

氏名	岡本 卓也
授与学位	博士(工学)
学位記番号	博甲第219号
学位授与年月日	令和7年3月21日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項
学位論文題目	三次元プリンターを用いて作製された物体の正確度評価画像処理システムとその信頼性
論文審査委員	主査 教授 裡 しゃりふ 教授 林田 和宏 准教授 高井 和紀 教授 三浦 則明 教授 佐藤 満弘 教授 寺本 孝司 (室蘭工業大学)

## 学位論文内容の要旨

三次元プリンティングは、付加加工とも呼ばれる加工法で、材料を層ごとに積み重ねて製造を行う。従来の除去加工では製造が困難な多孔質などの複雑な形状を効率的に製造でき、材料の無駄を削減できるなど多くの利点がある。このため、さまざまな分野で広く活用されている。しかし、設計やスライシングなどの前処理、材料特性、表面仕上げといった後処理の影響により、製造誤差が生じることがある。従って、製造された物体が設計通りにどの程度正確であるかを評価する必要がある。そこで本研究室にて画像処理を用いた正確度評価システムが開発された。このシステムでは、Computer-Aided Design (CAD)モデルから生成した設計二値画像と製造物の画像を基に、グレースケール化、二値化、ノイズ除去、マスク処理を順次行った後の物体二値画像を比較し、一致箇所および不一致箇所を特定する仕組みである。しかし、本システムによる評価の信頼性は、画像処理の設定に大きく依存するため、本研究では最適な画像処理設定の検討を行った。実験では、さまざまな設定を用いて検証を行った。その結果、グレースケール画像から二値画像に変換する際の閾値が評価に最も影響を与えることが判明した。また、次にノイズ除去の設定が影響を与えることが明らかになった。閾値は製造された物体の色に依存し、適切なノイズ除去設定が施されていない場合、ノイズが過剰に除去されたり除去不足になったりするため、正確な評価が困難になることが確認された。一方、適切な設定を用いることで、フィラメントの造形跡などのノイズを効果的に除去できることが示された。さらに、緑色およびオレンジ色の試験片を用いた検証により、それぞれの色における最適な閾値とノイズ除去設定が明らかになった。この設定を用いてフラクタル形状の試験片を評価した結果、鋭角な部分が多いほど評価誤差が大きくなる傾向が見られた。最後に、孔の深さや大きさの分布が断面の高さによって異なる多孔質形状を対象とした評価を、色付き画像および Computed Tomography (CT)画像を用いて実施した。

その結果、CT 画像は断面形状をより鮮明に捉え、評価誤差が少ないことが確認された。これらの知見は、三次元プリンティングにおける造形正確度の評価基準の確立に寄与することが期待されるとともに、評価における知的システムの開発への応用を期待する。

## 審査結果の要旨

本論文では、三次元プリンターによって作製された製造物の正確度を評価する画像処理システムとその信頼性について研究し、有用な知見を示した。本システムは、Computer-Aided Design (CAD)モデルから生成した設計二値画像と製造物の画像を基に、グレースケール化、二値化、ノイズ除去、マスク処理を順次行い、最終的に物体二値画像を比較して一致・不一致箇所を特定する仕組みである。まず、暗色と明色のフィラメントを用いたシンプルな試験片を評価し、最適な画像処理条件を特定した。特に、フィラメントの色に応じたグレースケール画像の二値化閾値、フィラメントの造形跡に起因するノイズ除去パラメータ、マスク処理の設定が評価の信頼性に与える影響について詳細に検討した。その結果、適切なパラメータ設定が誤差評価の精度向上に不可欠であることが明らかになった。次に、特定した条件を適用し、多孔質構造やフラクタル構造といった複雑な形状の評価を行った。その結果、最適化された画像処理パラメータが三次元プリンターによる製造物の正確度評価に効果的であることが確認された。これらの知見は、三次元プリンティングにおける造形正確度の評価基準の確立に貢献するとともに、知的システムの開発への応用が期待される。

よって、提出された学位論文の内容および関連する学術論文の質を総合的に判断し、申請者は北見工業大学博士（工学）の学位を授与される資格があると認められ、論文審査の結果の判定は「合格」とする。