

平成 30 年 6 月 1 日現在

機関番号：12612

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12045

研究課題名(和文) 言語芸術と視覚芸術における美の認知計算モデルの提案

研究課題名(英文) Computational models of aesthetic appreciation for literary and visual arts

研究代表者

内海 彰 (Utsumi, Akira)

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・教授

研究者番号：30251664

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では視覚芸術として絵画，言語芸術として比喩を対象として，審美判断の認知計算モデルの開発やその実現可能性を検討した。視覚芸術に関しては，絵画に対する大規模な印象評価データを収集するとともに，いくつかの印象評価項目は画像のベクトル表現から予想可能であることを示した，言語芸術に関しては，ベクトル空間モデルを用いた比喩生成手法を提案し，実際に小説に出現する表現よりも斬新な比喩を生成できることを示した。

研究成果の概要(英文)：In this project, we attempted to develop computational models for aesthetic appreciation and judgment for Western paintings as visual arts and metaphors as literary arts. For visual arts, we collected a large dataset of human aesthetic judgments and found that some factors for aesthetic judgment can be predicted by vector representations of painting images. For literary arts, we proposed a computational method for generating metaphors using a vector space model and demonstrated that the proposed method can generate more fresh (or innovative) metaphors than the original ones used in literary works.

研究分野：認知科学

キーワード：審美的判断 ベクトル空間モデル 視覚芸術 言語芸術

1. 研究開始当初の背景

「美」に関する研究は古くから美学という学問分野で行われているが、そこでの研究は哲学的考察や個々の美的対象の記述的な事例分析が主流である。このような主観的・記述的研究に対して、20 世紀後半の認知革命の影響を受けて、経験美学と呼ばれる、心理学的な実験手法に基づいた客観的な仮説検証型の、美や美的判断の研究(e.g., Faerber et al., 2010)が多く行われるようになった。近年では、より具体的な認知モデルに基づく研究 例えば、芸術作品の美的鑑賞・判断の心理モデル(Leder et al., 2004) も出現している。さらに、美的対象(芸術作品)を創出する製作者の認知過程を探求する試みや脳機能画像による美的判断に関わる脳部位の研究など、多方面から研究されるようになった。しかし、これらの心理学的・認知科学的研究においては、美的対象の美しさ(美の程度)を客観的に定量化する計算モデルの提案には至っていない。

一方で、本研究代表者は文学などの言語芸術の一技法である比喩などの修辞表現の理解・鑑賞過程の計算論的・心理学的研究に従事してきた(Utsumi, 2005; 内海・金井, 2007)。特に比喩の機能としての詩的・審美的効果に関する実験的研究を通じて、詩的效果を含む、より広い概念である「美」への興味が生じた。また、語句の意味を表現・計算するベクトル空間(意味空間)モデルの適用可能性を追求する研究を通じて、美的判断などの意味理解以外への応用についても一定の感触を得るようになった。

2. 研究の目的

以上で述べた研究背景を踏まえた上で、本研究では視覚芸術として絵画、言語芸術として比喩を対象として、審美判断の認知計算モデルの開発やその実現可能性を検討することを目的とする。具体的には、以下に示す2つの研究課題を本研究の期間内で主に実施した。

【課題1】絵画鑑賞における審美的評価の認知計算モデルの構築

- (1) 多様な絵画に対する印象評価実験を実施し、印象評価データを収集する。
- (2) 印象評価実験に用いた絵画の特徴量を算出することによって各絵画を特徴ベクトルとして表現し、重回帰分析を用いて絵画の審美的評価の計算モデルを構築する。

【課題2】名詞比喩生成の計算モデルの開発とその審美的評価

- (3) 被喩辞(喩えられる語句)とその特徴(比喩によって強調したい特徴)、および被喩辞が用いられている文章を入力として、適切な喩辞(喩える語句)を生成する計算モデルを提案し、生成された名詞

比喩に対する印象評価を行い、その妥当性を評価する。

3. 研究の方法

上記の研究目的で述べた2つの研究課題に対して、以下に述べる方法で研究を実施した。

(1) 実験材料として、様式・ジャンル・年代の異なる西洋絵画100件を用意した。これらをモチーフごとに10件づつ10グループに分類し、各実験参加者はこのうちの1グループについて印象評価を行った。実験参加者は、絵画制作経験者50名、非経験者50名の合計100名である。実験参加者への絵画の呈示は、各絵画をA3サイズに印刷した冊子を渡すことによって行った。

