

平成 22 年度 修士論文

コミック著者同定のための吹き出し検出と認識  
に関する研究

A study on Balloon Detection and Recognition  
for Comic Authors Identification

指導教授 渡辺 裕 教授

2011 年 1 月

早稲田大学大学院 国際情報通信研究科  
国際情報通信学専攻

4206A174-6

守 屋 宏 美

Hiromi MORIYA

## 目次

<b>第1章</b>	<b>序論</b>	<b>1</b>
1.1	研究の背景	1
1.2	研究の目的	1
1.3	本論文の構成	2
<b>第2章</b>	<b>電子コミックの現状</b>	<b>4</b>
2.1	はじめに	4
2.2	電子書籍概要	4
2.3	電子コミック市場の動向	5
2.4	閲覧端末と表示解像度	6
2.4.1	PC(Personal Computer)	6
2.4.2	電子書籍端末	7
2.4.3	携帯電話	7
2.4.4	携帯型ゲーム機	7
2.5	おわりに	7
<b>第3章</b>	<b>関連技術</b>	<b>8</b>
3.1	はじめに	8
3.2	レコメンド技術	8
3.2.1	ルールベース方式	8
3.2.2	コンテンツベースフィルタリング方式	8
3.2.3	協調フィルタリング方式	9
3.2.4	ページアンネットワーク方式	9
3.3	画像解析	9
3.3.1	特徴量抽出	9
3.3.2	コミックへの適用	11
3.4	おわりに	12
<b>第4章</b>	<b>吹き出し検出と認識の提案</b>	<b>13</b>
4.1	はじめに	13
4.2	コミックにおける吹き出し	13
4.2.1	基本的な吹き出し	13

4.2.2	著者によるスタイル	13
4.3	予備調査	14
4.4	吹き出しの検出手法の提案	15
4.4.1	文字領域の抽出手法	15
4.4.2	吹き出しの抽出手法	17
4.5	おわりに	18
<b>第5章</b>	<b>実験による提案手法の評価</b>	<b>20</b>
5.1	はじめに	20
5.2	実験パラメータ決定に関する実験	20
5.2.1	実験に使用するコミックと実験条件	20
5.2.2	評価指標	20
5.2.3	実験結果	21
5.3	評価実験	23
5.4	実験に使用するコミックと実験条件	23
5.5	実験結果	23
5.6	考察	23
5.6.1	実験結果に対する考察	23
5.6.2	コミックごとのふきだしの特徴考察	25
5.7	おわりに	31
<b>第6章</b>	<b>結論</b>	<b>40</b>
6.1	総括	40
6.2	今後の課題	40
6.2.1	吹き出し抽出における課題	40
6.2.2	吹き出しを用いた著者同定への課題	41
6.2.3	コミックに特化したレコメンド技術への課題	41
	謝辞	42
	参考文献	43
	図一覧	44
	表一覧	45
	研究業績	46

# 第1章

## 序論

### 1.1 研究の背景

近年，表示デバイスの高解像度化に伴い，電子読書端末，および書籍を読むことが可能な端末が広まりつつある．さらに，電子書籍端末で表示されるコンテンツの需要は，文字情報とそのレイアウト情報から構成される辞典や書籍にとどまらず，画像情報である挿絵を含む書籍やコミックなどへと拡大している．

平成 21 年度の国内の電子書籍市場規模は，前年比 23.7%増の 574 億円となった<sup>(1)</sup>．今年度は Apple Inc. の新型情報端末 iPad (アイパッド)<sup>(2)</sup> を筆頭に次々と電子書籍が読める端末が発売され，平成 26 年度には 1300 億円規模に拡大すると予測されている．平成 14 年度の市場規模はがわずか 10 億円．以降 5 年間は前年比 2 倍増のペースで伸びてきた．特に，電子コミック市場規模拡大は著しく，コミックを中心としたケータイ向け電子書籍は，平成 21 年度の市場規模 513 億円で全体の 89%を占めた<sup>(1)</sup>．また，出版各社は，電子コミックを今後の大幅な伸びが見込める成長分野と位置づけ，一般社団法人日本電子書籍出版社協会<sup>(3)</sup> を立ち上げ，関連事業に力を入れている．

一方で，膨大になり続けている電子コミックから個人の嗜好に応じた作品を効率よく探すことは困難である．しかし，画像処理技術を使用し，コミックが電子化されたことにより，作品を必要に応じて推薦すること(レコメンド技術)が可能になったと言える．一般化されたレコメンド技術の研究は数多くある．本論分では，コミックに特化したレコメンド技術について研究を進める．

### 1.2 研究の目的

既存のレコメンド技術として，協調フィルタリングがある．この技術は，多くのユーザの嗜好情報を蓄積し，あるユーザと嗜好の類似した他のユーザの情報を用いて自動的に推論を行い，趣味の似た人からの意見を参考にする．その書籍(コミック)への使用例では，推薦される書籍は多くのユーザが購入することから販売数に偏り，また，出版社に偏りがみられる．その結果，本来嗜好に合った，新しい未知のマンガの発見につながり難い．

そこで，図 1-1 に示すような販売数，出版社，作者に囚われない新しいレコメンド技術を考える．数ページ分のコミックをシステムに入れ，そのコミック画像から画像からの各種

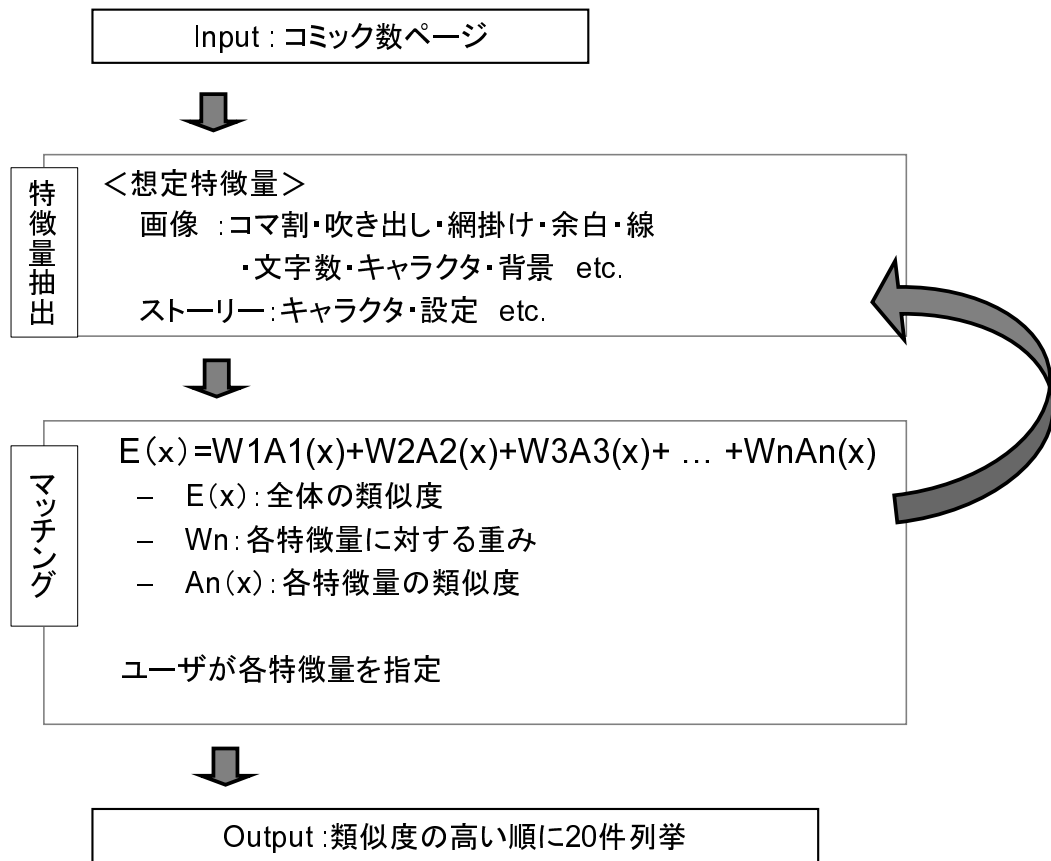


図 1-1: 本研究の最終目標

特微量とストーリーからの各種特微量を抽出する。特微量として、以下にあげるものを想定する。

画像 コマ割・吹き出し・網掛け・余白・線・文字数・キャラクタ・背景 etc.

ストーリー キャラクタ・設定 etc.

