

平成 30 年 6 月 21 日現在

機関番号：23301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26330418

研究課題名(和文) 実世界指向インタラクティブアートにおける表現と情報提示の融合

研究課題名(英文) The integration of the art expression and displaying information for a real-world oriented interactive art

研究代表者

中安 翌 (Akira, Nakayasu)

金沢美術工芸大学・美術工芸学部・准教授

研究者番号：10579783

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、形状記憶合金アクチュエータや電流制御回路を含むキネティックサーフェースシステムの基盤技術開発を行い、最終成果物としてインタラクティブアート作品の制作を行った。当初計画では1000個以上のアクチュエータを用いた装置開発を目標としていたが、制御回路の改良に時間を要したため、研究期間終了時点では256個のアクチュエータの装置となり目標には届かなかった。一方で、制御回路や装置の十分の一の小型化に成功し、将来の研究への基礎固めとなる技術改良を行うことができた。4年の研究期間中に、査読付学術論文1件、査読付国際会議6件、著書(共著)1件、特許出願2件、国内口頭発表1件、受賞5件の実績となった。

研究成果の概要(英文)：In this project, we have developed the basic technology of kinetic surface systems that includes shape memory alloy actuators and current control circuits, and produced interactive devices as the final outcome. Although the initial aim was to develop a device using more than 1000 actuators, improving the control circuit proved to be time-consuming, and the final device developed at the end of the research period comprised only 256 actuators, thus failing to reach the target. However, we succeeded in reducing the size of the control circuit and equipment to one-tenth of their original size. Thus, we were able to improve the existing technology, thereby, establishing a solid foundation for future research. The four-year research period resulted in one peer-reviewed publication in an academic journal, presentations at six international conferences with peer reviews, one co-authored book, two patent applications, one oral presentation in Japan, and five awards.

研究分野：インタラクティブアート

キーワード：インタラクティブアート 実世界指向インターフェース 形状記憶合金アクチュエータ バイオメタル
キネティックサーフェース Shape Changing Interface

1. 研究開始当初の背景

実体のモノである構成要素を持ち、情報提示や表現を行う装置は実体ディスプレイと呼ばれ、インターフェース研究や建築、アートなど、様々な領域で注目を集めている。インターフェース研究の分野では、タンジブル・ユーザインターフェースのコンセプトのもとに、実体の構成要素を持つ研究事例が多数発表されている。建築分野では、ハイパーサーフェイス・アーキテクチャーというコンセプトが提唱され、建物表層を動的に変化させるものが提案されている。キネティックアートやメディアアートの領域でも、実体の動きを制御する作品が発表されている。このような実体のモノの存在感を利用した実体ディスプレイは、映像ディスプレイや投影による仮想のコンテンツと比較して、肉体という実体を持つ人間に、より直感的に訴えることができるものである。このような実体ディスプレイを含む環境に溶け込んだテクノロジーは、インターネットと接続されることで、人間と情報をつなげる新しいメディアとして、次世代の情報環境デザインや都市空間デザインを生み出す大きな可能性を持つものである。

2. 研究の目的

本研究は、未来のメディアとしての可能性を持つ実体ディスプレイを用いた実世界指向インタラクティブアートの表現手法として、イソギンチャクの触手のゆらめく表現に着目したものである。形状記憶合金を駆動源とした軟体アクチュエータを用いて、ゆらゆらと海中にたゆたう美しい触手の姿を、映像ではなく実体として制作することで、実世界指向インタラクティブアートの表現手法として確立することを目指した。実世界と情報の融合における視覚化にアート表現を用いることの可能性を探求するものである。

3. 研究の方法

本研究計画では、インタラクティブアートにおける実体の存在感を生かした触手の美的動作を検証するために、以下の研究項目で研究計画を立てた。

(1) 基盤技術の開発

- (ア) 3自由度軟体アクチュエータの開発
- (イ) 制御アルゴリズムの設計
- (ウ) 電流制御装置の製造

(2) ディスプレイ装置としての性能評価

(3) インタラクティブアート作品の制作

- (ア) 制御システムの構築
- (イ) インSTALLATIONの設計
- (ウ) インタラクションデザイン

(4) 作品展示による触手の美的動作の検証

具体的な作品としては、独自開発の3自由度の軟体型アクチュエータを1000個以上用いたインタラクティブアート作品を制作する。

研究成果は、国際会議や学術雑誌で発表する。アート作品としても積極的に発表し、新しいメディア表現の一つとして提案する。

4. 研究成果

本研究では研究期間を4年とし、初年度の平成26年度から平成27年度の2年間に、形状記憶合金アクチュエータや電流制御回路を含むキネティックサーフェスシステムの基盤技術開発を行った。3年目の平成28年度には、256個の形状記憶合金アクチュエータを実装したインタラクティブアート作品 **Luminescent Tentacles** を制作した。最終年度の平成29年度は、**Luminescent Tentacles** を含めたそれまでの研究を学術論文としてまとめ、日本バーチャルリアリティ学会論文誌へ投稿して採録された。さらに、**Luminescent Tentacles** で開発したキネティックサーフェスの制御システムを、どのような既存の立体形状表層へも実装可能なシステムとして改良を行い、本装置と制御手法に関する2件の特許出願を行なった。

