

マイクロタスクによるイラスト生成手法における 初期画像が与える影響の検討

平田 章^{1,a)} 佐々木 孝輔^{1,b)} 井上 智雄^{2,c)}

概要: イラストは、読者を引きつけると同時に文書等の可読性を高めることができるが、だれでも作成できるものではないため、需要が大きいコンテンツの一つである。本研究では、クライアントの要望に則したイラストを複数人で作成することを目的とし、マイクロタスク化したイラスト作成タスクをクラウドソーシングにより実行するイラスト生成手法に着目した。この手法で原図を描画領域に重ねて表示せず、表示する位置を変えた実験から、初期の段階で描画された線画が後の工程に影響を与えることがわかった。そこで、最初の描画を意図的に調整した線画を3水準用意し、その後の工程と生成される線画を比較する実験を行った。その結果、最初の描画の頭身をデフォルメすることで、その後の描画をある程度操作し、生成される線画にバリエーションを持たせることができた。

キーワード: クラウドソーシング, マイクロタスク, イラスト生成

Effect of Initial Image of the Method of Generating a Drawing by Microtasks

Abstract: Illustration is a key factor to attract readers of a document. However not everybody can make it in good quality. Thus illustration has high demand. Although conventionally clients request professional creators to draw illustrations and pay good rewards, there exists huge needs for less expensive illustrations. We propose a new method of generating such illustrations by crowd-sourced microtasks. In this method, a drawing is generated by general crowd workers from one photograph. From experiment, we found to be able to create various line drawings by adjusting body's proportion of first illustrations.

Keywords: Crowdsourcing, Microtask, Drawing generation

1. はじめに

雑誌や書籍、広報誌など様々なメディアで利用され、読者を惹きつけるものひとつにイラストがある。これまではイラストを入手する場合、クライアントがプロのイラストレーターやクリエイターなどに制作を依頼し、その専門性に依じた比較的高価な報酬を支払う場合が一般的であった。

また文書などに、適切に図や線などを利用することで可読性が高まることが一般に知られており [1], イラストの需要は大きいと言える [2]。しかしそれらの需要すべてがイラストレーターの作成する高価なイラストを必要としているわけではない。例えば個人商店、零細企業のチラシ、地域コミュニティやNPOの広報紙などにおいては、Webサイトで無料配布されているイラストを使用することも多い [3], [4], [5]。昨今このような無料素材のイラストサイトが広まる一方で、それらのサイトで入手できる既存イラストは種類に限りがあり、構図などの面で、クライアントが本当に欲しいイラストが必ずしも得られるとは限らない。すなわち、イラストレーターとの契約で入手できる高価なイラストでもなく、種類に限りのある無料イラストでもない、クライアントの要求を満たしつつ価格を抑えたイラスト

¹ 筑波大学大学院図書館情報メディア研究科
Graduate School of Library, Information and Media Studies,
University of Tsukuba

² 筑波大学図書館情報メディア系
Faculty of Library, Information and Media Science, Univer-
sity of Tsukuba

a) hirata@slis.tsukuba.ac.jp

b) kasaki@slis.tsukuba.ac.jp

c) inoue@slis.tsukuba.ac.jp

トを入手する方法が現状では無い。

Sasaki らはイラストレータが1人で作成せず、かつクライアントの要求を満たすイラストを作成する方法を提示するため、1人ではなく複数人が共同で少しずつ関わり、イラストを生成する手法を提案し、実現可能性をイラストの作成実験により示している [6]。さらに、イラストの性質を調査する実験から、複数人のイラスト作成において、初期段階の描画が後に完成する線画に影響を与えている可能性が窺えた [7]。

そこで複数人でのイラスト生成において、初期段階に描画される画像がその後に与える影響を調査する実験を実施した。初期段階の線画イラストを実験者が3パターン用意して、線画イラスト生成の違いを調査する。その際、原図をデフォルメすることによって初期画像の多様化を行い、定量的に比較を行うために特に生物の頭身に注目して線画を調整し、用意した。実験では、デフォルメした線画を3水準用意し、線画生成の初期画像として実験参加者に提示し描画を行った。この実験の結果から、初期画像が線画生成に与える影響、生成される線画にバリエーションを持たせられるということがわかった。