その後、各特微量ごとの類似度を重みを用いて加算する。このことにより、類似度の高いコミックを列挙するというシステムを目的とする。このレコメンド技術の完成により、使用者からして未知であるが、嗜好のあうコミックが推薦可能であると考え。本論文では、特微量の1つであるジャンル分類に有力と考えられる吹き出しの抽出を行う。

### 1.3 本論文の構成

以下に本章以降の構成を示す。

第2章 近年の電子コミック市場の動向や、その閲覧端末について述べる。まず電子コミック市場の市場規模の変動やコンテンツ配信ビジネスの形態、コンテンツ配信事業者について述べ、次に実際に閲覧する各表示端末の表示能力に関して述べる

第3章 関連技術であるレコメンド技術のいくつかの方式について述べる。また、画像解析に用いる特徴量、その応用例について述べる。

第4章 本章では吹き出し検出の提案手法について述べる。

第5章 実験パラメータである円形度の閾値決定を行う。また、その閾値をもとに複数のコミックを用い、適合率と再現率を求め、提案手法の評価実験を行い、その考察を行う。

第6章 本研究の総括と今後の課題について述べる。

## 第2章

### 電子コミックの現状

#### 2.1 はじめに

本章では、近年の電子コミック市場の動向や、その閲覧端末について述べる。電子コミック市場は現在ユーザ数、およびコンテンツ数がどちらも右肩上がりに成長している一大市場であると言える。また、閲覧端末はPC(Personal Computer)に限らず、携帯電話やPDA(Personal Digital Assistance)、そして電子書籍端末等があり、各社から発売されている。そこで、まず電子コミック市場の市場規模の変動やコンテンツ配信ビジネスの形態、コンテンツ配信事業者について述べ、次に実際に閲覧する各表示端末の表示能力に関して述べる。

#### 2.2 電子書籍概要

電子コミックは電子書籍のひとつであることから、電子出版の全体像がどのようなものであるか、電子コミックを含む電子書籍が電子出版の中でどのように位置づけられるかから述べる。

電子出版という言葉が最初に使われたのは、CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory) 出版においてである。

1985年に三修社が『最新科学技術用語辞典』をCD-ROM出版したのが、日本における最初の電子出版である。一方、米国で1984年に誕生したMacintosh、DTP (Desktop publishing) を標榜し、書籍や雑誌の編集工程の電子化に先鞭をつけた。

そして、1989年には日本語環境においても商業印刷レベルでのDTPが実現し、これもまた電子出版と呼ばれるようになった。1990年に、SONYが8インチCD-ROMを用いた小型電子ブックプレーヤー「データディスクマンDD-1」を発売。ハードウェア、ソフトウェアを一体化した電子出版の提案がなされた。こうした読書端末の系譜は、その後、松下電器産業(現パナソニック)の「 $\sigma$  book (シグマブック)」や、ソニーの「LIBRIe (リブリエ)」、そしてアマゾン「kindle (キンドル)」、Apple Inc. 「iPad (アイパッド)」に継承されている。

1993年には、インターネットが商用化され、それ以来、Webページでだれもが情報発信できるようになった。これもまた電子出版ということができる。このように電子出版が意味するものは非常に広範囲であり、しかも、従来の出版社が中心となって行う出版産業がそのまま電子化して置き換わっていくというものではない。

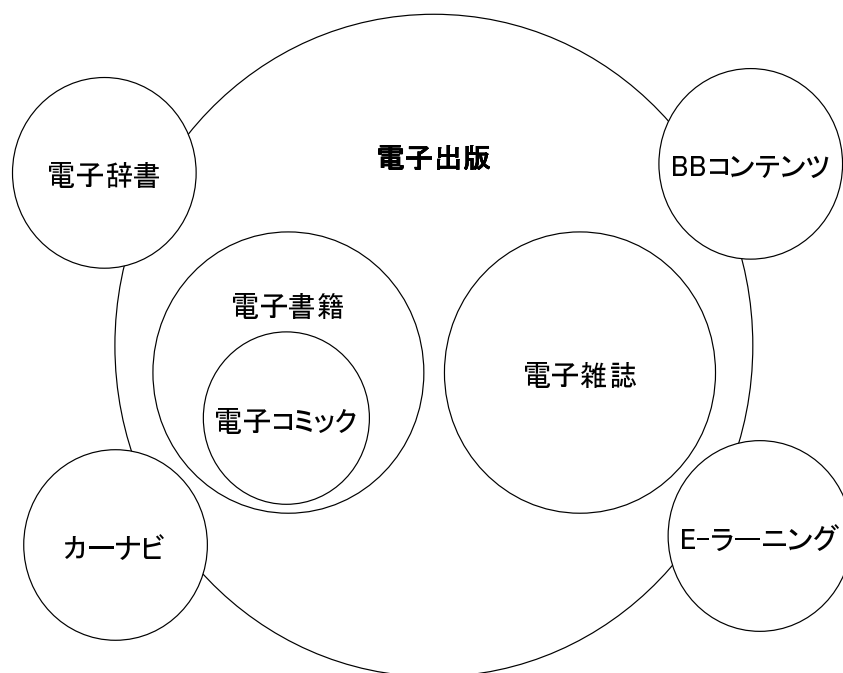


図 2-1: 電子出版の方向性

図 2-1 に示すように、電子書籍は電子雑誌と並んで電子出版の代表的な分野であることは間違いない。しかし、あくまでも電子出版のひとつの方向性である。「辞書」は、オンライン辞書という方向の他に、ハードウェアとしての「電子辞書」という専用機の方向にも発展している。「地図」は、カーナビという専用機に特化することで、大きな市場を形成している。また、ポータルサイトなど従来なかった「ブロードバンドコンテンツ」や学習教材が「e-ラーニング」として登場した。このように多種多様な方向へ電子書籍化は進んでいる。

### 2.3 電子コミック市場の動向

2007 年度（2008 年 3 月末時点）の電子コミックの市場規模は、主な PC 向け電子書籍サイト、およびケータイ向け電子書籍サイトの売り上げ、タイトル数、ダウンロード数などから約 350 億円であったと推定される。2008 年度（2009 年 3 月末時点）の電子書籍全体の市場規模が約 464 億円と推定されるので、電子コミックはその約 75% を占めていたことになる。内訳は、PC（Personal Computer）向け電子コミック市場が約 20 億円（電子コミック市場全体の約 6%）で、ケータイ向け電子コミック市場が約 330 億円（同 94%）である。成長率は、前年度（2007 年度）の約 255 億円から約 350 億円へと 137%、約 1.4 倍の規模に成長した。成長率は 37% で、成長スピードは鈍化している。PC 向け、ケータイ向けそれぞれの成長率を比較すると、PC 向けの電子コミックは約 26 億円から約 20 億円へと減少、成長率は 23% である。一方、ケータイ向けの電子コミックは約 229 億円から約 330 億円へと



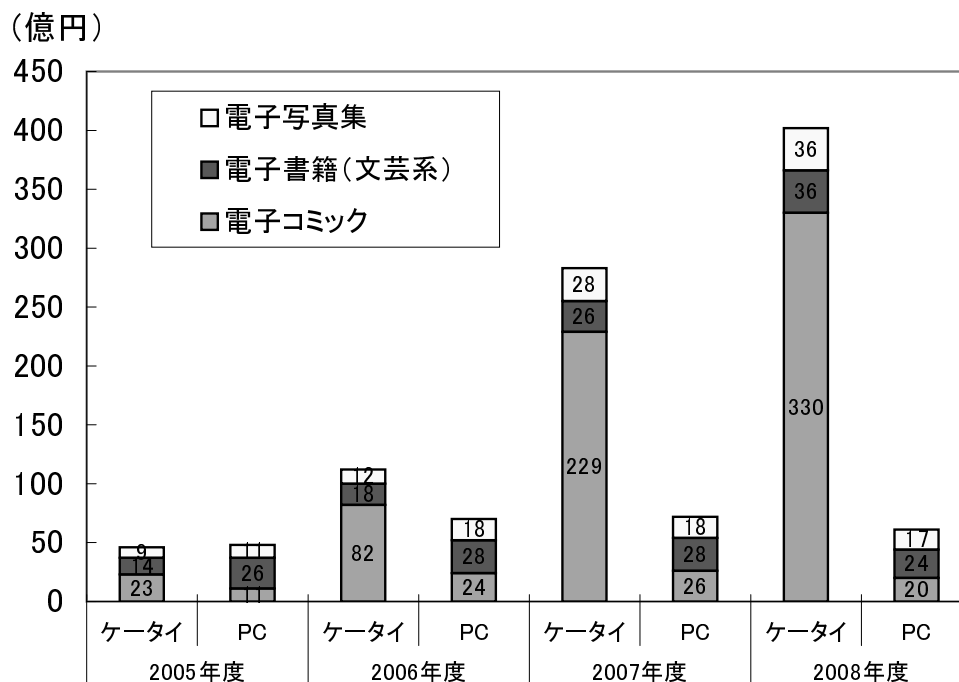


図 2-2: 電子書籍市場規模推移

144%、1.4 倍の規模に成長、成長率は 44%である。

図 2-2 が示すように、2008 年度において、PC 向け電子書籍市場では、電子コミックが市場全体の 3 割弱を占めるに過ぎないが、ケータイ向け電子書籍市場では、電子コミックが市場全体の 8 割強と圧倒的なシェアを占める<sup>(4)</sup>。

## 2.4 閲覧端末と表示解像度

電子書籍閲覧端末は多岐にわたり、また、画面サイズや画面解像度も大きく異なる。ここでは主要な閲覧端末について、それぞれの特徴について述べる。

### 2.4.1 PC(Personal Computer)

PC の画面は主にブラウン管もしくは液晶であり、100dpi から 150dpi 程度の表示能力をもつものが主流である。画面の大きさは 10inch 程度から 20inch 以上まで、また画面解像度も 800 × 600[pixel] から 1920 × 1200[pixel] もしくはそれ以上の解像度をもつ物まで広範囲にわたる。いずれの場合においても、画面サイズは十分大きく、表示領域に 1 ページすべて、もしくは見開き 2 ページ分の表示が可能である。

### 2.4.2 電子書籍端末

#### kindleDX(Amszon)

画面に E-Ink 方式の電子ペーパーを採用し，1200 × 824[pixel] の解像度を持つ．また，ワイヤレスネットワークにも対応し，単体でコンテンツデータのダウンロードが可能である<sup>(5)</sup>．

#### iPad(Apple Inc)

画面にカラー IPS 液晶を採用し，11024 × 768[pixel] の解像度を持つ<sup>(2)</sup>．

上記の2つを筆頭に Reader(SONY)<sup>(6)</sup>，GALAPAGOS(シャープ)<sup>(7)</sup> など，現在電子書籍端末に利用される電子ペーパーについても開発が積極的に行われており，今後さらに解像度が向上していくと推測される．

