

# 静止画像の構図に由来する注視解析

山崎 将幸

亀田 昌志

岩手県立大学大学院 ソフトウェア情報学研究科

## 1. はじめに

近年、「視覚に準じた」画像処理が多く研究されている。具体的な分野例として、視覚的な歪に着目した符号化や客観的画像評価、視覚の再現を目標としたオブジェクト認識やコンピュータビジョン、類似画像検索、感性評価がある。しかし、これらの画像処理結果は、視覚による判断内容と比較して大きな差異を生じる。

大きな差異の原因は、画像処理における「視覚に準じた」の概念に含まれると考える。従来の画像処理は、画像を画素点の集合と捉えて統計的な数値計算を行う。このとき、表面的な視覚特性を数値的なパラメータに用いることで、「視覚に準じた」を偽装的に実現している。つまり、生理的な実験から現象を確認した視覚特性を、現象に至った視覚機構や視覚心理のプロセスを考慮せず、結果のみを数値化して用いることが原因である。

問題の解決には、視覚特性の現象に至るプロセスを実践的な側面から整理する必要がある。これにより、視覚特性の画像要因やプロセス、現象という一連の関係に基づいた体系化が可能となる。画像処理に視覚特性の体系を組み込む事で、「視覚に準じた」画像処理を本質的に実現できる。

本研究では、画像における注視点が「視覚に準じた」画像処理において最も重要であるとして、注視点を知覚するための視線移動を体系化する。そこで、注視点に至る視線移動を誘発する画像要因を画像解析し、注視の現象を眼球運動の生体測定結果から整理する。そして、両者の関係から、注視点位置と画像要因の規則をプロセスとして導出する。注視点に至る視線移動を体系化することで、注視点位置を画像解析により特定できるため、従来の生体測定による実験を行う必要がなくなる。

本稿では、視線移動に対する画像要因が画像の構図であると仮定して、画像の構図を連続性の観点から解析を行う。そして、注視点の推定位置と解析結果から注視点位置と画像要因の規則を考察する。

## 2. 提案の概要

### 2.1 画像の観測

画像を観測するとき、視線が画像を走査して画像内容を把握している。このとき、人間の画像観測は画像全体に均一な見方ではなく、注目する箇所(注視点)に受容が偏った見方である。注視点は中心窩の高い解像力で知覚していることから、画像内容の主題を捕捉していると推測できる[1]。このことから、注視点は画像の物理量に対する感覚量を意味し、画像観測に伴う視覚特性において最も重要な現象で

*Analysis of The Stationary of eye-movement  
based on Composition of Still picture*

Masayuki Yamazaki (g231c035@edu.soft.iwate-pu.ac.jp),  
Masashi Kameda (kameda@soft.iwate-pu.ac.jp),  
Graduate School of Software and Information Science,  
Iwate Prefectural University

ある。注視点の位置選定が無意識的であることから、潜在的な画像要因との相関が考えられる。

### 2.2 画像の構図

本研究では、画像の構図が視線の移動を誘発し、注視点を決定する画像要因であると提案する。これは、画像の構図(図1)が各オブジェクトの配置位置によりオブジェクト間の関係を表すことに基づいている。このことから、視覚が画像内容の主題をオブジェクト間の関係により必然的に選定し、画像内容の主題に対し注視点を設定すると考えられる。このとき、主題の選定は幾何構造に対する視覚的興味に基づいて行い、記憶や図形の意味に影響されないと仮定する。よって、本研究の視覚特性は、視野を知覚する段階である初期視覚を想定する。

視覚的興味には、不連続な変化に対し強く生じる生理的知見がある。このことから、画像における不連続な箇所を解析することで、注視点及び視線移動のプロセスを解析できると考える。つまり、輝度変化や幾何構造(図2)の連続的变化を解析することで、不連続箇所を特定できる。

また、視覚的興味に対する画像の構図の解析が目的であるため、グレースケール静止画像を対象に行う。なぜなら、カラー画像や動画画像の場合、多数の視覚特性が複合的に作用するからである。



図1 画像の構図例

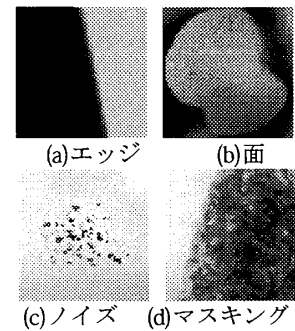


図2 幾何構造の例

### 2.3 画像の構図

構図の解析には、コントラストとレイアウトの2つの観点から行う。前者は、主に輝度の連続的变化を解析し、局所的な位置や変化の大きさを判断する。エッジやノイズ、グラデーション強さが解析できるため、視覚マスキング効果などの画像における空間周波数特性を考慮できる。後者は、画素点の集合により構成される幾何構造の形状を解析し、構図におけるオブジェクトの配置位置を判断する。これにより、エッジやノイズの形状、グラデーションの方向が解析できるため、画像を点単位ではなく形状単位で観測する視覚機構を考慮できる。以上のことから、連続的变化を基にコントラストとレイアウトを定義し、画像の構図を解析する。

### 3. 画像解析の手順

#### 3.1 ベクトル場による連続性の方向表現

ベクトルは、各画素点を中心とした周囲と輝度変化の連続性を表現できる。ベクトルの始点座標(図3)を中心とした周囲一帯(考慮範囲)の連続性を方向情報として保持できる。ベクトルは考慮範囲内の輝度分布において最も激しく輝度が増える方向を式(1)により算出する。g(x,y)は各画素の座標、Lは画素の輝度、αは考慮する4近傍距離(図3)を表す。4(|i|+|j|)は中心画素から対象画素間の4近傍距離指数である。こうして、ベクトル場(図4)を用いて輝度の連続的な変化を解析する。

$$g(x,y) = \sum_{i=-\alpha}^{\alpha} \sum_{j=-\alpha}^{\alpha} \left( \frac{\partial g(x,y)}{\partial x} iL_{ij} + \frac{\partial g(x,y)}{\partial y} jL_{ij} \right) \dots (1)$$

