

令和 5 年 6 月 26 日現在

機関番号：55402

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2022

課題番号：19K20389

研究課題名（和文）スポーツ指導者に向けた運動速度が見えるステッカーの開発

研究課題名（英文）Development of a sticker visualizing exercise speed for the sports leader

研究代表者

大高 洸輝（Otaka, Koki）

広島商船高等専門学校・その他部局等・講師

研究者番号：80735655

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、対象の運動速度とヒトの視覚によって知覚される像との関係について調べた。静止画像に対する空間的なフィルタリング処理によって、対象物体の運動時の見え方を予測する視覚シミュレータを構築した。また、対象の移動速度と色知覚の傾向を調べる実験を行った。結果として、運動時に明瞭な像として知覚される模様には、静止時においては縞模様があること、縞模様は速度が上昇すると間隔が広くなり、より顕著になること、赤系の色は運動時でも認識されやすい可能性があることが分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年のプロスポーツでは選手のパフォーマンスを映像解析等で定量化することが一般的だが、学校やクラブの活動レベルではそうした設備が導入できないことが多い。そこで本研究では、速度によっては運動物体を鮮明に知覚するという錯視現象を利用し、スポーツ指導者が選手の身体能力をその場で簡易に把握するツールの開発を目指した。本研究では、動いている対象の見え方に関する知見が得られた。これは、当初の目的であった学校の部活動指導の助けとなるツール開発へとつながるものである。

研究成果の概要（英文）：In this study, we investigated the relationship between the speed of motion of an object and the image perceived by human vision. We constructed a visual simulator that predicts the appearance of a moving object through spatial filtering of static images. Additionally, we conducted experiments to examine the relationship between the object's speed of movement and the tendency of color perception. The results showed that patterns perceived as clear images during motion have stripes when the object is stationary, stripes become wider and more pronounced as the speed increases, and reddish colors are more likely to be recognized during motion.

研究分野：視覚工学

キーワード：速度可視化 運動鮮鋭化現象 錯視 スポーツ用具

1. 研究開始当初の背景

近年、スポーツ選手の効果的な身体能力向上のために、選手の身体データを計測機器や映像撮影・解析によって定量的に捉え、活用することが行われるようになった。特に、プロスポーツにおいて盛んである。一方で、学校の部活動やクラブ活動では、プロスポーツのような計測機器や映像解析システムなどを導入することは困難であるため、指導者の感覚に頼っている場合が多い。また、スポーツ競技では、選手の走行速度や競技用具のスイング速度など身体能力に由来する種々の運動速度を可視化し定量的に捉えられるようにすることは、選手の能力を把握するのに有効であると考えられる。

本研究では、学校の部活動・クラブ活動指導者が、その場で容易に選手の能力を把握でき、より効果的な指導の助けとなるツールを開発したい。

ヒトの視覚では、運動物体を鮮明に知覚する場合がある。視覚心理学の分野では、この現象をモーションシャープニングと呼び、現象を説明するモデルがいくつか提唱されている。本研究者は、これまでに、この現象のモデルの精緻化および映像情報伝達技術への応用に携わってきた。これらのモデルでは、運動物体の時間周波数に応じて像の強調具合が変化する。

以上より、対象の運動速度とヒトの視覚によって知覚される像との関係を明らかにすることで、速度に応じて異なる模様を知覚させることができるのではないかと仮説を立てた。

2. 研究の目的

本研究では、特別な機器が不要であり、その場で対象の速度が目に見えるステッカーを開発することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) コンピュータによる視覚シミュレーション

移動時にモーションシャープニングによって鮮明化されて知覚した像は、静止状態ではどのような像であるのか推定するための視覚シミュレータを構築した。[A] クローバーを模した図形および[B]棒状の矩形を対象に視覚シミュレーションを行った。また、シミュレーションの際の想定移動速度をパラメータとして、視覚シミュレータによって予測された像が運動時の見えとして想定した像(元の像)と近い見えであるか比較する実験を行い、構築したシミュレータの妥当性を確認した。

以上によって、対象の運動速度と知覚される像との関係を明らかにするとともに、開発するステッカーに印刷すべき模様に関して知見を得ることを目指した。

(2) ディスプレイモニタを用いた有彩色図形の提示

形状判別を要するアルファベット記号や漢字(A・F・G・円)に色付けし、液晶ディスプレイモニタの画面中央に設置された注視点の周辺を一定速度で周回させた。そして、観察者による図形形状を判別する実験を行った。これによって、開発するステッカーへ印刷する模様の色付けした際の影響について知見を得ることを目指した。