### 2.4.3 携帯電話

通信機能と液晶表示部を備え，アプリケーション・プログラムをダウンロード配信する携帯電話機は，電子書籍コンテンツに対応した再生用ソフトウェアさえ搭載すればすぐに電子書籍端末になる．なかでもスマートフォン製品が注目を集めている．解像度は 240 × 320[pixel] から 480 × 854[pixel] までと多様である．携帯電話網を利用したパケット通信によりコンテンツのデータを取り入れる．

### 2.4.4 携帯型ゲーム機

現在最も普及している携帯型ゲーム機であるニンテンドー DS では，一つの端末で2つの画面を持ち，画面サイズはどちらも 3inch，解像度は 192 × 256 である．無線 LAN 等への接続機能を持ち，ワイヤレスネットワーク経由でコンテンツをダウンロードすることが可能となる．

## 2.5 おわりに

本章では，電子書籍の概要や近年の電子コミック市場の動向，その閲覧端末各種について述べた．

## 第3章

### 関連技術

#### 3.1 はじめに

本章では、レコメンド技術のいくつかの方式について述べる。また、画像解析に用いる特徴量、その応用例について述べる。

#### 3.2 レコメンド技術

レコメンド技術は、ユーザーがより多くの商品を読覧し、興味を持つ仕組みを提供する技術である。ここでは、その4つの種類について解説する。

##### 3.2.1 ルールベース方式

ルールベース方式は、インテンショナル方式とも呼ばれ、「デジタルカメラを買った人にSD(Secure Digital)カードを勧める」といった商品の関連性はもちろん、「紙おむつを買った人にビールを勧める」といったように、データマイニングでしか出てこないような意図的なレコメンドができるのが特徴だ。必要な情報はマーケティングデータや運営者の特別な意思となり、ルールとしては運営者が独自でレコメンドしたいアイテムを選択することになる。ただし、ユーザーの意思が反映しづらく、アイテム数が膨大になるとルール設定のメンテナンスや入力の手間がかかることが欠点となる。

##### 3.2.2 コンテンツベースフィルタリング方式

コンテンツベース方式は、アイテムごとのスペック、値段、テキストといったコンテンツ情報の類似値を自動計算し、読覧した商品に類似した商品をレコメンドする方式である。複雑なものになると、音楽のメロディやテンポ、絵画の色彩、作者の心情などをひとつひとつポイント化して類似値を計算することも可能である。この方式では、ユーザーの顕在的ニーズから極端にかけ離れたものは表示されず、アイテム間の類似値をあらかじめ用意しておけば導入直後でも目的に沿ったアイテムがレコメンドできる。しかし、現在はテキストマイニングによる分析手法が採用されているため、類似値が固定してしまい、同じようなアイテム

ばかりレコメンドされるという欠点がある。

### 3.2.3 協調フィルタリング方式

協調フィルタリングは、ウェブアクセス履歴データなどユーザーの行動履歴を基に、ユーザー同士の嗜好の類似値を自動計算し、「この本を買った人はこんな本も買っています」といったレコメンドを実現する。代表例は「Amazon.com」<sup>(?)</sup>のレコメンドで、現在ASP(Application Service Provider)型ソリューションとして最も多く採用されている。この方式では、ユーザーの行動履歴のみを情報とし、コンテンツ情報を一切見ないことが最大の利点だ。コンテンツ情報を一切見ないため、たとえユーザーの行動履歴に類似性があり、嗜好が類似していると判断してレコメンドしても、その結果がユーザーの意図に沿わないこともある。ユーザー行動履歴が十分に蓄積されていない導入直後には、ほとんど精度が期待できないことは欠点である。

### 3.2.4 ベイジアンネットワーク方式

ベイジアンネットワークは、コンテンツベースや協調フィルタリングとは違い、ベイズ理論を用いて統計学的な切り口からレコメンドする方式だ。ベイズ理論とは、18世紀の数学者 Thomas Bayes 氏が提唱した確率論で、「未来に起こる事象は、過去の多角的な発生頻度を計算することにより予想できる」という考えに基づいている。単純な確率計算とは違い、多くの事象を踏まえた上で確率を計算することにより、精度の高い予測ができる。

## 3.3 画像解析

ここでは、一般的な特徴量抽出とその応用例を示す。

### 3.3.1 特徴量抽出

#### 面積

対象領域の面積を求める。デジタル画像における面積は、単純に画素数に比例するので、画素数と言ってよい。領域の形状情報をまったく反映せず、大きさのみしか残らないため、特徴量としては利用範囲が限られている。

#### 長さにもとづく特徴量

領域の大きさを示す特徴量として、面積だけでなく、横幅・縦幅などの情報を用いることで、領域の形状などをあるていど特徴量に反映できる。代表的なものを以下にあげる。

フェレ径 領域を内包する矩形を考えたときの各辺の長さ図 3-1。

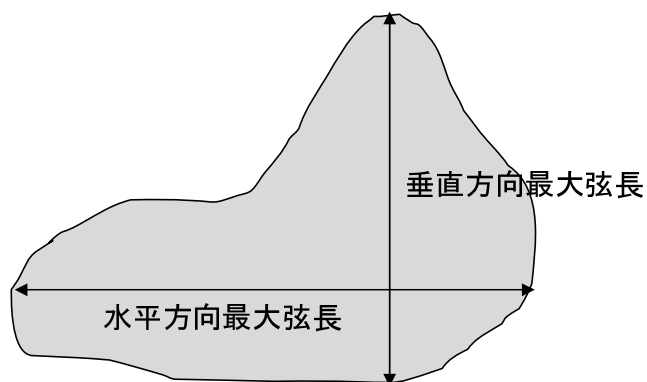
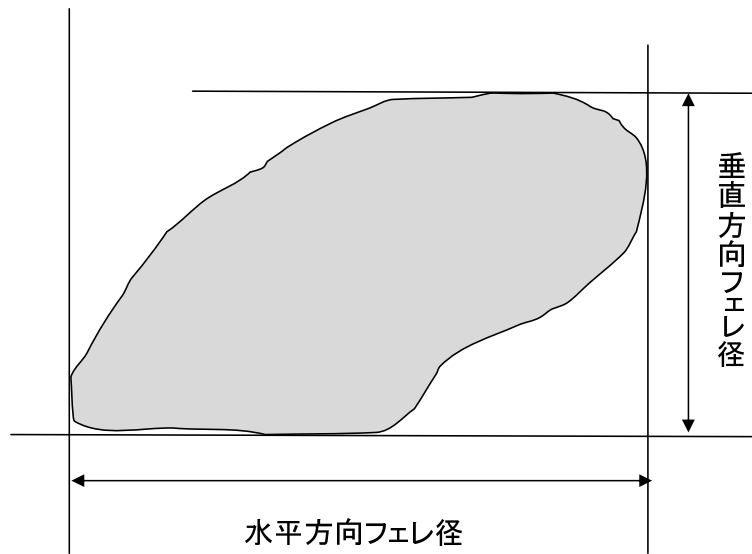


図 3-2: 最大弦長

絶対最大長・幅 輪郭上でもっとも離れている 2 点の距離を絶対最大長という図 3-3 .

周囲長・円形度

周囲長は図形の周囲の長さ．デジタル画像においては，隣り合っている場合を 1，斜めに接している場合を  $\sqrt{2}$  として加算していく．周囲長の 2 乗を面積で割った値は，領域の形状

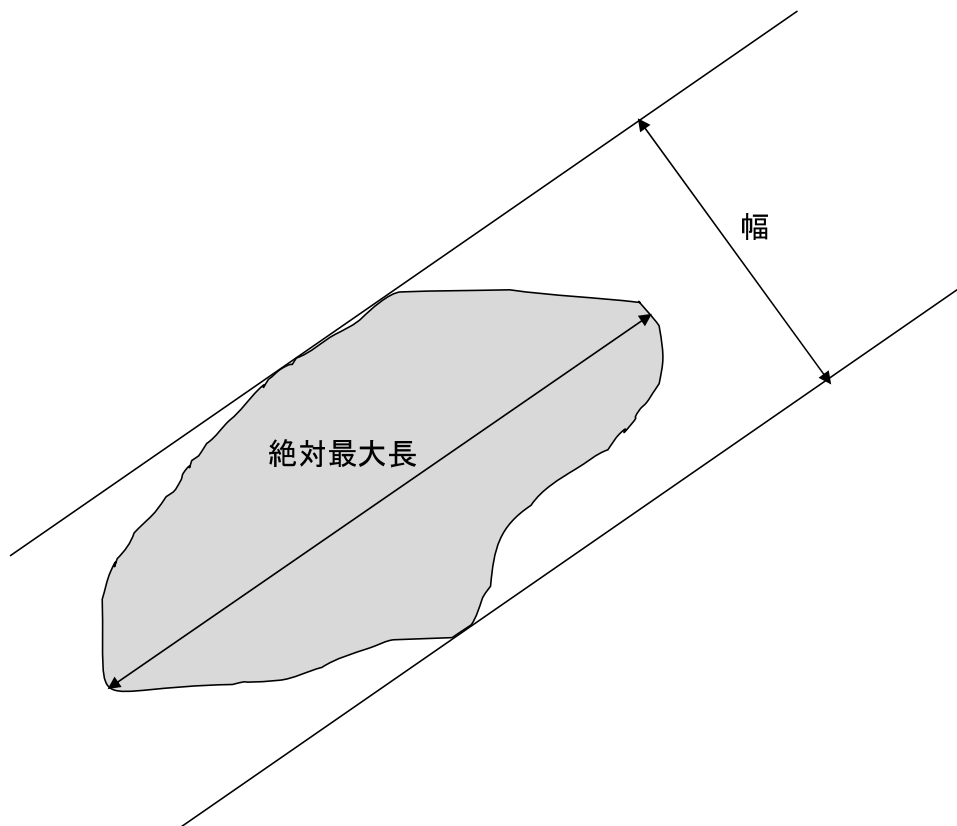


図 3-3: 絶対最大長・幅

の特徴を表す数値として利用できる。この数値を円形度という。相似な形状の領域であれば、大きさが違って円形度は同じ値になる。逆に、面積が同じでも形状が異なれば円形度は異なった値になる。円形度は領域が真円のとき最小値  $\frac{\pi}{4}$  となり、領域が複雑になるにつれて小さくなっていく。このことから円形度の逆数を図形の複雑度として定義することもある。円形度の式挿入

$$D = 4\pi \frac{S}{L^2} \quad (3.1)$$

ここで、 $D$  が円形度、 $S$  は面積、 $L$  は周囲長である。

### 3.3.2 コミックへの適用

#### コミックのコマ構成からの類似した作品検索<sup>(8)</sup>

コミックはコマ画像によって構成されている。そのコマの並び方やコマ内部の表現方法には、作者の特性、独自性が現れるという観点から、コミックコンテンツに対して、コマ分割を基本とする構造解析を行っている。

