

機関番号：12612

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2008 年度～2010 年度

課題番号：20700121

研究課題名(和文)

周辺視野領域への映像刺激による速度感覚増強提示手法の研究

研究課題名(英文)

The study on the augmentation method of speed sensation by using visual stimulus to the peripheral area of vision

研究代表者

野嶋 琢也 (NOJIMA TAKUYA)

電気通信大学 大学院情報システム学研究科 准教授

研究者番号：10392870

研究成果の概要(和文)：

本研究では人間の周辺視野領域への視覚刺激と速度知覚の関連性に着目し、周辺視野への視覚刺激による、自らの移動時の速度感、もしくは一人称視点の移動映像での速度感の強化を目標としたシステムの開発を行った。本研究ではまず周辺視野領域への視覚刺激提示手法と速度知覚への影響について検証を行った上で、一人称視点移動映像と組み合わせ可能な周辺視野への刺激提示について、画像のオーバーレイに基づく方法と装着型の複数を提案し、それぞれについてその効果を検証した。

研究成果の概要(英文)：

In this research, we focus on the relationship between the visual stimulus to the peripheral area of vision and the speed sensation. Our research goal is to develop visual stimulus method and device to augment speed sensation by using such characteristic of human visual perception. Through the research, we have developed two types of stimulus system. One system is wearing several (max 6) displays or led panels around the user's eye for producing visual stimulus to that area. Another is image processing method that overlays visual stimulus to moving image of the first person's view. Then we have conducted psychophysical experiments for evaluation.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2009 年度	900,000	270,000	1,170,000
2010 年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学，メディア情報学・データベース

キーワード：バーチャルリアリティ，シミュレーション工学

1. 研究開始当初の背景

現在、自動車や航空機の運転/操縦技術習得、あるいは技量の維持・向上を目的としてシミュレータが多く利用されており、訓練時間・

費用の削減、訓練時の安全性向上に大きな役割を果たしている。特に航空の分野においては、実際の航空機を利用した訓練には多大なコスト(機体購入費、整備費、運用費)が必

要であること、訓練のためとは言え非熟練者が操縦することによる危険性、この2点を考慮して、シミュレータによる訓練の比重が高まっている。しかし訓練用シミュレータは実際の航空機より安価であるものの、その設置にはある程度のスペースと費用が必要とされる事から、設置可能な台数が限られてしまうという問題がある。将来的な航空需要増大、それに伴うパイロット需要の増大を考慮するならば、今後多くのシミュレータによる効率的な訓練が必要になると考えられる。

一方、シミュレータはエンターテインメントの分野に於いても大きな需要がある。特にフライトシミュレーションの各シミュレーションゲームは安価に楽しめることもあり、一定の市場規模を有している。しかしこれらは主たる利用者として個人を想定しているため、訓練用のシミュレータと同等の高度な映像提示装置、あるいは加速度感覚提示装置などを利用する事は費用、スペースの面から困難である。そのため、訓練用の大型シミュレータと比較すると設備の面では貧弱であり、現実感に乏しいシミュレーションとなっているという現状がある。なかでも特に速度感、加速度感が現実と著しく異なる点が問題として指摘されている。

2. 研究の目的

本研究では、過剰な速度感覚を誘発せず、適切な範囲内において速度感覚を制御可能な、周辺視の特長を利用した速度感覚増強提示装置の構築を目指している。このような装置を利用する事により、シミュレーションゲーム等における速度感を向上させる事が可能になると考えられる。将来的には、これらゲームを基本とした安価なシミュレータを多数設置することで、多くのパイロットの効率的な訓練に繋がるものと推測される。

3. 研究の方法

本研究ではまず、刺激手法を検討するために、周辺視野刺激と速度感増強との関係性について検証を行った。人間の周辺視野領域では、視線中心付近と比較して物体を高い解像度で認識する事が難しく、色の知覚能力も低い事が知られている。一方で高速な運動刺激に対しては敏感に反応できることが知られている。そこで速度感覚を増強するための映像刺激提示には、低解像度の映像刺激、あるいは高速に変動する視覚刺激など多くの手法が考えられる。そこでまず視覚刺激の基礎である光点列の移動速度と速度感増強の関係性、光点列のパターン、色、提示面積と速度感増強の関係性、光点列の提示方向(上下方向、左右方向)と速度感増強の関係性について明らかにするものとした。

続いて周辺視野領域への刺激提示手法について検討を行った。シミュレータないしはシミュレーションゲーム等での利用を考慮した場合、中心視野領域では通常のシミュレーション画像として認識され、周辺視野領域にのみ刺激映像が提示される、ハイブリッド映像提示が必要になると考えられる。そのための方法としては大きく2種類が考えられる。ひとつは物理的に視野の周辺部に刺激提示装置を配置する方法、ひとつは人間の視覚特性を利用して、視野の周辺部でのみ感知できる映像を合成する方法である。