4. 研究成果

(1) 視覚シミュレータの構築にあたって、対象は一定速度で一定方向に動いていることを前提とした。これによって、モーションシャープニングをもたらすとされる視覚のインパルス応答関数を用いた時間的なフィルタリング処理を空間的なフィルタリング処理へと置換できる。シミュレータの際には、[A]の図形は、ディスプレイモニタの左から右に向かって、一定速度で平行移動することを想定した。[B]の図形は、ディスプレイモニタへ表示した際、時計方向に一定速度で回転することを想定した。いずれも8ビットモノクロ画像であった。シミュレーション結果の一例として、[A]の図形を用いたシミュレーション結果を図1に示す。移動時に元の画像のように図形の形状が明瞭に見えるためには、静止状態では図形に縞模様が現れることが分かった。また、想定する移動速度が速いほど縞模様の間隔が広くなり、かつ縞がより顕著になる傾向があった。

比較実験によるシミュレータの妥当性検証では、[A]の図形はリフレッシュレート 240[Hz]の液晶モニタに図形を表示し、[B]の図形は、印刷して円板に貼り付け物理的に回転させた。いずれも実験参加者5名によって、シミュレーション結果と元の像が近い見えであるか比較・評価された。結果として、想定した速度と同じ速度で各図形が動いた際、シミュレーション結果と元の像が最も近い見えとなり、構築したシミュレータの妥当性が確認された。

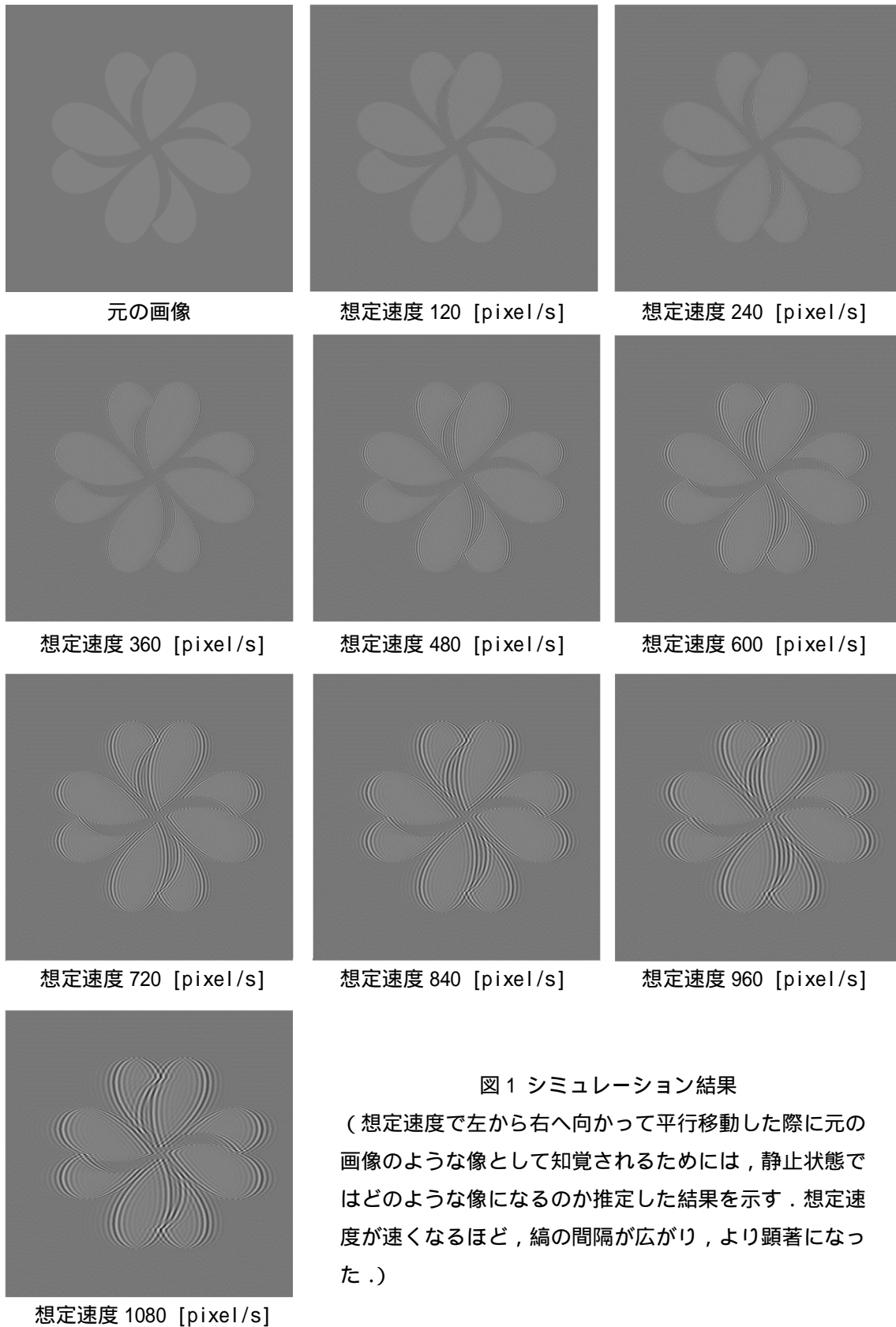


図1 シミュレーション結果

(想定速度で左から右へ向かって平行移動した際に元の画像のような像として知覚されるためには、静止状態ではどのような像になるのか推定した結果を示す。想定速度が速くなるほど、縞の間隔が広がり、より顕著になった。)

