

感情コミュニケーション支援のための絵からの感情認識

Emotion Recognition from Sketches for Affective Communication Activation

鈴木哲司 *1

Satoshi Suzuki

村松嶺佑 *1

Ryosuke Muramatsu

堂坂浩二 *1

Kohji Dohsaka

*1秋田県立大学

Akita Prefectural University

We present a method for recognizing emotion from a one-stroke sketch and generating a sentence expressing a judgment on which emotion is expressed in the sketch along with the reasoning for the judgment. We intend to use this method to create a conversational robot that can activate human affective communication. By appending the reasoning for the judgment, the robot's utterances could further stimulate human communication. The experimental result shows that the method could enhance the relevance of the emotion judgment and activate human communication.

1. はじめに

言葉や身振りを使って人間と会話する会話ロボットは、人間のコミュニケーションを活性化させる効果をもつことが示されている [Fujie 09, Dohsaka 14]. また、人間とロボットの会話を円滑に進め、ロボットの適切な働きかけによりコミュニケーションを活性化するためには、感情のやり取りが重要な役割を果たすことが報告されている [Cowie 01, Dohsaka 14]

以上の観点から、図1に示すような人が感情を表した一筆書きの絵に着目し、言葉と絵の双方を使って人間の感情コミュニケーションを活性化させる会話ロボットの実現を目指して研究を進めている。これまで一筆書きの絵から自動的に感情を認識し、なぜその感情と判断されたのかという判断理由を付与した感情判断文を生成する手法を提案してきた [鈴木 16]。一筆書きの絵は誰もが容易に感情を表現できるという利点があり、感情コミュニケーションを活性化させる会話ロボットには心理的セラピー効果や人間の社会交流を促進させる効果が期待できる。

会話におけるコミュニケーション手段には言語的な手段と非言語的な手段があり、非言語的手段としては韻律、身振り、表情などのパラ言語的手段や身体的手段の他に、絵・イラスト・写真などの視覚的情報を使った手段がある。視覚的情報を使って人間のコミュニケーションを活性化させる従来システムとして、画像を用いて会話を活発化させる共想法支援システム [大武 09]、イラストを使った痛みのコミュニケーションの円滑化 [Jang 14]、グループアートセラピーのための CMC 環境 [Jones 14] があるが、これらの従来研究は、絵・イラスト・写真に表された感情等を自動的に認識し、自律的に人間に働きかけるシステムを構築することは目的としていない。本研究の特徴は、一筆書きの絵から自動的に感情を認識し、感情判断文を発話することにより、人間の感情コミュニケーションを活性化させようとする点にある。

我々がこれまで提案してきた方法 [鈴木 16] では、絵から感情を認識するだけでなく、なぜその感情と判断されたのかという判断理由を絵の色と形状の観点から生成し、判断理由を付与した感情判断文を生成する（例：「黄色で丸い形だから喜びに感情だよ」）。会話ロボットが感情を認識するだけでなく、判断理由が付与された感情判断文を発話することにより、人間

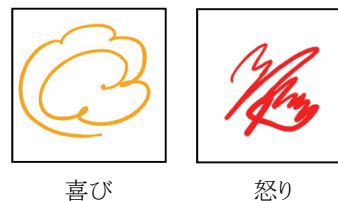


図 1: 感情を表した一筆書きの例

同士の会話をより活性化することが期待できる。また、会話ロボットの感情判断の説得性が増したり、ロボットの信頼性が高まる可能性もある。従来法により生成された感情判断文の妥当性を評価し、判断理由有りとなしの場合で感情判断文の妥当性に有意な差がなかったことを報告した [鈴木 16]。

本論文では、従来法において感情判断文の妥当性が損なわれる問題を分析し、その問題を解決するために、色と形状のより細かいクラス分類を使い、人間から収集した絵の判断理由を表す言語データを活用することによって、より適切な感情判断文を生成する方法を提案する。さらに、提案法が判断理由を感情判断文に付与することにより、感情判断文の妥当性が向上し、判断文に対してコメントしたい意欲が向上することを示す。