### 3.4 おわりに

本章では、レコメンド技術のいくつかの方式について述べた。そのうちコンテンツベースフィルタリング方式の一つである特徴量を用いたレコメンド技術につながる特徴量抽出を提案する。ここでは、画像解析で利用する代表的な特徴量、またその応用例を説明した。

## 第4章

### 吹き出し検出と認識の提案

#### 4.1 はじめに

本稿では特徴量のひとつである吹き出しに着目して、研究を進める。本章では吹き出し検出の提案手法について述べる。

#### 4.2 コミックにおける吹き出し

吹き出しの基本的な形について説明し、その後、著者ごとのスタイルについて述べる。

##### 4.2.1 基本的な吹き出し

吹き出しは通常、楕円形に三角形がくっついたような形（図 4-1）をしている。楕円形の中に台詞を描き、三角形の頂点が指す人物がその台詞を発していることを表す。また、周りを楕円形でなく、ぎざぎざと星型をする（図 4-2）と大声で話していることを表す。楕円形を点線で描いたり、小さく描いたりすると小声で話していることを表す。楕円形の代わりに雲形の空間を作り、三角形の代わりに連続する小さな楕円を使う（図 4-3）と、楕円の向かう先にいる人物が雲形の空間に入っている台詞を心の中で思っていることを表す。角張ったふきだし（図 4-4）はテレビや電話などから聞こえる声を意味したり、外国語を話していることを形式的に表現することもある。このように、吹き出しの付加する意味は漫画の文脈とも密接に関わっている。

##### 4.2.2 著者によるスタイル

基本の”台詞”を意味する吹き出しに限っても、その形状は著者によって異なる。また、同じ作家でも時期による変化もあり、作品によって変えている場合もある。図 4-5 図 4-6 は手塚治虫、長谷川町子の使っていたふきだしの一例である。



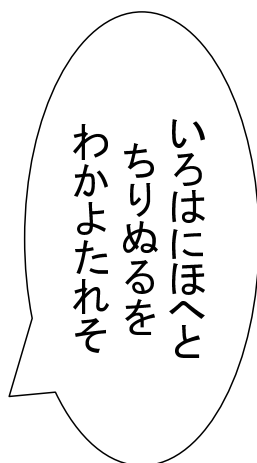


図 4-1: 基本の吹き出し



図 4-2: 星型吹き出し

### 4.3 予備調査

吹き出しの円（図 4-1）、星型、四角 3 つの形状に着目し、マンガを区別できるか否かの予備調査を行った。3 つの異なるジャンルのマンガにおいて、2 話分の全ての吹き出しについて調査した。その調査結果表を表??に示す。

結果より、不良系コミックには星型の吹き出しが他のジャンルのコミックよりも多いことが分かる。また、教育系コミックでは四角の吹き出しが多いことが分かる。よって、吹き出しの形状によって、作品ジャンルの区別できるといえる。この結果より、吹き出しの抽出を行うこととする。



図 4-3: 雲形吹き出し

表 4-1: 予備調査

作品	一話目				二話目			
				頁数				頁数
青春系コミック	0	52	3	16	0	46	7	17
不良系コミック	1	123	69	30	0	94	34	21
教育系コミック	15	42	6	18	14	130	12	33

#### 4.4 吹き出しの検出手法の提案

本節では、吹き出しの検出手法の提案を行う。本提案手法は、まず文字領域の抽出を行い、抽出した文字領域に基づいて吹き出しの抽出を行う。

##### 4.4.1 文字領域の抽出手法

吹き出しが内部に文字を含んでいる特徴をいかし、まず文字領域の抽出を行う。文字領域の抽出は河村ら<sup>(9)</sup>の手法を用いた。以下に文字領域の抽出手法の手順を示す。尚、様々なフォントサイズに対応するため、小さい文字から大きい文字まで順番に文字サイズを仮定して処理を進める。

##### Step1 . 外接矩形の取得

入力画像から、連結成分を抽出することにより、文字パターンの外接矩形を作成する。ただし、矩形の長辺が文字サイズより長い場合は、その矩形を破棄する。

##### Step2 . 文字列中心の取得

注目する矩形の周辺を探索して、分布する矩形から文字列密度を計算する。得られた密度をしきい値を用いて行が存在するかを判定し、存在する場合には文字列中心の座



図 4-4: 角ばった吹き出し



図 4-5: 手塚治虫

標を求める。

**Step3 . 文字列方向に分離した文字の統合処理**

得られた文字列中心に対して、文字列と垂直方向に分離している矩形を統合し、より大きな矩形を得る。

**Step4 . 文字列の取得**

得られた文字列中心により、文字列と水平方向に分離している矩形を統合して、文字列を取得する。

**Step5 . 文字列群の統合処理**

得られた文字列を、文字列方向と垂直に拡張し、文字列群を取得する。

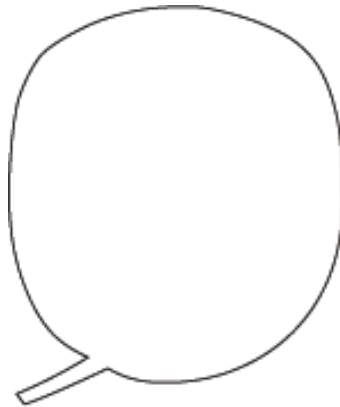


図 4-6: 長谷川町子

**Step6 . 孤立文字を抽出処理**

周囲にある矩形と統合する．統合した矩形の周囲に余白が存在する場合，孤立文字として抽出する．

本手法は，画像の局所的な特徴を利用しているため，文字，網点，線画が混在する2値画像から文字列中心を取得可能である．文字列中心を拡張することで，効率的に文字領域が取得可能である．

図 4-7 に元画像を，図 4-8 に文字領域の抽出を行った画像を示す．

**4.4.2 吹き出しの抽出手法**

抽出した文字領域に基づいて，吹き出しの抽出を行う．以下に吹き出しの抽出手法の手順を示す．

**Step1 . 膨張処理**

吹き出しの線上の欠損を省くため，膨張処理を行う．元の形状を大幅に失わないため，膨張処理は一回行った．図 4-9 に膨張処理を行った画像を示す．

**Step2 . 塗りつぶし処理**

まず，抽出された文字領域から走査し，最初の有色ピクセルから吹き出し内部を一週色を変える．図 4-10 にその処理を行った画像を示す．

その後，その色つきのピクセルの内側を塗りつぶしを行う．図 4-11 に塗りつぶし処理を行った画像を示す．

**Step3 . 吹き出しの判定処理**

塗りつぶされた領域が吹き出しであるかどうかを円形度を用いて判定する．図 4-12 に検出した吹き出しについて示す．



図 4-7: 元画像  
(あだち充著, タッチ, 14 巻, p6, 小学館)<sup>(10)</sup>

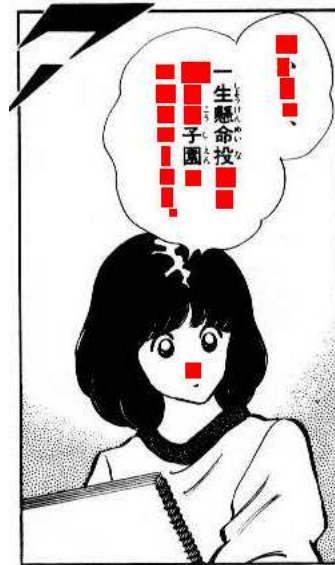


図 4-8: 文字領域抽出結果  
(あだち充著, タッチ, 14 巻, p6, 小学館)<sup>(10)</sup>

#### 4.5 おわりに

本章では予備調査の結果から特徴量の中から吹き出しに着目し、吹き出しの抽出方法を提案した。

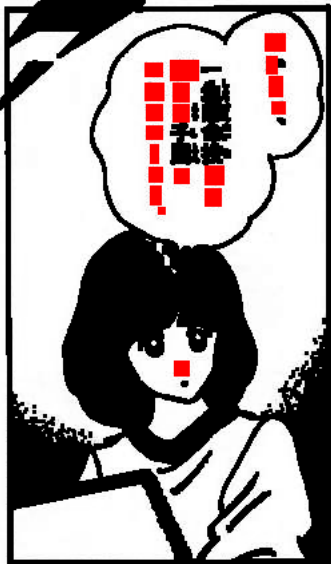


図 4-9: 膨張処理結果  
(あだち充著, タッチ, 14 巻, p6, 小学館)<sup>(10)</sup>



図 4-10: 周囲認識結果  
(あだち充著, タッチ, 14 巻, p6, 小学館)<sup>(10)</sup>

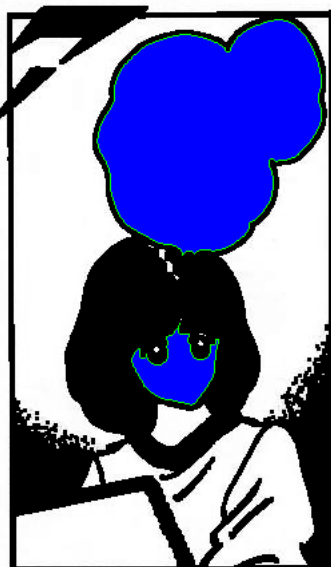


図 4-11: 塗りつぶし結果  
(あだち充著, タッチ, 14 巻, p6, 小学館)<sup>(10)</sup>



図 4-12: 吹き出し抽出結果  
(あだち充著, タッチ, 14 巻, p6, 小学館)<sup>(10)</sup>

## 第5章

### 実験による提案手法の評価

#### 5.1 はじめに

本章では、実験パラメータである円形度の閾値を実験から決定する。また、その閾値をもとに複数のコミックを用い、適合率と再現率を求め、提案手法の評価実験を行い、その考察を行った。

