

物語テキストを基にした 漫画のコマの生成手法の提案

高嶋航大[†] 鬼沢武久[†]

本研究では、物語テキストから漫画を自動生成することを最終的な目標とし、その初期段階として、漫画の設計図にあたるコマ割の決定手法について提案する。生成するコマは登場人物を動作主体とした動詞を基本とする。また、コマの大きさについては文章の重要度を基本とし計算し決定する。

Generating method of scene frame of comic from narrative text

Kodai Takashima[†] and Takehisa Onisawa[†]

The procedures of scene frame construction in automatic comic generation from narrative text are studied in this paper.

1. はじめに

近年、日本では、物語の1つの形である漫画に対して注目度が高まっている。2007年5月には、麻生太郎現首相を初めとしたメンバーが、ポップカルチャーの文化活用の一環として海外で漫画文化の普及活動に貢献する漫画作家を顕彰するため、「国際漫画賞」の創設を行っている[1]。そういった背景もあり、計算機により漫画の自動生成、または漫画の執筆を支援する研究がいくつも行われている[2][3][4]。しかし、物語テキストから漫画を描く研究はあまり行われていない。計算機が物語の印象や著者の考えを変えないように漫画を描くことは決して容易なことではない。なぜなら、人が物語に対して着目する点、意図した印象を読者に与える漫画の描き方、読みやすい漫画の描き方が計算機に理解できていないためである。

ここで、人が漫画を描く際の工程は、大きく分けて4つある。「プロット」「ネーム」「下書き」「仕上げ」である。特に、この中で、物語から漫画を描く上で重要かつ大変な作業は、漫画の設計図にあたる「ネーム」である。「ネーム」の工程での作業は大きく分けて2つあり、コマ割というページ内におけるコマの配置の決定を行う作業と、コマの内部における構図の決定を行う作業である。

そこで本研究では、計算機による漫画自動生成の初期段階として、ユーザの入力する物語テキストを基にネームの作成、特にコマ割の決定を行えるシステムの研究を行う。この点を研究することにより、(1)漫画の自動生成において基盤となる部分ができるとともに、(2)人が物語を漫画化する際、ひいては人が物語を頭で想像する際、どのような点に注目し重要と考えているかがわかるようになる。

2. システム概要

図1に漫画のコマ割決定システムの流れを示す。ここで、漫画とは、物語の展開を主に絵によって表現したもので、画像同士に連続性があり、画像の大きさや形などを変えることにより、その画像の重要さなどを表しているものとする。

ユーザがシステムに物語テキストを入力すると、システムはユーザが入力した物語テキストを後の工程で処理しやすい形態にするため、“前処理プロセス”で形態素解析などを行い、“コマ生成プロセス”で動詞情報などを用いてコマの生成、“重要度計算プロセス”で生成されたコマに対して重要度付けを行い、“コマ配置プロセス”でそれらのコマを紙面に配置する。これにより決定された紙面の情報をシステムはユーザに提示する。なおこの際、ユーザは満足のいかないページに対して再構成の指示をシステムに出すことができる。

[†]筑波大学大学院システム情報工学研究科
Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

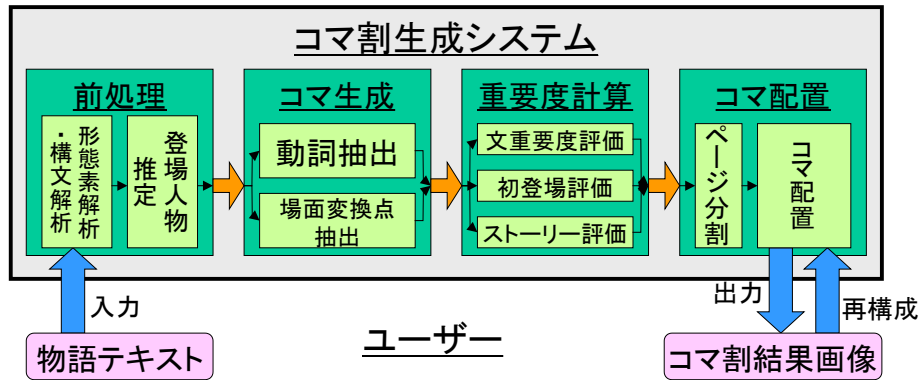


図 1 システム概要

本論文では特に、コマ生成のプロセスと重要度計算のプロセスについて説明する。

3. コマの生成

3.1 動詞を基にしたコマの生成

漫画を製作するために、それぞれのコマに対してどのような情報を持たせるかを決定する必要がある。その際、文章を区切る一つの目安として、木島らの挿絵生成[5]などで使用されている場面の区切りが考えられる。しかし、漫画は挿絵などと違い、主に台詞と絵でストーリーを伝えなければならないため、場面の中の一瞬のみを絵にするのでは物語の流れが伝わりにくい。

