

視線追従装置を用いた絵画の感性的評価手法の開発

Developing sensory evaluation of drawings using eye-tracking system

寺 朱美, 安藤 裕, 藤波 努, 永井 由佳里

Akemi Tera, Yutaka Ando, Tsutomu Fujinami, Yukari Nagai

北陸先端科学技術大学院大学

Japan Advanced Institute of Science and Technology

tera@jaist.ac.jp, yutaka.andoh@jaist.ac.jp, fuji@jaist.ac.jp, and ynagai@jaist.ac.jp,

Abstract

We conducted an experiment to observe the eye movements when viewing paintings using the eye tracking device. Experiments were carried out on designers and general people, with still images, landscape paintings, portraits, abstract images, a total of 32 images on a display for 7 seconds, and eye movement measured at 1000 Hz / sec. As a result, due to the difference (congestion) between the X and Y axis of the left and right eyes, the design participants found that the value of the difference in the Y axis direction was significantly higher. On the other hand, it was found that the difference between the values of the X axis and the Y axis at the left and right eyes has a low correlation with the aspect ratio of the image.

Keywords — Art paintings, Eye-Tracking-System, Eye-Movement, Congestion and Convergence

1. はじめに

よい絵画との出会いは人々に感動をもたらす。しかしながら人々の感性にはそれぞれ個性があり、同じ絵画がすべての人に好まれるわけではない。人々は眼球を通して絵画を鑑賞し、好きかそうでないかを判断する。感性評価や眼球運動の研究領域において、それぞれに深い関わりがあることはよく知られ、これまでも絵画鑑賞や状況判断時の眼球運動の研究が行われている[2][3][4]。高橋らは、視線分布の距離と好みの評定の相関係数の関係を調査した結果、絵画鑑賞者の視線の類似度と嗜好の類似度の間に一定の関係性があることを定量的に示した[2]。

一般的に好きなもの、興味があるものを見ると、人は瞳孔が拡大するといわれている。中森らは、異なる表情の複数人の顔画像を提示し、好みの写真を見た時の実験参加者の瞳孔径を計測する研究を実施した。その結果、嫌いな画像の提示で瞳孔径が拡大することを明らかにし、瞳孔が感性を表現する場合

の指標になりうる可能性を示唆した[3]。

瞳孔径の計測は比較的簡便に行われるようになってきたが、一方で、瞳孔は環境の明暗によって影響されやすいという特性をもつ。絵画は本質的に色彩を基本とする芸術であることから、色彩の明暗に影響されない眼球運動を検出する必要がある。

そこで、本研究では絵画を見る時の眼球の動きを、輻輳という機能を通して観察する実験を行った。輻輳とは、一般的には、広い視野を一度に情報としてとらえる場合等に多用され、対象より近い場所に焦点を集める場合と、対象より遠くに焦点を集める場合が存在する。この機能を利用した研究として、和久井らの運転中の漫然運転を知る指標とする研究がある[4]。我々は、好き、あるいは嫌いな絵画と出会ったとき、人がどのように絵画を見るかを、輻輳という機能により分析した。

絵画を見る時の眼球運動を観察記録し分析することによって得られた知見は、感性評価を客観的な数値として分析する際の指標につながると考える。

2. 研究目的

輻輳について鶴飼は、「近見反応の3要素である調節・輻輳・縮瞳は、近見に際し同時に起こる。しかし、それらの各機能間のリンクは固いものではなく、柔軟なものである [1].」と述べている。また、「輻輳機能は個人差が大きく年齢とともに変化する機能である。 [1]」と述べ、「広い範囲の研究者の研究課題として関心を呼んでいる [1]」として、各機能の単独での解明の難しさを指摘している。

一方、通常的眼球運動は視覚情報取得のために行われ、両目は同じ場所に焦点を合わせることで、明確な像を結び、距離を認識することができる。輻輳は、多くは近見反応として扱われることが多いが、視覚を広く取得する際にも使われる機能で、左右それぞれの眼球が同一の場所に焦点を結ばず、X軸座標とY軸座標の数値にそれぞれ差が観察される現象である。本研究では、絵画を見る時の眼球の動きを、

輻輳という機能を通して観察する実験を行う。また、美術デザイン関係者と一般人の眼球運動の違いを知るために両者を比較する実験を行った。今回の実験は研究倫理に関する規則に基づき被験者全員の同意書を得た上で実施した。

3. 研究方法

視線追跡装置を利用して絵画鑑賞時の眼球運動を計測し、分析する。方法を以下に述べる。

実験環境：実験は防音実験室で実施、視線計測機は EyeLink-Plus (顎台付) を利用し、ディスプレイから計測機器まで、ディスプレイの1.7倍を保持した。サンプリング周波数は 1000msec である。