2. 関連研究

2.1 クラウドソーシングを利用した複雑なタスクの実行

マイクロタスク型クラウドソーシングでは一般に、画像のラベリングやデザインのフィードバックなどといった、単純で独立したタスクを行う場合が多い。Kittur らは、複雑で相互依存性のあるマイクロタスクを実行できるよう、分散コンピューティング技術の概念に基づき、タスクをサブタスクに分類したフレームワークを示した [8]。このサブタスクの概念を利用したクラウドソーシングとして、Ambati らは3段階の翻訳ワークフローを提案した。1段階目では、単語もしくは句の翻訳を行い、2段階目では1段階目の結果から、翻訳する文の言語が非母語であるバイリンガルが翻訳を行う。そして3段階目で、2段階目までの結果を見ながら、翻訳する文の言語が母語であるワーカが翻訳を行う。この3段階に分けた翻訳手法は、既存の手法よりコストを削減できたことを明らかにしている [9]。また、Bernstein らは SoyLent と呼ばれる文章作成アプリケーションを提案している。SoyLent では、文章を要求に応じてより短くしたり、校正したりすることができる。ユーザが入力し選択したテキストは、Mturk のワーカに表示される。Mturk のワーカははじめに、表示されたテキストの間違いを見つける。その後、見つかった間違いを含むテキストに対し、修正もしくは書き直しを行う。修正や書き直しの案は Mturk のワーカによって何例か提示され、さらに別のワーカが、修正案の中で最も適切なものを選び、修正内容として適用する。Mturk のワーカによって修正が適用され、変更された文章は、逐次ユーザの画面に表示され

る [10]。これらの研究は、マイクロタスク型クラウドソーシングが、独立した簡単なタスクのみならず、規模が大きく相互依存性のあるタスクでも実行可能であることを示している。

2.2 クラウドソーシングにおける協同創作タスク

クラウドソーシングを用いて、複数のワーカが共同で実行する創作タスクについての報告が挙げられている。Yu らは、ワーカがデザイン案をスケッチし、スケッチ案どうしを組み合わせてという方法で新しいデザインを作成する手法を提案した。最初に1段階目として、提案システムのワーカがデザイン案のスケッチを行い、作成されたスケッチを Mturk のワーカが評価する。次に2段階目として提案システムのワーカは、評価された1段階目のデザイン案を組み合わせて、新しいデザイン案のスケッチを行う。2段階目のデザイン案も Mturk のワーカによって評価され、同様に3段階目もスケッチを行う。1段階目と3段階目のデザイン案を比較した結果、創造性とオリジナル性の面で、提案手法は有効であることが確かめられた [11]。また、Kawashima らはアメリカ合衆国の100ドル紙幣を1万人のクラウドワーカによって再描画するタスクを実行した。この再描画タスクでは、100ドル紙幣を1万のエリアに分割し、Mturk で募集したワーカが、割り当てられたエリアを専用のオンラインツールを用いて描画する。1万人のワーカにはそれぞれ1セントが報酬として与えられた。またワーカには、この描画タスクが100ドル紙幣を再描画するというタスクの一部であることを伝えなかったが、結果として100ドル紙幣の再描画は完成した [12], [13], [14]。これらの研究は、クラウドソーシングで複数人が共同して創作タスクを実行できることを示している。

2.3 デフォルメ

デフォルメとはイラスト作成手法のひとつであり、「対象の頭身を下げる」「描画の過程である外輪をおさえる」「特徴を、誇張、省略することなどを指す [15]。田中らはアニメーション作品におけるキャラクター達は、コンテンツの種類やコンセプトにより形状のデフォルメ具合が様々であり、キャラクターの身体バランスを考えることはコンテンツの特徴を左右する重要な要素であると述べている [16]。

一般的なイラストの参考書によれば、人間や動物などの線画の描画手順は、下描きとして全体のアタリをとったのち、各部位の輪郭線、細部と描かれる [17], [18], [19]。さらに本手法を用いた、クラウドソーシングにおける複数人での線画イラスト描画の場合でも、同様に対象物の輪郭線から描画が行われることが多かった [7]。また、Rianti らはキャラクターのシルエット特徴を用いたデザインの支援手法を提案し、キャラクター形状を様々なパターンで生み出すのに、シルエット（キャラクターの輪郭線のみで描かれ、1

つの色で塗り潰された描画手法)が適していると述べている [20]. つまり, 輪郭線はイラストの作成過程における初期段階であり, なおかつデフォルメの際の重要な要素となる. 輪郭線までを描画した初期画像を複数のパターン用意することで, その後の描画により影響を与えることが考えられる.