2節において、従来法の問題と問題を解決する方法について述べる。3節で感情認識と形状認識の概略を述べ、4節で感情判断文生成の提案法について説明し、5節で評価結果を示す。

2. 感情判断文生成における問題

従来研究 [鈴木 16] において判断理由の付与により感情判断文の妥当性が損なわれた原因としては次のことが考えられる。

- (1) 判断理由として使われた色の言語表現が不適切な場合があり、絵の印象と適合しない形状が理由として述べられてしまう。
- (2) 「花」や「涙」など意味のある表象を描いた絵の場合、そのような表象であることが感情判断の顕著な理由であるにもかかわらず、そのことが判断文の中で言及されない。
- (3) 色や形状を表す言語表現が限定的でバリエーションがなく、ありきたりな印象を与えてしまう。

以上の考察に基づいて、本研究では従来法の問題を解決するために、まず形状や色のクラス分類を見直し、色は 19 分類、

連絡先: 堂坂浩二, 秋田県立大学電子情報システム学科,
dohsaka@akita-pu.ac.jp

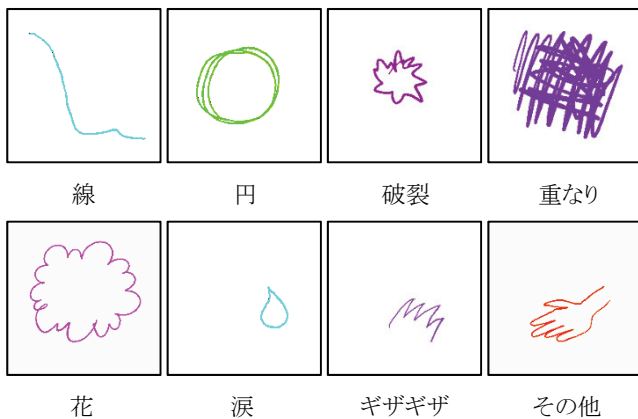


図 2: 形状クラスの例

		認識した形状								分類 正解率[%]
		線	円	破裂	重なり	花	涙	ギザギザ	その他	
正解の形状	線	17	2	0	5	0	0	7	9	42.5
	円	1	91	1	13	4	0	0	10	75.8
	破裂	0	3	34	9	4	0	1	8	57.6
	重なり	0	16	7	157	5	1	14	26	69.5
	花	0	15	4	10	13	0	0	2	29.5
	涙	0	1	0	1	0	22	0	2	84.6
	ギザギザ	9	1	2	25	0	1	54	16	50.0
	その他	5	21	9	29	4	0	20	129	59.4

図 3: 形状認識器の分類正解率

形状は 8 分類と、より細かいクラス分類を使った。色に関しては、本研究では HSV 表色系を用いており、色相は 0 から 360 の角度で表される。この色相空間を 18 分割したものに黒色を加えた 19 のクラスで色を分類した。形状に関しては、収集された描画データを分析し、典型的なカテゴリとして次の 8 つのクラスで分類した。この分類にしたがって 840 個の絵の形状を手動で分類した。各形状クラスの例を図 2 に示す。

- 線: 閉ループを持たない直線や弧の形状
- 円: 円状の形状
- 破裂: 外側への鋭い突起が目立つ閉ループの形状
- 重なり: 書きなぐったような絵や、様々な形状が重なっている形状
- 花: 外側への緩やかな突起状をもつ閉ループの形状
- 涙: 一般的に使用される涙の形状
- ギザギザ: 上下左右に揺れるのこぎり状の形状
- その他: 他のクラスに含まれない形状。絵自体に意味をもつ花と涙以外の形状 (例: 人間, 手など)

