

令和 3 年 5 月 18 日現在

機関番号：34523

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K18171

研究課題名（和文）キネティックサーフェースによる立体メディア表現

研究課題名（英文）A method of representation for three-dimensional media using a kinetic surface system

研究代表者

中安 翌（Nakayasu, Akira）

神戸芸術工科大学・芸術工学部・教授

研究者番号：10579783

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、柔らかく曲がるアクチュエータを構成要素とするキネティックサーフェースシステムを用いた立体メディアの表現手法の確立を目標として、アクチュエータ、制御回路、制御システムの開発を行い、アプリケーション事例としてのアート作品制作を行った。3年の研究期間中に、査読付国際学術雑誌1件、査読付国際会議5件、特許出願3件、国内口頭発表7件、受賞3件の実績となった。SIGGRAPH、Laval Virtual等、国際的な研究発表やディスカッションを通して、本研究の技術が広く発展可能性のあるものだと感じられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

コンピュータと人間の関係性に着目した研究を扱うHuman Computer Interactionの研究分野では、実体として動く構成要素を用いたShape Changing Interfaceと呼ばれる研究が注目されている。本研究はShape Changing Interfaceの研究に分類されるものであり、独自開発のソフトアクチュエータを立体構造表層へ実装することにより、人間にとってより直感的に情報を受け取れる実体の立体メディア表現として実現することを目指したものである。

研究成果の概要（英文）：In this research, we developed actuators, control circuits, control systems, and created artworks as case studies of applications aiming to establish a method of representation for three-dimensional media using a kinetic surface system with soft bendable actuators as components. The three-year research period resulted in one refereed international journal, five refereed international conferences, three patent applications, seven oral presentations in Japan, and three awards. Through international research presentations and discussions at SIGGRAPH, Laval Virtual, and other conferences, we felt that the technology of this research has a wide potential for development.

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 キネティックサーフェース 形状記憶合金アクチュエータ Shape Changing Interface

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

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、近年のヒューマンコンピュータインタラクション (HCI) 研究の分野でも多数発表されており、Kinetic Surface、Actuated Surface、Physical Display、Substantial Display、Shape Display、Tangible User Interface、Organic User Interface、Shape Changing Interface のように様々な名称やコンセプトのもとで報告されている。このような実体のモノの存在感を利用したメディア表現は、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。このようなテクノロジーを環境に溶け込ませていく実世界指向の流れは、センシング技術やアクチュエーション技術の進化とともに、今後もさまざまな分野で増えていくことが予想される。さらに、インターネットを含む情報通信と接続されることで、情報環境と人を繋ぐ新しいメディアとして、エンターテイメント表現が融合した次世代の情報環境デザインを生み出す大きな可能性を持つものである。

申請者は、本研究以前に 6 方位屈曲のソフトアクチュエータを 256 本駆動する平面形状のキネティックサーフェスシステムを開発している。本研究ではその技術を改良することで立体メディア表現へと発展させるものである。

2. 研究の目的

本研究は、独自開発の形状記憶合金アクチュエータを構成要素とするキネティックサーフェスシステムを用いて、立体メディアの表現手法を確立するものである。ソフトアクチュエータの柔らかく曲がる繊細な動きを実現することで、波間に揺れるイソギンチャクの触手のように美しいキネティックアート表現を持った立体メディアの創出を目指したもので、アート表現とインターフェース研究の融合した研究である。三次元構造を持つ装置開発と同時にアニマトロニクス技術との融合、身体やヒューマノイドロボットへも装着可能なウェアラブルデバイスの開発を行い、多様なアプリケーションの可能性を探ることを目標とした。