人間の頭部運動への対応、および将来的な可能性として、現実世界の映像との組み合わせを考慮した場合、装着型の刺激提示装置の開発は必要であると考えられる。そのため、物理的に視野の周辺部に刺激提示装置を配置する方法について検討を行い、システムの開発ならびに効果の検証を行った。

一方でシミュレータ/シミュレーションゲーム等での利用を考慮した場合、システムを人体に装着することはコストに繋がるため、そもそも提示される映像のなかに所望の視覚刺激が合成可能であることが望ましい。ただし感覚変容のための視覚刺激は、本来のシミュレータ/シミュレーションゲーム等の妨げになることは極力避けるべきである。そのためには人間の視覚特性を利用し、視覚映像の主要な部分である中心視においては感知できず、視野の周辺部のみで感知可能な視覚刺激を生成する必要があると考えられる。そこで特に時間領域に於ける人間の視覚刺激認識能力に着目し、周辺部のみで感知可能な視覚刺激の生成について研究を行った。

4. 研究成果

人間の速度感覚知覚には視覚情報が大きく影響を及ぼしており、特に視野周辺部からの情報が重要であるとされている。そこで視野周辺部に対する刺激映像と速度感覚向上との間の関係性の検証として、刺激の提示方向(上下左右)とそれにより生じる主観的な速度感覚増強度合いとの間の関係性を検証した。

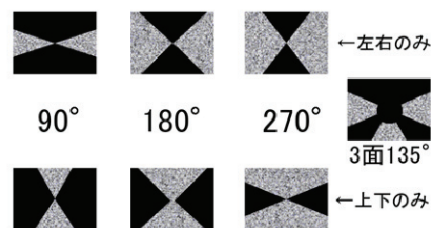


図 1 提示角度検討実験結果(上下・左右比較)

具体的には被験者の視野のうち中心から左右方向に $\pm 45^\circ$ の範囲を覆うスクリーンを準備し、図1に示すように提示領域を区切りつつ視覚刺激を提示した。提示される視覚

刺激は上下方向のみ/左右方向のみといった提示方向と、提示角度(面積)をパラメータとし、それぞれにおける視覚刺激と感覚強度への影響について検証を行った。その結果を図2に示す。

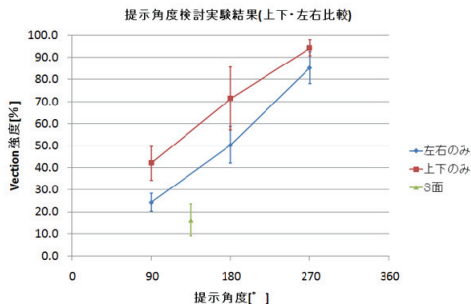


図 2 提示方向・角度と感覚強度

この結果より、視覚刺激の提示方向および角度(面積)が、感覚強度に対して影響を与えることが確認された。速度感覚を増強する上では、視野の左右方向よりも上下方向に視覚刺激を提示した方が有利であり、特に地面方向と上方向とを比較した場合、地面側視野角90度の刺激と、上側視野角180度の刺激で同程度の感覚強度となることがわかった。そこで周辺視野領域は空間解像度が低いこと、および本実験の結果に基づき、以下のデバイス(図3および図4)の開発を行った。

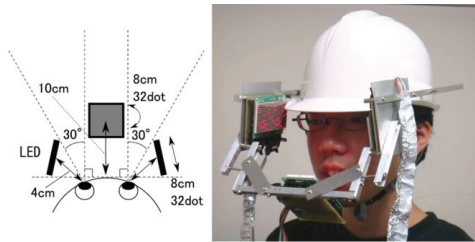


図 3 LED型周辺視ディスプレイ

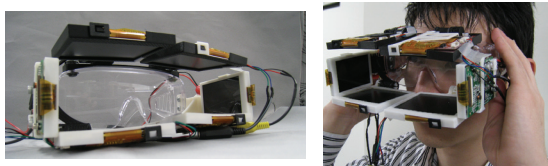


図 4 LCD型周辺視ディスプレイ

LED型周辺視ディスプレイ(図3)においては、図2の結果に基づき上側のディスプレイを廃した形になっている。装着者の主観評価に基づき、当該ディスプレイを利用して提示される視覚刺激と速度感覚の間の関連性を検証したところ、ディスプレイによる速度感増強を示唆する結果を得ることができた。このLED型周辺視ディスプレイは視覚刺激の高速性を重視した設計となっているが、複数のLEDパネルのコントロールに困難が伴うことから、視覚刺激の設計および比較実験を容易に実施するため、その後LCD型周辺視ディスプレイ(図4)が開発された。

LCD型周辺視ディスプレイ上には三角波状

に運動するランダムドット刺激が提示され、これにより生起される重心動揺を用いてその効果を測定した。ただし視覚刺激により生起される重心動揺には飽和値があることが知られている。今回開発したLCD型周辺視ディスプレイの場合、下側画面に投影される映像刺激について、水平方向の直線運動では約10cm/sが飽和速度となる。そこで本研究では、視覚刺激の運動速度がこの飽和速度以下になるように運動刺激を設計し、LCD型周辺視ディスプレイによる重心動揺への影響を確認した。その結果三角波の視覚刺激と同期する重心動揺が観察され、その効果を確認することができた。しかしこれはあくまで重心動揺による結果であり、速度感の検証には到達できていない。速度感については主観的な評価が要求されることから、今後詳細な評価が必要になると考えられる。