以下に、当初の研究計画に沿って成果をまとめる。

(1) 基盤技術の開発

(ア) 3自由度軟体アクチュエータの開発

数回の動作実験を経て、図1のSMAアクチュエータを開発した。SMAアクチュエータは、独自設計の7穴シリコンチューブ、バイオメタルファイバー (BMF150) 3本、表面実装型LED (白色)、拡散光キャップ、断裂防止用のハトメで構成される。シリコンチューブの6個の円周状に開けられた穴にバイオメタルファイバーを3本挿入している。SMAアクチュエータは、電流の増加によりバイオメタルファイバーが加熱されて縮むことで屈曲する。

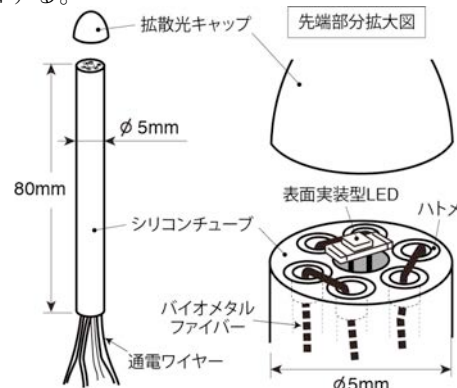


図1. SMAアクチュエータの構造

(イ) 制御アルゴリズムの設計

2本のバイオメタルファイバーに同時に電流を加えることで中間方向にも屈曲すること

を可能にした。3本のバイオメタルファイバーに印加する電流をそれぞれ a1、a2、a3 として、その組み合わせによって6方位へ屈曲させることができる。

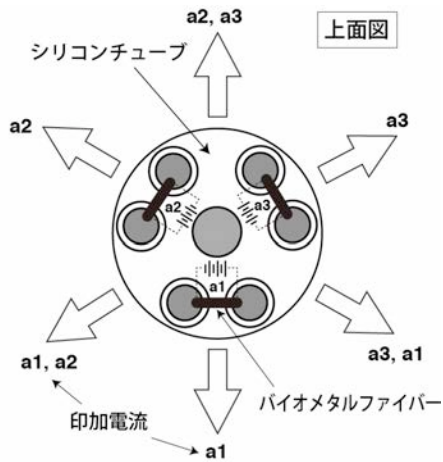


図 2.6 方位に屈曲する動作原理

(ウ) 電流制御装置の製造

アクチュエータを駆動するための電流制御回路の改良を行い、従来のもの(図3上)と比較して1/10程度の小型化(図3下)を実現した。

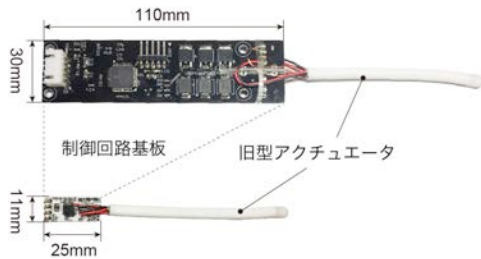


図 3. 電流制御装置の小型化

(2) ディスプレイ装置としての性能評価

ディスプレイ装置としての情報提示の性能評価に関しては、実験装置において当初目標としていた1000個のアクチュエータ制作に至らず、最終的には256個の装置となったため、情報提示の性能を評価するレベルに達しなかった。また、国際会議の査読結果やデモ発表経験から、本研究の強みである美的動作の実現を重視する方向で研究計画を見直し、装置形状のケーススタディとアクチュエータの動きのバリエーションを中心とした研究としてまとめることに方針を変更した。

(3) インタラクティブアート作品の制作

本研究過程では、複数の実験装置を開発しているが、集大成の装置として256個のアクチュエータを実装した Luminescent Tentacles を制作した。Luminescent Tentacles のシステムでは、1本のアクチュエータに対して1個のマイコンを実装しており、演算処理とトラフィックの負荷を分散させることで、数千本のアクチュエータであっても、滑らかな制御を可能にしている。

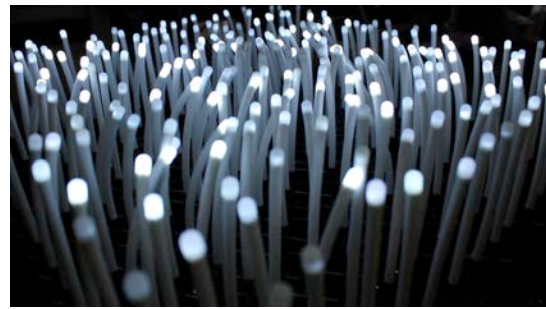


図 4. Luminescent Tentacles

(4) 作品展示による触手の美的動作の検証

Luminescent Tentacles を UIST 2016 Demo (如水会館)、デジタルコンテンツ EXPO 2016 (日本科学未来館)、SIGGRAPH ASIA 2016 Art Gallery (マカオ)、2016 アジアデジタルアート大賞展 FUKUOKA 受賞作品展(福岡アジア美術館)にて展示を行なった。展示による感想から、本研究で目指したキネティックアート表現が多く体験者から好意的に受け入れられていると感じた。一方、「面白いけど何の役に立つかわからない」といった本質的な問いかけもあり、本技術のキラーアプリケーション開発を目指して今後も探求していく。