#### 5.2 実験パラメータ決定に関する実験

本研究では、文字領域抽出の誤検出による吹き出し領域とその他の領域の区別のため、塗りつぶし作業後に、円形度を用いた。円形度の閾値を決定するために実験を行った。具体的には、閾値を変えてその際の精度調整を行った。

##### 5.2.1 実験に使用するコミックと実験条件

実際には3種類のコミックを用いた。青春系コミックとして「タッチ」<sup>(10)</sup>を、格闘系コミックとして「hunter × hunter」<sup>(11)</sup>を教育系コミックとして「アレクサンドロス」<sup>(12)</sup>を用いた。各コミック毎、21ページについて、円形度の閾値を0~1の間で0.1ずつ変化させ実験を行った。

##### 5.2.2 評価指標

評価には以下の式を用いた。 $P, R, F$ はそれぞれ適合率 (precision)、再現率 (recall)、 $F$ 値を表す。適合率は認識された図形の中で、どれだけ吹き出しを含んでいるかという正確性の指標であり、再現率は認識されるべき吹き出し (正解吹き出し)のうち、どれだけ吹き出しを認識できているかという網羅性の指標である。 $F$ 値は適合率と再現率の調和平均である。本論文では $F$ 値を用いて閾値を決定する。

正しく吹き出しとして認識された数を  $Q$ 、吹き出しとして認識された数を  $N$ 、吹き出しとして認識されるべき数 (正解吹き出し数) を  $C$  とする。

$$P = \frac{Q}{N} \quad (5.1)$$

$$R = \frac{Q}{C} \quad (5.2)$$

$$F = \frac{2 \times P \times R}{P + R} \quad (5.3)$$

### 5.2.3 実験結果

結果を以下の表に示す表 5-2 . また , 結果から  $x$  軸を円形度の閾値 ,  $y$  軸を F 値としたグラフに示す . このグラフは実験によって求められた F 値に対し , 4 次多項式で近似した .

3 つの実験結果の平均を表に示す . また , この平均についても , 結果から  $x$  軸を円形度の閾値 ,  $y$  軸を F 値としたグラフを図に示す .

このグラフの 4 次多項式近似曲線の方程式を以下に示す . このとき ,  $x$  は円形度の閾値 ,  $y$  は F 値を表す .

$$y = -9.583x^4 + 11.939x^3 - 6.048x^2 + 1.645x + 0.525 \quad (5.4)$$

この 4 次多項式の最大値とそのときの閾値を示す .

F 値の最大値 0.737

最大値を与える閾値 0.439

これより , 以下の円形度を用いた実験において , 閾値に 0.439 を使用することとする .

表 5-1: 適合率・再現率・F 値 (touch)

閾値	適合率	再現率	F 値
0.1	0.528	0.824	0.644
0.2	0.607	0.822	0.798
0.3	0.679	0.778	0.725
0.4	0.776	0.733	0.754
0.5	0.838	0.711	0.769
0.6	0.905	0.633	0.745
0.7	0.958	0.511	0.666
0.8	1.000	0.067	0.126
0.9	0.000	0.000	



表 5-2: 適合率・再現率・F 値 (alex)

閾値	適合率	再現率	F 値
0.1	0.539	0.865	0.664
0.2	0.669	0.844	0.746
0.3	0.750	0.813	0.780
0.4	0.798	0.667	0.727
0.5	0.819	0.615	0.702
0.6	0.784	0.417	0.544
0.7	0.643	0.188	0.291
0.8	0.182	0.021	0.038
0.9	0.000	0.000	

表 5-3: 適合率・再現率・F 値

閾値	適合率	再現率	F 値
0.1	0.483	0.829	0.610
0.2	0.535	0.810	0.644
0.3	0.604	0.800	0.688
0.4	0.604	0.800	0.688
0.5	0.727	0.762	0.744
0.6	0.724	0.724	0.724
0.7	0.568	0.476	0.518
0.8	0.313	0.210	0.251
0.9	0.000	0.000	

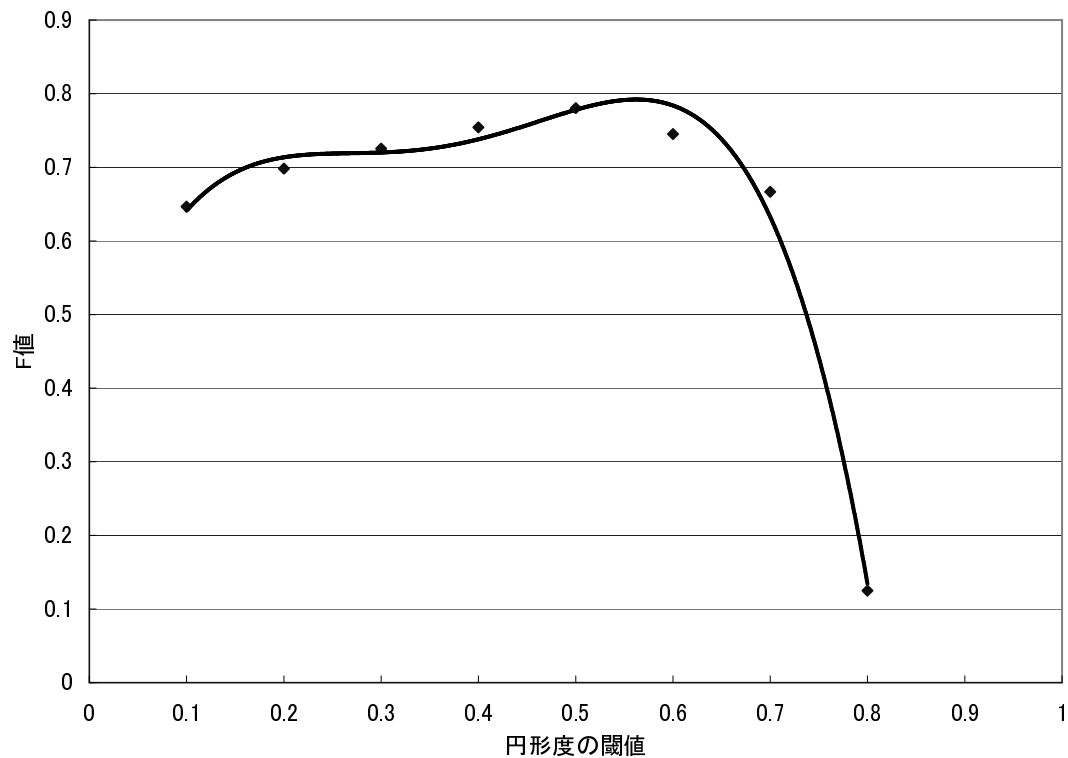


図 5-1: F 値 (タッチ)

### 5.3 評価実験

円形度を用い、吹き出しの抽出実験を行った。

### 5.4 実験に使用するコミックと実験条件

実験を 10 作のコミック (各 21 ページ) について行った。そのときの閾値を 0.439 とする。

### 5.5 実験結果

各コミック作品ごとの適合率と再現率の表を示す。

### 5.6 考察

#### 5.6.1 実験結果に対する考察

結果表より、タッチが巻が違うことにより再現率に違いが生じているが、それはタッチ 2 において、先の細い星型の吹き出しが多用されていたからであると考えられる。

表 5-4: 適合率・再現率・F 値 (平均)

閾値	適合率	再現率	F 値
0.1	0.515	0.842	0.639
0.2	0.597	0.825	0.693
0.3	0.671	0.797	0.728
0.4	0.695	0.735	0.715
0.5	0.793	0.698	0.742
0.6	0.790	0.595	0.678
0.7	0.695	0.392	0.501
0.8	1.000	0.103	0.103
0.9	0.000	0.000	

表 5-5: 適合率・再現率

作品	適合率	再現率
タッチ 1	0.815	0.733
タッチ 2	0.742	0.648
アレクサンドロス	0.813	0.677
hunter × hunter	0.711	0.867
20 世紀少年	0.879	0.912
BLOODY MONDAY	0.879	0.769
ヒストリエ	0.913	0.890
Monster	0.779	0.857
NARUTO	0.828	0.869
NANA	0.972	0.919

