

科学館・博物館における展示パネル内画像の複雑さ分析手法の開発

Development of complexity analysis method of images on panels for science and cultural exhibition

山田 航平[†]
Kohei Yamada中平 勝子[†]
Katsuko T. Nakahira北島 宗雄[†]
Muneo Kitajima

1 はじめに

理科離れが叫ばれる昨今、博物館、特に科学館には教育の場としての役割が期待されている。種々の学習理論が示唆する様に [1], 教育の場における満足度には学習意欲を向上させることが知られており、この観点に立てば、展示物の満足度は来館者の学習意欲を高めるために欠かせないものである。この観点から博物館における満足度の調査・研究は多く行われている。過去の調査研究では、主として来場者アンケートによる主観的な評価にとどまっているが、これとは別に客観的な評価が行えると科学館・博物館の改善に役立つことはいままでのない。この観点から、山田ら [2] は、科学館・博物館において主力を占める展示物に着目し、展示物が持つ情報量と誘引性によってその展示物の満足度を客観的、定量的に評価する枠組みの提案を行い、情報量と誘引性が適度に多い展示の満足度が最も高くなることを示唆した。

そこで本稿では、展示の形態として一般的な展示パネル、そこで用いられる画像について、情報量を表現するためのパラメータとして複雑さに着目した。Berlyne の最適複雑さモデル [3] から、刺激に対する複雑さと快楽性は逆 U 字の関係にあることが知られており、中程度の複雑さを持つ画像が見る人にとって最も快い画像であると考えられる。これは、情報量と満足度との関係と一致している。そこで本稿では、画像の情報量を表すパラメータとして画像の複雑さを定義し、この複雑さを客観的に評価する手法の開発を目的とする。

2 視覚と複雑度

人は物を見る際に、周辺視野、中心視野の順で捉える。このとき周辺視野では解像度、色覚が低下することが分かっている。また、福田は、図形識別における視野の機能について、周辺視から中心視になるに従って、明るさの領域、図形知覚の領域、特徴抽出領域、特徴を再構成する領域、形の知覚が可能な領域、既得概念との照合を行う領域の順に連続的に変化する階層構造を形成しているとした [4]。このことから、人はぼやけた状態で、まず明暗によって図形を知覚し、その後図形を構成する要素を知覚するというプロセスを経ていると考えられる。そこで、ぼかして 2 値化した画像から図形を抽出してその図形の複雑さ、さらに内部構造の複雑さと順に見ていくことで、実際の認知モデルに即した分析が可能であると考えた。しかし、複雑さというのは人の主観的な印象評価によって規定するのが一般的であり、それは本稿の目的と一致しない。そこで、図形の

周囲長を L 、面積を S としたときに、

$$C = \frac{L^2}{S}$$

で求められる複雑度 C に着目した。これは図形が円の場合に最小の $C = 4\pi$ の値を取り、線に近くなるにつれ大きくなる。画像は図形の集まりによって構成されていることから、画像中の図形の複雑さを複雑度によって定量化し、それによって画像全体の複雑さの客観的な評価を試みた。

本稿で提案する画像の複雑さ分析手法の手順としては、まず、周辺視野で知覚される図形の抽出のために、ぼかし画像を明暗によって 2 値化し、最も大きいオブジェクトの抽出を行った後、複雑度を求める。次にその図形を構成する要素を抽出するために、原画像の最大オブジェクトとして抽出された領域を対象に、サブオブジェクトを抽出、各サブオブジェクトの複雑度を求める。以上の手順から得られた、最大オブジェクトの複雑度、サブオブジェクト数、面積上位 5 つのサブオブジェクトの複雑度の 7 要素から、画像の複雑さの評価を試みる。

3 複雑さの表現

前処理 本稿では 80 枚の画像に対して 2 章で述べた手順で分析を行った。使用画像の内訳は、動植物 38 枚、建造物 16 枚、乗り物 10 枚、その他 16 枚である。画像処理は OpenCV 3.0 を用いた。80 枚の画像それぞれについて縮小、平滑化を行い判別分析法を用いて 2 値化し、輪郭抽出を行う。抽出された輪郭の内、第 1 階層において面積が最も大きいものを最大オブジェクトとし、次に、最大オブジェクトの内部構造を見るために、抽出された最大オブジェクト領域で原画像を切り抜いた画像を作成し、先程と同様に判別分析法を用いて 2 値化し、輪郭抽出を行う。この前処理で得られる値を用いて、複雑さ分析を行う。**複雑さ分析** まず、最大オブジェクトの複雑度を計算する。次に、最大オブジェクト内の全階層の輪郭からなる閉曲面をサブオブジェクトとし、サブオブジェクトの数と各サブオブジェクトの複雑度を計算した。この際、下位の閉曲面の面積については上位の閉曲面に吸収されるものとして考えた。また、ある 1 つのピクセルについて 8 方位が囲まれているものを閉曲面とすると、最小面積が 9 となり、そこから $(1 + 2n)^2$ ($n = 1, 2, 3, \dots$) で増えていくことから、 $n = 1, 2, 3, \dots$ としたときの $S \geq (1 + n)^2$ を満たすサブオブジェクト数を求め、その変化率や標準偏差の傾向から、 $n = 3$ を採用し、 $S < 49$ についてはオブジェクト数に含めないこととした。2 章で述べた福田による図形識別のプロセスと、小さいものより大きいものに目が行くという視覚心理から、最大オブジェクトの複雑度、サブオ

