

抽象絵画における鑑賞者の注視情報を利用した音楽生成システム —抽象絵画の特徴が鑑賞者の抽象的な発想の変化に及ぼす影響—

Music Generation System Based on Gaze Behaviours of Viewers of Abstract Paintings

-Effect of Features on Abstract Paintings on the Variation of Abstract Images of Viewers-

小楠 竜也¹ 大谷 淳¹ 糊沢 順² 米村 俊一³
Tatsuya Ogusu¹ Jun Ohya¹ Jun Kurumisawa² Shunichi Yonemura³

1. はじめに

抽象絵画を鑑賞する際は、内容の合理性を理解しようとせず、音楽を聴くように感覚的に解釈し、広がりのある発想を得ることが重要である[1]。しかし、一般的な鑑賞者は抽象絵画から主観的にイメージを膨らませ、発想を広げることが難しい。筆者らは既に『抽象絵画における鑑賞者の注視情報を利用した音楽生成システム』を提案している[2][4]。また、このシステムが抽象絵画の鑑賞者に主観的で広がりのある発想を与えていることを実験により確認している。現在では提案システムの効果をより強めるため、対象とする抽象絵画の物理的特性とシステムが出力する音楽との対応関係をより密接なものとするための方法を検討中である。しかし、実験結果から導き出した提案システムの効果が抽象絵画の物理的特性とどのように関係しているかは明らかにできていない。そこで、本稿では抽象絵画から色特徴と構造特徴を抽出し、これらと実験結果との関係を重回帰分析を利用して調べた結果について報告する。

2. 関連研究

佐藤らは画像と印象との関係を調べるために、画像から色特徴や構造特徴といった物理的特性を抽出している[3]。しかし、佐藤らは色特徴として各画素におけるRGB・HSB表色系の平均値とエントロピーを利用しているが、抽象絵画などの様々な色が含まれる画像に対して、平均色などの単一の代表色を色特徴とすることは適切ではないと考える。従って、本稿では抽象絵画の色特徴を色分布から求める。

3. アプローチの方法

筆者らが提案したシステムは、抽象絵画を見る鑑賞者の注視情報から注目している領域の色情報と形態情報をもとに楽音を生成する。生成した楽音を鑑賞者にフィードバックすることにより、絵画から音楽が聞こえてくるような体験を提供し、抽象性の高い発想を与えることで発想の広がりを促進することを目的としている。既に行った実験[4]では、Wassily Kandinskyが描いた8枚の抽象絵画(Table.1)を対象に、19人の被験者に《音楽なし》の場合と《(提案システムによる)音楽あり》の場合で鑑賞させ、鑑賞中の被験者の発話を記録し、その中から抽象性の高い発想の割合を調べた。Table.1は実験の際に呈示した絵画と、音楽あり・なし両者の場合において抽象性の高い発想数の割合である。Table.1の通り、ほとんど

Table.1 呈示絵画と抽象的な発想の割合

| 呈示絵画 (作品名, 制作年) | 音楽なし | 音楽あり | 差 |
|--------------------------------|-------|-------|--------|
| #1 In Blue (1925) | 0.358 | 0.531 | 0.172 |
| #2 Reciprocal Agreement (1942) | 0.412 | 0.370 | -0.042 |
| #3 On White 2 (1923) | 0.378 | 0.467 | 0.089 |
| #4 Composition 8 (1924) | 0.462 | 0.500 | 0.038 |
| #5 Several Circles (1926) | 0.769 | 0.605 | -0.165 |
| #6 Thirteen Rectangles (1930) | 0.452 | 0.742 | 0.290 |
| #7 Yellow Painting (1938) | 0.318 | 0.412 | 0.094 |
| #8 Yellow-Red-Blue (1925) | 0.365 | 0.532 | 0.167 |

の絵画において《音楽なし》より《音楽あり》の方が抽象性の高い発想が多く得られる結果となった。

本稿では以上のようにして得られた実験結果と呈示した抽象絵画の特徴との関係を調査する。まず、絵画の色特徴として色分布を求め、主に使用されている色数と分布の広さ、さらに平均輝度値を取得する。また、絵画の構造特徴としてエッジ部分の割合と、特定方向におけるエッジの強度を取得する。そして、鑑賞環境における抽象性の高い発想の差を目的変数とし、絵画の各特徴量を説明変数とした重回帰分析[5]を行うことで、絵画の各特徴が鑑賞者の抽象的な発想の変化に及ぼす影響を調べる。