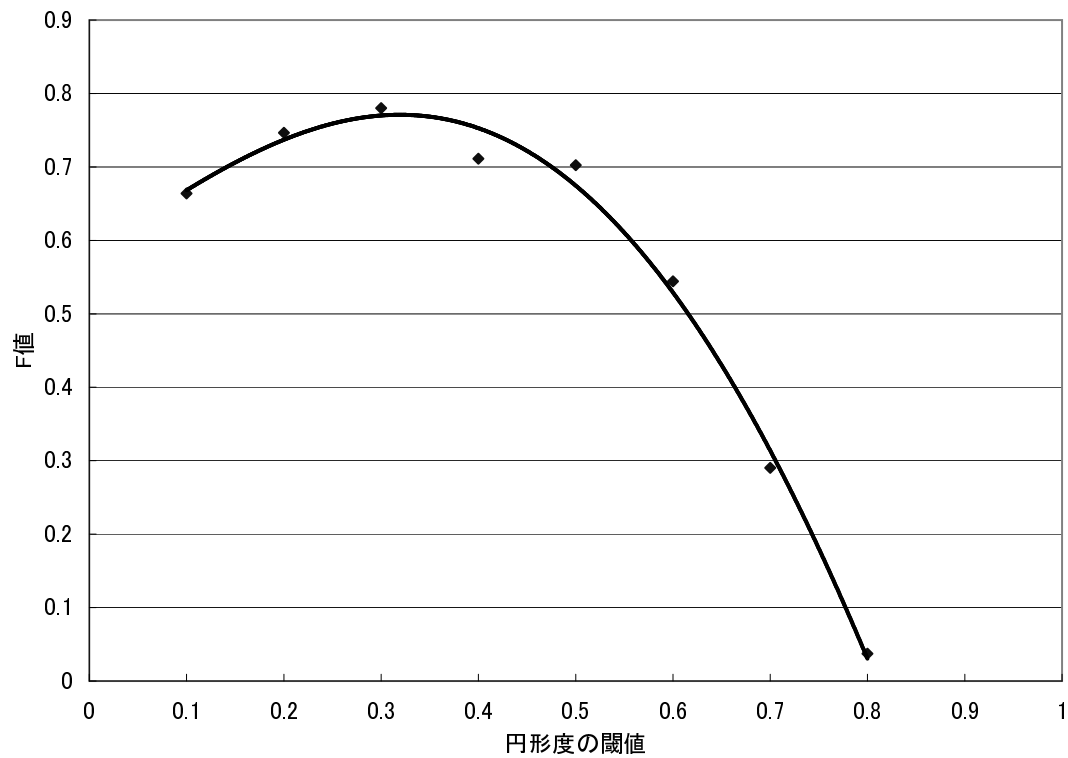


図 5-2: F 値 (alex)

### 5.6.2 コミックごとのふきだしの特徴考察

吹き出しの書き方には作者ごと、作品ごとに特徴がある。その吹き出しに対する考察を以下に示す。

#### タッチ

基本の吹き出し 丸みの強い雲形 (図 5-5)

大声の表現 先の細い星型 (図 5-6)

吹き出しのコマ外への飛び出し 飛び出さない (図 5-5)

吹き出しの連なりの有無 多数 (図 5-5)

特記事項 吹き出しのないページが多い

#### アレクサンドロス

基本の吹き出し 四角 (図 5-7)

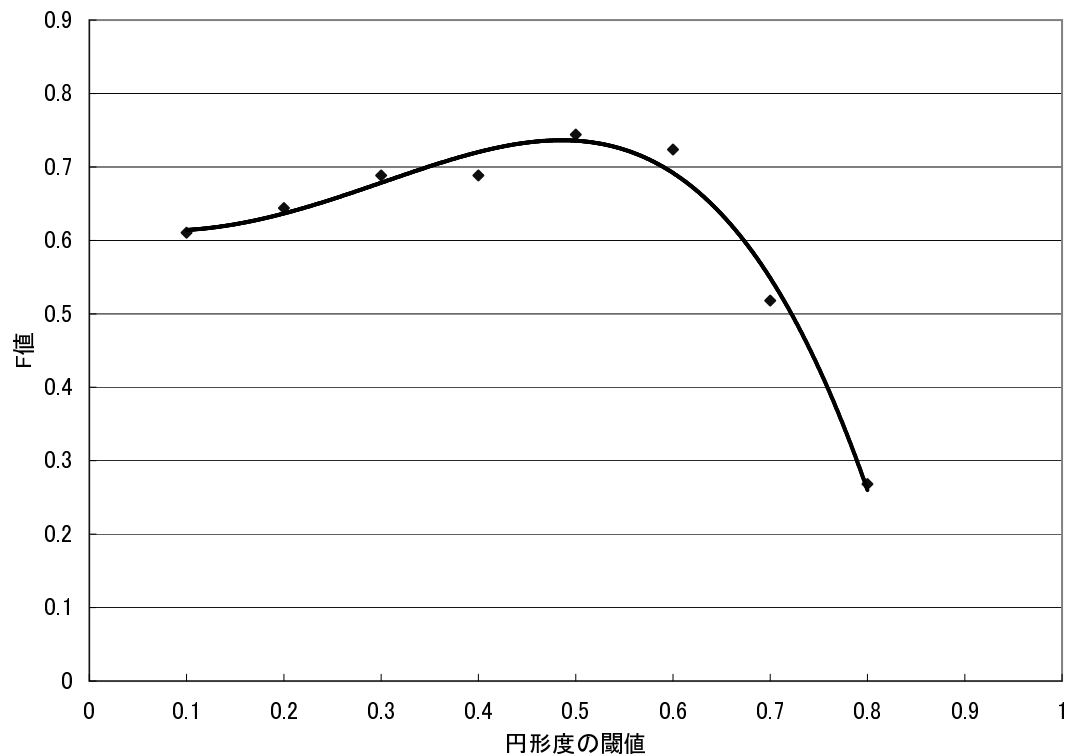


図 5-3: F 値 (hunter × hunter)

大声の表現 四角を強調する程度で星型を用いない (図 5-8)

吹き出しのコマ外への飛び出し 飛び出ることがある (図 5-7)

吹き出しの連なりの有無 多数

特記事項 説明の吹き出し (四角) が多い。吹き出しに入っていない語りの部分も多い (図 5-9)

#### hunter × hunter

基本の吹き出し 楕円形 (図 5-10)

大声の表現 先の鈍い星型 (図 5-10)

吹き出しのコマ外への飛び出し 飛び出ることもある (図 5-10)

吹き出しの連なりの有無 少数

特記事項 テレビゲームで用いるような長方形が入る (図 5-11)。吹き出しとコマが一体化したものがあ (図 5-12)。

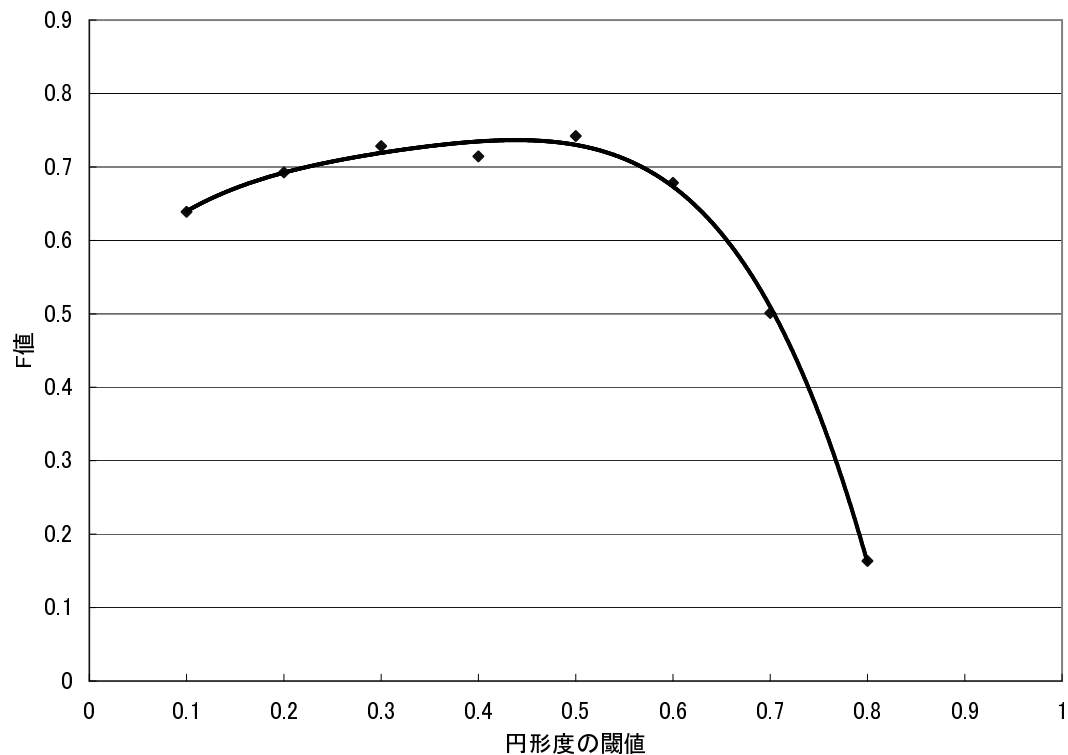


図 5-4: F 値 (平均値)

20 世紀少年

基本の吹き出し 楕円形 (図 5-13)

大声の表現 先の鈍い星型 (図 5-13)

吹き出しのコマ外への飛び出し 飛び出す (図 5-15)

吹き出しの連なりの有無 少数

特記事項 演説シーンが多く、2重線に囲われた吹き出しが多数ある (図 5-14)。時系列表現のための四角い吹き出しが多い (図 5-15)。

BLOODY MONDAY

基本の吹き出し 楕円 (図 5-16)

大声の表現 先の鈍い星型 (図 5-16)

吹き出しのコマ外への飛び出し 飛び出しあり (図 5-16)

吹き出しの連なりの有無 多数 (図 5-16)



図 5-5: タッチ基本の吹き出し (あだち充著, タッチ, 8巻, p11, 小学館)<sup>(10)</sup>



図 5-6: タッチ大声の表現 (あだち充著, タッチ, 8巻, p7, 小学館)<sup>(10)</sup>

特記事項 英語の吹き出しがあり, 横に長い吹き出しがある (図 5-17)

### ヒストリエ

基本の吹き出し 丸みの強い雲形 (図 5-18)

大声の表現 先の鈍い星型 (図 5-18)

吹き出しのコマ外への飛び出し 飛び出さない (図 5-18)

吹き出しの連なりの有無 少数 (図 5-18)

特記事項 説明がきの長方形の吹き出しがある (図 5-19)



図 5-7: アレクサンドロス基本の吹き出し (安彦良和著, アレクサンドロス, 1 巻, p17, NHK 出版)<sup>(12)</sup>



図 5-8: アレクサンドロス大声の表現 (安彦良和著, アレクサンドロス, 1 巻, p27, NHK 出版)<sup>(12)</sup>

### Monster

基本の吹き出し 楕円形 (図 5-20)

大声の表現 先の鈍い星型 (図 5-21)

吹き出しのコマ外への飛び出し 飛び出す (図 5-20)

吹き出しの連なりの有無 少数

特記事項 大声を上げるシーンが少なくほぼ楕円の吹き出しで構成される

### NARUTO

基本の吹き出し 楕円 (図 5-22)

大声の表現 先の鈍い星型 (図 5-22)

吹き出しのコマ外への飛び出し 飛び出さない (図 5-22)

吹き出しの連なりの有無 多数





図 5-9: アレクサンドロス吹き出し外 (安彦良和著, アレクサンドロス, 1 巻, p25, NHK 出版)<sup>(12)</sup>

特記事項 時制のことなる場合, 楕円に黒い放射状の線のある吹き出しが用いられる (図 5-23)

## NANA

基本の吹き出し 楕円 (図 5-24)

大声の表現 先の鈍い星型 (図 5-25)

吹き出しのコマ外への飛び出し 少数

吹き出しの連なりの有無 多数 (図 5-24)

特記事項 吹き出し一つ一つの面積が小さい



図 5-10: hunter × hunter 基本の吹き出し・大声の表現  
 (富樫義博著, HUNTER × HUNTER, 1 巻, p181, 集英社)<sup>(11)</sup>

### 5.7 おわりに

本章では、実験パラメータである円形度の閾値を実験から決定した。また、その閾値をもとに複数のコミックを用い、適合率と再現率を求め、提案手法の評価実験を行い、その考察を行った。あわせて、コミックごとの吹き出しの特徴について考察した。

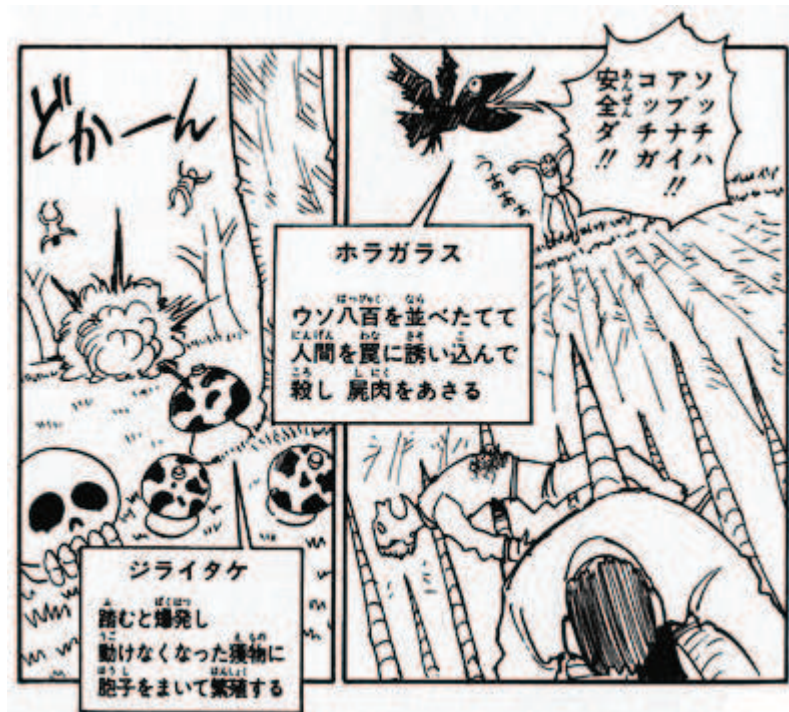


図 5-11: hunter × hunter 長方形 (富樫義博著, HUNTER × HUNTER, 1 巻, p180, 集英社)<sup>(11)</sup>



図 5-12: hunter × hunter コマとの一体化 (富樫義博著, HUNTER × HUNTER, 1 巻, p169, 集英社)<sup>(11)</sup>



図 5-13: 20 世紀少年基本の吹き出し・大声の表現 (浦沢直樹著, 20 世紀少年, 1 巻, p20, 小学館)<sup>(13)</sup>





図 5-14: 20 世紀少年二重線の吹き出し (浦沢直樹著, 20 世紀少年, 1 巻, p13, 小学館)<sup>(13)</sup>



図 5-15: 20 世紀少年コマに跨る吹き出し (浦沢直樹著, 20 世紀少年, 1 巻, p8, 小学館)<sup>(13)</sup>



図 5-16: BLOODY MONDAY 基本の吹き出し・大声の表現 (恵広史著, BLOODY MONDAY, 2巻, p18, 講談社)<sup>(14)</sup>



図 5-17: BLOODY MONDAY 英語の吹き出し (恵広史著, BLOODY MONDAY, 2巻, p23, 講談社)<sup>(14)</sup>



図 5-18: ヒストリエ基本の吹き出し・大声の表現 (岩明均著, ヒストリエ, 1 巻, p15, 講談社)<sup>(15)</sup>



図 5-19: ヒストリエ長方形の吹き出し (岩明均著, ヒストリエ, 1 巻, p12, 講談社)<sup>(15)</sup>



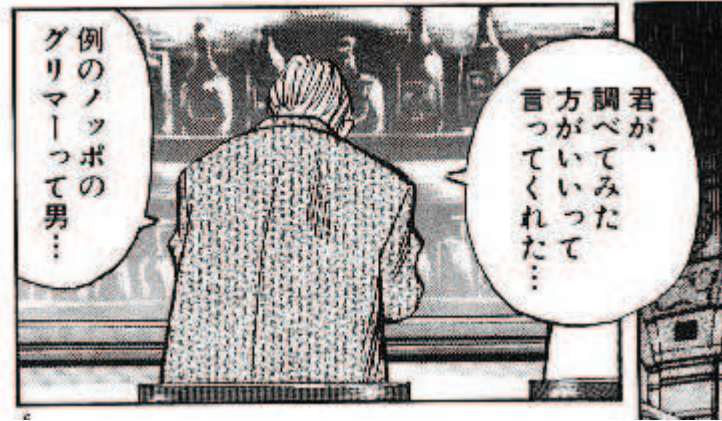


図 5-20: Monster 基本の吹き出し (浦沢直樹著, MONSTER, 1 巻, p6, 小学館)<sup>(16)</sup>



図 5-21: Monster 大声の表現 (浦沢直樹著, MONSTER, 1 巻, p8, 小学館)<sup>(16)</sup>





図 5-22: NARUTO 基本の吹き出し・大声の表現 (岸本斉史著, NARUTO, 1 巻, p11, 集英社)<sup>(17)</sup>



図 5-23: NARUTO 過去の吹き出し (岸本斉史著, NARUTO, 1 巻, p26, 集英社)<sup>(17)</sup>



図 5-24: NANA 基本の吹き出し (矢沢あい著, NANA, 7巻, p24, 集英社)<sup>(18)</sup>

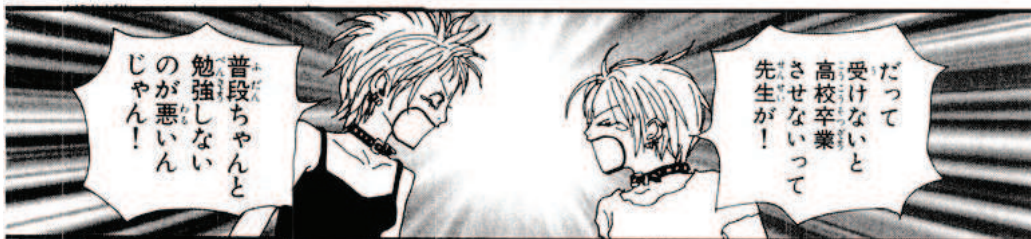


図 5-25: NANA 大声の表現 (矢沢あい著, NANA, 7巻, p10, 集英社)<sup>(18)</sup>

## 第6章

### 結論

本章では本論文を総括し、今後の検討課題を述べる。

#### 6.1 総括

本研究では、コミックのレコメンド技術開発を目的とし、コミックから得られる特徴量の一つである吹き出しの抽出について検討を行った。

第1章では、本研究の背景と目的、および本論文の構成について述べた。

第2章では、電子書籍の概要や近年の電子コミック市場の動向、その閲覧端末各種について述べた。

第3章では、関連技術としてレコメンド技術のいくつかの方式について述べた。そのうちコンテンツベースフィルタリング方式の一つである特徴量を用いたレコメンド技術につながる特徴量抽出を提案した。また、画像解析で利用する代表的な特徴量、またその応用例を説明した。

第4章では、本章では予備調査の結果から特徴量の中から吹き出しに着目し、吹き出しの抽出方法を提案した。

第5章では、実験パラメータである円形度の閾値を実験から決定した。また、その閾値をもとに複数のコミックを用い、適合率と再現率を求め、提案手法の評価実験を行い、その考察を行った。あわせて、コミックごとの吹き出しの特徴について考察した。

第6章は結論であり、本論文の総括および今後の課題について述べている。

#### 6.2 今後の課題

今後検討すべき課題を段階の違う3つの章に分け記述する。

##### 6.2.1 吹き出し抽出における課題

本研究では、文字抽出を前提に吹き出し抽出を行った。しかし、そのことで文字抽出の精度に依存するところが大きかった。この問題を打開する吹き出し抽出法の考案は今後の課題の一つである。