そこで、物語から登場人物が動作主体となっている動詞を抽出し、各々別々のコマに割り当てる。なお、動作主体が明示されていない動詞については直前に主語として用いられた単語が動作主体であるとする。なお、登場人物は名詞もしくは未知語とし、その単語に接続されている動詞（“言う”など）を基に推定する。

3.2 場面を基にしたコマの生成

本研究では物語中で場面が変化した際に風景コマを挿入する操作を行う。ここで、場面とは、作中の場所、または時間が変化していない点で区切られた文章群のことを言う。多くの漫画において場面の变化点、とくに場所が変化する点では、読者の理解をスムーズにするため登場人物などが描かれていない風景描写がはさまれる。そこで本研究では、文章をコマにする際、場面の切り替わりと考えられる箇所には、風景描写のコマを追加する。場面の变化点の推定には場所や時間の変化に関係した文字列の出現位置を用いる。

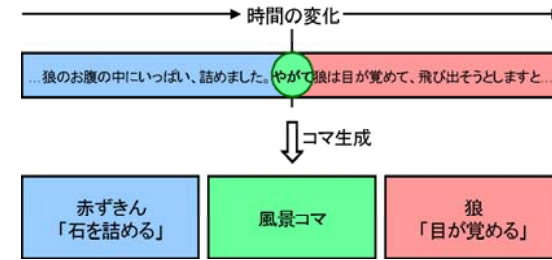


図 2 風景コマの挿入の例

図 2 に風景コマの挿入される例を示す。この例の場合、「…いっぱい、詰めました。」と「狼は目が覚めて…」の間に「やがて」という単語が含まれている。これにより、「…いっぱい、詰めました。」から「狼は目が覚めて…」の間に一定の時間が経ったものであると認識することができる。本研究では、コマを生成したとき、この「やがて」にあたる点に風景のコマを挿入することにより、時間の変化、および場面の变化を明示的にする。

4. 重要度の決定

重要度計算プロセスでは、それぞれのコマの大きさを決める要因である重要度を計算する。漫画において、コマの大きさを左右するものとして情報の優劣が考えられる。ここで優れた情報とは、著者がその物語を通して言いたい事柄、著者が読者に印象付けたい事柄などをさす。これらの情報を持つコマを的確に推定し、適切な大きさとしてコマ割を行うため、各コマに重要度付けを行う。本研究ではコマの重要度として、以下の3点について考慮する。

1. 物語テキスト全体としての重要度
2. メインストーリーとしての重要度
3. 登場人物の初登場としての重要度

物語テキスト全体としての重要度とは、そのコマで描かれる動作や人物がどれほど重要であるかをコマの大きさに反映させるための度合いであり、それぞれの単語がどれほど物語テキストの中で重要であるかを基準として決定される。メインストーリーとしての重要度とは、物語中において、描かれるコマに該当する文は重要な役割を果たしているかをコマの大きさに反映させるための度合いであり、物語全体に広く出現しており、物語中のいくつかの点においては意味を持って頻出している単語を基準として決定される。登場人物の初登場としての重要度とは、物語を展開する上で必要な登

場人物という存在を読者に印象付けるための度合いである。

物語テキスト全体としての重要度を $W_{Sentence}$ 、メインストーリーとしての重要度を W_{Main} 、登場人物の初登場としての重要度を W_{Appear} とすると、各コマ s の重要度 $W_{Scene}(s)$ を式(1)で定義する。

$$W_{Scene}(s) = W_{Sentence}(s) + W_{Main}(s) + W_{Appear}(s) \quad (1)$$

この中で特に、物語テキスト全体としての重要度 $W_{Sentence}$ は、メインストーリーとしての重要度 W_{Main} 、登場人物の初登場としての重要度 W_{Appear} の基準となる重要度であり、最も影響力の高い重要度となる。

4.1 物語テキスト全体としての重要度評価

本研究では砂山らの展望台システム[6]によって求められた評価をもとに文章の重要度を決定する。なお、本システムで評価する単語は動詞、名詞、形容詞、未知語である。なおこの際、「する」「よる」「ない」などの平仮名2文字の動詞は除く。これらの動詞はどのような物語にも普遍的に出現し、また、形態素解析の際の誤認識によって出現しやすい単語であるためである。

