

# 映像の収縮歪みによる視線誘導の検討

荒木凌<sup>†1</sup> 竹内凌一<sup>†1</sup> 橋本渉<sup>†1</sup> 水谷泰治<sup>†1</sup> 西口敏司<sup>†1</sup>

**概要:** 視線誘導とは、映像観察時に視線の動きを意図的に導く技術の一種である。視線誘導では、瞬時に視線の移動ができる有効視野の範囲において無意識的に行われている。もし周辺視への視線誘導が実現すれば、没入映像メディアを用いて周辺への情報提示が期待できる。本研究では、有効視野外への視線誘導が可能かどうかを検証する。視野の外に誘導するためには、誘導先を適切に示す情報が必要である。本研究では、画像の収縮歪みによって視線誘導先を表現することを提案し、平面スクリーンを用いて検証する。

## 1. はじめに

ヒトの視覚は、視機能が優れている中心視野から遠ざかるにつれ、視力が低下することが知られている。それゆえ、ヒトが対象物を視認する場合は、眼球運動によって対象物を中心視野に捉えることが必要となる。この眼球運動を、無意識状態でありながら意図的に制御することが視線誘導であり、写真の構図や映画、広告、手品などの分野で幅広く用いられている。通常、視線を自然に誘導することができる視野の領域は有効視野と呼ばれ、その画角は水平 30 度、垂直 20 度程度とされている[1]。この領域では頭を動かすことなく瞬時に視線を移動することができるため、頭部の向きを変えるなどの運動を伴わないのが一般的である。ところがヒトの視覚には、誘導視野や補助視野などの周辺視が存在し、水平 100 度以上、垂直 85 度以上あるため、有効視野の外側まで視線誘導できる可能性がある。誘導視野や補助視野は、臨場感やバクションを引き起こす役割を果たしており、映像の臨場感や周波数解像度を意図的に制御することによって、頭部運動をも誘発するような視線誘導を実現することが期待できる。

本研究の最終的な目的は、眼球運動のみならず頭部運動を誘発するような、頭を動かしてでも周りが見たくなるような視線誘導が可能かどうかを検証することである。頭部運動を伴う視線誘導がどの程度有効か明らかになれば、没入映像メディアにおける周辺への訴求的な情報提示に応用することができるだろう。ここでは有効視野の外に視線誘導するため、点滅や集中線のような付加的な情報によらず、映像歪みの分布による誘導手法を提案する。本稿では、まず有効視野内にて映像歪みによる誘導が有効かどうかを確認する。

## 2. 視覚と視線誘導

一般的な視線誘導の方法としては、点滅やオプティカルフローの発生・消失点、局所的なハイライトなどの動的な表現によって実現できることが知られている。しかし必ず

しも有効視野外へ正しく誘導できるとは限らない。視野外のどの方向にどれだけの距離だけ離れた場所に誘導したいかを、視野内で示す必要がある。また、スポットライトや点滅などの表現に頼ると、元の情報を著しく変容させる可能性があり、汎用性に乏しくなる。本研究では映像の動きが少ない静的表現での視線誘導を試みる。具体的には次の被写界深度によるもの、収縮歪みによるものを検討する。

### (a)被写界深度による視線誘導

視線誘導をさせたい領域を中心に、段階的なブラー（ぼけ）を付加させることにより、焦点が合っている箇所に視線誘導させる、という発想に基づいている（図 1）。視らによる研究[2]では有効視野において視線誘導が可能であることを示しており、有効視野外への誘導の可能性が示唆される。本研究の着想の原点となった研究[3]ではブラーの勾配を直観的に把握することができ、周辺視野に存在する合焦領域を知覚することができていた。



図 1 被写界深度の変更による視線誘導

### (b)映像の収縮歪みによる視線誘導

視線誘導をさせたい領域を中心に、画面全体を収縮させることによって、収縮中心に視線誘導させる、という発想に基づいている（図 2）。一般的に人間の視覚は周波数成分の高い箇所に注意が向くという性質から、映像全体を 1 点に収縮させることにより、注視させようとしている。有効視

<sup>†1</sup> 大阪工業大学  
Osaka Institute of Technology.

野における先行研究がないが、空間的なアテンションに関する研究では、スポットライトやズームレンズのモデルに類似するなど、誘導可能性は高いと考えられる。本研究では、この可能性について検証する。



図2 映像の収縮歪みによる視線誘導.