3. マイクロタスク型クラウドソーシングによる線画イラスト生成

Sasaki らはマイクロタスク型のクラウドソーシングを用いた, 線画イラストの生成手法を提案している. この手法では1枚の写真(原図)から, イラストに不可欠な線画を作成することができる. 通常, 線画を作成する際は物体の輪郭など, その画像を特徴づける線を描く. 線を描くという行為自体は誰にでも行うことができ, また手本となる画像があれば何かしらの物体の線画を描く行為も難しいものではない. そこで, この誰にでもできる線を描くという行為をマイクロタスクとして多数のワーカーに提示することで, クラウドソーシングによって写真から線画を生成することができる. 本手法の概念図を図1に示す. このマイクロタスクでは, ワーカー一人一人が描いた線画を重ね合わせていくことで, 最終的に1枚の線画の完成を目指す. 各ワーカーには原図と線を描く描画領域が重ねて提示される. そして1番目のワーカーから順に原図の輪郭線を模写するように線を描いていく. 2番目以降のワーカーには, それまでのワーカーが描いてきたすべての線が原図に重ねられ, その様子を見ながら線画として不足している線を描き加えていく. この線を描き加える作業がマイクロタスクとしてワーカーに提示され, このタスクを多数のワーカーが実行することで, 最終的に全ての描画線を重ねて結合した画像が, 原図の線画として完成する. 本手法の実現可能性は線画イラスト作成実験で示されている [6].

さらに, イラストを作成するために, 原図の上からなぞるように描くインターフェースの他, 原図を描画領域に重ねずに横に表示する図3のようなインターフェースが考えられている. 線画イラスト生成実験を元に, 提案手法によって生成されるイラストの詳細な性質を知るために, 図3のような, 原図を描画領域に重ねない場合について, 生成される線画イラストの性質の差異を検討する実験を実施した. この実験の結果から, 原図を描画領域に重ねない場合でも重ねてなぞる描画の場合と同程度の質で線画イラストの生成が行えることが分かった. また, 複数人での線画生成の初期段階で描画された輪郭線が, 後の線画イラストの描画に影響を与えていることがわかった. すなわち, 初期段階の線画画像を調整することにより, 必ずしも原図を模写したような線画だけではなく, 原図に少し似た, 完全に忠実ではない作風の線画を生成できる可能性があるとし唆された [7].

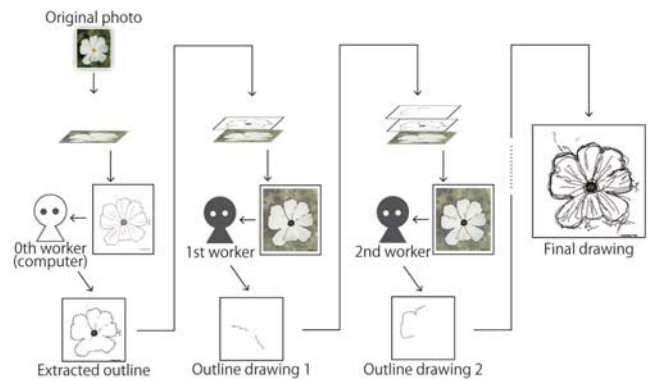


図1 利用手法



図2 ワーカーに提示される画面



図3 実験参加者に提示される画面

そこで本稿では, 具体的に初期段階の線画画像が与える影響について実験を用いて調査する.

