

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 （ 工 学 ）	氏名	姜 明俊
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論 文 題 目 A Study on Vibration Source Localization Using High-speed Vision (高速ビジョンを用いた振動源定位に関する研究)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	石 井 抱	印
審査委員	教 授	辻 敏夫	印
審査委員	教 授	山 本 透	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>異常音等を発生する振動対象位置を知ることは様々な応用場面で重要なタスクであり、これまでに音響信号をベースとした数多くの振動源定位手法が提案されてきた。一方で音の低空間指向性から、音源としての振動源定位手法では精度に限界があった。このような中で近年、目視では捉えられない高速現象を1000コマ/秒レベルの動画像処理により実時間認識する高速ビジョンの研究開発が進み、人間の目には見えないが耳に聞こえるダイナミックな振動現象を時空間分布として捉えるセンシングツールとして注目されている。高速ビジョンにおいて、もし画素毎に輝度信号の変化を振動源の振動変位に対応した信号を捉えられれば、対象までの距離が離れた場合でも1画素からでも振動対象を定位可能とする画像センサの利点である高い空間指向性を生かした振動源定位が可能となる。本論文では、近年急速に普及が進むドローンを振動対象の例とし、新たな光学的ドローン監視技術の創出を目指し、高フレームレート画像を前提とした画素レベルでのデジタルフィルタ実装に基づく光学的振動源定位手法を提案し、これらの概念を高速ビジョンシステムに実装することにより、実時間動作も含めた形で高い空間指向性での振動源定位機能を実現し、その有効性を様々な背景下で飛翔するドローンに対する定位・追跡実験データとともに示している。</p> <p>第2章では本論文に係る関連研究、第3章では画素レベルデジタルフィルタに基づく振動源定位のコンセプトを提案している。従来画像認識技術での空間アピアランスによる対象認識・検出に比べ、画素単位で振動特徴量の計算により、画像の明るさ、ボケ、大きさ、姿勢の変動や複雑な背景、オクルージョンに対してロバストな振動源定位を可能とする。</p> <p>第4章では、様々なシーンでの振動対象に対する1000コマ/秒での撮影動画を用い、画素レベルデジタルフィルタに基づく振動源定位法の精度・ロバストさについてオフライン評価を行った。最初に回転ファン(37回転/秒)を対象とし画像の明るさ、レンズボケ、見かけの大きさ、ファンの向き、対象自体の運動、撮影背景の運動、露光時間に依存するモーション</p>			

ブラー等の様々な条件下での振動源定位結果を評価し、いずれのパラメータ変動に対してもロバストな振動源定位が実現され、画素レベルの定位が可能であることを確認した。次に屋外で飛翔するドローン(プロペラ回転数80回転/秒)に対してオフライン振動源定位解析を行い、建物や林さらには人混み等の複雑な背景の前においてドローンが飛翔する場合も振動源として高い空間精度での定位可能なことを確認した。

第4章では、様々なシーンでの振動対象に対する1000コマ/秒での撮影動画を用い、画素レベルデジタルフィルタに基づく振動源定位法の精度・ロバストさについてオフライン評価を行った。最初に回転ファン(37回転/秒)を対象とし画像の明るさ、レンズボケ、見かけの大きさ、ファンの向き、対象自体の運動、撮影背景の運動、露光時間に依存するモーションブラー等の様々な条件下での振動源定位結果を評価し、いずれのパラメータ変動に対してもロバストな振動源定位が実現され、画素レベルの定位が可能であることを確認した。次に屋外で飛翔するドローン(プロペラ回転数80回転/秒)に対してオフライン振動源定位解析を行い、建物や林さらには人混み等の複雑な背景の前においてドローンが飛翔する場合も振動源として高い空間精度での定位可能なことを確認した。

第5章では、提案する振動源定位機能を高速トラッキングシステムに実時間実装し、飛翔するドローン等の振動対象に対する実時間追跡実験を行った。ここでは対象が常に画像中心に追跡されたROI画像に対して画素レベルデジタルフィルタを施した上で、フィルタ結果を振動周期内の大きな輝度変化の有無でマスク処理することにより、デジタルフィルタにおける遅延効果を抑制した改良型振動源定位アルゴリズムを導入した。また1000コマ/秒での高速画像処理による2自由度アクティブビジョンを制御することにより、室内での回転ファン追跡実験、屋外で飛翔するドローン追跡実験を通して、実時間振動源定位に基づく高速トラッキングの有効性を検証した。

最後に、第6章では全体の総括を述べている。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士(工学)の学位を授与される資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500字以内とする。