

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	A faster way to generate better planar mapping from 2-manifold surfaces by bounded-parameterization
著者(和文)	Dechvijankit Anuwat
Author(English)	Anuwat Dechvijankit
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10346号, 授与年月日:2016年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:長橋 宏,新田 克己,中本 高道,長谷川 晶一,小野 功
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10346号, Conferred date:2016/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名		DECHVIJANKIT ANUWAT		
			氏名	職名			
論文審査 審査員	主査		長橋 宏	教授	小野 功	准教授	
	審査員		新田 克己	教授			
				中本 高道	教授		
				長谷川 晶一	准教授		

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「A faster way to generate better planar mapping from 2-manifold surfaces by bounded-parameterization (境界有りパラメータ化による 2-多様体面からの良好な平面写像を生成する高速手法について)」と題し、英文 7 章から構成されている。

第 1 章「Introduction (序論)」では、3 次元コンピュータグラフィックス(3DCG)における幾何処理(geometry processing)の重要性について触れた上で、効率的な幾何処理アルゴリズムによって様々な応用分野が開けてきたと述べている。そして、本研究の目的が、幾何処理の 1 つである曲面パラメータ化における伸縮歪の少ない効率的な計算を可能とする新たな手法を提案するとともに、各種 3 次元メッシュのパラメータ化によって、提案手法の有効性を明らかにすることであると述べている。

第 2 章「Related Terms (関連事項)」では、メッシュのパラメータ化が、ある写像領域と 3 次元曲面との間の 1 対 1 対応関係を作成する処理であることに触れた上で、平面を写像領域とし、位相的に円板と等価な 3 次元曲面を三角形メッシュで表わした場合、パラメータ化処理は与えられた曲面メッシュの全体歪を最小化する問題であると述べている。そして、この最小化において満たすべき拘束条件の設定には、対象となる写像領域の形状や曲面メッシュの境界頂点を考慮する必要があると述べている。さらに、拘束条件を含めたパラメータ化問題を解くシステムのタイプや、歪の代表的要素である伸縮性(stretch)の尺度となる L2 伸縮歪の定義を与えると同時に、パラメータ化の際に考慮すべき重要な位相的特徴、とりわけ種数(genus)に関する説明を行っている。

第 3 章「Related Works (関連研究)」では、多くのパラメータ化手法が提案されていることに触れ、それらの手法について概観している。手法の特徴として、パラメータ化の対象となる 3 次元曲面は、円板と同位相のメッシュであることが必要である。そこで、ある 3 次元曲面が位相的に円板と等価でない場合に、円板と等価に変換する代表的な曲面切断手法について触れている。ある種数の曲面を位相的に円板と等価にする切断問題は NP 困難な問題であり、メッシュグラフからのループ抽出に基づく手法や、最小スパニング木に基づく手法、幾何画像(geometry images)と呼ばれる反復的な写像生成による再メッシュ化法など、それぞれの手法の特徴について述べている。

第 4 章「Homotopy Cutting (ホモトピー切断)」では、本論文で提案するパラメータ化手法が幾何画像に基づいた手法であり、ホモトピー切断処理とその拡張処理の 2 つの主要な部分から構成されていると述べている。ホモトピー切断は、入力曲面を位相的に円板と等価になることを保証し、拡張処理部はその後の平面領域へのパラメータ化における伸縮歪を改良するものである。提案手法では、幾何画像に基づく従来の手法と比較して、より詳細な測地距離計算に基づく伸縮度の評価を行い、反復的に伸縮歪誤差を減少させている。そして、提案手法の有効性を確認するために、複数の異なる種数を持つ 3 次元メッシュに対して、従来手法と提案手法による曲面切断実験を行い、その計算時間と L2 伸縮歪を求めている。その結果、提案手法は従来手法と比較して同程度の計算時間で、より少ない L2 伸縮歪での切断が実現できたと述べている。

第 5 章「Constraints Optimization (拘束条件最適化)」では、3 次元メッシュ境界上の全頂点を平面領域外辺に割り当てた上で、境界内部頂点の位置を決定する境界有りパラメータ化法について述べている。メッシュの複雑さや、境界エッジ長、頂点数などに応じて頂点配置アルゴリズムを構築しなければならないという現状を踏まえ、提案手法では、メッシュ境界上の頂点数のみに基づく汎用的な矩形外辺への頂点配置アルゴリズムを提案している。このアルゴリズムでは、メッシュ境界エッジ長の 1/4 区間と矩形の 1 辺との対応を前提として、伸縮歪を最小化する最適化問題を解いて

いる。提案した最適化手法を評価するために、25%-力づく法(25%-Brute-Force: 25%-BF)と呼ばれる、境界エッジの1/4長を矩形の1辺に割り当てた後に総当たりで最適パラメータを選択する手法を導入している。異なる種数を持つ複数メッシュを対象に、25%-BF法と提案手法による計算速度と伸縮歪の比較評価実験を行った結果、提案手法は25%-BF法とほぼ同等の伸縮歪のもとで、計算時間の大幅な短縮を実現できたと述べている。

第6章「Applications with Other Fields (他分野応用)」では、境界有りパラメータ化の応用として、2次元矩形領域で連続変化する状態を2-多様体面に写像することで、特定の問題を解く枠組みについて述べている。具体的には、反応拡散系の1つであるFitzhugh-Nagumo方程式で生成される矩形領域内の2次元伝搬波を3次元チューブ形状の変形力として写像することで、チューブ内の球を外に押し出すという力学的問題を扱っている。即ち、教師無し学習である遺伝的アルゴリズムによってFitzhugh-Nagumo方程式のパラメータを最適化することで、球の押し出し動作を獲得することが目標であると述べている。そして、具体的なチューブモデルの設定とシミュレーション実験を行い、チューブ内の球を押し出す動作を実現した結果を示している。

第7章「Conclusion (結論)」では、本論文を総括するとともに、今後の課題について述べている。

以上を要するに、本論文は、3DCGや形状モデリングの分野で重要な役割を果たす幾何処理手法の1つである境界有りパラメータ化の新しい手法を提案したものであり、工学上寄与する所が大きい。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認められる。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。