4. 初期画像の影響確認実験

4.1 目的

複数人でのイラスト生成における初期画像が後の工程に与える影響を検討するため、初期画像を複数パターン用意する実験を実施した。初期画像を多様化する手法として、より細部まで描き込む、描画線のタッチを変えるなど様々なイラスト手法が考えられるが、違いが客観的に分かりやすいデフォルメというイラスト手法に着目して、初期画像を3パターン用意した。

4.2 初期画像

実験に使用した原図画像と初期画像を図4に示す。それぞれの原図について、特に強くデフォルメされる描画手法であるSD（スーパー・デフォルメ）と呼ばれる2頭身での描画手法[21]と、原図に忠実な頭身を基準にして初期画像を調整した。モデルとなる原図画像は、頭身を調整する特性上、生物かつ元々の頭身が様々になるように猫、キリン、男性、パンダ、ペンギンの5枚の写真を選定した。初期画像はおおよそ以下の基準にあわせて、イラストとして違和感のないように3水準用意した。それぞれの初期画像は、2.3節で述べたように、イラストの作成過程における初期段階であり、デフォルメの際重要な要素となる対象物の輪郭線までを描画してある[17], [20]。本稿では以下のH, M, Lの3水準を「デフォルメ度」と定義する。

- H (High) : 2頭身までデフォルメ
- M (Middle) : HとLの中間の頭身
- L (Low) : 元の写真に忠実な頭身、デフォルメ無し

デフォルメ度が高いほど頭身が低く、よりデフォルメされた画像となる。また、図4の各初期画像について、右上におおよそその頭身数を示す。

4.3 参加者と実験環境

実験には本学の学生、職員25名（男性19名、女性6名、実験参加者の重複なし、年齢の平均値は22.6歳、標準偏差は4.4歳。）がワーカとして参加した。参加者への報酬はなく、入力インタフェースとしてWacom社製ペンタブレット（CTE-650）を、ページ表示用PCとしてVAIO Pro 11（画面解像度1920×1080pixel, 11.5inch）を使用した。原図と初期画像は縦横600pixelのサイズで表示し、実験者が描画する大きさと画面に表示される描画の大きさはおおよそ等しい。また実験は図5に示すように全員椅子に着席し、PCおよびペンタブレットを机に設置した状態で実施した。

