

# 感情に関連付けられた動的発色変数の分析による感情モデル

## Modeling a Robotic Emotion by Analysing Emotion Related Dynamic Color Parameters

山内 厚志<sup>1\*</sup> 寺田 和憲<sup>1</sup> 伊藤 昭<sup>1</sup>  
Atsushi Yamauchi,<sup>1</sup> Kazunori Terada,<sup>1</sup> Akira Ito<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 岐阜大学 工学研究科  
<sup>1</sup> Graduate School of Engineering, Gifu University

**Abstract:** In the present study, we constructed an emotion model by statistically analysing parameters set by participants who asked to adjust dynamic color parameters for representing robotic emotion. We found that our model can be accounted in terms of the Russell's Circumplex Model of Affect.

### 1 はじめに

コミュニケーション手段としてロボットが感情を持つことは、対峙する人間がロボットの内部状態を直感的に理解可能である点で有益である。そこで、筆者らは表情や身体動作などを使った感情表出におけるコスト面やハードウェア面の問題点を解消する、動的な発色によるロボットの感情表出 [1] を提案した。その研究では、プルチックの感情モデル [2] における基本感情を発色パターンによってロボットから人間へ伝達するモデルを作成した。本研究では、更に別の客観指標によってこの手法の有効性を示すために、感情と関連付けられた発色パターンの変数に対して主成分分析を行った。感情を 2 次元空間上に配置することでモデル化を行った。また、作成したモデルとラッセルの感情円環モデル [3] を比較した。

### 2 動的発色変数と感情の関連付け

本研究では、感情と動的発色変数を関連付ける実験を行い、その後統計学的手法でデータを分析することで感情のモデル化を行った。動的発色変数とは発色のパターンを決定する以下の 3 変数である。

- HSV 色空間の色相 (色合い、彩度、明度は最大)
- 点滅周期 (点滅の速さ)
- 波形 (点滅の変化の緩やかさ)

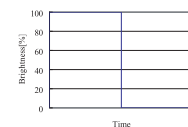
#### 2.1 被験者実験

動的発色変数と感情を関連付ける被験者実験を行った。実験は図 1 に示したフルカラー LED 搭載のロボットを実際に発色させて行っており、LED の発色を識別

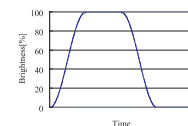
しやすい暗い部屋で行った。被験者は PC の実験用プログラムによってロボットの発色パターンを制御し、提示された感情を表現してもらった。表 1 に被験者に提示した感情について示す。提示感情は、プルチックの感情立体モデル [2] の基本感情やラッセルの感情円環モデル [3] で述べられている 16 感情である。



図 1: ロボットの概観



(a) 0%



(b) 50%

図 2: 点滅波形

プログラムの GUI には動的発色変数に対応した 3 つのスライダーが配置されており、これらを動かすと、直ちにロボットの発色に反映される。一番上のスライダーは、HSV 色空間における色相の値であり、0 ~ 359 の範囲をとる。中央のスライダーは 20ms ~ 5000ms の間で点滅の周期を指定できる。最下部のスライダーは LED が点滅する際の波形の変化の緩やかさを 0% ~ 100% で指定でき、0% のとき図 2(a) のように発光の輝度が時間に対して完全な矩形波となる。50% など、その他の値を指定した場合は図 2(b) に示したように矩形波の ON 領域、OFF 領域の 50% が正弦波に置換される。画面上部には感情語が記載されているタブがあり、これを切り替えることにより各感情語に対して発色パ

\*連絡先: 岐阜大学 工学研究科 応用情報学専攻  
〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1  
E-mail: uchi@elf.info.gifu-u.ac.jp

ターンを関連付ける．その他に，出典元の感情モデルで使われている英単語，感情語の意味，類語をそれぞれ広辞苑と類語辞典より引用し掲載した．

### 3 分析とモデル化

感情と関連付けられた動的発色変数に統計分析を行った．ただし，色相の値は環状となっており扱いにくいいため，彩度と明度を 100% として HSV 色空間から RGB 色空間へ変換し R, G, B 値を得た．これに周期と波形を合わせた合計 5 変数に対し主成分分析を行った．この結果，固有値が 1.0 以上となる成分は第 1 主成分と第 2 主成分であり，2 つの累積寄与率は 0.71 となったため，これらを新しい軸として各感情をプロットした．ラッセルのモデルと比較するため，第 1 主成分を縦軸，第 2 主成分を横軸とし，提示感情の主成分得点の平均値をプロットした結果と，ラッセルの感情円環モデルの分布を図 3 に示す．また，各変数の第 1, 第 2 主成分の因子負荷量について表 2 に示す．

