

多焦点表示システムの実装と評価 Design and Evaluation on a Multi-Focus Display System

渡邊 曜子[†] 郷 健太郎[‡] 今宮 淳美* 茅 暁陽*
Yoko Watanabe Kentaro Go Atsumi Imamiya Xiaoyang Mao

1. はじめに

日常生活で視覚的な情報を伝達するときには、表示内容に重みをつけて区別し、強調したい部分を目立たせる工夫をこらす。例えば、スーパーのチラシは、目玉商品を大きく表示し、他の部分と色を変えることよって、見る人の注意をひくように工夫されている。同様の手法は、表示領域の焦点 (Focus) を領域ごとに変えることでも実現でき、視点を変えた新しい Focus + Context 技術として近年注目されている[1]。

文献[2]は、低解像度の中に高解像度領域を設けた画像 (例: 図 1) を用意して、この画像の高解像度領域を被験者が見た場合、低解像度領域に注視点が移りにくくなるという実験結果を示した。この結果は、焦点のぼけた画像中で、焦点の合った領域内に注目させたい対象物を配置すれば、対象物 (とその領域) を戦略的に注目させることが可能であると解釈できる。



図 1. 低解像度領域中に高解像度領域を配置した画像例

一方、実用上では、表示領域中に注目させたい対象物が複数存在することが多い。対象物には、最も目立たせたいもの、2 番目に目立たせたいもののように順位づけられている場合がある。しかし、このような複数の対象物が存在する場合、領域の焦点を変えて順位づけして、注目度を変えることができるかどうかは明らかではない。

本論文では、多焦点表示システムを試作し、表示領域ごとに焦点を変えることによって注視者の注視点を戦略的に制御できることを実験分析により示す。また、対象物が 2 つ以上存在する場合、注視点に順位づけできることを明らかにする。

2. 多焦点表示システム

表示領域を複数に分割して、広領域中に焦点を変えた狭領域を配置する (具体的には、ぼけた画像中に焦点の合った狭領域を配置する) 場合、次の 3 パターンが想定される。

1. 狭領域を 1 つ配置する。
2. 同じ焦点で面積を変えた狭領域を 2 つ以上配置する。
3. 同じ面積で焦点を変えた狭領域を 2 つ以上配置する。

[†] 山梨大学工学部, University of Yamanashi

[‡] 山梨大学総合情報処理センター, University of Yamanashi

* 山梨大学医学工学総合研究部, University of Yamanashi

以上の配置を可能とする多焦点表示システムを、Microsoft Visual Basic で試作した。評価実験には視線追跡装置を利用する。したがって、実験開始時の被験者の注視点を画面中央に統制するため、開始画面中心にボタンを配置した。被験者はこれを注視しながらクリックして実験を開始する。また、画像を表示する場合、狭領域が重ならないように配置し、さらに、目標物が対象領域の焦点に合致するように画像処理した。

3. 多焦点表示システムの評価実験

本システムを利用した評価実験として、「ぼけた画像中に焦点の合った狭領域があると、その領域を注視させることができ、しかも順位づけできる」ことを、(実験 1) 注視点の傾向と、(実験 2) 目標物の探索しやすさの比較によって分析する。

3.1 実験 1: 注視点の傾向

表示画面中の各領域における注視点と注視量の変化を視線追跡装置で測定する。

(1) 実験環境と実験手順

本研究で試作した多焦点表示システムを使い、15 インチモニター (1024 × 768 ピクセル) に刺激画像を提示する。被験者と画像表示用モニターとの距離は 67cm である。提示刺激はノイズ画像であり、領域の焦点を変えるために、Adobe Photoshop のガウスフィルタで半径 1.6 ピクセルと 0.8 ピクセルぼかした画像を基本データとして使用する。

実験中には、1 秒間のインターバルにおいてモニターに画像を一定時間提示するという作業を繰り返し、被験者は画像を注視する。この間、被験者の注視点データを視線追跡装置 (NAC EMR-8) によって取得する。ここで 100ms 以上の固視を注視と定義する。

被験者には、次の 2 種類の指示を行う。

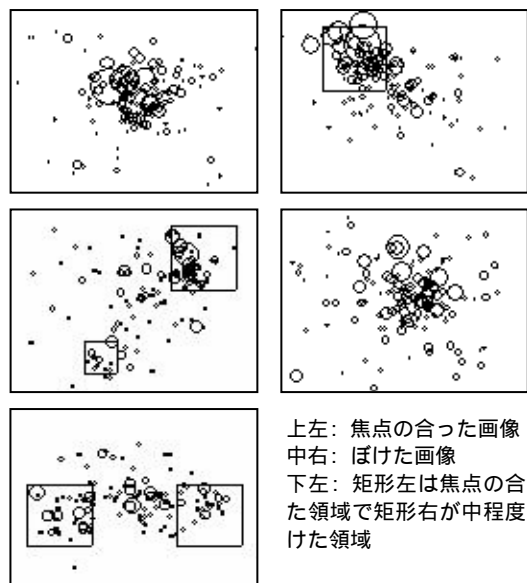
- (a) 画面のどこを見ても良い (表示時間: 5 秒間)。
- (b) 画面の中心をじっと見る (表示時間: 2 秒間)。