### 3. 映像の収縮歪みの実装

視線誘導させたい領域を中心に、画面全体を収縮させるフィルタを実装した。フィルタにも様々な手法やパラメータがあるが、ここでは各画素から収縮中心との間を線形保管する方法をとり、画面を見ながら経験的に決定した。収縮歪みの方法を図3に示す。

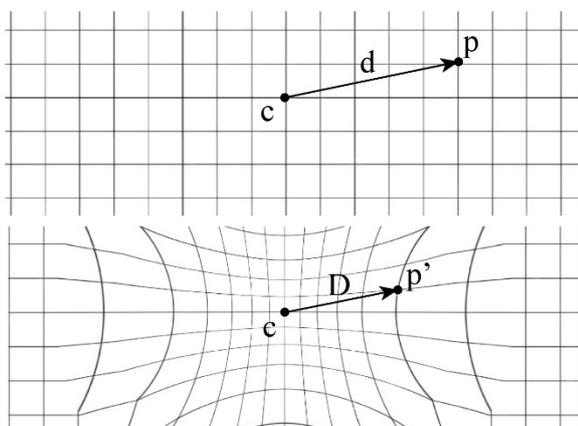


図3 映像の収縮歪みの方法

視線誘導させたい収縮中心を  $c$ 、歪みを加えたい任意の点を  $p$  とする。画像の大きさは  $[0:1]$  とする  $uv$  座標系で表現するものとし、 $c$  と  $p$  の距離を  $d$  とする。このとき、収縮先の点を  $p'$ 、 $c$  と  $p'$  の距離を  $D$  とし、式 1,2 のような表現で歪ませることにしている。

$$\overrightarrow{cp'} = D\overrightarrow{cp} \quad (式 1)$$

$$D = \begin{cases} (1-d)^2 & 0 < d < 0.3 \\ 0.7(1-d) & 0.3 \leq d < 0.4 \\ 0.42 & 0.4 \leq d \end{cases} \quad (式 2)$$

式 2 の一番上の 2 次式によると、 $d$  が 1 に近づくにつれ

て 0 に近づき、歪みが大きくなりすぎるため、距離が 0.3 以上の場合には徐々に変形率が小さくなり、0.4 以上で一定となるように工夫している。この歪み生成方法を用いて実装した例を図 4 に示す。

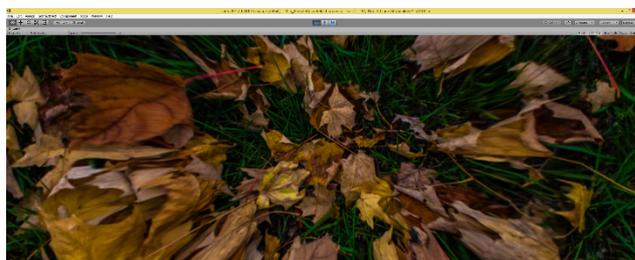


図4 本フィルタによって中央に収縮歪みを与えた例

なお、今回の実装方法では実際にディスプレイに出力した場合に拡大表示される。これは、収縮歪みを画像に適用する際に、テクスチャとして読み込む範囲を収縮し歪ませているため起きる。図5に例を示す。収縮したテクスチャ座標がディスプレイの  $uv$  座標に合わせて表示されることで拡大される。しかし、収縮中心を動かすことでテクスチャとして読み込む範囲を移動できる為、不可視な領域は無い。このことから、視線誘導するにあたってこの実装方法で問題がないと判断した。

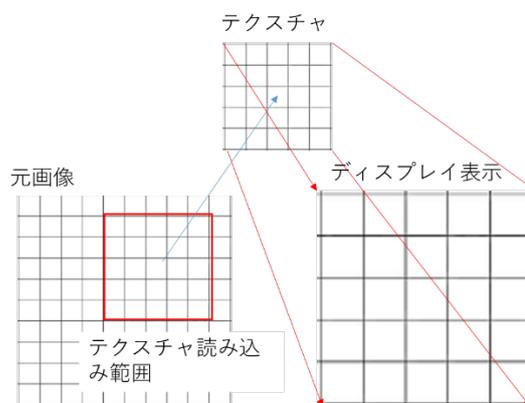


図5 元画像とディスプレイ表示の関係

### 4. 映像の収縮歪みによる視線誘導実験

#### 4.1 実験方法

収縮歪みによって視線誘導が可能かどうかを実験によって調べる。具体的には、収縮歪みを与えた場合と、そうでない場合で視線検出を行う。収縮中心の位置と視線位置との距離を計算し、自由に画像を見た場合と比較することによって検証する。視線検出には Tobii 社製 Eye Tracker 4C、提示モニタには LG エレクトロニクス社製の 29 インチ曲面モニタ (29UC88-B) を使用した。また映像の収縮歪みや視線検出には Unity を利用した。

