

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	頭部・眼球運動を考慮した車両運転時の空間認知特性に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	村瀬健二
Author(English)	Kenji Murase
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12271号, 授与年月日:2022年6月30日, 学位の種別:課程博士, 審査員:金子 寛彦,小池 康晴,中山 実,吉村 奈津江,永井 岳大,福田 一帆
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12271号, Conferred date:2022/6/30, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

(論文博士)  
(Dissertation Doctorate)

論 文 要 旨 (和文2000字程度)

Dissertation Summary (approx. 2000 characters in Japanese)

報告番号 For administrative use only	乙 第 号	氏 名 Name	村瀬 健二
---	-------	-------------	-------

(要 旨)

(Summary)

人間の視覚特性をシミュレーションする技術が実現できれば、人間が使用する機器の設計段階で人間の視認状態を予測することが可能となる。その実現のためには、人間の視認行動特性と、人間の眼球構造に基づく知覚機能を明らかにし、それらから人間の視覚認知特性のモデル化を行う必要がある。人間は視対象を認知する際、大きく分けて、身体、頭部および眼球の協調運動により対象を中心窩で捉える段階 (Step 1) と、眼で対象を捉えて映像として知覚する段階 (Step 2) を行っている。自動車運転時に、何らかの情報を得るために脇見行動をするとき、頭部と眼球がどのように動き、そして眼球の網膜を介してどのように見えるか、それぞれの段階を定量化し用いることで、短時間での認知処理が必要な運転環境において、最適な情報呈示を実現するための設計が可能となる。これらの定量化データは、従来の主観評価に頼った情報呈示位置や輝度調整といった開発ではなく、人間の認知メカニズムに基づいた視空間座標によるコックピット設計を可能にする。具体的には、人間の協調運動特性と人間の知覚特性をそれぞれ分析し、これらの結果から総合的に人間の見え方を予測できる認知モデルを構築する。そして、そのモデルを用いて、動的な車両走行時のインテリア認知に効果的な情報呈示方法を検討し、その有効性を検証する。そこで本研究では、上記の2つのStepの運動特性について分析する。

まずStep1では、走行時のドライバー視界において、周辺指標を認知する際の、頭部と眼球の協調運動特性を調べた。車速や道路環境 (車線数、人や車の有無、市街地や高速道) の異なる条件で、周辺指標を視認した時の頭部角と眼球角を測定し、走行シーンと認知行動との関係を明らかにした。

次にStep 2 では、眼で対象を捉えて映像として知覚するメカニズムを明らかにするため、まず頭部が静止した状態で視線を左右上下にした時の、両眼対応点を測定し、ホロプター形状を推定した (静的ホロプター)。従来研究では、正面方向のホロプターについて、外側が手前に湾曲し、上方が遠方に傾いた形状の面であることが報告されているが、それ以外の視線方向とホロプター形状との関係については明確ではなかった。そして、外乱刺激の入る動的な環境において眼球運動を計測し、それに基づいて、ホロプター形状を推定する仮説を立てた (動的ホロプター)。最後に、以上の知見から、Step 1 による視線方向の推定結果と、Step 2 の動的ホロプターの推定結果、を組み合わせることで、動的環境での視対象の見え方を明瞭にする形状を予測できるようになった (認知モデル)。

以下、本論文の概要を示す。

第 1 章では、本研究の背景と目的について述べた後、従来研究と本研究の位置付けを明確にする。

第 2 章では、人間の認知行動と眼球機能に基づいた車両走行時の奥行き知覚モデル化への取り組みの

全体像について述べる。

第3章では、両眼の網膜対応点と空間位置である、心理物理的ホロプターの計測データを解析する。視線方向の異なる条件にて、心理物理的対応点を測定し、ホロプターを推定した結果、正面0°注視条件に対し、垂直方向のホロプター断面は上下方向の注視により、上下軸の傾き角が異なる傾向が見られた。一方、水平方向のホロプター断面は左右方向の注視により、左右軸の傾き角が異なる傾向が見られた。以上の結果から、静的環境における視線方向に応じたホロプター面を机上予測する。

第4章では、自動車運転時を想定した動的環境において、周辺対象認知での頭部と眼球の運動角度特性を明らかにする。視覚刺激のシミュレーション速度が速くなるほど、周辺対象を見る場合の頭部運動角度が小さくなる傾向が見られた。人や車の有無、空間の広がり、といった走行シーンの違いによっても、頭部運動角度が異なる可能性があることがわかった。この結果は、運転のための認知負荷の増加にしたがって、周辺指標認知のための頭部運動角度が減少し、眼球運動角度が増加することを示唆している。

第5章では、オプティカルフローによる眼球運動への影響を明らかにする。回旋輻輳運動に関し、OFの移動速度の増加に伴い、より外回旋輻輳へと段階的に変化する傾向がある可能性が見られた。これは、物理的に同じ位置の視対象であっても背景刺激であるOFの移動速度の影響で見え方、すなわち、左右眼像が融合して明瞭に見える外界の空間位置（心理物理的ホロプター）が変化することを示唆している。

第6章では、具体的な情報呈示方法の違いによる認知特性への影響を分析する。

第7章では、本論文の要約と今後の研究課題について述べる。

備考：論文要旨は、和文2000字と英文300語を1部ずつ提出するか、もしくは英文800語を1部提出してください。

Note: Dissertation summaries must be written in either of the following formats: (A) both in Japanese (approx. 2000 characters) and in English (approx. 300 words), or (B) in English (approx. 800 words).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ（T2R2）にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Important: Dissertation summaries will be published online on the Tokyo Tech Research Repository (T2R2). Do not include information treated as confidential under certain circumstances.

(論文博士)  
(Dissertation Doctorate)

論 文 要 旨 ( 英 文 ) (300語程度)

Dissertation Summary (approx. 300 words in English)

報告番号 For administrative use only	乙 第 号	氏 名 Name	KENJI MURASE
<p>( 要 旨 ) (Summary)</p> <p>If we can develop a technique to identify the spatial position where the processing visual characteristics are optimal, it is possible to optimize the arrangement of information devices and predict the appearance of them. Therefore, it is important to create a model to predict the behavior and perceptual function in specific real situations. When we visually recognize an object in the visual field, there are following two stages. First, the object is captured in the fovea by moving the head and eyeball. Then the image is processed for perceiving and recognizing as a meaningful object. In this research I aimed to know the optimum method for presenting information while driving a vehicle. Therefore, I first, investigated the movement characteristics of the head and eyes when recognizing objects in the peripheral visual field under driving situation with various conditions of driving speed and road environment (number of lanes, presence or absence of people or vehicles, etc.). Then, we measured static binocular corresponding points in different gaze directions with the head fixed to straight ahead. The spatial positions to produce images on the corresponding point, called the horopter, is assumed to be the optimal location for of binocular visual images. Furthermore, I measured horizontal and torsional vergence eye movements when viewing the optical flow simulating the image while moving forward or backward to estimate the dynamic horopter. Then, I develop a model by integrating these characteristics to predict the spatial locus in which the visual objects is clearly seen and visual information can be detected efficiently in the dynamic environment. Finally the prediction of the model was evaluated experimentally.</p>			

備考：論文要旨は、和文2000字と英文300語を1部ずつ提出するか、もしくは英文800語を1部提出してください。

Note: Dissertation summaries must be written in either of the following formats: (A) both in Japanese (approx. 2000 characters) and in English (approx. 300 words), or (B) in English (approx. 800 words).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ (T2R2) にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Important: Dissertation summaries will be published online on the Tokyo Tech Research Repository (T2R2). Do not include information treated as confidential under certain circumstances.