4.4 手続き

実験開始前には、システムの説明が記載されたWebペー

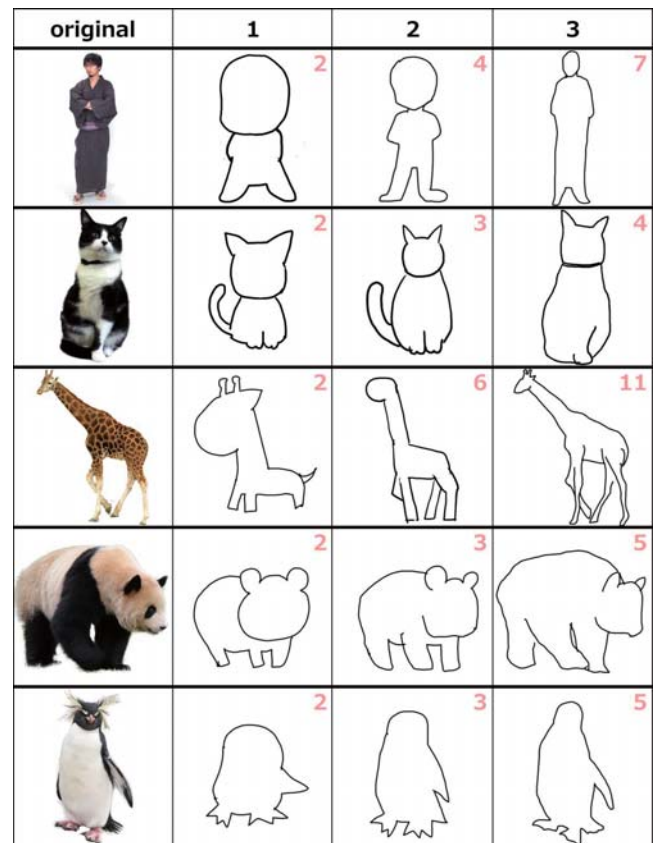


図4 原図と初期画像

H: デフォルメ度 High, M: デフォルメ度 Middle, L: デフォルメ度 Low

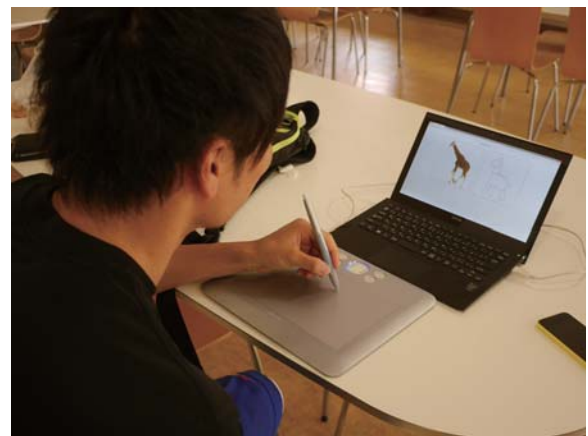


図5 実験の様子

ジ（図6を参照）を提示しながら、次の内容を参加者に対して説明した。

- これから提示される5枚の生物写真を元にして、描画領域に描かれている線画イラストの続きの描画を5回行ってもらうこと。
- 描画には各画像について7秒の制限時間があること。ただし描画は写真の一部のみでよく、急ぐ必要はないこと。
- 線を描く前に提示された線画が既に完成されているも

のだと判断した場合、なにも描画する必要がないこと。また説明時に、参加者はシステムを用いて線を描く練習を同ページにて行った後、実際のタスクに移行した。描画タスクでは左側に原図画像、右側の描画領域に初期画像とそれまでのワーカが描画した画像が重ねて提示される(図3)。

実験参加者(ワーカ)はランダムな順で提示される5種類の生物写真について、それぞれランダムなデフォルメ度で描画を行う。例えばワーカ1人は、男性のデフォルメ度H、パンダのデフォルメ度L、猫のデフォルメ度M、キリンのデフォルメ度M、ペンギンのデフォルメ度Hの描画をこの順で行う。



図6 システムの説明, 練習ページ

5. 結果

各原図の各デフォルメ度について、それぞれ8人のワーカがタスクを行った。デフォルメ度H, M, L, 各水準の描画の結果を図7, 図8, 図9に示す。全員がタスクを行い最終的に生成された画像が図7, 各ワーカが描画したそれぞれの線画が図8, 各時点までの線画を重ねて合成した生成過程の画像が図9である。図8, 図9は、各列が別々の原図のデフォルメ度H, M, Lの描画の様子である。上端の画像が実験者の用意した初期画像, それ以降下向きに1番目のワーカから順に描画された線画が並んでいる。線画ではなく completion と表示された部分のワーカは、その時点で線画が完成していると判断し、描画を行わなかった。

6. 考察

6.1 線画イラストの輪郭線

初期画像で提示された輪郭線に対して、キリンのデフォルメ度Mにおいて4番目と7番目のワーカが描画した線画(図9(D), (F))は原図に忠実に「口を細長く」修正しようとした様に見て取れる。また図9(A), 図9(E), 図9(I), 図9(J)において新たな輪郭線を描こうとしている動きが見られる。だがそれ以外のワーカが描画した線画では、初期画像で描画された輪郭線について大きく修正し

ようとする動きは見られていない。参加者8人, 5種類の原図, 3水準のデフォルメ度で、合計120回の描画行われているが、そのうち完成判断を除いた108回の描画は初期画像の輪郭線にあわせて描画を行っている。特に各原図において、デフォルメ度高の初期画像は、輪郭線が元の写真からかけ離れた頭身で描画されているにも関わらず、ワーカは初期画像にあわせて線画の続きを書き込んでいる。また、図7つまり8人がタスクを行った時点での画像を見ても、最終的なイラストの頭身は、ほぼ初期画像のままである。つまり、初期画像の輪郭線はその後の線画の輪郭線をほぼ決定づけていると言える。

6.2 ワーカの描き込み

各ワーカが描き込んだ線画について、生物の各種パーツの部分と比較する。図9において各原図のデフォルメ度Hとデフォルメ度Lを比較した際、ワーカに描画された生物の「目」に大きな差異が見られる。いずれの原図、デフォルメ度においても目は早い段階で描画されているが、どの生物もデフォルメ度Hの目が大きく、デフォルメ度Lの目が小さく描画される傾向にある。この傾向は特に猫やパンダの画像において顕著に見られたが、どの生物の原図においてもデフォルメ度H, M, Lの順に目が大きく描画されている様子が見て取れる。また、キリンのデフォルメ度Hの4番目のワーカ(図9(C)), パンダのデフォルメ度Hの1番目のワーカ(図9(H))が、原図とかけ離れた、抽象的な大きな口を描画している。さらに、キリンのデフォルメ度Hの1番目のワーカ(図9(B))は原図とかけ離れたデフォルメされた足を描き加えている。この脚の作風は、初期画像の脚と全く同じサイズ、作風で描かれている。つまり、初期画像がデフォルメされて、原図と頭身がかけ離れていた場合、ワーカは原図に忠実なサイズではなく、初期画像にあわせた大きさ、作風で生物のパーツを描くことがわかる。

反対に、キリンのデフォルメ度Lを見ると7番目のワーカがデフォルメ度H, Mでは描画されていない背中のみが描画されている(図9(G))。ペンギンの足の爪、羽のタグや、キリンの蹄、胴体の模様についても、デフォルメ度M, LはHと比較して細かく描き込まれている(図9(K), (L)列)。つまり、より原図に忠実な初期画像であれば以降のワーカも原図に忠実に細かく描画する可能性が高い。

原図から離れたデフォルメされた初期画像であれば以降のワーカも特徴を誇張するなどデフォルメされた線画を描画し、原図と同様の頭身でデフォルメせず忠実に描かれた初期画像であれば以降のワーカも原図に忠実に細かく描画することがわかった。これらの結果から、本手法において初期画像を調整することにより、完成する線画イラストに複数のバリエーションを持たせられることが示唆される。

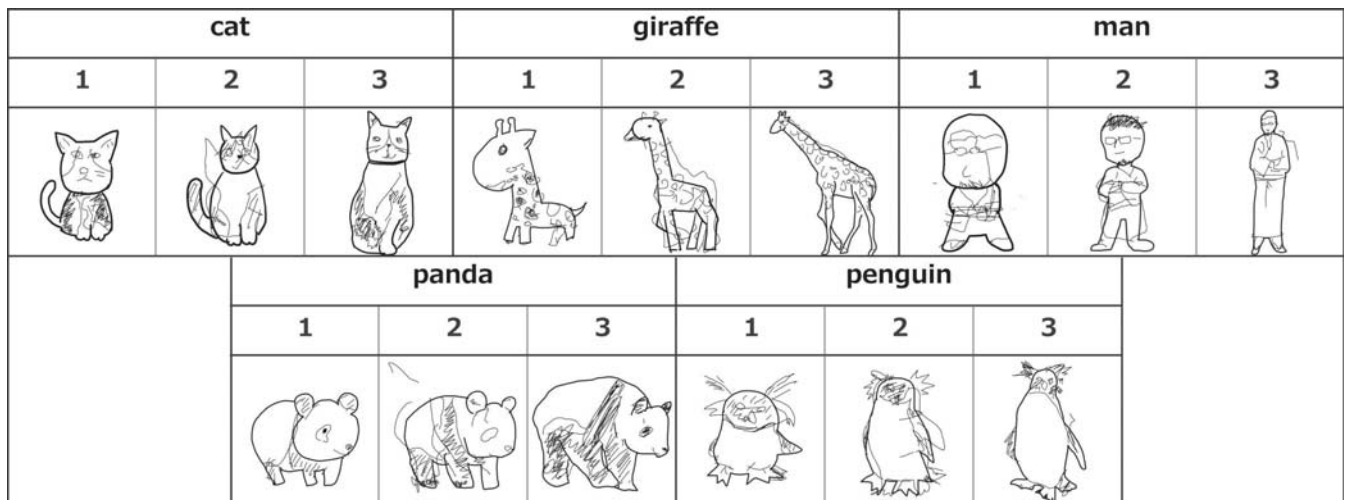


図 7 完成線画

H : デフォルメ度 High, M : デフォルメ度 Middle, L : デフォルメ度 Low

6.3 検討課題

図9の男性のデフォルメ度H, ペンギンのデフォルメ度Hなどは完成品がイラストとしてかなりわかりづらいものになっている。原図に重なった描画領域に原図をなぞりながら線画を描画する場合と違い、横の原図を見ながら描画する場合はワーカ個人の描画能力の差が出やすいと思われる。特に初期画像のデフォルメ度を調整し、頭身を下げた線画の場合、原図をお手本として忠実に模写できないので、イラストの質が下がらないよう検討が必要である。

7. まとめ

本研究では、マイクロタスク型クラウドソーシングによって、イラストを生成する手法をもとに、複数人による線画イラスト生成において、初期段階の線画画像の頭身のデフォルメ具合を意図的に調整することで、後の生成工程にどのような影響があるかを検討した。その結果、原図に対してデフォルメされた初期画像であれば提示されたワーカもデフォルメされた線画を描画し、より原図に忠実な初期画像であれば原図に忠実に細かく描画することがわかった。この結果より、本手法において初期画像を調整することにより、様々なバリエーションのイラストを得られることが示唆された。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金 26330218 の支援により行われた。

参考文献

[1] Diana Patterson: Technical writing: lines & spots, *SIG-DOC Asterisk J. Comput. Doc.*, Vol.2, No.10, pp.8-10 (1976) .
 [2] 株式会社クラウドワークス：相場や需要を押えよう！イラスト業のモノクロとカラーの挿絵の料金，入手先

(<http://crowdworks.jp/public/jobs/category/27/articles/8754>).
 [3] 無料イラストなら「イラストAC」, 入手先 (<http://www.ac-illust.com/>).
 [4] イラスト無料素材 イラストボックス, 入手先 (<http://www.illust-box.jp/>).
 [5] 小学校の広報で使える, 無料のイラストを教えてください。入学おめでとう... - Yahoo!知恵袋, 入手先 (http://detail.chiebukuro.yahoo.co.jp/qa/question_detail/q11107922591).
 [6] Kosuke Sasaki, Akira Hirata, Tomoo Inoue: Method of Generating a Drawing by Crowdsourced Microtasks. *CSCW'15 Companion Proceedings of the 18th ACM Conference Companion on Computer Supported Cooperative Work & Social Computing*, pp.61-64 (2015) .
 [7] 佐々木 孝輔, 平田 章, 井上 智雄: マイクロタスク型クラウドソーシングにより作成されるイラストの特徴の検討, 情報処理学会研究報告, Vol.2015-DCC-10, No.2, pp.1-8.
 [8] Aniket Kittur, Boris Smus, Susheel Khamkar, Robert E. Kraut: CrowdForge: crowdsourcing complex work, In *Proceedings of the 24th annual ACM symposium on User interface software and technology*, pp.43-52 (2011).
 [9] Vamshi Ambati, Stephan Vogel, Jaime Carbonell: Collaborative workflow for crowdsourcing translation, In *Proceedings of the ACM 2012 conference on Computer Supported Cooperative Work*, pp.1191-1194 (2012).
 [10] Michael S. Bernstein, Greg Little, Robert C. Miller, Bjorn Hartmann, Mark S. Ackerman, David R. Karger, David Crowell, Katrina Panovich: SoyLent: a word processor with a crowd inside, In *Proceedings of the 23rd annual ACM symposium on User interface software and technology*, pp.313-322 (2010).
 [11] Lixiu Yu, Jeffrey V. Nickerson: An internet-scale idea generation system, *ACM Trans. Interact. Intell. Syst.* Vol.3, No.1, pp.2:1-2:24 (2013).
 [12] Takashi Kawashima, Aaron Koblin: Ten Thousand Cents, In *ACM SIGGRAPH ASIA 2008 artgallery: emerging technologies*, pp.18-18 (2008).
 [13] Ten Thousand Cents, 入手先 (<http://www.tenthousandcents.com/>).
 [14] Anhai Doan, Raghu Ramakrishnan, Alon Y. Halevy: Crowdsourcing systems on the World-Wide Web, *Commun. ACM*, Vol.54, No.4, pp.86-96 (2011).

cat			giraffe			man			panda			penguin		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	<													

cat			giraffe			man			panda			penguin		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
			didn't draw											
					didn't draw				didn't draw					
	didn't draw													
					didn't draw				didn't draw					

図 9 各時点までの線画を重ねて合成した線画
 H : デフォルメ度 High, M : デフォルメ度 Middle, L : デフォルメ度 Low