

令和 5 年 6 月 21 日現在

機関番号：12608

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K21807

研究課題名（和文）画像フィルタを用いた気づかれない視線誘導に関する研究

研究課題名（英文）Gaze guidance without being noticed by users

研究代表者

小池 英樹（Koike, Hideki）

東京工業大学・情報理工学院・教授

研究者番号：70234664

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 5,000,000円

研究成果の概要（和文）：プロジェクタとカメラを統合したプロジェクタカメラシステム（procams）を用いた実世界における視線誘導手法を開発した。具体的にはprocamsのカメラを用いて実世界の物体を撮影、撮影された映像に対してブラー、シフト等の画像フィルタを適用し投影画像を作成、投影用画像をプロジェクタを用いて実物体に重畳投影する。この結果、実物体にフィルタの適用された部分と適用されていない部分が生じ、ユーザの視線は後者に誘導されることが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、従来コンピュータディスプレイ上で効果が確認されていた画像フィルタを用いた視線誘導手法を、procamsを用いて実世界の物体に対して実現し、その効果を確認した点に新規性がある。従来、実世界での視線誘導は、視線を誘導した物体だけにスポットライトを照射したりするもので、ユーザは視線誘導が行われていることに容易に気づくものであるが、こうした積極的な視線誘導は過去の研究においても不評であった。これに対して、本手法はプロジェクタを用いてユーザの視覚的認知可能なギリギリの視覚効果を生成する。結果として、ユーザは視線誘導が行われていることには気づかないが、無意識のうちに自然な視線誘導が行われる。

研究成果の概要（英文）：We developed a real-world eye guidance method using a projector-camera system (procams) that integrates a projector and a camera. A real-world object is captured using a procams camera, image filters such as blur or shift filters are applied to the captured image to create a projection image, and the projection image is projected on the real object using a projector. As a result, it was shown that the real object has both filtered and unfiltered areas, and that the user's gaze is guided to the latter.

研究分野：知覚情報学

キーワード：視線誘導 プロジェクタ・カメラ・システム 画像フィルタ 実世界プロジェクション

### 1. 研究開始当初の背景

テレビや映画において、被写界深度を変化させて視聴者の視線を誘導する手法がある。例えば、最初は手前の人物にレンズの焦点があり後方がぼけている状態から、遠方の物体に焦点を変更し手前の人物をぼけさせると、視聴者の視線は手前の人物から遠方の物体へと誘導される。これに対し申請者は、図1(右)に示すように画像の一部の小さな領域を原画像のままにし、他の部分にガウシアンブラーを適用してほかと同様の効果が得られることを予備実験により確認した[Hata et al]。さらに、ブラー強度を変化させた時、注視点が非ブラー領域に有意に移動するブラー強度は、人が知覚できるブラー強度より少しだけ小さいことを発見した。これは、両者の間にブラー強度を設定すると、人に気づかれない視線誘導が可能となることを示唆している。



図1:ブラーによる視線誘導。(左)元画像。(右)中央の家以外にブラー適用。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、(1)ガウシアンブラーを用いた被験者実験をより詳細に行うことで、注視点が有意に移動するブラー強度と脳が知覚するブラー強度の関係を明らかにすること、(2)両者の中間のブラー強度を用いることで、気づかれない視線誘導が可能であることを実験により示すこと、(3)ガウシアンブラーと異なる他の画像フィルタでの実験を行い、画像だけでなくテキストなど異なるコンテンツに対して効果的な画像フィルタを発見すること、(4)本手法を実世界での視線誘導に展開し、人の視線を自然に誘導するアプリケーションを実装することで、本手法の実用性・有効性を示すことである。

### 3. 研究の方法

以下の各段階にしたがって研究を行った。

#### (1) 画像フィルタ知覚限界の調査

コンピュータ・ディスプレイ上に様々な画像を表示し、ゆっくりと画像フィルタの強度を強めていく。被験者が画像フィルタに気づいた時点でマウス・クリックさせることで、画像フィルタの知覚限界を調べた。