次に、言語表現のバリエーションを増やすため、人間から絵の判断理由を表す言語データを収集し、言語データを利用して判断理由を生成する方法を開発した。言語表現は、実験参加者 14 名にランダムに選んだ画像データ 120 個を提示し、絵によって表されている感情と、色と形状の観点から感情判断理由を表す言語表現を回答してもらうことにより収集した。色に関しては「明るい」、「春めいた感じ」など、形状に関しては「尖っている」、「幸せそうな」など多様な言語表現を収集できた。

3. 感情認識と形状認識

本研究では、Plutchik の分類 [Plutchik 01] にしたがって、感情を喜び、悲しみ、受容、嫌悪、恐れ、怒り、驚き、期待の

	喜び	悲しみ	受容	嫌悪	恐れ	怒り	驚き	期待
色1		▽	▽	▽	▽	▲		▽
色2	▲		▽	▽	▽	▽	▲	
色3	▲	▽	▲	▽	▽	▽		▲
色4	▲	▽		▽	▽	▽	▲	▲
色5			▲					
色6		▽	▲	▽	▽	▽		▲
色7			▲					▲
色8							▲	▲
色9			▲					
色10	▽	▲			▽	▽		
色11	▽	▲	▽					▽
色12	▽	▲	▽		▲	▽	▽	▽
色13	▽	▲	▽	▲	▲	▽	▽	▽
色14	▽	▽	▽	▲	▲			▽
色15	▽	▽		▲	▲	▽		▽
色16		▽	▲		▲	▽		
色17								
色18						▲		
色19	▽		▽	▲	▲			▽

(▲:有意に多い, ▽:有意に少ない [p<.05])

図 4: 色と感情の関連性の残差分析

	喜び	悲しみ	受容	嫌悪	恐れ	怒り	驚き	期待
線		▲				▽		
円	▲	▽	▲			▽	▽	
破裂	▽	▽	▽			▲	▲	
重なり			▽	▲	▲	▲		
花	▲	▽		▽		▽		
涙		▲						
ギザギザ	▽		▽		▲	▲		▽
その他						▽		▲

(▲:有意に多い, ▽:有意に少ない [p<.05])

図 5: 形状と感情の関連性の残差分析

8 つのクラスに分類する。従来報告した通り、描画データ収集実験により、35 名の参加者から感情を表す一筆書きの絵 840 枚の描画データを収集した [鈴木 16]。

一筆書きの絵から感情と形状を認識する認識器を構築した。絵からの感情認識は、従来報告の通り、描画データから学習した SVM 認識器を使った。SVM の実装には Weka の SMO [Platt 99] を使い、特徴量としては、色 (色相, 明度, 彩度), HOG 特徴量 [Dalal 05], 輪郭線特徴量 [堀 98], 凸包を用いて絵を塗りつぶしたときの絵の面積などを用いた。分類正解率 53.5% を得た。

形状認識器は、2 節で述べた 8 クラスの形状認識器を描画データから学習した。特徴量は、線を描く方向の変化数, 分割領域ごとの輪郭線方向の総和 HOG 特徴量, 筆圧の変化数などを使った。3 分割交差検定による形状認識器の評価結果を図 3 に示す。全体の分類正解率は 61.6% となった。

4. 感情判断文の生成

提案手法は絵の形状と色の観点から感情判断理由を生成する。形状は形状認識器の認識結果を用い、色は絵の画像データから取得した色を用いる。従来法 [鈴木 16] の問題を解決するため、色は 19 分類、形状は 8 分類と細かいクラス分類を使い、人間から収集した判断理由を表す言語データを利用した。

判断理由を付与した感情判断文に違和感が生じないようにするため、形状と感情ならびに色と感情がどのような関係であるか、カイ二乗検定と残差分析により調べた。まず、カイ二乗検定の結果、形状と感情ならびに色と感情は有意に関係することが分かった ($p < 0.05$)。それぞれの残差分析の結果を表 4 と 5 に示す。例えば、喜びは、赤から黄色の色相の色及び円や花