実験参加者は図 6 のような環境で、着座状態で提示され

た映像を観察する。最初に視線検出のためのキャリブレーションを行う。次に提示された映像に対して、実験参加者には自由に見るように指示する。周波数成分の高い領域が広く分散したような画像を1枚(2560×1080pixels)を用いた。最初の10秒間は歪みを生成しない状態で映像を提示し、その時の視線移動を記録する。5秒のインターバルの後に、次の10秒間で収縮歪みを生成・移動させた映像を提示し、その時の視線移動を記録する。収縮歪みの移動パターンは、あらかじめ定義しておいた直線的かつ動的な移動である。これを20名に対して1回ずつ実験を行った。



図6 映像の収縮歪みによる視線誘導の実験環境

#### 4.2 実験結果

実験結果を図7に示す。図7は被験者20人の視線位置と収縮歪みの中心までの距離を10秒間の全平均で示したものである。縦軸は距離(ピクセル)である。収縮歪みが無い条件では、視線誘導の情報が一切与えられないが、距離を測定する条件を合わせるため、視線位置と収縮歪みの移動パターンとの距離を測っている。収縮歪みの有無による効果を比べた場合、歪み有の方は全体的に距離が短くなっていることが分かる。歪み有と歪み無についてt検定を行った結果、 $t(38)=2.783$ ,  $p<.008$ で有意差がありという結果になった。

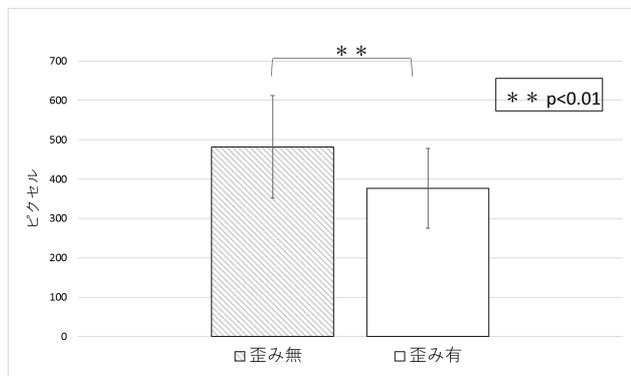


図7 視線位置と収縮歪みの移動パターンとの距離の平均

図8, 図9は、視線誘導位置と被験者20人の視線が10秒間でどのような座標をたどったかをX, Y座標でそれぞれ平均したものである。縦軸が座標、横軸が時間になっている。図8, 図9共に歪み有のグラフが、歪み無のグラフに比べて視線誘導座標のグラフに近い形になっていることがわかる。

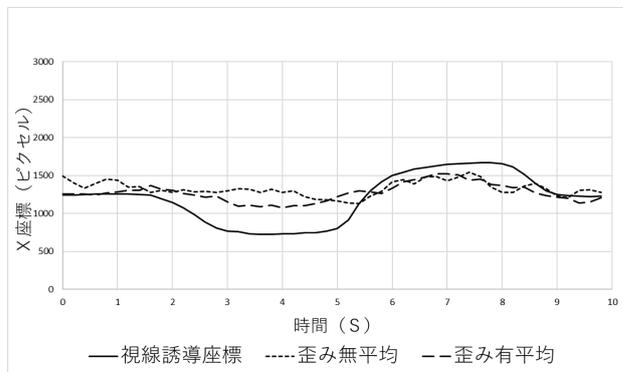


図8 収縮歪みの有無による視線移動の軌跡の全平均と収縮歪みの移動パターン(X座標)