シミュレータ/シミュレーションゲーム等での利用を考慮した場合、前述のような装着型は利用者にとってコストとなり得る。そこで人間の視覚特性を利用し、視覚映像の主要な部分である中心視においては感知できず、視野の周辺部のみで感知可能な視覚刺激の設計を試みた。具体的には、中心視野領域と周辺視野領域の時間特性の差を考慮し、視覚刺激を高速に運動させることで、中心視や領域で検出されにくく、周辺視領域でのみ知覚可能な刺激の設計を目指す。

本手法においてはまず、本研究の初期に行われた視覚刺激の方向依存性に関する研究結果とあわせて、速度感覚増強効果を考慮したソリシミュレータの開発(図5)を行った。



図 5 速度感覚増強効果を考慮したソリシミュレータ

開発したソリシミュレータでは、ユーザはソリの上に着座し、前方のシミュレーション画面を注視する。するとユーザ下方のスクリーンが自然と周辺視野領域に位置する結果となる。当該スクリーン状に高速運動するランダムドット刺激を提示することで、速度感の向上を目指したものである。

上記手法では正面と底面と複数の映像表示装置が必要になるという問題がある。そこで通常の画面内に視覚刺激を合成すること

を検討した．具体的には図 6 にあるように 1/3 ずつ位相の異なる正弦波縞が左右どちらかに連続して移動する視覚刺激 3 枚を作成し、150fps で繰り返し表示するという手法を提案している．この方法では、中心視領域では人間の CFF を越える刺激となり視覚刺激は認識されず、周辺視領域でのみ運動刺激が認識される状態となることが期待される．

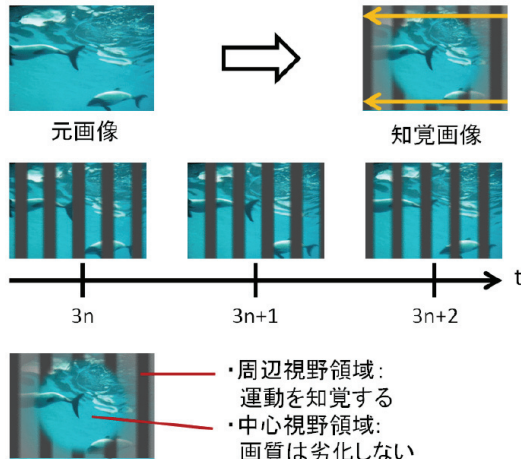


図 6 視覚刺激の重畳手法

本提案手法の効果を確かめるため、画面中央部を注視した状態で、画面内に表示される正弦波刺激の移動方向を回答させるという実験を行った．その際被験者は画面中央にランダムに表示される文字を読むように指示されており、確実に画面中央を注視している状況を設定した．実験の結果、中心視領域に表示された映像と同時に、周辺視領域の運動刺激を方向・強度含めて認識できることが判明した．

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 6 件)

岡野 裕, 橋本 悠希, 梶本 裕之, 野嶋 琢也, 周辺視野選択的な運動知覚を実現する視覚刺激の作成と応用, インタラクシオン 2010, 2010. 3. 1, 学術総合センター(東京)

岡野 裕, 橋本悠希, 梶本裕之, 野嶋琢也, 高フレームレート提示を用いた周辺視野のみで知覚可能な運動知覚付与システム, 第 17 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ, 2009. 12. 3, ホテル大野屋(静岡県)

野嶋琢也, 曾根貴広, 小池英樹, 速度感覚増強を用いたソリシミュレータの開発, エンタテインメントコンピューティング, 2009. 9. 16, 東京大学(東京)

岡野 裕, 橋本 悠希, 梶本 裕之, 野嶋 琢也, 周辺視野選択的な運動知覚を実現する視覚刺激の提案, 日本バーチャルリアリティ学会第 14 回大会, 2009. 9. 9, 早稲田大学(東京)

Takuya NOJIMA, Yoshihiko SAIGA, Yu Okano and Hiroyuki KAJIMOTO, The Sleighting Simulator 2.0, SIGGRAPH 2009 Emerging Technologies, 2009. 8. 3~8. 7, New Orleans, USA.

雑賀慶彦, 梶本裕之, 野嶋琢也, 正弦波パターンを用いた移動感覚増強提示手法の検討, 第 13 回日本バーチャルリアリティ学会大会, 2008. 9. 24, 奈良先端科学技術大学院大学(奈良)

[その他]

ホームページ等

<http://nojilab.org>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

野嶋 琢也 (NOJIMA TAKUYA)

電気通信大学 大学院情報システム学研究科 准教授