感情-形状	感情-色	感情判断文テンプレート					[感情名]	の感情じゃないかな？
-	-					もしかして		
-	▲			色が[色名]	だから、			
▲	-	形が[形状名]			だから、			
▲	▲	形が[形状名]	で、	色が[色名]	だから、			
-	▽				なんだけど、	たぶん		
▽	-	形が[形状名]			なんだけど、	たぶん		
▽	▽	形が[形状名]	で、	色が[色名]	なんだけど、	もしかして		
▲	▽	色が[色名]	なんだけど、	形が[形状名]	だから、			
▽	▲	形が[形状名]	なんだけど、	色が[色名]	だから、			

図 6: 判断理由有りの感情判断文を生成するテンプレート

の形状と共起しやすく、青色及び破裂やギザギザの形状とは共起しにくいことが分かる。

残差分析の結果に基づき、図 6 に示すように、判断理由有りの感情判断文を生成するテンプレートを手動で作成した。どのテンプレートを使うかは、感情と色ならびに感情と形状が残差分析の結果においてどのような関係(有意に多い、有意に少ない、どちらでもない)をもっているかで決定する。色や形状が感情に対して「有意に少ない」という関係をもっているとき、「なんだけど」という逆接を使って判断文を生成する。例えば、喜びに対して青色は有意に少ないので、「青色なんだけど、喜びの感情じゃないかな？」と生成することで、違和感を緩和できると考えた。

言語データを活用するために、言語データを感情と形状、感情と色の組み合わせに分類した。このとき、感情は実験参加者が回答した感情を使用し、形状は手動で分類したものを使用した。色は画像データに使用されている色を使用した。感情判断文を生成する際、テンプレート上の [形状名] には感情と形状の組み合わせに合致した言語表現を言語データからランダムに選択したものを入力し、[色名] には感情と色の組み合わせに合致した言語表現を同様に入力する。

言語データが存在しない感情と色及び感情と形状の組み合わせの場合、同じ色あるいは形状の同極性の感情の組み合わせの言語データを用いて補完した。また、生成テンプレートにおいて、有意に少ない組み合わせの形状や色は逆接(「なんだけど」)で言及するが、この場合、その組み合わせの言語データをそのまま使うと、理由として正しいはずの言語表現を逆接で言及することになり、違和感が生じると考えられる。そこで、その組み合わせの中の形状や色と同じであり、且つ逆極性の感情の言語データを代わりに用いる。

なお、8感情のうち、喜びと受容がポジティブ、悲しみ、怒り、恐れ、嫌悪がネガティブ、驚きと期待がニュートラルとし、各極性に属する感情が互いに同極性、ポジティブとネガティブの感情が互いに逆極性とした。ニュートラルな感情は逆極性の感情はないとした。本手法による判断理由有りの感情判断文の生成例を図 7 に示す。

	認識結果	有意さ判定	言語データ
感情	喜び	-	-
形状	円	▲	包容的
色	色3	▲	暖かみがある
生成文	形が包容的で、色に暖かみがあるから、喜びの感情じゃないのかな？		

図 7: 感情判断文の生成例

まず、収集した 840 個の一筆書きの描画データを無作為に学習データ 810 個とテストデータ 30 個に分け、学習データを使った感情認識器と形状認識器の学習と、テストデータを使った感情と形状の認識を 3 回繰り返した。生成された 90 個のテストデータを評価に用いた。90 個のデータのそれぞれについて、言語データを用いた判断理由有りの感情判断文と判断理由無しの感情判断文を生成した。絵と感情判断文の対が 180 個生成されたことになる。判断理由有りの判断文は図 6 の生成テンプレートにしたがって生成し、判断理由無しの判断文の文末は「～の感情じゃないかな？」に統一して生成した。