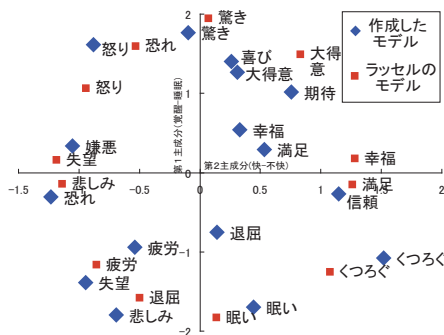


図 3: 第 1, 第 2 主成分軸上に配置された提示感情とラッセルの感情モデル

表 1: 提示した感情

感情	和訳	出典元の感情モデル
joy	喜び	ブルチック
trust	信頼	ブルチック
afraid	恐れ	ブルチック, ラッセル
surprise	驚き	ブルチック, ラッセル
sad	悲しみ	ブルチック, ラッセル
disgust	嫌悪	ブルチック
anger, angry	怒り	ブルチック, ラッセル
anticipation	期待	ブルチック
happy	幸福	ラッセル
frustrated	失望	ラッセル
bored, boredom	退屈	ブルチック, ラッセル
elated	大得意	ラッセル
fatigued	疲労	ラッセル
content	満足	ラッセル
sleepy	眠い	ラッセル
relaxed	くつろぐ	ラッセル

表 2: 因子負荷量

変数	第 1 主成分	第 2 主成分
R の値	0.75	-0.23
G の値	0.16	0.93
B の値	-0.76	-0.51
点滅周期	-0.77	0.24
波形	-0.67	0.28

### 4 考察

図 3 に示したように，驚き，大得意，幸福，くつろぐ，眠い，疲労，怒りといった多くの感情がラッセルの感情モデルと近い位置に分布している．ここから，得られた主成分がラッセルの提唱したモデルにおける 2

つの軸，即ち覚醒-睡眠の軸と快-不快の軸に対応しているといえる．そこで，得られた第 1 主成分を覚醒-睡眠の軸とし，正の方向を「覚醒」，負の方向を「睡眠」とする．同じく第 2 主成分を快-不快の軸とし，正の方向を「快」，負の方向を「不快」とした．

次に，表 2 に示した因子負荷量に注目する．因子負荷量とは，各主成分と元の 5 変数との相関係数である．R の値は第 1 主成分に対し強い正の相関があり，第 2 主成分に対し弱い負の相関がある．ここから，ラッセルのモデルのうち覚醒度が高く，不快な感情ほど，被験者は赤系の色で感情を表現したことになる．覚醒度が高く不快な感情の代表例には，怒りなどが挙げられる．同様にして，青系の色は覚醒度が低く，不快な感情に多く用いられたといえる．緑系の色は覚醒度にはほとんど影響されないが，快-不快の軸に対し相関が高く，快とされている感情には高い確率で採用されたといえる．

次に周期と波形についてであるが，この 2 つの変数は第 1, 第 2 主成分に対する因子負荷量の符号が同じであることから，2 次元空間内で同時に動く変数であり，類似した量といえる．周期と波形は，第 1 主成分に対し負の相関，第 2 主成分に対し正の相関があり，覚醒度が低く，快とされている感情ほど周期が長く波形が緩やかであるといえる．周期と波形は，ブルチックのモデルでは感情の強弱を表していたが [1]，ラッセルのモデルにおいては色と複合的に作用し感情の種類を表していることが分かった．動的発色変数に主成分分析を行い，客観的にモデル化をこなった結果，ラッセルのモデルと類似した分布となったことや，色や周期といった変数と感情の関係に対して尤もらしい説明ができる結果となったことで，発色パターンによるロボットの感情表出の妥当性が示された．

### 5 まとめ

本研究では，はじめに発色パターンを決定する 3 変数と感情を関連付ける実験を行った．得られた多変数データに対して主成分分析を行い，2 次元空間上に提示感情をプロットすることで感情モデルを作成した．これをラッセルの感情円環モデルと比較すると両者が類似していることを示した．ここから，発色パターンによるロボットの感情表出の妥当性を示した．

### 参考文献

- [1] 山内厚志, 寺田和憲, 伊藤昭: 動的な発色によるロボットの感情表出, *Proceedings of the Human Interface Symposium*, pp.641-644 (2010)
- [2] Robert Plutchik: *Emotions and Life*, *Amer Psychological Assn*(2002)
- [3] James A. Russell: A Circumplex Model of Affect, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol.39, No.6, pp.1161-1178 (1980)