一方，文字抽出が完全となれば，顔と吹き出しの後検出がなくなることや，円形度を用いているために検出のできない連なった吹き出しの非検出もなくなり，閉空間となっている吹き出しの抽出は完全となる．そこで，文字抽出自体の精度向上も課題の一つである．

閉空間の中に入っていない吹き出しをどう処理するかも今後の課題の一つである．

### 6.2.2 吹き出しを用いた著者同定への課題

吹き出しの抽出が完全に可能になったと仮定する．その場合，丸型と星型の長方形の選別をどのように行うかが課題の一つである．その中で，単体で存在する吹き出しではなく，連なった吹き出しをどのように判断するかは問題の一つである．

本稿中に述べたように吹き出しの形状の違いは，ジャンルの区別に有用であると考える．

### 6.2.3 コミックに特化したレコメンド技術への課題

吹き出しの形状や個数のみでは，著者の同定および，ジャンルの区別は難しい．そこで，多種多様の特徴量の抽出が必要となる．また，その各特徴量をどのように組み合わせるかは大きな課題である．

## 謝辞

本研究の機会及び素晴らしい実験環境を与えて下さり、貴重な時間を割いて研究の方向性を御指導頂きました渡辺裕 教授に心から感謝致します。

平成 22 年 3 月 15 日

守屋宏美

## 参考文献

- (1) インターネットメディア総合研究所編, 株式会社クリエイション 高木利弘著, 電子コミックビジネス調査報告書 2010, 株式会社インプレス R&D, 2010
- (2) Apple - iPad - See the web, email, and photos like never before.  
<http://www.apple.com/ipad/>
- (3) EBPAJ 日本電子書籍出版社協会  
<http://www.ebpaj.jp/>
- (4) インターネットメディア総合研究所編, 株式会社クリエイション 高木利弘著, 電子コミックビジネス調査報告書 2009, 株式会社インプレス R&D, 2009
- (5) Amazon.com: Kindle DX Wireless Reading Device (9.7" Display, U.S. Wireless): Kindle Store  
<http://www.amazon.com/gp/product/B0015TCML0>
- (6) 電子書籍リーダー“ Reader ”(リーダー) — ソニー  
<http://www.sony.jp/reader/>
- (7) GALAPAGOS(ガラパゴス) : シャープ  
<http://www.sharp.co.jp/galapagos/>
- (8) 原山智重子, 小舘亮之, 渡邊恵理子, 小舘香椎子, “コミックの構造情報を用いたコミックコンテンツ管理に関する検討,” 電子情報通信学会総合大会, D-9-23, 情報・システム講演論文集 1, p.110, Mac.2010 .
- (9) 河村圭, 石井大祐, 渡辺裕, “線画の混在する画像におけるテキスト領域抽出の改善手法,” 電子情報通信学会総合大会, Mac.2010 .
- (10) あだち充著, タッチ, 週間少年サンデー, 小学館, 8 巻, 1981-1986, pp184 .
- (11) 冨樫義博著, HUNTER × HUNTER, 週刊少年ジャンプ, 集英社, 1 巻, 1998-, pp183 .
- (12) 安彦良和著, アレクサンドロス~世界帝国への夢~, NHK 出版, 1 巻, 2001, pp237 .
- (13) 浦沢直樹著, 20 世紀少年, ビッグコミックスピリッツ, 小学館, 1 巻, 1999-2006, pp209 .
- (14) 恵広史著, BLOODY MONDAY, 週刊少年マガジン, 講談社, 1 巻, 2007-2009, pp190 .
- (15) 岩明均著, ヒストリエ, 月刊アフタヌーン, 講談社, 1 巻, 2003-, pp210 .
- (16) 浦沢直樹著, MONSTER, ビッグコミックオリジナル, 小学館, 1 巻, 1994-2001, pp206 .
- (17) 岸本斉史著, NARUTO -ナルト-, 週刊少年ジャンプ, 集英社, 1 巻, 1999-, pp187 .
- (18) 矢沢あい著, NANA, Cookie, 集英社, 7 巻, 2000-, pp199 .

## 図一覧

1-1	本研究の最終目標	2
2-1	電子出版の方向性	5
2-2	電子書籍市場規模推移	6
3-1	フェレ径	10
3-2	最大弦長	10
3-3	絶対最大長・幅	11
4-1	基本の吹き出し	14
4-2	星型吹き出し	14
4-3	雲形吹き出し	15
4-4	角ばった吹き出し	16
4-5	手塚治虫	16
4-6	長谷川町子	17
4-7	元画像	
	(あだち充著, タッチ, 14巻, p6, 小学館) <sup>(10)</sup>	18
4-8	文字領域抽出結果	
	(あだち充著, タッチ, 14巻, p6, 小学館) <sup>(10)</sup>	18
4-9	膨張処理結果	
	(あだち充著, タッチ, 14巻, p6, 小学館) <sup>(10)</sup>	19
4-10	周囲認識結果	
	(あだち充著, タッチ, 14巻, p6, 小学館) <sup>(10)</sup>	19
4-11	塗りつぶし結果	
	(あだち充著, タッチ, 14巻, p6, 小学館) <sup>(10)</sup>	19
4-12	吹き出し抽出結果	
	(あだち充著, タッチ, 14巻, p6, 小学館) <sup>(10)</sup>	19
5-1	F値(タッチ)	23
5-2	F値(alex)	25
5-3	F値(hunter × hunter)	26
5-4	F値(平均値)	27
5-5	タッチ基本の吹き出し(あだち充著, タッチ, 8巻, p11, 小学館) <sup>(10)</sup>	28

5-6	タッチ大声の表現 (あだち充著, タッチ, 8 巻, p7, 小学館) <sup>(10)</sup> . . . . .	28
5-7	アレクサンドロス基本の吹き出し (安彦良和著, アレクサンドロス, 1 巻, p17, NHK 出版) <sup>(12)</sup> . . . . .	29
5-8	アレクサンドロス大声の表現 (安彦良和著, アレクサンドロス, 1 巻, p27, NHK 出版) <sup>(12)</sup>	29
5-9	アレクサンドロス吹き出し外 (安彦良和著, アレクサンドロス, 1 巻, p25, NHK 出版) <sup>(12)</sup>	30
5-10	hunter × hunter 基本の吹き出し・大声の表現 (富樫義博著, HUNTER × HUNTER, 1 巻, p181, 集英社) <sup>(11)</sup> . . . . .	31
5-11	hunter × hunter 長方形 (富樫義博著, HUNTER × HUNTER, 1 巻, p180, 集英社) <sup>(11)</sup>	32
5-12	hunter × hunter コマとの一体化 (富樫義博著, HUNTER × HUNTER, 1 巻, p169, 集英社) <sup>(11)</sup> . . . . .	32
5-13	20 世紀少年基本の吹き出し・大声の表現 (浦沢直樹著, 20 世紀少年, 1 巻, p20, 小 学館) <sup>(13)</sup> . . . . .	33
5-14	20 世紀少年二重線の吹き出し (浦沢直樹著, 20 世紀少年, 1 巻, p13, 小学館) <sup>(13)</sup> . . .	34
5-15	20 世紀少年コマに跨る吹き出し (浦沢直樹著, 20 世紀少年, 1 巻, p8, 小学館) <sup>(13)</sup> . .	34
5-16	BLOODY MONDAY 基本の吹き出し・大声の表現 (恵広史著, BLOODY MON- DAY, 2 巻, p18, 講談社) <sup>(14)</sup> . . . . .	35
5-17	BLOODY MONDAY 英語の吹き出し (恵広史著, BLOODY MONDAY, 2 巻, p23, 講談社) <sup>(14)</sup> . . . . .	35
5-18	ヒストリエ基本の吹き出し・大声の表現 (岩明均著, ヒストリエ, 1 巻, p15, 講談 社) <sup>(15)</sup> . . . . .	36
5-19	ヒストリエ長方形の吹き出し (岩明均著, ヒストリエ, 1 巻, p12, 講談社) <sup>(15)</sup> . . . . .	36
5-20	Monster 基本の吹き出し (浦沢直樹著, MONSTER, 1 巻, p6, 小学館) <sup>(16)</sup> . . . . .	37
5-21	Monster 大声の表現 (浦沢直樹著, MONSTER, 1 巻, p8, 小学館) <sup>(16)</sup> . . . . .	37
5-22	NARUTO 基本の吹き出し・大声の表現 (岸本斉史著, NARUTO, 1 巻, p11, 集英 社) <sup>(17)</sup> . . . . .	38
5-23	NARUTO 過去の吹き出し (岸本斉史著, NARUTO, 1 巻, p26, 集英社) <sup>(17)</sup> . . . . .	38
5-24	NANA 基本の吹き出し (矢沢あい著, NANA, 7 巻, p24, 集英社) <sup>(18)</sup> . . . . .	39
5-25	NANA 大声の表現 (矢沢あい著, NANA, 7 巻, p10, 集英社) <sup>(18)</sup> . . . . .	39



## 表一覽

4-1 予備調査 . . . . .	15
5-1 適合率・再現率・F 値 (touch) . . . . .	21
5-2 適合率・再現率・F 値 (alex) . . . . .	22
5-3 適合率・再現率・F 値 . . . . .	22
5-4 適合率・再現率・F 値 (平均) . . . . .	24
5-5 適合率・再現率 . . . . .	24

## 研究業績

	題 名	発表年月	発表掲載誌	連名者
国内 (1)	マンガ著者同定のための吹き出し検出と認識	2010年12月	修士論文公开发表	守屋 宏美