

審査の結果の要旨

氏名 山下 聖悟

本論文は、流体計測技術およびその応用に関するものである。従来技術よりも広い範囲で、水泳者のように人間が存在する水中環境においても安全な水流計測を可能とする技術を提案している。

従来、流体計測には、流体中にトレーサー粒子といわれる微少な粒子を散布し、流体の流れに沿って移動する粒子をカメラ等により追跡する手法が一般的に用いられていた。トレーサー粒子としては、数十マイクロメートル程度の径を持つプラスチック粒子が使用される場合が多い。また、カメラによる粒子の追跡を行うために、流体中のトレーサー粒子へレーザー光を照射する場合が多かった。

しかしながら、この手法を、水泳プールなど、計測範囲が広く、かつ人が存在する環境に使用する場合には、トレーサー粒子の誤飲や人体へのレーザー照射などの安全性の課題、計測可能な空間を広くすることが構成上難しいという課題があった。

本研究では、誤飲された際にも人体への影響が少ない素材で構成され、水中を浮上も沈殿もせずに長期間漂い続け、水の流れにも高い追従性を持つトレーサー粒子の導入を提案している。また、粒子の可視化には、レーザー光ではなく偏光を用いた方式を提案している。左円偏光板と右円偏光板を重ねた場合、背後からの光は遮光され透過しなくなる。二つの偏光板に挟まれた位置に、旋光性や複屈折など、偏光面を回転する性質を持つ粒子があると、粒子のある位置のみ背後の光が透過する現象が起こる。この現象を利用し、バックライトの前に偏光板の対を設置することで、粒子のみが周囲に比べて大幅に明るく観測され、カメラによる粒子の追跡が可能となる。

提案する手法は、従来用いられていたような、照射範囲の拡大が構成上難しい光学系を必要とせず、円偏光板とバックライト、計測用カメラの増設により計測可能な範囲を拡大できる。提案手法により、水中競技のトレーニング支援、水中建築のための水理実験、流体シミュレーションの評価、水中エンターテインメント環境でのインタラクションの実現、物理化学教育などの幅広い応用が

可能となる。

本論文の第1章および第2章で、研究課題の設定と従来研究について議論している。第3章および第4章でセルロースを用いたトレーサー粒子の提案、偏光に基づくトレーサー粒子の追跡手法について述べ、水泳者の解析に適用した場合などの評価を行っている。第5章から第7章では本技術の応用展開について述べており、肉眼では透明になるトレーサー粒子の性質を応用した事例、熱帯魚の可視化などの事例について述べている。8章および9章において本研究のまとめと将来課題について議論している。

最終審査会では、論文の構成に従って発表を行ない、質疑を行った。審査委員からは、本研究で実証できた部分と今後展開を想定している部分をより明確に分けて議論すべきである、光弾性を利用した既存研究などとの比較をより明確に示すべきである、計測精度の評価をより厳密にすべきである、などの意見が出たが、総合的には、新規手法の原理提案、計測評価、応用、社会実装まで含む研究内容は十分に評価すべきであり、学位論文としての水準を満たしているという結論に至った。よって本論文は博士（学際情報学）の学位請求論文として合格と認められる。

以上