展望台システムでは、単語を以下の3つの観点から評価している。

- 基礎的な概念としての評価（周辺キーワード）
- 中心的主題としての評価（中心キーワード）
- 主題を特徴付ける単語としての評価（特徴キーワード）

文書中における単語 w の出現頻度を $frequency(w)$ とすると、単語 w に対する周辺キーワードとしての評価値 $key1(w)$ は式(2)によって定義される。

$$key1(w) = frequency(w) \quad (2)$$

評価値 $key1(w)$ の高い単語の上位の単語（単語種類数の4%で最大5個）の集まりを、中心キーワード集合とする。ここで、中心キーワード集合を S 、単語 w を含む文の数を $n(w)$ とすると、単語 w に対する中心キーワードとしての評価値 $key2(w)$ の値は式(3)によって定義される。

$$key2(w) = \prod_{s \in S} \frac{n(w \cap s)}{n(s)} \quad (3)$$

なおこのとき、評価値 $key2(w)$ の上位4%の単語に中心キーワードに含まれない単語が含まれた場合、新しい中心キーワードとして中心キーワード集合に追加し、再度

評価値 $key2(w)$ を計算する。新しいキーワードが上位4%の単語に含まれない場合、特徴キーワードとしての評価値の計算に移る。

中心キーワード集合を S 、単語 w を含む文の数を $n(w)$ とすると、単語 w に対する特徴キーワードとしての評価値 $key3(w)$ は式(4)によって定義される。

$$key3(w) = \prod_{s \in S} \frac{n(w \cap s)}{n(w)} \quad (4)$$

各文 d の周辺キーワードとしての評価値 $sentence1(d)$ 、中心キーワードとしての評価値 $sentence2(d)$ 、特徴キーワードとしての評価値 $sentence3(d)$ の値は式(5)~(7)によって定義される。

$$sentence1(d) = \sum_{w \in d} key1(w) \quad (5)$$

$$sentence2(d) = \sum_{w \in d} key2(w) \quad (6)$$

$$sentence3(d) = \sum_{w \in d} key3(w) \quad (7)$$

展望台システムでは、この後、それぞれの評価値に関してランキング付けを行ってそれらのランクをもとに重要文の決定を行うが、本研究では文章同士の重要度の差は大きな情報であるため、それぞれの重要度を正規化して加算することとする。

文書 D に含まれる各文 d から生成されたコマ s の重要度 $W_{Sentence}(s)$ は式(8)によって定義される。

$$W_{Sentence}(s) = \frac{sentence1(d)}{\max_{d \in D}(sentence1(d))} + \frac{sentence2(d)}{\max_{d \in D}(sentence2(d))} + \frac{sentence3(d)}{\max_{d \in D}(sentence3(d))} \quad (8)$$

メインストーリーとしての重要度 W_{Main} は、メインストーリーに該当するコマに対して物語テキスト全体としての重要度 $W_{Sentence}$ の平均値、そうでなければ0であるとして定義される。また、登場人物の初登場としての重要度 W_{Appear} は、いずれかの登場人物が漫画中に初めて現れたとき、そのコマに対して物語テキスト全体としての重要度 $W_{Sentence}$ の平均値、そうでなければ0であるとして定義される。

5. 検証実験

4章で述べた重要度を考慮したコマ割生成システムについての検証実験を行う。本実験では、著作権の消滅した作品などを扱っているインターネット電子図書館「青空文庫」[7]より取得し、漢字変換、発言者の明示化など物語の内容が変わらない程度に修正したものを物語テキストとして使用している。

5.1 実験1の概要

実験1では、被験者にコマ割生成システムを用いず漫画のコマ割を製作してもらい、一方で、システムにも被験者に提示したものと同一物語を入力し、コマ割を生成、被験者が製作したコマ割とシステムの出力を比較することで、システムの有用性とコマ生成の妥当性について検証を行う。

被験者は漫画執筆経験者を含む20代の男女5名である。まず、被験者は製作する物語を読む。本実験では、製作する物語としてグリム兄弟著「赤ずきんちゃん」を使用することとする。物語を読んだ被験者はMicrosoft Power Pointを用いてコマ割とコマに対する説明を記述した「コマ割説明書」を製作する。コマ割説明書には、それぞれのコマに対して、描くキャラクター、そのキャラクターの動作、台詞などの情報を記述してもらう。この際、コマ割説明書はコマ割より先に作っても、同時に作っても良いとする。なお、キャラクター、動作、予備情報については、1コマに複数書くことを許可する。コマ割を製作する際の条件は以下のように設定する。