印象評価の評価軸として、過去の審美的評価研究(Faerber et al., 2010; 鈴木・行場, 2003)などから23項目(魅力度3項目、覚醒度3項目、興味深さ1項目、誘発性2項目、革新さ3項目、その他SD評価対11項目)を設定し、それぞれの項目について1~7の7段階での評価を行ってもらった。

(2) 各絵画の特徴量を独立変数、各絵画における印象評価23項目を従属変数として、重回帰分析を行った。絵画の特徴量にはSV(彩度・明度)、RGB(赤・緑・青)、SIFT特徴量の値を用いた。SIFT特徴量は、画像における特徴点の周辺領域を分割し、8方向の勾配方向ヒストグラムを作成し、128次元のSIFT特徴量ベクトルを算出した。そして、SIFT特徴量ベクトルに基づいてクラスタリングを行い、ビジュアルワードを決定した。ビジュアルワードの個数は25, 50, 60, 70の4種類を設定した。重回帰分析における変数選択にはステップワイズ法を用い、変数編入および変数除去は $p=0.05$ の水準で行った。

(3) 以下に示す比喩生成の計算モデルを提案し、それをpythonによって実装した。

対象とする全ての名詞の中で、被喩辞と字義的な意味が近いものを除外して、喩辞候補集合を生成する。

喩辞候補のすべての名詞に対して、強調すべき特徴との類似度、被喩辞が出現する文章(文脈)内の語句との類似度、および喩辞候補の具象度の3尺度の線形和によって、各喩辞候補の適切度を計算する。

適切度の高い喩辞候補を出力する。

なお、上記の3尺度のうち、特徴との類似度および文脈内の語句との類似度の算出には、ベクトル空間モデルを用いた。具象度については、「日本語の語彙特性」データベースにおける心像度を用いた。

以上の計算モデルを実装したシステムを用いて、実際に小説等で用いられている比喩表現21件に対する喩辞の生成を行った。各

被喩辞に対して生成された比喩 10 件を 3 種類の評価項目（文章への適切度，斬新さ，発想促進性）で実験参加者 49 名に評定してもらった．評定は 5 件法（1～5 の 5 段階）によって行った．

4．研究成果

上記 3 で述べた方法に基づいて研究を行い，以下の研究成果を得た．

(1) 印象評価実験の結果，印象評価の各項目ごとに一定の傾向があることが明らかになった．例えば，魅力度は人物画よりも背景の広い風景画のほうが高い，覚醒度や興味深さは人物の動作を表現していたり，描かれている対象物が多いほど高いなどの傾向があることが示された．これらの結果は審美的評価の計算モデルそのものの結果ではないが，本研究のような大規模な印象評価データの収集はあまり例のないものであり，今後の絵画の審美的評価の研究に十分に利用可能な貴重なデータであると考えられる．

(2) 印象評価の 23 項目ごとに重回帰分析を行った結果，決定係数（寄与率）は 0.04～0.50 となり，概して計算モデルとしての予測精度は満足いくものではなかった．しかし，その中でも，興味深さ，革新さにおける項目「独創性」，SD 評価対における項目「静かさ」，「派手さ」，「鋭さ」などの評価項目は，画像特徴量ベクトルからの推定がある程度可能である（寄与率 0.30 以上）ことがわかった．近年では特に画像処理において深層学習を用いた手法が成果を上げていることを考えると，単純な線形回帰ではなく深層学習などの非線形手法を用いることによる審美的評価の計算モデルを検討していくことは，今後の重要な課題になると思われる．

(3) パラメータ設定に用いた 3 件の比喩表現を除く 18 件の比喩表現（喩辞，特徴，文章の組）に対して，本研究の提案モデルで生成した比喩を評定した結果，文章への適切度については，元の比喩の平均評定値が 3.8 なのに対して，本研究の計算モデルによる比喩の平均評定値は 1.9 となった．このことは，文脈に適切な比喩を生成するという観点からは，ベクトル空間モデルに基づく本手法は不十分であることを示している．小説の文章中の比喩を題材としているため，人間の小説家に匹敵する比喩を生成するのはまだまだ困難であるといえる．