4. 抽象絵画の特徴抽出

4.1 色特徴

抽象絵画の色特徴として色分布を計算する。対象絵画の中で多く使用されている色とその数を取得する場合には、最終的に得られる分布数は未知である。そこで、ここでは各画素を取り込む毎に逐次的にクラスタ中心を更新する逐次更新型クラスタリングの方法を提案する。計算は以下の通りである。なお、以下の計算において各画素はRGB空間中の3次元ベクトルとして表され、距離 d は3次元ユークリッド距離を示す。また、閾値 t は最大画素値の8分の1の値とした。

1. まだどのクラスタにも所属していない画素から1つをランダムに取得し、これを画素 p とする。
2. 既にあるクラスタのうち、各クラスタに所属する色の平均値(クラスタ中心)との距離 d を調べる。
3. d が閾値 t 以下かつ最も距離が近い場合は、 p はそのクラスタ C に所属するものとする。また、 p を含めた C に所属するすべての色の平均値を計算し、これを C の新しいクラスタ中心とする。
4. d が閾値 t 以下となるクラスタが無い場合は、画素 p を新しいクラスタとする。
5. すべての画素を走査し終えた場合は処理を終了し、そうでない場合は1へ戻る。

1. 早稲田大学大学院国際情報通信研究科 Waseda University Graduate School of Global Information and Telecommunication Studies
2. 千葉商科大学 Chiba University of Commerce
3. 芝浦工業大学 Shibaura Institute of Technology

また、今回使用した絵画画像では画素数が極端に少ないクラスタが多かったため、各クラスタに所属する画素数が全体の平均以下になったクラスタは、平均以上になったクラスタのうち近いものに所属するものとした。以上の計算によって得られた色分布の数(クラスタ数)を「代表色数」、全クラスタ中心の平均値から最も距離のあるクラスタ中心との距離を「色分布の広さ」として、共に抽象絵画の色特徴とした。

他にも、色の種類によらない情報として平均輝度値を利用する。平均輝度値は、絵画画像をグレースケール変換し、各画素の平均値を求めることで取得した。

4.2 構造特徴

抽象絵画の構造特徴のひとつとして、絵画画像からエッジ画像の平均値の利用する。これは、絵画に描かれた要素が多ければ、エッジとなる部分の割合が多くなるためである。エッジ画像は絵画画像をグレースケール変換し、カーネルサイズ3×3のラプラシアンフィルタを利用してエッジ検出を行い、得られたエッジ画像の平均値を計算した。

その他の構造特徴として、対象絵画が垂直・水平方向が強調される絵画か、斜め方向が強調される絵画であるかという情報を利用する。このような特定方向のエッジを検出する方法としてはガボールフィルタがある。詳細な計算方法は佐藤らの方法[3]と同様であるが、本稿では0度と90度、45度と135度の方向で強調されるエッジ画像をガボールフィルタによって取得し、両者を足しあわせて差を計算し、値を-1~1の間になるよう正規化した。すなわち、垂直・水平方向が強調される絵画は正数(最大値=1)、斜め線が強調される絵画は負数(最小値=-1)となる。

5. 提案システムの効果と絵画特徴との関係

Table. 2は各絵画から取得した特徴量である。また、#1~#8はTable. 1の呈示絵画を示す。ここで、Table. 2の各特徴量を説明変数とし、Table. 1の差(《音楽あり》の結果から《音楽なし》の結果を引いた値)を目的変数とする重回帰分析によって、絵画の各特徴量と実験結果との関係を調べる。なお、重回帰分析の計算にはオープンソースの統計解析ソフトであるR (version 3.1.1)を利用する。

重回帰分析は相互に相関する説明変数を入力すると精度が落ちる問題がある[5]。従って、まずは各特徴量同士の相関係数(ピアソンの積率相関係数)を求め、相関係数の絶対値が0.7以上になった「エッジ画素の平均値」と「方向線分特徴」のうち、片方を除外してそれぞれ重回帰分析を行った。その結果、「エッジ画素の平均値」を入力した方は相対的に決定係数(自由度調整済み)が低くなったため、今回の解析から除外することにした。