[†] 長岡技術科学大学

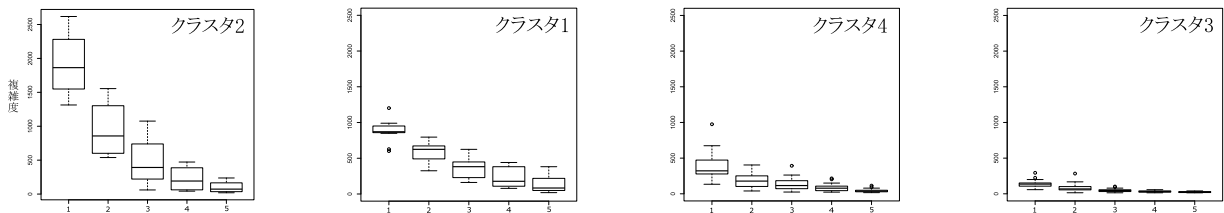


図1 サブオブジェクト複雑度の箱ひげ図

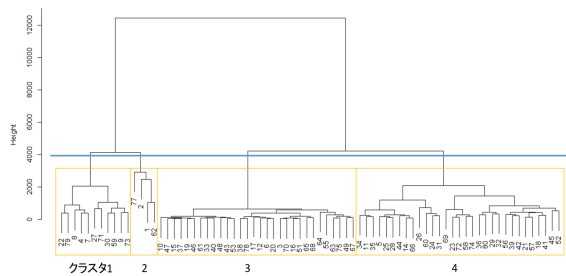


図2 7要素クラスタリング結果

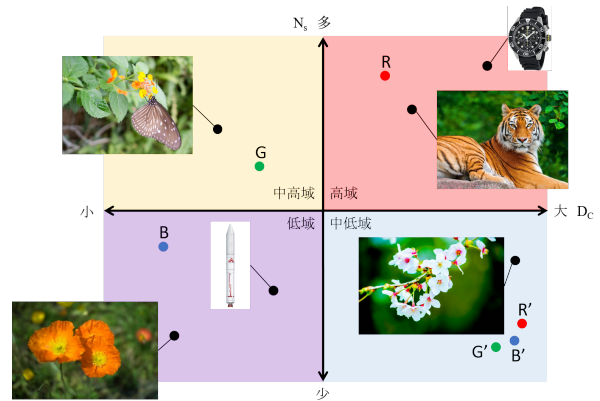


図3 複雑さ指標

プロジェクト数、サブオブジェクトの複雑度の値を基に類似する特徴を持つ画像群を抽出するためにウォード法での階層的クラスタリングを行った。

クラスター分析において距離約 4000 で切断した結果、今回収集した画像は 4 つのクラスターに分類されることが示された。クラスター間の比較を行った所、最大オブジェクトの複雑度とサブオブジェクト数については各クラスター間で大きな差はなく、サブオブジェクトの複雑度については大きな差が見られたため、各クラスターの特徴を見るために、各画像のサブオブジェクトの面積上位 5 つの複雑度について、複雑度順に並べ替え、クラスター毎に箱ひげ図にプロットし比較を行った。

図 1 より、クラスター 1 は他の 3 つよりも最大複雑度が高く、サブオブジェクト間の複雑度の差が大きいがわかる。クラスター 2 は最大複雑度が高く、サブオブジェクト間の複雑度の差が小さいことがわかる。クラスター 3 は最大複雑度が小さく、サブオブジェクト間の複雑度に差があることがわかる。クラスター 4 は最大複雑度が最も小さく、サブオブジェクト間の複雑度に差が殆ど無いことがわかる。この結果から、図 3 のようにサブオブジェクト間の複雑度の差 D_c と複雑度が一定値以上のサブオブジェクト数 N_s の 2 軸から導き出される 4 象限で画像の複雑さを分類できることがわかった。これを 1 章で述べた最適複雑さモデルに当てはめると、第 2 象限、第 4 象限に分類される画像は、快楽性が高く、第 1 象限、第 3 象限に分類される画像は快楽性が低くなると考えられる。

また、実際には配色も複雑さに影響を与えられられるため、本手法を拡張し色も含めた複雑さ分析が行えるようにする必要があり、本手法では明暗で 2 値化した画像に対して輪郭抽出を行い、複雑度を求めているが、R, G, B それぞれの値に対

して 2 値化した画像に対して輪郭抽出を行い同様に複雑度を求めることで色も考慮した複雑さ分析が可能であると考えられる。例えば最大オブジェクトが複数色で構成されている画像の場合は図 3 の R, G, B のようにそれぞれの点がバラバラにプロットされ、白系色で構成されている画像の場合は、R', G', B' のように 3 点が近くに集まるのが予測されるため、この 3 点の数や分布から複雑さ分析が可能であると考えられる。

4 まとめと今後の課題

本稿では展示パネル内画像を評価するために複雑さに着目し、これを閉曲面の周囲長と面積から求められる複雑度によって定量化する分析手法を開発した。一連のプロセスから、サブオブジェクト間の複雑度の差と複雑度が一定値以上のサブオブジェクト数を指標とした複雑さの分類が可能であることを示唆した。今後は本手法によって求められる複雑さと印象評価による複雑さの比較を行い、本手法の有効性を検証する。また、上で述べた本手法の拡張による、色を考慮した画像の複雑さ分析について分析、検証を行う。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 15H02784 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 鈴木克明:「魅力ある教材」設計・開発の枠組みについて: ARCS 動機づけモデルを中心に, 教育メディア研究, 1, 50-61 (1995)
- [2] 山田航平, 中平勝子, 北島宗雄: 科学館体験における満足度評価の枠組みとそれに基づく展示法, FIT2016(第 15 回情報科学技術フォーラム) 講演論文集, 第 3 分冊, 381-384 (2016)
- [3] D.E.Berlyne: Aesthetics and psychobiology, Appleton Century Crofts, New York (1971)
- [4] 福田彦彦: 図形知覚における中心視と周辺視の機能差, テレビジョン学会誌, 32, 492-498 (1978)