一方で，斬新さについては，元の比喩の平均評定値が 2.5 なのに対して，本研究の計算モデルで生成した比喩の平均評定値は 2.8 となり，若干ではあるが斬新さが高い比喩が生成される結果となった．このことは，本研究で提案する計算モデルが比喩の審美的評価のモデルとしての可能性を示している．言語芸術としての比喩の斬新さやその他の審美

的評価のモデルとしてはまだ不十分であるが，比喩生成の計算モデルは国内外を見てもほとんど研究が行われておらず，その点では本研究の結果は重要な 1 ステップであると考えられる．今後は，比喩やその他の言語表現の審美的評価の計算モデルの構築につなげて行きたい．

(4) 以上の研究を進めていくうえで，ベクトル空間モデル（単語ベクトル）の性能向上に関して，以下の点についても研究を行い，一定の成果を得た．

ベクトル空間モデルにおける単語の意味表現の学習において，言語情報だけでなく画像情報も用いて単語のマルチモーダル意味空間を生成する新たな手法を提案した．提案手法では，特に従来のマルチモーダル意味空間で問題となっていた抽象語の扱いについて，抽象語は言語情報を介して間接的に実世界に接地するという身体性認知の最新理論を援用して，性能が向上することを確認した．

単語の意味をベクトルで表現する際に多義（ひとつの単語が複数の意味を持つ性質）の扱いが重要であるが，この問題に対して，文脈クラスタリングの手法を用いて各単語の語義数を推定しながら語義ベクトルを獲得する手法を提案し，従来の語義数を固定する手法と同等以上の精度を達成することを確認した．

身体的経験に間接的に依拠しながら抽象語の意味（概念）を獲得するための手段としての比喩という考え方を提案して，それを切り口として言語芸術の計算モデルを考えるという新たな手法に関する考察を行った．

<引用文献>

Faerber, S.T., Leder, H., Gerger, G. and Carbon, C. Priming semantic concepts affects the dynamics of aesthetic appreciation, *Acta Psychologica*, Vol.135, pp.191-200 (2010).

Leder, H., Belke, B., Oeberst, A. and Augustin, D. A model of aesthetic appreciation and aesthetic judgments, *British Journal of Psychology*, Vol.95, pp.489-508 (2004).

Utsumi, A. The role of feature emergence in metaphor appreciation, *Metaphor and Symbol*, Vol.20, No.3, pp.151-172 (2004).

内海彰，金井明人．認知修辞学の構想と射程，*認知科学*，Vol.14, No.3, pp.236-252 (2007)．

鈴木美穂，行場次朗．絵画印象と言語印象の因子構造と感覚関連度の分析．*心理学研究*，Vol.73, No.6, pp.518-523 (2003)．

5. 主な発表論文等
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計1件)

内海 彰. 単語の意味の計算論的探求 記号, 身体, そして比喻, 人工知能学会誌, Vol.31, No.1, pp.82-90 (2016). 査読無

[学会発表](計6件)

中條 寛也, 松吉 俊, 内海 彰. 意味空間に基づく文脈情報を用いた比喻生成, 情報処理学会自然言語処理研究会, 2017-NL-231(14)(2017).

内海 彰. レトリカルエージェントの可能性: 比喻を対象として, 日本認知科学会第33回大会論文集, pp.172-174 (2016).

Katsumi Takano and Akira Utsumi. Grounded distributional semantics for abstract words, *Proceedings of the 38th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, pp.2171-2176 (2016).

Keisuke Inohara and Akira Utsumi. Computational explanation of "fiction text effectivity" for vocabulary improvement: Corpus analyses using latent semantic analysis, *Proceedings of the 38th Annual Conference of the Cognitive Science Society*, p.3035 (2016).

[図書](計2件)

鍋島 弘治朗, 楠見 孝, 内海 彰 (編). メタファー研究1, ひつじ書房 (2018).
Akira Utsumi. Literary metaphor comprehension and production: A unified view. T.Ogata and S.Asakawa (eds.), *Content Generation through Narrative Communication and Simulation*, pp.310-327, IGI Global (2018).

[その他]

ホームページ URL:

<http://www.utm.inf.uec.ac.jp/~utsumi/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

内海 彰 (UTSUMI, Akira)

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・教授

研究者番号: 30251664