Table. 3に重回帰分析の結果を示す。決定係数(自由度調整済み)が0.6865、p値が0.1132となり、推定の精度は統計的には高いとはいえないが、傾向を示すには十分な値であると考えられる。また、各変数においてp値が0.042、t値が-3.418となった「色分布の広さ」が最も目的変数に対して影響度が強く、続いてp値が0.109、t値が2.264となった「平均輝度値」が、目的変数に対して2番めに影響度が強いといえる。しかし、他の変数はp値が0.1以上かつt値の絶対値が2以下となった。これらは統計的には有意な値とはいえないため、目的変数に対して影響度が低いといえる。従って、今回の分析の結果、目的変数である「鑑賞環境における抽象性の高い発想の割合の差」に対して、各抽象絵画のうち最も影響力の高い特徴は「色分

Table. 2 抽象絵画の特徴量 (各変数が示す値は表下を参照)

| 呈示絵画 | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 |
|------|----|-------|-------|-------|--------|
| #1 | 16 | 0.560 | 0.355 | 0.178 | 0.203 |
| #2 | 17 | 0.858 | 0.674 | 0.169 | 0.308 |
| #3 | 14 | 0.567 | 0.681 | 0.184 | -0.330 |
| #4 | 16 | 0.880 | 0.842 | 0.181 | -0.168 |
| #5 | 16 | 0.735 | 0.201 | 0.155 | 0.048 |
| #6 | 6 | 0.179 | 0.404 | 0.104 | 0.841 |
| #7 | 23 | 0.833 | 0.696 | 0.158 | 0.747 |
| #8 | 24 | 0.606 | 0.603 | 0.186 | 0.272 |

X1: 代表色数, X2: 色分布の広さ, X3: 平均輝度値,
X4: エッジ画素の平均値, X5: 方向線分特徴

Table. 3 重回帰分析の結果

| | Estimate | Std. Error | t-value | Pr(> t) |
|-------------|-----------|------------|---------|----------|
| (Intercept) | 0.179667 | 0.115016 | 1.562 | 0.216 |
| X1 | 0.008045 | 0.007400 | 1.087 | 0.357 |
| X2 | -0.681430 | 0.199336 | -3.418 | 0.042 * |
| X3 | 0.353916 | 0.156340 | 2.264 | 0.109 |
| X5 | 0.063727 | 0.080963 | 0.787 | 0.489 |

Adjusted R-squared: 0.6865

F-statistic: 4.831 on 4 and 3 DF, p-value: 0.1132

布の広さ」、2番めに影響度の高い特徴は「平均輝度値」ということがわかった。

6. まとめ

筆者らが提案している『抽象絵画における鑑賞者の注視情報を利用した音楽生成システム』が、抽象絵画の鑑賞者に抽象性の高い発想を与える効果と、その効果が各絵画の物理的特性とどのように関係しているかを重回帰分析を用いて調べた。その結果、「色分布の広さ」と「平均輝度値」が、提案システムの効果に最も影響している傾向があることがわかった。今回は絵画の物理的特性と提案システムの効果との関係を調査したが、今後は提案システムが生成する音楽の特徴とシステムの効果との関係を視野にいれて検討していく予定である。

参考文献

1. 本江邦夫: “現代美術入門-中・高生のための現代美術入門 ●▲■の美しさって何?-", 平凡社(2003)
2. Ogusu T., et al.: Inspiring Viewers of Abstract Painting by a Gaze Based Music Generation, HCII2014 Posters, Part I, CCIS 434, pp. 213-217(2014)
3. 佐藤敬子 他: “音楽が画像の印象に及ぼす影響と印象と物理的特性との関係に関する一考察”, 電気学会論文誌C, Vol. 131 No. 8 pp. 1451-1458 (2011)
4. 小楠竜也 他: “抽象絵画における鑑賞者の視線行動を利用した音楽生成システムの研究-鑑賞者の発話内容の重複と発想の広がりとの関連に関する検討-“, 電子情報通信学会総合大会, A-14-2(2015)
5. 有馬哲 他: “多変量解析のはなし”, 東京図書(1987)