刺激提示：人物画、静物画、抽象画、風景画、それぞれ 8 点ずつ合計 32 点の画像を、各画像につき 7 秒間ディスプレイに表示した。実験者は被験者に、それぞれの画像を好きかどうか考えながら見るよう指示した。画像は被験者ごとにランダムに提示された。実験者は画像を見る被験者の眼球運動を記録した。被験者は、すべての画像を見終わった後で、実験の教示で指示された「この絵が好き」というアンケート項目に対して 5 段階で評価した。評価項目は黒須らの分類を参考にした[5]。また、アンケート用紙には実験で使用した各画像を記載した。

被験者の内訳：美術デザイン関係者 8 名、一般人 (本学学生、本学職員) 13 名で、全員に美術デザインの学習履歴を問うアンケートを実施し、一般人と美術デザイン関係者を明確に区別した。

分析方法：左右両目で、X 軸座標の値の差の絶対値、および Y 軸座標の値の差の絶対値を、輻輳の幅として計測した。

4. 結果

4.1. アンケート結果

図 1 は、被験者がアンケートの「好き」という項目に 5 段階で評価した結果である。直線は美術デザイン関係者の平均の評価値を表し、点線は一般人の評価値を表す。デザイン関係者の評価平均は 3.5 ポイント、一般人の評価の平均は 3.3 ポイントで、人物画、抽象画でデザイン関係者の評価がやや高い傾

向がある。

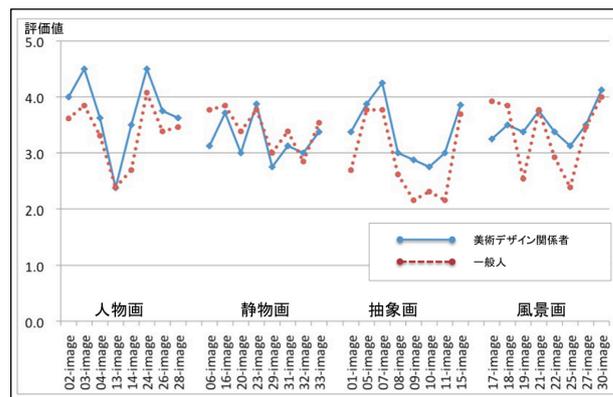


図 1 「好きである」評価のグループ別平均値

両グループともに評価が低かった画像は、「人物画」の image-13 であった。一方、両グループとも評価が高かった画像は「人物画」の image-24、「風景画」の image-30 であった。

4.2. 左右両目の輻輳

眼球運動における輻輳は、左右両目の X 軸座標と Y 軸座標の値の差の絶対値を算出することで明らかになる。

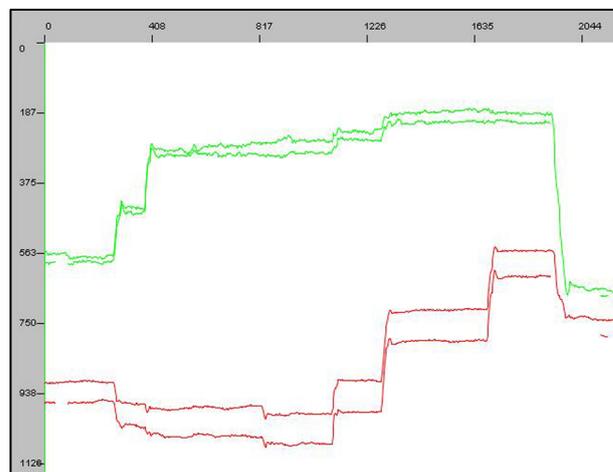


図 2 左右両目の差分のグラフ (輻輳)

図 2 は、システムが作成する両目の X 軸と Y 軸の輻輳の実際例である。本図の X 座標は時間を、Y 軸は視野角の数値を表す。また、図中の赤線は被験者がモニター上で画像を見ている時の、左右それぞれの X 軸座標を表し、同様に緑の線は両目の Y 軸座標の数値を表す。この例はおよそ 2 秒間を取り出した

ものである。輻輳が発生した現象を観察すると、この被験者はY軸方向に比較してX軸方向に多く輻輳機能を使っていることを表す。

本研究の分析では、すべての被験者の視線データで、すべての画像から左右両目のX軸とY軸の差分を算出した。

4.3. 評価と左右両目のX軸とY軸の差分

表1は、画像が好きかどうかを問うアンケート評価の平均、および左右両目のX軸とY軸の差分の平均を表す。一般人はX軸方向で両目の差分が見られるのに比べ、デザイン関係者はY軸方向で両目の差分の値が大きいことがわかる。

