

氏名	張 曼		
学位の種類	博 士 (工 学)		
学位記番号	博 甲 第 7 9 3 4 号		
学位授与年月日	平成 2 8 年 9 月 2 3 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
審査研究科	システム情報工学研究科		
学位論文題目	Computer-Aided Creation of Mini Block Constructions (計 算 機 に よ る 小 型 ブ ロ ッ ク 構 造 体 の 創 作 支 援)		
主 査	筑波大学 教授	博士 (工学)	三谷 純
副 査	早稲田大学 教授	Ph. D.	田中 二郎
副 査	筑波大学 教授	博士 (工学)	狩野 均
副 査	筑波大学 准教授	博士 (工学)	掛谷 英紀
副 査	筑波大学 准教授	博士 (理学)	志築 文太郎

論 文 の 要 旨

審査対象論文は、直方体の形状をした小型ブロックの集合によって立体形状を構築する手法について述べたものである。ブロックによる立体の構築は、ホビー分野で多くの愛好家が存在する一方で、集合体によって形を構成するロボットなどへの応用も考えられる。本論文の全体を大きく分けると、主に次の3つの内容が述べられている。

まず、対象とする形状を、ブロックの集合で構成可能なボクセルモデルへ変換するために、空間を立方体格子で分割し、各格子空間に対象物が占める割合を算出し、その程度によってボクセルの充填の有無を決定する。その際に、精度と簡略化の程度を考慮した閾値の設定手法を提案している。理論的には値が0.5のときに近似精度が最も高いが、それ以下の値による近似と骨格構造の付加によって、形状特徴がよりよく維持されることを示している。

次に、ボクセルモデルをブロックの集合に変換するために、組み合わせによる安定性や色指定を考慮した配置決定手法を提案している。ブロックの組み合わせ向きによる安定度の評価式を考案し、それに基づいた評価値の優れた組み合わせ方法を入力するシステムを提案している。

最後に、ブロックの集合を手作業で組み立てることを支援するために、効率的な組み立て手順の算出手法と、得られた組み立て手順の提示手法を提案している。組み立て時には、宙に浮くようなブロックが存在しないように、複数のパーツに分割し、パーツ単位で組み立てたのちに全体をくみ上げるアプローチを採用している。

これらの各提案手法を実装し、ユーザテストを通して有効性の検証を行っている。

審査の要旨

【批評】

立体形状をブロックの集合で構築するための既存手法の多くは、多数のブロックを用いて高い精度で形状を表現することに重点を置いているが、審査対象論文では数百程度の少数のブロックで形を扱うことを目指しており、より実用性の高いものとなっている。

対象形状をボクセルによって表現する際に、とくに低解像度への近似を行うことから、近似精度とともに、元の形状特徴を如何にして維持するかを考慮した点は、すぐれた着眼点であると言える。閾値の調整法の提案とともに、骨格構造を付与するなど、新しいアプローチを考案している。また、異なる結果を被験者に提示することによる主観評価を通し、提案手法の妥当性を検証している。

ボクセルモデルをブロックの集合に変換する際には、組み合わせ方による構造の安定度の違いに着目し、より安定した組み合わせ方法を算出するシステムを実装している。安定度の評価には、既存研究で提案されたものに著者独自の改善を行い、少数ブロックで構成され、かつ色の指定が必要なものに対して、より現実的な値を示せるように工夫を行っている。さらに、形状の対称性に配慮した組み合わせ方が優先されるようにするなど、細かい工夫が施されている。

ブロックの組み立て手順を決定する際には、全体を一度に組み立てるのではなく、パーツ単位で組み立てることが望ましいという考えのもと、独自のアプローチを提案している。組み立ての最中に、宙に浮くブロックが存在しないようにするための手順や、壊れやすい部位がパーツ内部に存在しないようにするためのパーツ分けなど、実用的な観点からのアイデアが盛り込まれている。

各手法について、検証のためのシステムを実装し、ユーザテストを通じた評価が行われている。実装されたシステムは完成度が高く、実用レベルに近いものである。

提案された手法は、ホビー分野に留まらず、ロボットや機械製品への応用が期待される。

以上のように、本論文では新規性・有用性が認められる複数の手法が提案され、ユーザテストなどを通じた評価がなされているため、博士論文として十分な内容を擁していると判断できる。

【最終試験の結果】

平成28年8月4日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

【結論】

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。