

# 論文審査の要旨および学識確認結果

| 報告番号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 甲 第 号                                                                                                    | 氏 名                | 栞田 真奈         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------|
| 論文審査担当者：                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 主査                                                                                                       | 慶應義塾大学教授           | 博士（工学）斎藤 英雄   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 副査                                                                                                       | 慶應義塾大学准教授          | 博士（工学）五十川 麻理子 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                          | 慶應義塾大学教授           | 博士（工学）青木 義満   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                          | Univ. of Stuttgart | 博士（工学）森 尚平    |
| <p>(論文審査の要旨)</p> <p>学士（工学）、修士（工学）栞田 真奈君提出の学位請求論文は、「Tracking and Scene Representation for Fast-moving Cameras by Event Data Synthesis（イベントデータ合成による高速移動カメラのための運動追跡とシーン表現）」と題し、7章で構成されている。</p> <p>カメラによる三次元環境の計測や位置姿勢の計測は、自動運転など多様な分野で利用されている。通常のフレームベースカメラでは、動きの速いシーンでモーションブラーが発生するという課題があり、高速カメラを用いてもデータ量の増加に伴う計算負荷が問題となる。一方、イベントベースカメラは、輝度変化があった画素位置と時刻を非同期で出力するため、モーションブラーの影響を受けずにマイクロ秒単位の高い時間分解能を持つデータを得ることができる。</p> <p>本論文は、イベントベースカメラの高い時間分解能を活用して高速移動カメラの位置特定能力を向上させ、さらにモーションブラーを軽減しながら三次元環境を正確に再構成する技術を提案し、その有効性を評価・検証した結果をまとめたものである。</p> <p>第1章では、高速移動するカメラの運動追跡とそれにより撮影された三次元シーンの形状復元問題の重要性を示し、フレームカメラに対するイベントベースカメラの優位性や有効性を指摘し、本論文の目的と位置づけを明らかにしている。</p> <p>第2章では、イベントベースカメラの運動推定技術とそれに関連する三次元形状復元技術についての関連研究をサーベイしている。</p> <p>第3章では、イベントデータを用いたカメラ追跡のための新しいフレームワークを提案している。このフレームワークは、事前に学習された多層パーセプトロン（MLP）を用いてイベントを生成し、観測されたイベントと生成されたイベントの差異を最小化することで、カメラの位置と速度を推定するものである。</p> <p>第4章では、NeRFを用いたシーン表現によりイベントを生成し、NeRFの時間勾配出力と観測イベントを一致させることで、カメラ姿勢と動きの推定を行う技術を提案し、その有効性を検証している。</p> <p>第5章では、高速移動するカメラから数分で高精細な三次元シーン再構築を実現する方法を提案し、イベントベースおよびフレームベースのビジョンを組み合わせることで、モーションブラーを排除し、より正確な三次元シーン表現を可能にしている。</p> <p>第6章では、高速移動カメラの位置姿勢を全体最適化するバンドル調整を行いながら同時に三次元形状を再構築する手法を提案し、イベントデータを活用してモーションブラーのある入力画像からも高精細な再構築を実現できることを示し、その性能と有効性を検証している。</p> <p>最後に第7章では、本論文の成果と結論をまとめ、提案技術の実利用の可能性や今後の研究課題について議論している。</p> <p>以上、本研究は、高速運動するイベントベースカメラの位置特定・追跡手法および、それによる三次元再構築手法を新たに提案し、その優れた性能を示すものであり、工学上寄与するところが少なくない。</p> <p>よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。</p> |                                                                                                          |                    |               |
| 学識確認結果                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査委員で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。</p> <p>また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。</p> |                    |               |