表1 評価の平均と両目の差分の平均

グループ	評価の平均	左右両目の 輻輳	X軸-差分	Y軸-差分
デザイン関係者	3.5	全画像	Ave. 38.8	48.6
一般人	3.3	全画像	Ave. 41.0	37.9

4.4. 画像別の左右両目の差分の比較

「人物画」「静物画」「抽象画」「風景画」で、左右両目のX軸方向とY軸方向の差分の値を比較した(図2)。図中の縦軸は差分の視野角、横軸は各画像を表す。青線はデザイン関係者、赤線は一般人を表す。

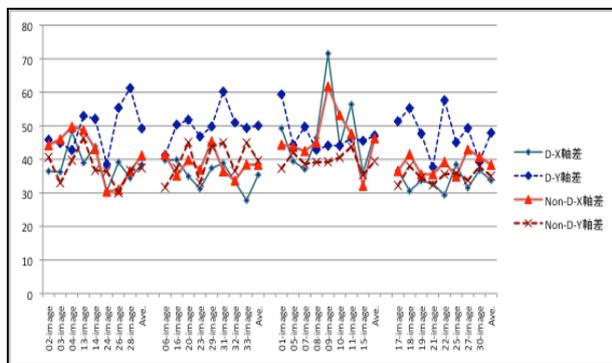


図2 左右両目のX軸とY軸の差分の比較

図2から、一般人グループは、X軸方向の左右両目の差分の値がY軸方向の差分の値よりやや大きいか、殆ど同じであり、デザイン関係者は殆どの画像でY軸方向の差分の値が大きいことがわかった。また、「抽象画」では、デザイン関係者と一般人の両方でX軸方向の差分の値が高い傾向があることがわかった。

4.5. 「評価：好き」と左右両目の差分の値

アンケート評価が高かった画像と低かった画像それぞれ3点を選び、デザイン関係者と一般人、それぞれの左右両目のX軸とY軸の差分の値の平均を算出し、両者を比較した(表2)。

その結果、デザイン関係者は、好きだと答えた画像のX軸方向とY軸方向の左右両目の差分の値、および好きではないと答えた画像のY軸方向の左右両目の差分の値が小さかった。一般人は、好きだと答えた画像で、Y軸方向のみ両目の差分の値がわずかに高かったが、好きだと答えた画像のX軸方向の差分の値、および好きではない画像のX軸方向とY軸方向の両方で両目の差分の値が小さい結果であった。

表2 「評価：好き」と両目差分の比較

グループ	評価	Ave.	画像 (種類)	X軸-差分	Y軸-差分
デザイン関係者	「高」	4.5	image-24 (人物)	33.4	43.4
		4.5	image-03 (人物)	36.8	54.5
		4.3	image-07 (抽象)	34.1	47.0
	...		Ave.	34.8	48.3
	「低」	2.4	image-13 (人物)	40.6	54.7
		2.8	image-29 (抽象)	50.5	39.7
2.8		image-10 (抽象)	34.1	50.3	
			Ave.	41.7	48.2
一般人	「高」	4.1	image-24 (人物)	27.4	39.6
		4.0	image-30 (風景)	45.7	42.6
		3.9	image-17 (風景)	38.5	34.2
	...		Ave.	37.2	38.8
	「低」	2.2	image-9 (抽象)	34.1	35.3
		2.2	image-11 (人物)	41.3	34.0
2.3		image-10 (抽象)	34.8	35.5	
			Ave.	36.7	34.9

4.6. 画像の縦横比

図3は、画像の横に対する縦の割合を表す。「1」より小さい値は「横長」を、「1」より大きい値は「縦長」を意味する。この結果から、「抽象画」だけが特別に横の比率が高いわけではないことがわかる。

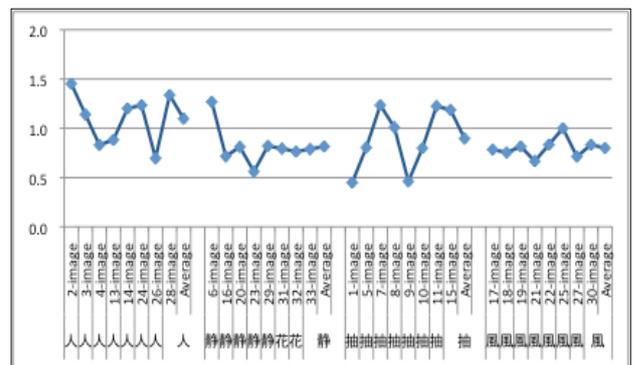


図3 画像の縦横比

4.7. 画像の縦横比と「評価」の相関関係

「好き」という評価の高かった画像と、両目の X 軸と Y 軸の差分の値の相関係数を、デザイン関係者と一般人で比較した(表 3, 表 4)。その結果、一般人の X 軸の差分の値できわめて低い相関がみられる以外は、相関があるとはいえなかった。また、画像の縦横比と、両目の X 軸と Y 軸の差分の値の相関係数を、デザイン関係者と一般人で比較した結果、相関はきわめて低いことがわかった。

