

平成 30 年 6 月 14 日現在

機関番号：11201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K06101

研究課題名(和文) 3Dスキャナの欠点を解消する2+1次元ベースのインタラクティブモデリングシステム

研究課題名(英文) 2+1D interactive modeling system follows for 3D scanner

研究代表者

萩原 義裕 (Hagihara, Yoshihiro)

岩手大学・理工学部・教授

研究者番号：80293009

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題の目的は3次元スキャナの欠点を解消するためのインタラクティブなモデリングシステムの開発である。本研究課題は、高精度で実用価値が高い半自動的な修正を容易に実現するアルゴリズムおよびシステムを実現し、3次元スキャナの欠点を解消する。操作性が高く初心者でも高精度な修正が可能なシステムを実現する。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to develop an interactive modeling system. Three-dimensional scanners have drawbacks. It can not measure the part where the laser light does not reflect. We develop algorithms and systems that easily realize semi-automatic correction with high precision and high practical value.

研究分野：画像処理

キーワード：画像処理 CG 視線ベクトル モデリングソフト

## 1. 研究開始当初の背景

3次元プリンタの急激な普及に伴い、3次元モデル作成へのニーズは激増している。3次元モデルの作成方法のひとつに、高度な造形センスを持つ造形師・原型師と呼ばれるデザイナーが粘土などを用いて手作業で作成した現実のモデルを3次元スキャナで取り込む方法がある。3次元スキャナの高精度は著しいものの、工業用の極めて精密なスキャナでも大きな誤差や欠損が生じることは原理的に避けられない。レーザー光と光センサに死角があるケース、レーザー光の散乱の弱い部分があるケース、奥行き方向の変化が大きいケースなど、欠損の要因は様々である。測定しにくい領域は、例えば測定角度を変えてひとつの要因を取り除いても別の要因によって計測できないことも多く、モデル作成には大きな障害になっている。

ソフトウェアで測定失敗をカバーする処理はリメッシュと呼ばれさまざまなアルゴリズムが開発されている。我々は、リメッシュのひとつであるシュリンクラップ(メッシュを収縮されることによりリメッシュを行う)処理に着目し画像処理分野でフィルタリングに用いられてきたマセマティカルモルフォロジによって作られたスケルトン(骨格)を用いてシュリンクラップ処理を行うことによって、従来手法では失敗する雑音や多少の欠陥がある人物モデルに対しても適切な縮退を実現できる手法を提案した。また、この技術をベースに、コンピュータ上で物体の自然な変形を実現する手法の研究を展開してきた。しかし、すべてのケースに対して適切な結果を自動算出するには至らなかった。そのようなケースに対しては、手作業でメッシュを作成するしか方法はない。これには極めて高度なスキル・センスを持った3次元CGデザイナーが大きな時間的コストを割く必要がある。

一般に、3次元CGデザイナーが手動でメッシュを生成するときには、正面から見て不自然でないような形状にメッシュを作成し、他の視点、たとえば側面から見たときにも齟齬がないように修正するという手順を踏む。しかし、再び正面から見たときに側面での修正による位置ずれが正面から見たメッシュの形状を壊してしまい、再修正が必要となる。これを繰り返すことにより適切なメッシュを生成することができるが、スキルやセンスがない場合、今度は側面から見たときの形状が壊れるという結果となり、いつまでも作業が収束しないのである。

## 2. 研究の目的

本研究課題は、このような問題を半自動で解決する手段を提供する。正面から見て完成しているメッシュを壊さないためには、以下に述べるひとつの単純な拘束条件を付けるだけでよい。主視点 = 正面から見た物体の形状(主画面上の頂点位置)が確定している場合、3次元空間内では主視点から物体の頂点への軌跡(視線ベクトル)と主画面との交点の位置が既知であるといえる。その視線ベクトルは、別の視点 = 副視点から見た画面上では一つの直線である。物体の頂点はその点線上に存在するので副視点で修正する際、点線上でしか移動できないという拘束条件をつければ、主視点から見た画像を壊すことなく、すなわち初心者でも高いスキルを持ったデザイナー同様に、モデルを修正できるのである。具体的にこの拘束条件を与える(=点線の軌跡を得る)には、3次元計測分野の中心投影幾何と呼ばれる計算手法がそのまま適用できる。本研究課題は、中心投影幾何に基づき、主視点における視線ベクトルが副視点から見た画像上でどのような軌跡を描くかを計算し、それを拘束条件とすることにより初心者でも使いやすい3次元インタラクティブモデ

リングシステムを開発し、その評価を行うことを目標とした。

### 3. 研究の方法

基本アルゴリズムとそれを組み込む3次元インタラクティブモデリングシステムシステムを実現するために、以下の3つのステップで開発した。まずは、主となるアルゴリズムを既存のモデリングソフトに組み込むための「プラグイン」と呼ばれるサブシステムを開発し評価を行った。並行して、このアルゴリズムを中核とする新しいモデリングソフトの設計を行った。

次に新しいモデリングソフトの開発を主として行った。当然必要となる一般的なモデリング機能を含めたシステムを開発した。最後は、このシステムの評価と改善である。スキャナからのデータ取り込み機能など、有益な機能や、我々が今まで開発してきたリメッシュアルゴリズムなどを統合し、トータルシステムとして完成させた。