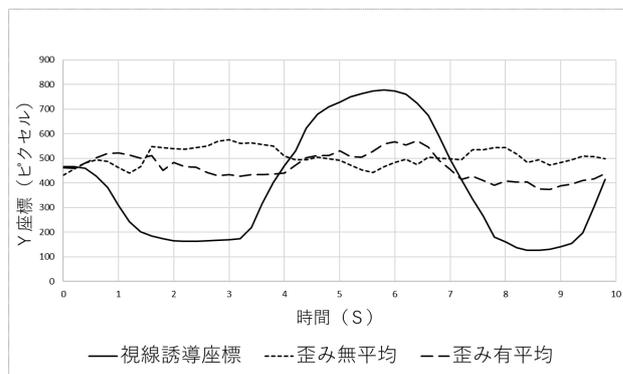


図9 収縮歪みの有無による、視線移動の軌跡の全平均と収縮歪みの移動パターン(Y座標)

図10では視線誘導効果の大きかった被験者の視線移動の軌跡をグラフにした。太線が収縮の移動パターンで、点線がそのときの視線移動軌跡である。移動パターンに比べて視線の動きが小さくなっているが、移動パターンと類似する軌跡をたどっていることが分かる。

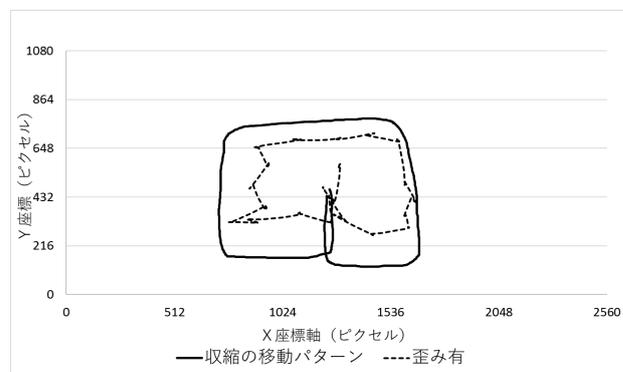


図10 被験者2による視線移動の軌跡の収縮歪みの移動パターン

## 5. 考察

実験結果から、今回作成した収縮歪みに視線誘導効果があるか考察を行う。図7では、全被験者の平均が効果なしに比べて効果ありの距離が短いことより、収縮歪みによって視線誘導効果が得られたことがわかる。

図8、図9で時間ごとの座標位置の推移をX,Y成分に分けてグラフ化したところ、効果ありのグラフが視線誘導座標に近い位置を通っていることから視線誘導効果が得られていることが確認できる。また、収縮位置が移動してもこれに追従して視線が動いていることから、動画など、視線誘導させたい位置が変化するようなコンテンツでも利用できることが考えられる。

この実験により、収縮歪みに視線誘導効果があることを検証することができた。しかし、本研究ではディスプレイに曲面ディスプレイを利用した為、頭部運動を必要としない範囲にディスプレイが収まってしまうので頭部運動を誘発するような視線誘導は検証することができなかった。今後は視界を覆うようなディスプレイを用いて収縮歪みによって視線誘導をした際に頭部運動を誘発するかを検証していきたいと考えている。また、今回の実験では周波数成分の高い領域が広く分散したような画像を用いたが、周波数成分の高い領域が偏った画像や、動画についても検証したいと考えている。

## 6. おわりに

本研究では収縮歪みを用いた視線誘導について検証した。視線誘導の効果を検証するため、視線誘導の有無によって視線位置と視線誘導位置の距離を測定した。その結果、人間の視線は収縮部分に誘導されるということが分かった。また、収縮歪による視線誘導が動画でも利用可能である可能性も述べた。今後は、周波数成分の高い領域が偏った画像や、動画でも実験を行って行く。更に、今回の実験では、頭部運動を誘発するような視線誘導については検証できなかった。今後は没入型ディスプレイを用い、頭部運動を誘発できるような視線誘導についても併せて検証を行う予定である。

**謝辞** 本研究の一部は、JSPS 科研費 JP18K11415 の助成を受けたものです。

## 参考文献

- [1]原島博, 廣瀬通孝, 下條信輔: 仮想現実学への序曲, 共立出版, 1996
- [2]畑元, 小池英樹, 佐藤洋一. 解像度制御を用いた視線誘導, インタラクション 2014 論文集, pp.57-64, 2014
- [3]黒沢晶浩, 橋本渉, 佐野睦夫. 没入球面ディスプレイにおける被写界深度ボケの奥行き認知, 日本バーチャルリアリティ学会大会論文誌, pp.648-651, 2012