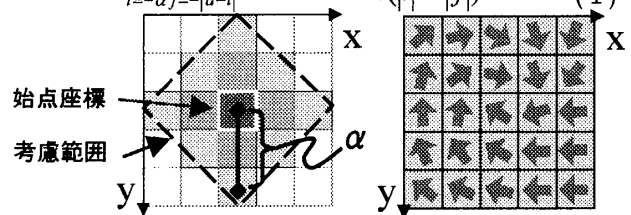


図3 ベクトルの算出 図4 ベクトル場の概念図

#### 3.2 流線による連続性の範囲表現

前節で作成したベクトル場に対して LIC 法を適用し、静止画像は視覚的興味の流れであると想定する。LIC 法(図5)は、各ベクトルを始点として方向に従い数珠繋ぎに流線を作成する手法である。提案手法における流線は輝度変化が連続する箇所から不連続箇所へ渡って分布し、視覚的興味に基づく視線の移動経路を意味する。2つのベクトルの内積が0の際は連結しない。これにより、輝度の連続的な変化を広範囲に考慮できる。

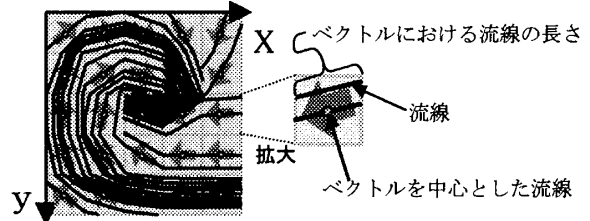


図5 図4を入力としたLIC法の概念図

#### 3.3 等線による連続性の規模表現

前節で作成した流線は線状の表現であるため、連続する範囲を閉領域(面)として捉えることができない。そこで、流線から空間的広がり表現することで、幾何構造の形状を解析する。まず、流線上に局所的な輝度変化量を付与し、輝度変化量が等しい値を等線として結ぶ。そして、幾何構造の形状が等線の間隔から解析できる。等線の密な間隔は、視線の移動経路において視覚的興味が大きく生じる位置を意味し、注視点位置の特定に役立つ。これにより、画像の構図が連続性の観点から表現でき、不連続箇所が解析可能となる。

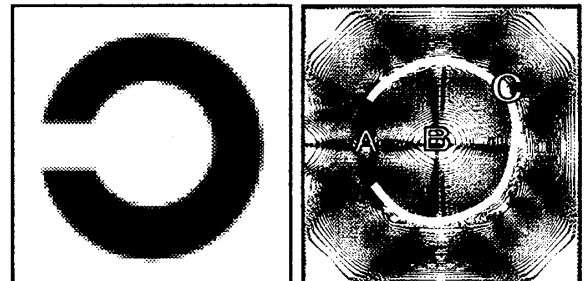


図6 実験対象画像

図7 図6の等線表示の結果

### 4. 解析実験と考察

図7は図6に対して提案手法を適用し、解析した結果である。画像解析結果が実験対象画像の幾何的特性に対して、規則性を3つ得た。

第1に、視線の誘発が大きいエッジは、等線が密になるため、周囲と比較してとても不連続な箇所である。また、この規則性はエッジが強くなるほど等線が密になる。

第2に、視線の誘発が大きいかつ画像の主題である幾何構造の不連続箇所(図7A)は、等線が非常に密になるためエッジと比較して、より不連続な特徴といえる。

第3に、画像の主題である幾何構造の細線化形状(図7BC)は、ベクトルの流れが無いいため、全方向へ等線が広がっていく形態が確認できた。この位置の持つ意味は、視線移動の開始または収束が推測され、今後の検証が必要である。これらは、幾何構造が複雑な図8に対する解析結果(図7)でも確認できた。

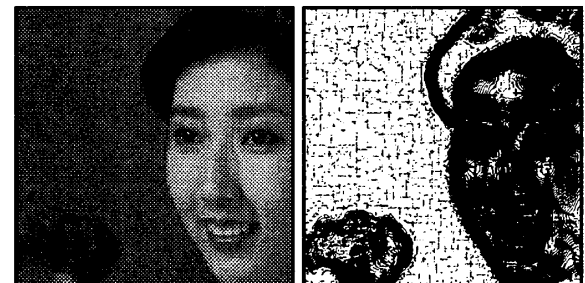


図8 実験対象画像

図9 図8の等線表示の結果

#### 5. おわりに

本稿は、画像の注視点の位置選定が画像の構図に起因すると提案した。そして、静止画像の構図における幾何構造を、画像のベクトル場を用いて連続性の観点により可視化を行った。

今後は、アイマークレコーダを用いて注視の眼球運動を生体測定し、注視位置と注視に至る視線移動の誘発の大きさを得る。そして、提案した画像解析による連続性の規模や形態と生体測定結果を比較検証することで、画像の構図と注視の規則性を導出する。これにより、視覚の注視行動の画像要因と現象からプロセスを体系化し、注視行動を画像処理へ導入可能となる。

#### 参考文献

- [1] 三宅洋一, “メディア融合時代の画質を考える, 信学技報,” IMQ2004-01, pp.1-8, Oct., 2004.
- [2] Brian Cabral and Leith (Casey) Leedom, “Imaging Vector Fields Using Line Integral Convolution,” Proceedings of ACM SigGraph 93, Anaheim, California, pp. 263-270, Aug 2-6, 1993.