12 名の実験参加者を集めた。各参加者には 90 枚の絵の画像と感情判断文の組み合わせを示した。6 名は奇数番号の絵の感情判断文は判断理由有り、偶数番号は判断理由無しとし、残りの 6 名は偶数番号を判断理由有り、奇数番号を判断理由無しとした。絵の画像ごとに次のアンケートに答えてもらった。

- この文は、絵の感情を判断した文として妥当ですか？妥当性を 6 段階で評価し、入力してください。
- 会話相手がこの文を発言したとして、コメントしたくなる度合を 6 段階で評価し、入力してください。
- この文に対するコメント文を書いてください。コメントを思いつかない場合は未記入にしてください。

結果として、感情理由有り無し各感情判断文に対して 6 名の参加者が妥当性とコメントしたい度合を評価し、コメント文を任意に入力したことになる。

5. 評価

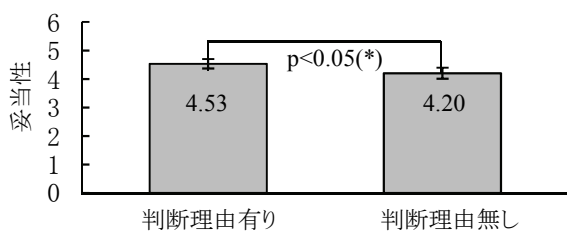
5.1 実験方法

会話ロボットが絵から人間の感情を認識するだけでなく、判断理由を付与した感情判断文を発言することで、人間の参加者の発言を促進し、会話を活性化することが期待できる。そういった感情判断文の効果を評価するために、感情判断文の妥当性と感情判断文に対してコメントしたい度合について評価した。

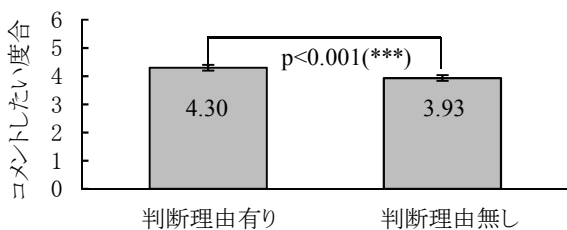
5.2 評価結果と考察

図 8 に感情判断文の妥当性、感情判断文に対してコメントしたい度合い、コメントの文字数を判断理由有り無しと比較した結果を示す。各数値は 6 名の実験参加者の平均とした。エラーバーは 95%信頼区間を示す。

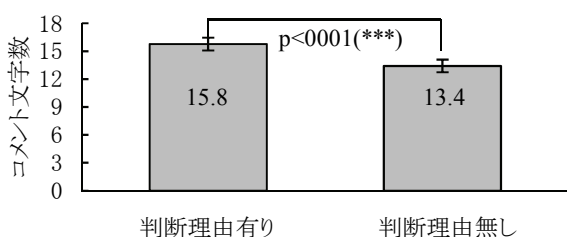
各評価基準による判断理由有り無しの場合を比較するために、等分散を仮定しない t 検定(両側検定)を適用した。その結果、感情判断文の妥当性は、判断理由有りの方が有意に高く



(a) 感情判断文の妥当性の比較



(b) コメントしたい度合



(c) コメント文の文字数

図 8: 感情判断文の評価結果

なることが示された。コメントしたい度合いとコメントの文字数の比較においても判断理由有りの方が有意に高くなることが分かった。以上の結果から、提案手法で生成した判断理由を感情判断文に付加した方が、感情判断文の妥当性が増し、感情判断文に対してコメントしたい意欲が向上することが示された。

従来研究 [鈴木 16] では、判断理由有りとなしの場合で、感情判断文の妥当性に有意な差が見られなかったが、本論文の提案手法では、色と形状のより細かいクラス分類を使い、人間から収集した判断理由を表す言語データを使うことにより、判断理由有りの感情判断文の妥当性が向上したと考えられる。