### 4. 研究成果

提案システムを実装した、図1のようなシステムを完成させ、評価試験を行った。その結果、作業時間は数分の一に短縮され、かつ初心者でも上級者に近いモデリングが可能であることを確認した。したがって、提案手法を組み込んだシステムが、使いやすい3次元インタラクティブモデリングシステムといえることが確認できた。

システムを用いればゲームなどに用いる様々なモデルを3次元計測結果から簡単に作成することができる。本システムで作成したモデルを利用して大学生や高校生のプログラミング実習を行うことにより、モデル作成に時間を割かれることなくプログラミングに専念できるため、効率的なプログラミング実習を行うことができた。

3次元計測の視点からすると本システム

は、効率的にデータ修正が行えるものであるが、本来の入力データがより正確であれば、さらに効率的である。レーザー計測により取得したデータに、ステレオ視によるデータをオーバーレイしてより正確なデータ取得が可能であるか検討した。その結果ステレオ視によるデータがある程度高い信頼性をもって取得できればより効率的にモデル作成が行えるということを確認した。その際、ステレオ視の結果とレーザー計測の結果のずれ補正に本手法を用いればより効率的な補正が可能であることが示唆された。

また、本システムの適用に適したアプリケーションを検討した結果、地形データの修正に適しているという知見を得た。

衛星からの地形データは高い精度で計測できるようになりつつあるが、森林等地表が見えない場所や水中など短い波長の電波が届きにくい場所では課題も多い。小型水中ロボットによる水中地形データの3次元計測結果が本システムにより効率的に修正できることが確認された。

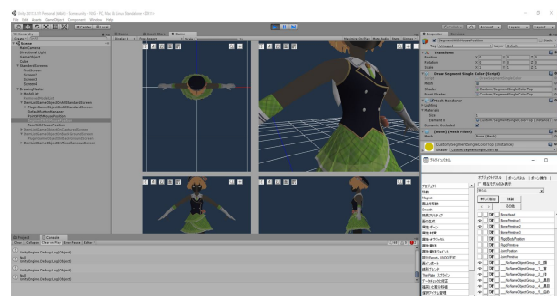


図1 開発したシステム

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 3件)

- (1) A. Yimit and Y. Hagihara, “2D Direction Histogram-Based Rényi Entropic Multilevel Thresholding,” *Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics*, Vol.22, No.3, 2018 (in press)[査読あり]
- (2) アデルジャン イミティ, 萩原義裕: 計算機システムにかかわるものづくりを通じた高校生のモチベーション向上とその評価, *工学教育*, Vol.64, No.6, pp.55-61, 2017[査読あり]
- (3) M. Takagi, H. Mori, A. Yimit, Y. Hagihara and T. Miyoshi, “Development of a small size underwater robot for observing fisheries resources – Underwater robot for assisting Abalone fishing –,” *Journal of Robotics and Mechatronics*, Vol.28, No.3, pp.397-403, 2016[査読あり]

〔学会発表〕(計 6件)

- (1) 三上 昌也, 齋藤 雅樹, ルウ シン, 張 振, 萩原 義裕, アデルジャン イミティ, ベクトルを正規化したスケルトンによるモルフォロジカルシュリンクラップ, 計測自動制御学会 東北支部 第315回研究集会, 2018年5月.
- (2) 齋藤雅樹, アデルジャンイミティ, 三上昌也, ルウシン, 宮野亜瑠天, 張振, 萩原義裕, ボーンのベクトルを合わせたスケルトンを利用したシュリンクラップ, 平成29年度 第3回情報処理学会東北支部研究会, 2017年12月.

- (3) 坪谷 和己, 萩原 義裕, 盧 忻, アデルジャン イミティ, 張 振, インタラクティブモーションキャプチャのための多自由度フォースフィードバックインタフェース, 日本機械学会 東北支部第52期総会・講演会, 2017年3月.
- (4) 藤崎貴義, 萩原義裕, 萩原由香里, アデルジャン イミティ, パラメータフリー遺伝的アルゴリズムを用いたテンプレートマッチングにおけるテンプレートの生成方法の検討, 動的画像処理実利用化ワークショップ 2016, 2016年03月.
- (5) 一戸浩志, 萩原義裕, 萩原由香里, アデルジャン イミティ, 三好扶, 高木基樹, 楢円軌跡を用いた3次元スキンアニメーション, 動的画像処理実利用化ワークショップ 2016, 2016年03月.
- (6) 藤田敦匡, 萩原義裕, 萩原由香里, アデルジャン イミティ, ABC アルゴリズムを用いた物体追跡手法の検討, 計測自動制御学会 東北支部 294回研究集会, 2015年05月.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

**萩原 義裕 (Yoshihiro Hgihara)**  
岩手大学・理工学部・教授  
研究者番号: 80293009

### (2) 研究分担者

**アデルジャンイミティ (Adiljan. Yimit)**  
秋田公立美術大学大学院・複合芸術研究科・助手  
研究者番号: 10726938