- 物語テキストからなるべく外れない内容で製作する
- 製作ページ数は制限しない
- 内容の取捨選択は被験者の判断で自由に行う

実験1終了後、被験者にアンケートに回答してもらう。アンケート内容を表1に示す。被験者にはアンケートの各項目について、4段階の絶対評価で回答してもらう。

5.2 実験1の結果と考察

各被験者から得られたアンケート結果と各被験者の作業時間を表2、各被験者が作ったコマ割とシステムが製作したコマ割について比較した結果を表3に示す。なお、キャラクターの動作や風景描写を「コマ情報」とする。その中でも、被験者が製作した漫画に出現するコマ情報で、もとの物語テキストに現れないコマ情報を「創作情報」、もとの物語テキストに現れるコマ情報ではあるが、システムが除外したコマ情報を「システム除外情報」、製作したコマ情報全体における創作情報の割合を「創作情報率」、製作したコマ情報全体におけるシステム除外情報の割合を「システム除外情報率」、被験者の製作したコマ割のコマ情報がシステム出力にも出現する割合を「一致率」、システムが出力したコマ情報中で、被験者が製作したコマ割でも同様に出現するコマ情報の割合を「適合率」とする。

表1 実験1アンケート内容

アンケート内容	
問1 イラストなどの絵を普段描きますか？	1:頻繁に描く 2:たまに描く 3:あまり描かない 4:全く描かない
問2 漫画の執筆経験はありますか？	1:頻繁に描く 2:たまに描く 3:数度描いた 4:全く描いたことが無い
問3 漫画は普段どの程度読みますか？	1:頻繁に読む(毎日) 2:たまに読む(週1程度) 3:あまり読まない(月1程度) 4:全く読まない
問4 コマ割の製作はどれほど難しかったですか？	1:とても難しかった 2:少し難しかった 3:あまり難しくなかった 4:全く難しくなかった
問5 コマ割の製作はどれほど疲れましたか？	1:とても疲れた 2:少し疲れた 3:あまり疲れていない 4:全く疲れていない

表2 実験1アンケート結果

	被験者A	被験者B	被験者C	被験者D	被験者E	平均値
問1	3	3	2	1	1	
問2	4	4	3	4	1	
問3	2	2	2	1	1	
問4	1	1	2	2	3	1.8
問5	1	1	2	2	3	1.8
作業時間(分)	170	230	220	205	275	220

表2から、被験者はコマ割の製作に、最低170分、平均220分、要していることが分かる。システムでコマ割を製作したときの時間はおよそ8分であるため、時間的にシステムの優位性があることが分かる。一方で、コマ割の難しさと疲れについて、普段から漫画執筆を行う被験者Eを除く4人はコマ割は難しく、疲れたと回答している。この結果から、漫画執筆になれていない初心者に対しては負担を軽減するという意味で、本システムは有用であると考えられる。

次にコマ生成の妥当性について適合率の面から検証する。表3から適合率は平均65%、最大値80%、最小値53%という結果となっている。これは、平均的なユーザに

表 3 システム出力との比較 (実験 1)

	被験者 A	被験者 B	被験者 C	被験者 D	被験者 E	平均値
製作ページ数	12	20	21	13	21	17.40
製作コマ数	84	107	95	75	98	91.80
コマ情報数	128	116	122	83	121	114.00
創作情報数	25	7	31	0	20	16.60
システム除外情報数	7	17	12	7	13	11.20
創作情報率 (%)	19.53	6.03	25.41	0.00	16.53	13.50
システム除外情報率 (%)	5.47	14.66	9.84	8.43	10.74	9.83
一致率 (%)	75.00	79.31	64.75	91.57	72.73	76.67
適合率 (%)	70.91	80.00	59.09	64.55	52.73	65.45

システムによるコマ割案提示などの支援を行うことを考えたとき、システムの提示するコマの3~4割は冗長で、ユーザはそのコマを削除する必要があることを示している。しかし、コマの追加と削除を同じ労力であるとしたとき、新規でシステムの出力の6割程度にあたるコマを追加するのに比べ、システム出力の3~4割のコマを削除する方が、労力が少ないと考えられる。そのような面から、コマ生成については妥当であると考えられる。また一方で、5人の製作したコマ割のコマ情報とシステムのコマ割のコマ情報を比較したとき、システムが出力したコマを5人のうち1人でも共通なコマ情報を用いている割合は88%となる。全く使用されていない12%には以下のものが見られた。