今回の評価では、コメント文の文字数という簡易な方法でコメント文の量を測っているものの、コメント意欲の向上とコメント文の量の増加は、判断理由の付加が会話相手のコメントを喚起する効果をもつ可能性を示している。

6. おわりに

本研究では、人間同士の感情コミュニケーションを活性化させる会話ロボットを実現することを狙いとして、一筆書きの絵から感情を認識し、判断理由を付与した感情判断文を生成する手法を提案した。判断理由は絵の形状と色の観点から生成した。感情と色および感情と形状の間の統計的関係、人間から収集した判断理由を表す言語データを利用することにより、違和感を感じさせないように、判断理由有りの感情判断文を生成する。評価実験の結果、提案手法で生成した判断理由を感情判断文に付加した方が、感情判断文の妥当性を向上させ、感情判断文に対してコメントしたい意欲が向上することが示された。

今後の課題としては、絵とテキストの双方からの感情認識と感情判断文生成の開発、絵と言葉の双方を使ってコミュニケー

ションを活性化させる会話ロボットの実現がある。

謝辞

本研究は科研費 (16K00355) の助成を受けたものである。本研究の遂行にあたって、有益な助言をくださった廣田千明准教授、中村真輔助教、伊東嗣功助教に感謝します。

参考文献

- [Cowie 01] Cowie, R., Douglas-Cowie, E., Tsapatsoulis, N., Votsis, G., Kollias, S., Fellenz, W., and Taylor, J. G.: Emotion recognition in human-computer interaction, *IEEE Signal processing magazine*, Vol. 18, No. 1, pp. 32–80 (2001)
- [Dalal 05] Dalal, N. and Triggs, B.: Histograms of Oriented Gradients for Human Detection, in *Proceedings of CVPR'05*, pp. 886–893 (2005)
- [Dohsaka 14] Dohsaka, K., Asai, R., Higashinaka, R., Minami, Y., and Maeda, E.: Effects of Conversational Agents on Activation of Communication in Thought-Evoking Multi-Party Dialogues, *IEICE Transactions on Information and Systems*, Vol. E97.D, No. 8, pp. 2147–2156 (2014)
- [Fujie 09] Fujie, S., Matsuyama, Y., Taniyama, H., and Kobayashi, T.: Conversation robot participating in and activating a group communication, in *Proceedings of INTERSPEECH*, pp. 264–267 (2009)
- [堀 98] 堀 桂太郎, 根本 孝一, 伊藤 彰義: 文字の輪郭線に着目した特徴抽出法に関する一考察: 外郭局所的輪郭線特徴と外郭局所的モーメント特徴, 電子情報通信学会技術研究報告, PRMU, 97(558), pp. 77–84 (1998)
- [Jang 14] Jang, A., MacLean, D. L., and Heer, J.: Body Diagrams: Improving Communication of Pain Symptoms Through Drawing, in *Proceedings of CHI '14*, pp. 1153–1162 (2014)
- [Jones 14] Jones, B., Prins Hankinson, S., Collie, K., and Tang, A.: Supporting Non-verbal Visual Communication in Online Group Art Therapy, in *EA CHI '14*, pp. 1759–1764 (2014)
- [大武 09] 大武 美保子: 認知症予防回復支援サービスの開発と忘却の科学, 人工知能学会論文誌, Vol. 24, No. 6, pp. 569–576 (2009)
- [Platt 99] Platt, J. C.: Fast Training of Support Vector Machines Using Sequential Minimal Optimization, in Schölkopf, B., Burges, C. J. C., and Smola, A. J. eds., *Advances in Kernel Methods*, pp. 185–208 (1999)
- [Plutchik 01] Plutchik, R.: The nature of emotions, *American Scientist*, Vol. 89, pp. 344–350 (2001)
- [鈴木 16] 鈴木 哲司, 堂坂 浩二: 一筆書きの絵を対象とした感情判断理由の生成, 2016 年度人工知能学会全国大会, 1B2-5 (2016)