(2) 実験結果

指示(a)のもとで得られたすべての被験者 (12 名) の注視時間を図 2 に示す。焦点領域が 1 つの場合 (全体の焦点が合った画像と全体がぼけている画像) は、画像中心周辺の注視点の注視時間が長く、注視点の位置が全体にばらついているという傾向がみられた。一方、ぼけた画像中に焦点の合った狭領域がある場合には、狭領域に注視点が集中し、また狭領域での注視時間が長いという傾向がみられた。同焦点で狭領域の大きさが異なる画像では、領域の大きいほうに注視点が集中していることがわかる。また、(i) 焦点の合った狭領域と、(ii) 同じ大きさの程度に焦点の合った狭領域がある画像では、画像中心、(i)、(ii) の順番で注視点が集まっていることが読みとれる。

指示(b)の場合では、「画像中心をじっと見続ける」という作業にもかかわらず、実験開始直後、焦点の合った狭領域に注視点を移すという傾向が観測された。

以上の結果は、ぼけた画像中に焦点の合った狭領域を配置し、その領域を戦略的に見させられることを示している。



上左: 焦点の合った画像
 中右: ぼけた画像
 下左: 矩形左は焦点の合った領域で矩形右が中程度ぼけた領域

図 2. 被験者の注視点と注視時間 (5 つの大矩形は、それぞれ表示画像領域に対応する。小矩形: 焦点の合った領域、円の中心: 注視点、円の大きさ: 注視時間の長さ)

3.2 実験 2: 目標物の探索しやすさの比較

狭領域内に目標物がある場合とない場合での、目標物の見つけやすさを、探索結果の正答率によって比較する。

(1) 実験環境と実験手順

英語アルファベットを敷き詰めた画像の中に、目標文字を 1 つ配置し、各領域で被験者の目標文字探索の正答率に有意差があるかどうか分析する。なお、画像と目標文字の位置、狭焦点領域の位置はすべて無作為に設定する。

被験者が画面の中央にあるボタンをマウスでクリックすると刺激画像が 300ms 提示される。被験者は、画像が消えた後で、画面上の目標文字があった位置をクリックして回答する。クリックした位置を正解とみなす範囲は、目標文字の中心から半径 1.5cm の円とする。

狭領域の特徴にあわせて、実験の種類を表 1 の 3 パターンに分類し、(1) ~ (3) の各項目の正答率を得点表示する (最高点: 10 点)。なお比較のために、(A)ぼけた画像だけと(B)焦点の合った画像に関する探索データも取得する。

表 1. 文字探索実験における変数とレベル

狭領域の特徴	目標文字の位置
(1) 焦点の合った狭領域が 1 箇所	(A) ぼけた画像 (B) 焦点の合った画像 (C) 狭領域 (D) 狭領域外
(2) 大きさの異なる焦点の合った狭領域が 2 箇所	(A) ぼけた画像 (B) 焦点の合った画像 (C) 狭領域(大) (D) 狭領域(小) (E) 狭領域外
(3) 面積が同じで焦点の合った狭領域と中程度ぼけた狭領域	(A) ぼけた画像 (B) 焦点の合った画像 (C) 狭領域(焦点の合った) (D) 狭領域(中程度ぼけた) (E) 狭領域外

(2) 実験結果

被験者 23 人の得点を分散分析した結果に有意差が認められたため、ライオン法で多重比較を行った。目標文字の位置による有意差の有無を表 2 に示す。表 2 中の記号は、表 1 の目標文字の位置に対応する。

表 2. 正答得点の平均値の比較 (*: 有意差あり)

(1) 焦点の合った狭領域が 1 箇所

	A	B	C	D	得点
A			*		4.030
B			*		5.217
C				*	7.261
D					3.826

(2) 大きさの異なる焦点の合った狭領域が 2 箇所

	A	B	C	D	E	得点
A			*		*	5.000
B			*		*	5.391
C				*	*	7.087
D					*	4.478
E						3.000

(3) 面積が同じで焦点の合った狭領域と中程度ぼけた狭領域

	A	B	C	D	E	得点
A			*		*	4.913
B			*		*	5.913
C				*	*	8.435
D					*	6.000
E						3.478

表 2(1)から、焦点の合った狭領域が存在し、この領域外に目標文字があると、その正答率が低いことがわかる。この理由は、焦点の合った領域に注視点が移ることによって、領域外の目標文字を発見する前に画像提示時間が終わってしまったからだと考えられる。実際に視点の軌跡を分析すると、目標文字を探し始めてすぐに高解像度領域に視線を移し、その後に目標文字を探索するというパターンが多く見られた。この傾向は、狭領域が 2 つでも同じである。

また、表 2(2)と(3)は、狭領域の大きい方の正答率が高いことと、焦点の合った狭領域の正答率が高いことを示している。これは、これらの領域に注視点が導かれ、他の領域に比べて探索の優先度が高くなったためだと解釈できる。

4. おわりに

本論文では、多焦点表示システムの試作とその評価実験について述べた。2 つの実験を通して、「ぼけた画像中に焦点の合った狭領域があると、その領域を注視させることができ、しかも順位づけできる」ことを示した。

今後の方向性として、本システムをビデオ会議システムの表示機能に利用して、遠隔地のユーザに見せたいものを注視させるシステムを実現したいと考えている。

参考文献

1. Kosara, R., Miksch, S., and Hauser, H.: Focus+Context Taken Literally, *IEEE Computer Graphics and Applications*, Vol. 22, No. 1, pp 22-29 (2002).
2. Reingold, E. M. and Loschky, L. C.: Reduced Saliency of Peripheral Targets in Gaze-Contingent Multi-Resolutional Displays: Blended versus Sharp Boundary Areas of Interest, *Proc. the symposium on ETRA 2002*, pp. 83-87 (2002).