらに、レビューの特徴を明らかにした上で、登場キャラクターと作品名の判別方法などを検討していく。

2 つ目は登場キャラクター名の利用方法の検討である。今回レビュー分析を行う段階では、登場キャラクターはコミックの内容は推測できない情報であると判断して分析対象から除外した。しかしながら、5.1 節の実験で登場キャラクターもコミックの内容を推測する情報になり得ることが示唆される結果が得られた。すなわち、既知のコミックの登場キャラクターはコミックの内容を推測することができる情報であるということがうかがえる。以上の結果を踏まえて今後は、既知の作品の登場キャラクター名からどのような内容が推測できるのか (e.g., ストーリとの関連、他読者とのイメージの類相違) を検証していく。加えて、既知の作品かどうかをシステムが判別できるような機能も検討していく。

3 つ目はシステムデザインの再検討に向けたユーザ観察の実施である。システムレビューによって、コミック探索におけるユーザの振る舞いを観察することができた。しかし、探索中の全ての行動に対して発話しているわけ

ではないため、興味や観点の移り変わりを詳細に把握することはできていない。提案システムでは、コミックをマウスオーバーすることで拡大された表紙情報と紐付いた内容を表す特徴語を同時に提示しているため、発話以外からの嗜好に関する情報の獲得が難しい。そこで今後は、コミックの情報とトピックを、またコミックの表紙情報と特徴語を、それぞれ切り替えて情報を提示することができる機能を実装し、再度ユーザの振る舞いを観察する。これを行うことで、コミック探索時のユーザにより適したシステムデザインを検討することが可能になると考えられる。

9. まとめ

本研究では、コミックの内容情報に基づく情報アクセス支援の実現を目指し、Web 上のレビューに含まれる情報を利用したプロトタイプシステムを構築した。また、提案システムがコミック探索を行う上で有用であるのかを検証することに加えて、コミック探索時のユーザの振る舞いや思考の変化を観察した。

今後は、提案システムで提示している各情報を切り替える機能を実施し、時々刻々と変化するユーザの要求に対応した情報提示の実現を目指す。さらに、レビューからよりコミック探索者にとって有益な情報を抽出できるようコミックレビューの分析を行っていく。

謝 辞

本研究の遂行にあたり、文部科学省科学研究費 (課題番号: 15K12103) の助成を受けた。記して謝意を表す。

◇ 参 考 文 献 ◇

- [Blei 03a] Blei, D. M., Griffiths, T. L., Jordan, M. I., and Tenenbaum, J. B.: Hierarchical Topic Models and the Nested Chinese Restaurant Process, in *Advances in Neural Information Processing Systems*, Vol. 16, pp. 106–114 (2003)
- [Blei 03b] Blei, D. M., Ng, A. Y., and Jordan, M. I.: Latent Dirichlet Allocation, *The Journal of Machine Learning Research*, Vol. 3, pp.