1. 動きがない (寝ているなど)
2. 描くことが難しい (生きているなど)
3. 動きを否定している (持ちきれないなど)

5.3 実験 2 の概要

実験 2 ではシステムが出力したコマ割に絵を配置したものを被験者に読んでもらい、読みやすさなどの点から評価してもらう。それにより、コマ生成の妥当性と重要度付けの妥当性について検証する。

まず実験前に実験者がシステムの出力したコマ割に対して絵を配置、台詞をコマの中に描く。システムの出力に絵を配置した例を図 3 に示す。この際、配置する絵は、その折々で製作するわけではなく、いくつかの決められた絵の中から選択し配置する。被験者は実験者が絵を配置した漫画を読む。この際、コマに描かれている動作などが

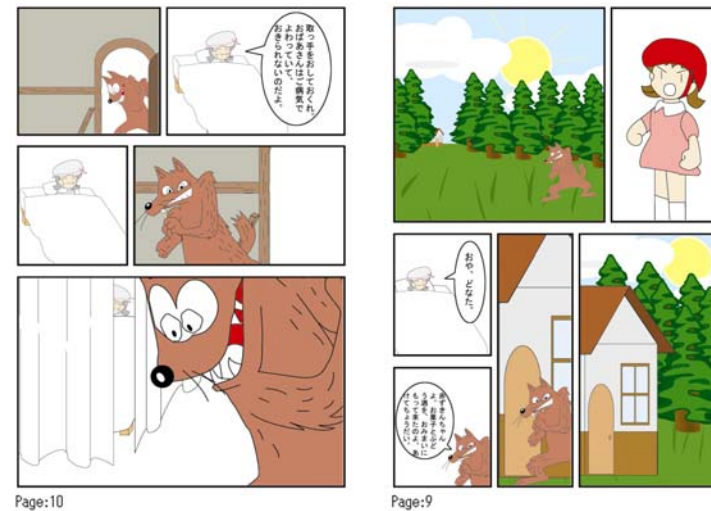


図 3 システムの出力に絵を配置した例

分かりにくいコマがあった場合、コマ説明書を確認しながら読むこととする。アンケート内容を表 5 各設問における母平均の95%信頼区間(実験 2)に示す。被験者にはアンケートの各項目について、4段階の絶対評価で回答してもらい、その際、具体的な理由などがあった場合、各項目の下部にある自由記述枠に理由を書いてもらう。

5.4 実験 2 の結果と考察

表 5 にアンケート結果から得られた各設問における母平均の95%信頼区間を示す。コマ生成、特に動詞抽出の妥当性について検証する。表 5 の問 5 より、システムが製作したコマは物語を表現する上でおよそ足りていることが分かり、物語を理解する上で必要な情報については取りこぼしが少ないという点で妥当であるといえる。

漫画の読みやすさに考慮した、風景コマの挿入の妥当性について検証する。表 5 の読みやすさの総合評価である問 1 において、読みやすいという有意な結果は出ていない。しかし、本研究で考慮した点である問 3 については有意な結果が出ており、コマ割決定時の評価関数と風景コマの挿入について妥当であるといえる。本システムで読みやすいという結果が出ていない理由として、台詞の詰めすぎが考えられる。図 4 にシステムが実際に出力したコマ割の例を示す。なお、中の絵はシステムの指示に従って実験者が挿入したものである。本研究で製作したシステムでは、台詞の量によるコ