表 3 「輻輳」と「アンケート評価」の相関係数

「評価:好き」と「輻輳」 (相関係数)	
D: X軸差分	-0.351119735
D: Y軸差分	-0.256780589
Non-D: X軸差分	-0.493181859
Non-D: Y軸差分	-0.319447263

表 4 「輻輳」と「縦横比」の相関係数

「縦横比」と「輻輳」 (相関係数)	
D: X軸差分	-0.127626407
D: Y軸差分	-0.154337949
Non-D: X軸差分	-0.112048741
Non-D: Y軸差分	0.025961894

5. 考察

本研究は、画像を見る時の眼球運動を観察し、画像の評価を自動的に抽出する際に輻輳機能の利用が可能かどうかを調べる目的で実験を実施した。また、デザイン関係者と一般人の眼球運動を比較した。

まず、好きな画像とそうではない画像の両方の場合で特徴的な現象を検出することができた。結果をみると、デザイン関係者は一般人と比較して Y 軸方向で左右両目の差分が大きいことがわかった。また、好きという評価が高かった画像 3 点とそうではない画像 3 点で左右両目の差分の値を調べた結果、デザイン関係者は、好きだと答えた画像の、左右両目の X 軸と Y 軸方向の差分の値、および好きではない画像の、左右両目の Y 軸方向の差分の値が低かった。すなわち、デザイン関係者は、好きではない画像で輻輳を多用する傾向があった。一方、一般人は好きだと評価した画像で Y 軸方向の差分の値が高かった以外、すべての値が低かった。すなわち、一般人では、好きな画像で Y 軸方向に輻輳を多様したが、それ以外では輻輳機能を利用しない傾向があった。

また、今回の実験で、画像の縦横比と X 軸方向および Y 軸方向の左右両目の差分の値の間に相関はなかった。ここから、画像の縦長と横長によって、X 軸方向と Y 軸方向の輻輳の値が左右されるわけではないことが明らかになった。

中森らは、異なる表情の複数人の顔画像を提示し、好みの写真を見た時の実験参加者の瞳孔径を計測し、瞳孔が感性を表現する場合の指標になりうる可能性を示唆した[3]。しかし、同時に、「好み」と「興味」の相関が見られたことが「興奮」によると考えれば、「嫌い」が「興奮」につながる可能性がある、と述べている[3]。

寺らの研究[6]で、中国人被験者と日本人被験者による輻輳機能の使い方の特徴が検出された。それは多分に被験者の専門性や環境の影響があることが推測される。本実験では、「好きな画像」と「そうではない画像」について眼球運動を分析したが、感性評価の「興味がある」という項目を取り入れなかった。これは中森らも述べているように[3]、「興味がある」という評価の意味する範囲が非常に広いことを考慮したためである。しかし、左右両目の Y 軸方向の差分の値が、デザイン関係者で高い傾向を示したことは、絵画を見る際の眼球運動には「感性」と関係深い要素が存在することを示唆する。今後も「感性評価」と「輻輳機能」に関する研究を深めることを課題とする。

参考文献

- [1] 古賀一男, 中澤幸夫, 荻阪良二編, (1993), “眼球運動の実験心理学”, 名古屋大学出版会
- [2] 高橋英之, 西村望, 大森隆司, (2010), “絵画鑑賞時の視線の動きから嗜好を読み取る”, 日本認知科学会大会発表論文集(CD-ROM) vol. 27, N0.04-2
- [3] 中森志穂, 水谷奈那美, 山中敏正, (2011), “顔画像に対する好みは、瞳孔径にどう反映されるのか”, 日本感性工学会論文誌 10(3), pp. 321-326
- [4] 和久井秀樹, 平田豊, (2011), “輻輳角を指標とした漫然状態検知”, 生体医工学会論文集, vol. 49 (5), pp. 693-702
- [5] 黒須正明, 橋爪絢子, (2013), “感性表現用語の研究(1): 感覚表現用語, 感情表現用語との関係”, 日本心理学会第 76 回大会, 予稿集
- [6] 寺朱美, 深見友, 永井由佳里, (2016), “デザインにおける視覚情報の認知的研究—視線追跡装置を利用した日本人と中国人の比較分析—”, 日本認知科学会第 33 回大会発表論文集, pp. 666-669