- 993–1022 (2003)
- [Blei 10] Blei, D. M., Griffiths, T. L., and Jordan, M. I.: The Nested Chinese Restaurant Process and Bayesian Nonparametric Inference of Topic Hierarchies, *Journal of the ACM*, Vol. 57(2), No. 7, pp. 1–30 (2010)
- [Cohn 13] Cohn, N.: *The Visual Language of Comics: Introduction to the Structure and Cognition of Sequential Images*, Bloomsbury Publishing (2013)
- [Deerwester 90] Deerwester, S., Dumais, S. T., Furnas, G. W., Landauer, T. K., and Harshman, R.: Indexing by Latent Semantic Analysis, *Journal of the American Society for Information Science*, Vol. 41, No. 6, pp. 391–407 (1990)
- [服部 12] 服部 俊一, 毛 中杰, 高間 康史: 価値観に基づく情報推薦におけるレビュー分析の利用可能性に関する検討, 第 1 回人工知能学会インタラクティブ情報アクセスと可視化マイニング研究会, pp. 1–5 (2012)
- [Hattori 14] Hattori, S. and Takama, Y.: Recommender System Employing Personal-value-based User Model, *Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics*, Vol. 18, No. 2, pp. 157–165 (2014)
- [林 15] 林 貴宏, 尾内 理紀夫: Web 上のレビューを利用した映画推薦システム, *人工知能学会論文誌*, Vol. 30, No. 1, pp. 102–111 (2015)
- [Hoffmann 99] Hoffmann, T.: Probabilistic Latent Semantic Indexing, in *Proc. 22nd Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, pp. 50–57 (1999)
- [石井 13] 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*, 第 2 巻, pp. 71–72 (2013)
- [岩間 14] 岩間 勇介, 三原 鉄也, 永森 光晴, 杉本 重雄: オントロジーと LOD に基づくマンガ配列の可視化による探索支援システム, *HCG シンポジウム 2014 論文集*, pp. 357–361 (2014)
- [Iyenger 00] Iyenger, S. S. and Lepper, M. R.: When Choice is Demotivating: Can One Desire Too Much of a Good Thing?, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 79, No. 6, pp. 995–1006 (2000)
- [Jacobs 14] Jacobs, D.: “There Are No Rules. And Here They Are”: Scott McCloud’s Making Comics as a Multimodal Rhetoric, *Journal of Teaching Writing*, Vol. 29, No. 1, pp. 1–20 (2014)
- [松下 13] 松下 光範: コミック工学の可能性, 第 2 回 ARG WEB インテリジェンスとインタラクシオン研究会予稿集, pp. 63–68 (2013)
- [宮脇 13] 宮脇 佑介, 河合 由起子, 中島 伸介: 閲覧ウェブページ内の興味範囲推定に基づくユーザ嗜好情報の抽出, 第 5 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム予稿集, B10-1 (2013)
- [盛山 14] 盛山 将広, 朝田 貫太, 内藤 貴史, 松下 光範: コミック閲覧時のユーザの興味をトリガとした情報アクセス手法の検討, *HCG シンポジウム 2014 論文集*, pp. 352–356 (2014)
- [両角 08] 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)
- [夏目 97] 夏目 房之介: *漫画はなぜ面白いのか〜その表現と文法〜*, NHK 出版 (1997)
- [野中 13] 野中 俊一郎, 寺横 素, 沢野 哲也: 電子コミック向け画像処理技術の開発とその応用, *Fuji Film Research & Development*, No. 58, pp. 42–47 (2013)
- [岡田 15] 岡田 悟, 荒川 達也: 質問応答技術を用いた小説読書支援システムの提案, *知能と情報*, Vol. 27, No. 2, pp. 608–615 (2015)
- [Rigaud 15] Rigaud, C., Guérin, C., Karatzas, D., Burie, J.-C., and Ogier, J.-M.: Knowledge-driven Understanding of Images in Comic Books, *International Journal on Document Analysis and Recognition*, Vol. 18, No. 3, pp. 199–221 (2015)
- [多田 12] 多田 圭吾, 山西 良典, 加藤 昇平: ユーザ感性へのインタラクティブ適応に基づく楽曲推薦システム, 第 11 回情報科学技術フォーラム講演論文集, pp. 23–29 (2012)
- [武田 15] 武田 春輝, 三原 鉄也, 永森 光晴, 杉本 重雄: Web 上の情報資源を利用したマンガの内容理解支援環境の構築, *HCG シンポジウム 2015 論文集*, pp. 148–153 (2015)
- [Tanaka 07] Tanaka, T., Shoji, K., Toyama, F., and Miyamichi, J.: Layout Analysis of Tree-Structured Scene Frames in Comic Images, in *Proc. 20th International Joint Conference on Artificial Intelligence*, pp. 2885–2890 (2007)
- [田中 10] 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)
- [谷 13] 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*, 第 4 巻, pp. 889–890 (2013)
- [Taylor 68] Taylor, R. S.: Question-negotiation and Information Seeking in Libraries, *College & Research Libraries*, Vol. 29, No. 3, pp. 178–194 (1968)
- [White 09] White, R. W. and Roth, R. A.: *Exploratory Search: Beyond the Query-Response Paradigm*, Morgan and Claypool Publishers (2009)
- [山田 04] 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)

〔担当委員: 奥 健太〕

2016 年 5 月 4 日 受理

著者紹介

山下 諒



2014 年関西大学総合情報学部総合情報学科卒業, 2016 年同大学院総合情報学研究科知識情報学専攻博士前期課程修了。在学中は情報編集に関する研究に従事。現在, 株式会社野村総合研究所勤務。本研究は関西大学在学中に行ったものである。

朴 炳宣 (学生会員)



2011 年関西大学総合情報学部総合情報学科入学。現在に至る。情報編集に関する研究に従事。

松下 光範 (正会員)



1993 年大阪大学工学部精密工学科卒業, 1995 年同大学院基礎工学研究科物理系専攻制御工学分野博士前期課程修了。同年, 日本電信電話株式会社入社。2008 年関西大学総合情報学部准教授。2010 年同教授。現在に至る。情報編集, ヒューマンコンピュータインタラクションに関する研究に従事。博士 (工学)。2003 年情報処理学会論文賞, 2007 年日本知能情報ファジィ学会論文賞, 2013 年 Laval Virtual Award ほか各賞受賞。芸術科学会, 情報処理学会, 日本バーチャルリアリティ学会, ACM 各会員。