図 5. Luminescent Tentacles 展示風景

(5) 特許出願

Luminescent Tentacles で開発した制御システムを改良することで、アクチュエータユニットを立体形状表層へ実装可能なシステムを考案した。本装置と制御手法に関する2件の特許出願を行なった。

(6) 受賞実績

本研究の最終成果として制作したインタラクティブアート作品 Luminescent Tentacles は以下の賞を受けた。特に、表現と技術の両面で評価されたことは、本研究の発展可能性を示したものであると考える。

- UIST 2016 Best Demo Awards
- 経済産業省 Innovative Technologies 2016
- アジアデジタルアート大賞展 2016 優秀賞
- ものづくり文化展 HAJIME ASAOKA 賞
- 第一回羽倉賞 VR 技術奨励賞

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 1 件)

- ① 中安 翌, Luminescent Tentacles: SMA アクチュエータアレイを用いたインタラクティブアート表現、日本バーチャルリアリティ学会論文誌、査読有、Vol.23、No.1、2018、21-26
https://doi.org/10.18974/tvrsj.23.1_21

[学会発表] (計 7 件)

- ① Nakayasu, A. Luminescent Tentacles: A Scalable SMA Motion Display. In UIST 2016 Demo, ACM, 2016. 査読有
<https://doi.org/10.1145/2984751.2985695>
- ② Nakayasu, A. Luminescent Tentacles. In SIGGRAPH ASIA 2016 Art Gallery, ACM, 2016. 査読有
<https://doi.org/10.1145/3004257.3004486>
- ③ Nakayasu, A. Waving Tentacles 8×8: Controlling a SMA Actuator by Optical Flow. In SIGGRAPH ASIA 2015 Posters, ACM, 2015. 査読有
<https://doi.org/10.1145/2820926.2820931>
- ④ Nakayasu, A. A Method for Controlling a SMA Actuator for the Expression of a Kinetic Artwork or Interactive Artwork. In ADADA 2014 Posters, Asia Digital Art and Design Association, 2014. 査読有
<http://www.dbpia.co.kr/Journal/ArticleDetail/NODE06217886>
- ⑤ Nakayasu, A. A Method for Controlling a SMA Actuator for the Expression of a Kinetic Artwork or Interactive Artwork. In ADADA 2014 Demo, Asia Digital Art and Design Association, 2014. 査読有
<http://www.dbpia.co.kr/Journal/ArticleDetail/NODE06217886>
- ⑥ Nakayasu, A. Waving Tentacles: A System and Method for Controlling a SMA Actuator. In SIGGRAPH 2014 Posters, ACM, 2014. 査読有
<https://doi.org/10.1145/2614217.2630571>
- ⑦ 中安 翌. SMA アクチュエータを用いたインタラクティブアートにおけるアニメーション表現. 形状記憶合金シンポジウム 2015, 形状記憶合金協会, 2015. 査読無

[図書] (計 1 件)

- ① 荒木慶一、池田忠繁、石井崇、石田章、稲邑朋也、大方一三、大塚広明、岡村賢治、小澤倫秀、貝沼亮介、加藤勉、喜瀬純男、北村一浩、権藤雅彦、佐藤英之、鈴木昭弘、高岡慧、千葉悠矢、長弘基、土谷浩一、戸伏壽昭、豊川秀英、中畑拓治、中安 翌、坂一宏、引地正伸、本間大、御手洗容子、山内清、渡辺和樹、日刊工業新聞社、トコトンやさしい形状記憶合金の本、2016、92-93

[産業財産権]

○出願状況 (計 2 件)

- ① 名称：三次元モーション・ディスプレイ装置及びその制御方法
発明者：中安 翌
権利者：同上
種類：特許
番号：2017-164917
出願年月日：平成 29 年 8 月 30 日
国内外の別：国内
- ② 名称：三次元ディスプレイ装置
発明者：中安 翌
権利者：同上
種類：特許
番号：2017-164918
出願年月日：平成 29 年 8 月 30 日
国内外の別：国内

[その他]

ホームページ等
<http://nakayasu.com>
<http://kanabi-kaken.info>

6. 研究組織

- (1) 研究代表者
中安 翌 (NAKAYASU, Akira)
金沢美術工芸大学・美術工芸学部・准教授
研究者番号：10579783
- (2) 研究協力者
西田 有我 (NISHIDA, Aruga)