表 4 実験 2 アンケート内容

問 1	漫画は読みやすかったですか？読みにくかったですか？
	1:読みやすかった 2:やや読みやすかった 3:やや読みにくかった 4:読みにくかった
問 2	コマの読む順番に戸惑うことはありましたか？
	1:頻繁に戸惑った 2:たまに戸惑った 3:あまり戸惑わなかった 4:全く戸惑わなかった
問 3	場所の移動など場面の变化に戸惑うことはありましたか？
	1:頻繁に戸惑った 2:たまに戸惑った 3:あまり戸惑わなかった 4:全く戸惑わなかった
問 4	漫画を読んで物語をどれほど理解できましたか？
	1:とても理解できた 2:やや理解できた 3:あまり理解できなかった 4:全く理解できなかった
問 5	コマは物語を表現する上で十分足りていると思いますか？
	1:十分足りている 2:おおよそ足りている 3:あまり足りていない 4:全く足りていない
問 6	コマは物語を漫画で表現する上で冗長であると感じた部分がありましたか？
	1:とても冗長だった 2:やや冗長だった 3:あまり冗長ではなかった 4:全く冗長ではなかった
問 7	描かれているコマの大きさは妥当であると思いますか？
	1:全て妥当である 2:おおよそ妥当である 3:あまり妥当ではない 4:全く妥当ではない
問 8	主人公が始めて現れた場面は印象に残っていますか？
	1:とても印象に残っている 2:やや印象に残っている 3:あまり印象に残っていない 4:全く印象に残っていない
問 9	物語の要所所ではコマが大きくなっていると感じましたか？
	1:とても思う 2:やや思う 3:あまり思わない 4:全く思わない

表 5 各設問における母平均の 95%信頼区間 (実験 2)

	問 1	問 2	問 3	問 4	問 5	問 6	問 7	問 8	問 9
上限	2.89	4.05	3.51	2.10	2.18	2.51	2.33	2.46	2.34
下限	1.71	3.35	2.69	1.50	1.22	1.69	1.87	1.14	1.66

マの分割を行わなかったため、図 4 に示すように、読みにくい漫画が製作されている。自由記述などにも、台詞を分割した方が良いという意見が出ており、これにより、読みやすさの評価が下がったものと考えられる。

重要度付けの妥当性について検証する。表 5 より、コマの大きさの妥当性の総合評価である問 7 について、おおよそ妥当であるという有意な値が得られている。本研究で特に考慮した、初登場評価についての問 8、文章重要度・主要文評価についての問 9 においても、初登場は印象的であり要所所所ではコマは大きくなっているという有意な結果が得られている。よって、本研究で提案した重要度付けは妥当であると考えられる。



Page:6

図 4 台詞を詰めすぎた例

6. おわりに

本論文では入力された物語テキストをもとにコマ割を決定し出力する枠組みとして、(1) コマの生成は登場人物が動作主体である動詞を基本に作ること、(2) 場面の变化点では風景コマを入れること、(3) 物語の重要度には文章重要度を基本として計算することの3点について提案し、その提案をもとにシステムを製作した。

システムの妥当性と有用性を検証するため、比較実験および被験者実験を行った。実験結果から次のことが確認された。(1) 時間・難しさの点からシステムは有用である、(2) 動詞抽出はやや冗長であるが必要な情報は網羅しており妥当である、(3) コマの大きさを左右する重要度付けは妥当である。

しかし、実験1において、システムが出力したコマのうち、被験者が製作したコマと一致しなかったコマが12%あり、また、実験2において、表5問6の結果は有意な値は出ていないものの、冗長であると答えた人は8人と過半数を占めていることから、生成したコマの削除、および統廃合が必要あることを示している。今後の課題としては、(1) ユーザに適応するコマ削除のアルゴリズムの確立、(2) 台詞の量によるコマの分割、(3) コマの統廃合、が挙げられる。

参考文献

- 1) 外務省:国際漫画賞, <http://www.mofa.go.jp/Mofaj/gaiko/culture/manga/index.html>
- 2) 小林由佳, 石若裕子:漫画設計支援システム POM(ソフトウェア紹介,<特集>最新コンパイラ技術と COINS による実践), コンピュータソフトウェア, Vol.25, No.1(20080125), pp. 82-88 (2008).
- 3) 牧田知大, 田野俊一, 市野順子, 橋山智訓:抽象化と実体化の双方向インタラクションを可能にする漫画製作支援システム, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2008, pp.1189-1194 (2008).
- 4) Shamir, A. Rubinstein, M. Levinboim, T.: Generating Comics from 3D Interactive Computer Graphics, Computer Graphics and Applications, IEEE, Volume 26 Issue: 3, pp. 53- 61 (2006).
- 5) 木島紗弥子, 曳野京子, 平川正人:物語からの絵の自動生成,言語・音声理解と対話処理研究会,Vol.49, pp.51-56 (2007).
- 6) 砂山渡, 谷内田正彦:文章の特徴を表すキーワードを発見して重要文を抽出する展望台システム, 電子情報通信学会論文誌. D-I, 情報・システム, I-情報処理, Vol.J84-D-1, No.2(20010201), pp.146-154 (2001).
- 7) 青空文庫:<http://www.aozora.gr.jp/>