(2) アルファベット記号および漢字を4種類(A, F, G, 円)コンピュータグラフィックスによって作成した。いずれも有彩色の図形であり、色相は赤・青の2種類設定した。彩度は静止状態で観察した際ぎりぎり判別できる程度とし、明度は背景と同一にした。この図形を彩度0, 明度一定(濃淡値128)の背景の中、画面中央に設置された注視点の周辺を一定速度で周回させた。移動速度は1[cm/s], 5[cm/s], 10[cm/s], 20[cm/s], 50[cm/s], 2[m/s]の6種類用意し、5名の実験参加者に提示した。参加者は形状4種類×色相2種類×速度6種類の計48種類の運動刺激を観察し、それぞれ形状判定を行った。結果を図2に示す。参加者が正答した数を試行数で割り

正答率（図中では見えた率）を求めてプロットした．5名分の平均を示している．

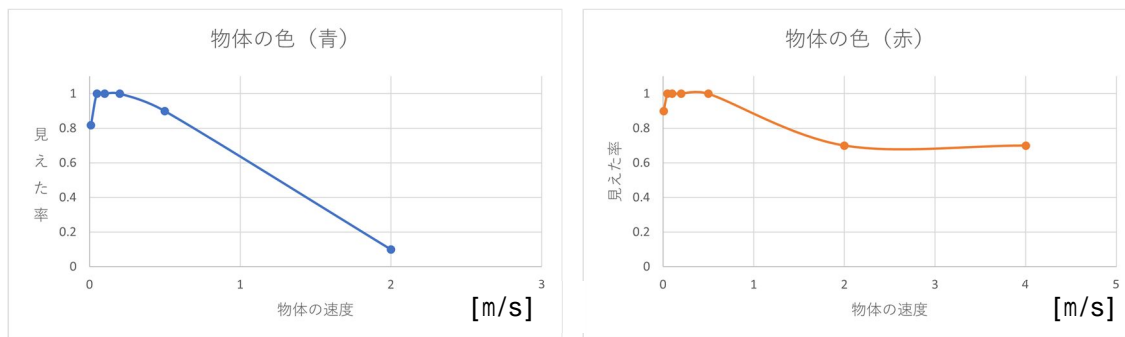


図2 参加者の正答率

ここで、色相赤に設定した際、用意した6種類の速度においては、いずれも比較的高い正答率であったため、4[m/s]で移動する場合も追加し、傾向をより捉えやすくした。

図2より、色相青においては、数[cm/s]～数十[cm/s]程度の低速時には正答率が高く、数[m/s]程度まで速度上昇すると正答率が低下した。赤系の色では、低速時の正答率が高く、数[m/s]まで速度上昇しても正答率の低下具合は小さかった。対象物体の色に着目した場合においても、移動速度によって認識しやすさが異なる傾向にあると分かった。

以上より、運動時に明瞭な像として知覚するためには縞模様が発生すること、速度が上昇すると縞の間隔が広がりより顕著になること、色付けした際には、赤系の色は運動時でも認識される可能性があると考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

| | |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名 Otaka Koki, Osa Atsushi, Nagamine Yuko, Nishikawa Jun, Sakaida Isao | 4. 巻 74 |
| 2. 論文標題 Image Quality Improvement of Image Enhancement Method using a Time Response Model of Human Vision | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 The Journal of The Institute of Image Information and Television Engineers | 6. 最初と最後の頁 215 ~ 221 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3169/itej.74.215 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である） | 国際共著 - |

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

| |
|---|
| 1. 発表者名 Kouta Kaneko, Koki Otaka, Atsushi Osa |
| 2. 発表標題 A Computer Simulation Method for the Motion Sharpening Phenomenon in Human Vision System |
| 3. 学会等名 International Workshop on Advanced Image Technology 2022（国際学会） |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 大高 洸輝, 金子剛大, 長 篤志 |
| 2. 発表標題 運動速度が見えるステッカーの開発～移動物体の見えの予測～ |
| 3. 学会等名 第4回 高専×地域 研究交流会 in 広島商船高専 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|-------------------------------------|
| 1. 発表者名 大高 洸輝, 小川 和也, 長 篤志 |
| 2. 発表標題 振動強調錯視と視覚における時間周波数特性の関連性 |
| 3. 学会等名 ヒューマン情報処理研究会（HIP） |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 長 篤志, 鈴木 将, 大高 洸輝, 三池 秀敏 |
| 2. 発表標題 FitzHugh-Nagumo方程式は視覚の時間周波数特性を記述できる |
| 3. 学会等名 非線形問題研究会 (NLP) |
| 4. 発表年 2020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 |
|---------|---------|
|---------|---------|