#### (2) 注視点移動の計測

同様にディスプレイ上に画像を表示するが、中心視野の大きさに相当する一部分(視野角  $1.5^\circ$ 。23inch ディスプレイとの距離が 60cm のときには半径 118pixel)は原画像のままとし、他の領域には画像フィルタを適用する。この画像を被験者が数秒間見た時の視線の動きを視線追跡装置を用いて計測した。画像フィルタの強度を変更することで、画像フィルタ強度と注視点が原画像領域に移動する時間の関係を調べた。

#### (3) 視線誘導の確認

(1)(2)から、人の脳が知覚できる画像フィルタの強度と、注視点が有意に移動する画像フィルタの強度が明らかとなる。フィルタの強度をこの中間に設定することで視線誘導ができることを実験により示した。

#### (4) テキスト画像での実験

文字が多く含まれるテキスト画像の場合、白い背景と黒い文字とのコントラストが強いため、ガウシアンブラーを適用すると写真と違い容易に画像フィルタの存在に気づいてしまう。そこで、テキスト画像に対しては、異なる画像フィルタが必要である。そこで、プロジェクタやインクジェットプリンタで良く見られる色滲み(color shift)を人工的に発生させた。色滲みフィルタはテキストのエッジ部分をブラーほど劣化させない。この色滲みフィルタを用いてガウシアンブラーと同様の実験を行い、視線誘導の有無、そのフィルタ強度を求めた。

#### (5) 実世界視線誘導への展開

プロジェクタ・カメラ・システム(PROCAMS)を用いて、実世界での視線誘導に挑戦した。具体的手法としては、実世界の物体を撮影した画像から、視線誘導部分以外に画像フィルタを適用する。この加工画像を、プロジェクタでもとの実世界物体に正確に投影し直すと、コンピュータ・ディスプレイ上と同じブラー効果が得られる。ここでの技術的挑戦はカメラで撮影した映像をプロジェクタで正確に投影し直すことであるが、これには申請者らが以前開発した、光軸一致形 PROCAMS を使用した。図2は、システム構成を示す。

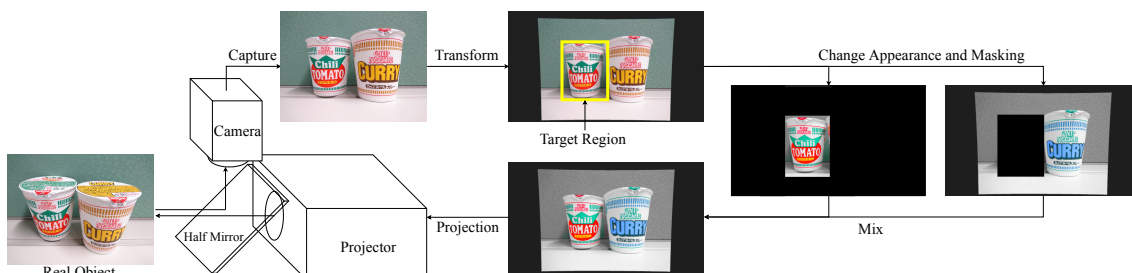


図2: 実世界視線誘導システムのシステム構成図

## 4. 研究成果

図に示す光軸一致型 PROCAMS を用いて、実世界物体における視線誘導の実験を行った。図3左上は実物体をカメラで撮影した画像(元画像)、右上は特定の物体の色相を変化させた画像、左下は元画像を実物体に投影した様子、右下は色相変化画像を実物体に投影した様子である。実験の結果、被験者の視線が特定の物体に誘導されることが有意に示された。

本研究成果は国際会議 International Conference on Artificial Reality and Teleexistence (ICAT-EGVE2022)に フルペーパーとして採択された。



図3: 実世界プロジェクションによる視線誘導

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Junpei Miyamoto, Hideki Koike, Toshiyuki Amano
2. 発表標題 Gaze Guidance in the Real-world by Changing Color Saturation of Objects
3. 学会等名 International Conference on Artificial Reality and Telexistence Eurographics Symposium on Virtual Environments (2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 幸谷有紗、浦垣啓志郎、宮藤詩緒、小池英樹
2. 発表標題 Displacement Projection Mapping: 実物体の境界を超えた形状変化の投影
3. 学会等名 日本ソフトウェア科学会 WISS2022
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------