

## 審査の結果の要旨

氏名 岩滝 宗一郎

岩滝 宗一郎氏の博士論文は、「建設機械操作のための任意視点映像提示システム」と題し、全 6 章より構成される。本論文では、建設機械の安全で効率的な操縦にとって重要な機体自身の状況や、周囲の状況を、操縦者が自由な視点で視認することが可能な任意視点映像提示システムの構築を行っている。

第 1 章では、本論文の背景である映像提示の重要性について述べられている。建設機械の遠隔操縦における映像関係の課題について、また建設業界の熟練者減少に伴う非熟練者への操作補助という課題について議論がなされた上で、現状の建設機械操作のための映像提示技術の問題点、チャレンジングポイントが述べられている。

第 2 章では、建設機械操作のための映像提示に関する先行研究について述べられている。次に、本論文で提案する映像提示手法のコンセプトが述べられている。さらに、映像提示のコンセプトの実現にとって重要な 2 つの問題、すなわち、機体に搭載したカメラ・レーザレーダのキャリブレーションに関する問題と、カメラ・レーザレーダの配置決定問題について述べられている。この 2 つの問題の重要性は以下で説明する映像提示手法のコンセプトと密接に関連していることが説明されている。これら 2 つの問題についての先行研究についても、本章で議論されている。最後に、先行研究を踏まえて、本研究の目的が述べられている。

第 3 章では、車載カメラやセンサを用いて任意視点映像を生成する手法として、第 1 に機体の位置姿勢が提示でき、第 2 に周囲の地形を反映した形状で周囲環境を提示でき、第 3 に周囲の危険な地形の存在を検出して強調提示することが可能な映像提示手法が提案されている。具体的には、機体の姿勢変化を提示映像に取り入れることで、機体の姿勢変化をオペレータに明示的に提示する手法、レーザレーダで測定した地形データを用いて地形を反映した映像提示を

行う手法，作業に応じて周囲環境の状況を可視化する情報の重畳表示手法が提案されている．実機を用いた検証実験において，実現場に近い環境での操縦者へのヒアリング調査，また生成された映像の検証などの評価により，提案手法の有効性が確認されている．

第 4 章では，任意視点映像提示を実現するために必要な，機体に搭載したカメラやレーザレーダの機体に対する位置姿勢のキャリブレーションを扱っている．提案手法では，魚眼カメラのキャリブレーションに機体自体の形状を用い，レーザレーダのキャリブレーションには 2 枚の平板と地面の 3 平面を用いて，それぞれのセンサに付き 1 回ずつのデータ取得でキャリブレーションを実現する手法を構築している．誤差解析や実データを用いたキャリブレーション実験を通して，提案手法の有効性が確認されている．

第 5 章では，任意視点映像提示システムを様々な建設機械へ適用するために重要な，機体へのカメラ・レーザレーダ配置設計問題について取り扱っている．センサの機体への搭載位置姿勢の設計を行う手法として，機体自身と機体周囲のどちらも観測できる魚眼カメラ・レーザレーダ配置をセンサの解像度や得られる点群の密度を考慮して決定する手法を提案している．これによって，機体の形状と搭載したいセンサのパラメータを入力として，十分な解像度，点群密度を得られるカメラ・レーザレーダの配置を決定でき，従来の配置決定手法に比べて高い解像度が得られる配置を得ることが可能な手法を提案している．実機の形状モデルに対して，複数の異なる条件で配置の検証を行い，様々な設計要件に対してカメラ・レーザレーダの配置を得ることが可能であることが確認され，提案手法の有効性が示されている．

第 6 章では，本論文の成果が総括されている．今後の展望としてヒアリングに加えて実タスクの客観的指標に基づいた操作性評価，他の種類の建設機械への適用などが述べられている．

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる．