

平成 30 年 6 月 21 日現在

機関番号：12102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2017

課題番号：16K12468

研究課題名(和文) 計算機ホログラムとテラヘルツイメージングを用いたファブリケーションの研究

研究課題名(英文) Digital Fabrication method with CGH and Thz imaging.

研究代表者

落合 陽一(Ochiai, Yoichi)

筑波大学・図書館情報メディア系・准教授

研究者番号：90762188

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：可視光外領域を用いて内部状態を機械学習判定するようなカメラシステムおよびファブリケーションシステムについて開発することができた。現状2年間の成果を元に国際会議や論文誌で発表するべく現在投稿中である。内部構造に意味を持つデジタルファブリケーションの関連領域として、3Dプリンタを用いたロボットシステムや、空中浮揚のための内部構造を持つ3Dプリントや水中のスタビライゼーション、蚕を用いた3Dプリントなど派生研究も広がった。これらの研究はSIGGRAPHやSIGGRAPH Asiaなどの国際学会で報告した。総じて、内部構造をスキャンする複合システムや内部構造生成による関連領域の探索を行うことが出来た。

研究成果の概要(英文)：We developed computer vision system in non visible areas, digital fabrication system towards machine learning application areas. We are currently submitting the integrated results of these computer vision and digital fabrication for international conferences and journals. In addition, as a related area of digital fabrication which we are exploring the interaction using its the internal structure, we conducted research around the telepresentation robot system using a 3D printer, the digital fabrication system using silkworms, 3D prints with an internal structure for levitation, 3D print systems that can be stabilized underwater. These studies were reported at international conferences such as SIGGRAPH and SIGGRAPH Asia. Overall, we progress on research from basement towards application by searching for print system and vision system that scan internal structure. We will continue to explore not only visible light, but also terahertz and far infrared regions.

研究分野：情報学, デザイン学

キーワード：デジタルファブリケーション 非可視光イメージング

1. 研究開始当初の背景

機械学習・人工知能技術やモバイル技術の発展により、人間と計算機の「協調」によって、より困難な課題を解決しようとする手法が注目を集めつつある。デジタルファブリケーションについても工作機械と人間の協調によってより多様性のある創作の支援を行うような研究が盛んである。本研究では内部モデルや表面質感などを考慮したデジタルファブリケーションのための人と機械の協調手法を設計し、検証することを目的とする。そのためにテラヘルツイメージングや計算機ホログラムを用いたフェムトレーザー加工によって、3D 造型やレーザー加工をさらに進展させ、質感や内部モデルを反映させた人と工作機械の協調技術を開発する。それにより円滑な人と機械の協調創作のための作業インターフェースとイメージング手法双方を明らかにする。

2. 研究の目的

可視光外領域まで含めたイメージングを用いたデジタルファブリケーション技術を開発する。具体的には計算機ホログラムをテラヘルツ・遠赤外線領域まで用いたイメージングと、計算機ホログラムを用いたレーザー加工手法の組み合わせなどにより、質感や内部構造のモデルを生成しつつ高精度に加工するための手法を開発する。また、その組み立てに関して人と機械の協調作業によって今まで不可能だった形状や機能を持った三次元造型の可能性を探求し、人の作業支援という枠組みについても定性評価・定量評価を行うことを目的とする。

3. 研究の方法

デジタルファブリケーションシステムと可視光以外のコンピュータビジョンの組み合わせによって行われる創造領域を探求するにあたり、内部構造を持つデジタルファブリケーションモデル(例：図1)による応用例自体の探求と、そのコンピュータビジョンによる判定や製造手法自体について双方向的に研究を進めた。具体的には重心計算や内部の偶発的な構造に関する検証によって 3D プリ

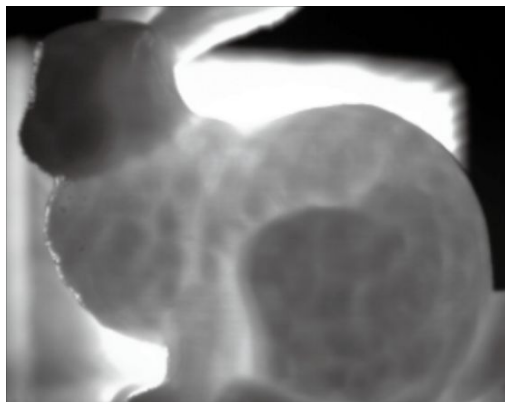


図 1:透過したモデル

ントモデルに機能を持たせることや、レーザー加工によってその材質の透過性を変えるデジタルファブリケーション、モデルを透かせることで内部構造を判定に用いるようなシステムの開発を進めた。可視光外領域まで含めたイメージングシステム(図2)に関しては当初よりも進捗が遅れたが、29 年度末にはシステムとファブリケーションに関する研究成果が実装できた。

4. 研究成果

平成 28 年度-29 年度の研究により、遠赤外領域を用いて内部状態を機械学習判定するようなカメラシステムおよびファブリケーションシステム、データベースの構築手法について開発することができた。

現状 2 年間の成果を元にコンピュータビジョンおよびファブリケーションの統合的な成果を平成 30 年度中に国際会議や論文誌で発表するべく現在投稿中である。また内部構造に意味を持つデジタルファブリケーション(図3)の関連領域として、3D プリントを用いたテレプレゼンスロボットシステム(学会発表)や、蚕を用いたデジタルファブリケーションシステム(学会発表)なども派生的に研究した。また空中浮揚のための内部構造を持つ 3D プリントや水中でスタビライゼーションできる 3D プリントシステムの研究などを行った。これらの研究は SIGGRAPH や SIGGRAPH Asia などの国際学会で報告した。現時点で未発表のものを含め 8 プロジェクトを行った。それらについて箇条書きにてそれぞれ述べる。

- ・遠赤外線領域撮影(InGas カメラ)でファブリケーションした物体の中身を撮影しながら、その物体に ID を割り振るプロジェクト(論文投稿中)

- ・フェムト秒レーザーによるプラズマにより、発生する光線やテラヘルツ波や衝撃波を用いて、ファブリケーションした物体の内部を透過させ造形にフィードバックするプロジェクト

- ・内部構造の最適化により空中浮揚をバランスするプロジェクト(論文投稿中)

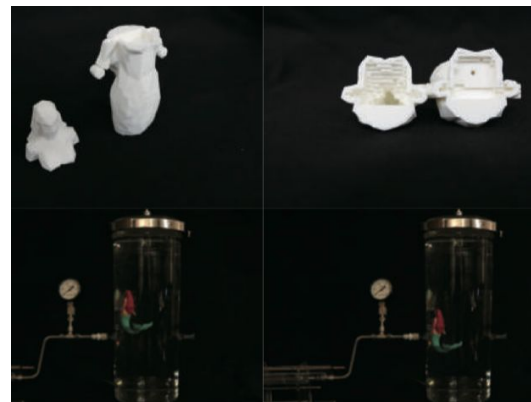


図 2:内部構造を持つ 3D プリント

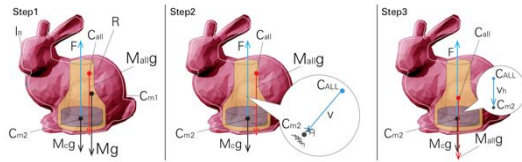


図 3 :重心最適化の例

- ・形状の最適化により 3D プリントモデルを変形させるプロジェクト (学会発表)
- ・水中で使用するヘッドマウントディスプレイをデジタルファブリケーションし、内部の空気の入る構造を最適化することで泳ぎやすいHMDを実現するプロジェクト (学会発表)

- ・蚕を用いてデジタルファブリケーションを行うプロジェクト (学会発表)

- ・デジタルファブリケーションによって空中ディスプレイを製作するプロジェクト (学会発表)

- ・デジタルファブリケーションによってテレプレゼンスロボットを製作するプロジェクト (学会発表)

総じて、内部構造をスキャンするプリントシステムとビジョンシステム、および内部構造を持つとできる豊富なインタラクションやデジタルファブリケーション関連領域の探索を行うことで、「鶏」と「卵」の両面から研究を進捗することが出来た。またこれからも、ファブリケーション関連領域について内部モデルや表面質感などを考慮したデジタルファブリケーションとコンピュータビジョンの関連領域について、可視光のみならずテラヘルツ、遠赤外領域についてこれからも探求していきたい。

5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 0 件)

[学会発表](計 14 件)

Ryota Kawamura, Kazuki Takazawa, Riku Iwasaki, Kenta Yamamoto, and Yoichi Ochiai. Exo-Balancer: Design Method of Personalized Stabilizers for Shooting Actions

9th Augmented Human International Conference (国際学会), 2018 年

Yoichi Ochiai

Aerial Interaction with Holograms of Insensible Frequency towards generating Audio, Visual, and Haptic feedback in the three-dimensional space "

IDW2017 Sendai Japan (招待講演)(国際学会), 2017 年

Hiroyuki Osone, Takatoshi Yoshida, and

Yoichi Ochiai

Optimized HMD System for Underwater VR Experience

14th International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology (国際学会), 2017 年

Riku Iwasaki, Yuta Sato, Ippei Suzuki, Atsushi Shinoda, Kenta Yamamoto, Kohei Ogawa, and Yoichi Ochiai

Silk Fabricator: Using Silkworms as 3D Printers

Siggraph Asia 2017 Posters (国際学会), 2017 年

Mose Sakashita, Tatsuya Minagawa, Amy Koike, Ippei Suzuki, Keisuke Kawahara, and Yoichi Ochiai

You as a Puppet: Evaluation of Telepresence User Interface for Puppetry 30th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology (国際学会), 2017 年

Amy Koike, Satsoshi Hashizume, Kazuki Takazawa, Mose Sakashita, Daitetsu Sato, Keisuke Kawahara, and Yoichi Ochiai

Digital fabrication and manipulation method for underwater display and entertainment

ACM SIGGRAPH 2017 Posters (国際学会), 2017 年

Kazuki Takazawa, Satoshi hashizume, Ryuichiro Sasaki, Yoshikuni Hashimoto, and Yoichi Ochiai

Morpho sculptures: digital fabrication methods of engraving flat materials into shape changing user interfaces

ACM SIGGRAPH 2017 Posters (国際学会), 2017 年

Yoichi Ochiai, Tatsuya Minagawa, Takayuki Hoshi, Daitetsu Sato, Satoshi Hashizume, Kazuki Takazawa, Amy Koike, Ippei Suzuki, Atsushi Shinoda, and Kazuyoshi Kubokawa

LeviFab: stabilization and manipulation of digitally fabricated objects for superconductive levitation

ACM SIGGRAPH 2017 Posters (国際学会), 2017 年

Kazuki Takazawa, Kenta Suzuki, Shinji Sakamoto, Ryuichiro Sasaki, Yoshikuni Hashimoto, and Yoichi Ochiai

Leaked light field from everyday material: designing material property remained light-field display

In Proceedings of the 8th Augmented Human

International Conference (AH '17) (国際学会) Computer History Museum, CA, United State,2017年

Ippei Suzuki, Shuntarou Yoshimitsu, Keisuke Kawahara, Nobutaka Ito, Atsushi Shinoda, Akira Ishii, Takatoshi Yoshida, and Yoichi Ochiai.

Design method for gushed light field: aerosol-based aerial and instant display
In Proceedings of the 8th Augmented Human International Conference (AH '17) (国際学会) Computer History Museum, CA, United States,2017年

Yoichi Ochiai

Aerial interaction with femtosecond laser induced plasma

In SIGGRAPH ASIA 2016 Virtual Reality meets Physical Reality: Modelling and Simulating Virtual Humans and Environments (SA '16) (招待講演)(国際学会), The Venetian Hotel, Macao, China,2016年

Kazuki Takazawa, Kenta Suzuki, Shinji Sakamoto, Ryuichiro Sasaki, Yoshikuni Hashimoto, and Yoichi Ochiai

Leaked light field from everyday material: designing material property remained light-field display

In SIGGRAPH ASIA 2016 Posters (SA '16) (国際学会), The Venetian Hotel, Macao, China,2016年

Amy Koike, Satoshi Hashizume, Mose Sakashita, Yuki Kimura, Daitetsu Sato, Keita Kanai, and Yoichi Ochiai

Syringe-worked mermaid: computational fabrication and stabilization method for cartesian diver

In SIGGRAPH ASIA 2016 Posters (SA '16) (国際学会) The Venetian Hotel, Macao, China,2016年

Miyu Iwafune, Taisuke Ohshima, and Yoichi Ochiai

Coded skeleton: programmable deformation behaviour for shape changing interfaces

In SIGGRAPH ASIA 2016 Emerging Technologies (SA '16) (国際学会) The Venetian Hotel, Macao, China, 2016年

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

取得状況(計 0件)

名称:

発明者:

〔その他〕

Digital Nature group ホームページ

<http://digitalnature.slis.tsukuba.ac.jp/>

/

6. 研究組織

(1)研究代表者

落合 陽一 (OCHIAI, Yoichi)

筑波大学・図書館メディア系・准教授

研究者番号: 90762188