

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 水津 俊介  
学位 博士 ( 工学 )  
学位記番号 新大博 (工) 第 49 号  
学位授与の日付 平成 29 年 3 月 23 日  
学位授与の要件 学位規則第 4 条第 2 項該当  
博士論文名 夜間車両運転のための遠赤外線ハイパーステレオカメラの距離感に基づく構成法

論文審査委員 主査 教授・牧野 秀夫  
副査 教授・山崎 達也  
副査 教授・木竜 徹  
副査 教授・林 隆史  
副査 准教授・林 貴宏  
副査 名誉教授・山本 正信

博士論文の要旨

本研究は遠赤外線ハイパーステレオカメラからの映像を 3D モニタで見ながら車両を運転するとき、正しい距離感で運転できるためのステレオカメラの構成法に関するものである。本論文は全部で 7 章から構成されている。第 1~3 章は研究の概要と位置付け、第 4~5 章は研究手法の開発、第 6~7 章は実験と結果及び結論に充てられている。

第 1 章は研究の背景として、災害救助車両による夜間における救助活動の問題点を指摘し、解決策として車両に搭載した遠赤外線ステレオカメラによる走行環境の立体視を提案している。第 2 章は関連研究を論評している。まず、これまでの遠赤外線ステレオカメラは整備された環境下での自動運転を目的としているのに対し、災害現場は極限環境下であるため人間の目による確認が必要とされる。ついで、立体視の成立要因をあげ、車両の運転では数十 m 先の走行環境を立体的に把握する必要があるが、それには両眼立体視よりも単眼視による立体視が機能していることを指摘している。第 3 章は研究の概要が述べられている。ステレオカメラの基線長を瞳孔間距離の 10 倍程度に拡大することにより、数十 m 先の走行環境をハイパーステレオ視により立体的に把握しようとしている。本論文の研究課題を、走行環境を立体的に把握するためのステレオカメラ基線長と運転者から輻輳点までの基準面距離及び 3D モニタまでの視距離の最適構成法としている。実際に車両に 3D モニタを搭載し遠赤外線ステレオカメラ映像を見ながら運転することは危険を伴うので、ドライビングシミュレータによる検討を行っている。

第 4 章は障害物に向かって車両を走行させたときのブレーキ位置を実測している。ビデオレート(1/30 秒)でブレーキタイミングを測定するためにブレーキランプ検出システムを開発し、cm 単位でブレーキ位置を測定するために路面に巻尺を設置している。第 5 章は 3D モニタを見ながら運転したときのブレーキタイミングをドライビングシミュレータにより測定している。停車させた実車の前に 3D モニタを設置し、運転者はドライビング映像を見ながらブレーキを踏む。このドライビング映像は実際のドライビング映像からのリサンプリングにより作成された一定速度での映像である。これは、市販のドライビングシ

ミュレータとは異なり運転模擬環境と言えるものかも知れないが、実ブレーキ位置を測定した実車を使用しているのが運転者の運転環境に忠実なミュレータと言える。

第6章では、正しい距離感を得るためのステレオカメラの構成法を実験により探索している。すなわち、車両を時速20、30、40kmと段階的に変えて走行させたとき、ステレオカメラの基線長を50、55、60、65、70cm、基準面距離を40、70、100m、3Dモニタの視距離を120、160、200cmと段階的に変え、これら135通りの構成法についてミュレータでのブレーキ位置が実ブレーキ位置と一致する構成法を探索した。被験者の中から代表的な被験者を選び対象としたところ、基準面距離と視距離を固定し基線長のみを車両速度に応じて伸縮させることが距離感にマッチした構成法となった。この結果を仮説とし、残りの被験者を対象に車両速度と基線長の組合せを変えて実験したところ同じ結論に達した。

#### 審査結果の要旨

災害が発生したとき災害救助車両が活用されることがあるが、夜間の救助活動は二次災害の恐れがあるために通常は控えられている。しかし、一刻を争う救助のためには夜間の出動もやむを得ない場合がある。その際、ヘッドライトによる照射範囲は想定外の災害に対し狭い恐れがある。そこで、遠赤外線カメラの利用が考えられるが、熱画像は通常見ている可視光画像とは異なるため対象の認識が困難である。これは車両運転の基本的課題であるブレーキによる停止に影響を及ぼす。そこで、遠赤外線カメラをステレオ化し、3Dモニタで走行環境を立体的に把握することにした。ただし、このときの距離感車両のフロントガラス越しに見た距離感とは異なるかもしれない。3Dモニタからの距離感は、ステレオカメラの基線長、及び運転者から輻輳点までの基準面距離と3Dモニタまでの視距離によって制御可能である。したがって、研究目的を正しい距離感を得るためにステレオカメラと3Dモニタの最適構成を求めることに設定した。実験の結果、基線長を車両速度に応じて伸縮させることが最適であると結論付けられた。

研究目的は妥当であり、ブレーキタイミングや車両位置の精密測定法、実車を利用したドライビングミュレータなど実験に独自の工夫が凝らされている。また、最適構成を実験的に探索する際に、被験者の中から代表的な被験者で仮説を生成し、残りの被験者で仮説を検証することにより被験者全体の負担を低減させている。さらに、3D映像の提示で必要なガイドライン遵守の姿勢は視覚心理等の知識が豊富であることが窺えた。得られた結論は車両に留まらず移動体一般の夜間の運転方法に応用可能である。よって、本論文は博士（工学）の博士論文として十分であると認定した。