3. 研究の方法

本研究では研究期間を 3 年として、以下の項目で目標を設定して研究を進めた。

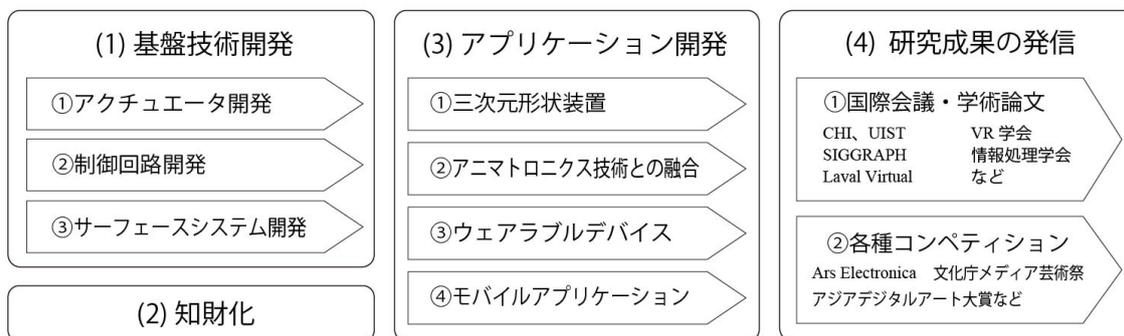


図 1. 研究項目

4. 研究成果

(1) 基盤技術開発

① アクチュエータ開発

既開発済の 6 方位屈曲アクチュエータの素材を見直し、シリコンチューブを再設計することで、8 方位屈曲アクチュエータの開発を進めた (図 2)。8 方位屈曲させるためには、制御回路と制御プログラムの改良が必要だが、研究期間内にこれらを完成させることができなかったため、アクチュエータの駆動実験は完了していない。



図 2. 8 方位屈曲アクチュエータ

② 制御回路開発

6 方位屈曲アクチュエータの制御回路を改良して、小型化と立体形状の組み立てに最適化した設計を行った (図 3)。8 方位屈曲対応の制御回路の設計も進めたが、6 方位屈曲用に使用していたマイコンの PWM 制御チャンネル数の上限から、8 方位屈曲に対応させるためには複数マイコンの実装が必要となったが、マイコン数が増えることは大規模システム構築には効率的ではないため、マイコンの選定見直しを行った。

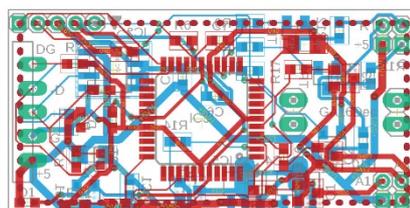


図 3. 制御回路 CAD プレビュー

③ サーフェースシステム開発

立体構造のシステムを実現するために、制御回路と組み合わせるための構造用基板を設計した。ドーム形状を構築するため、ジオデシックドームのアルゴリズムを用いて、複数種類の三角形基板を設計した(図4)。基板同士を接合することで、電流供給と信号線の配線を可能としている。



図4. 基板によるジオデシックドーム

(2) 知財化

初年度の2018年度に3件の特許出願を行い、そのうち2件については2019年度に改良出願を行った(図5)。特許技術に関しては、技術開発を進めて実装を行う予定であったが、新型コロナウイルスの影響により所属大学業務が増大したため思うように進めることができなかった。今後の研究課題として進めていく。

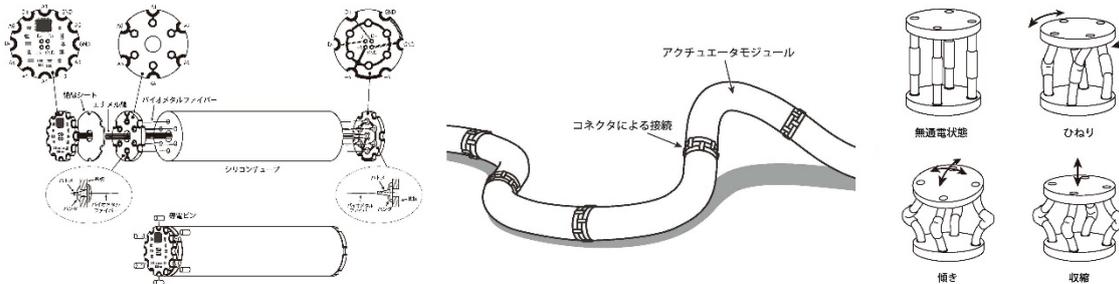


図5. 特許実施例図抜粋

(3) アプリケーション開発

アプリケーション開発では、図1(3)の①～④の4つを当初目標としていたが、①三次元形状装置の開発が想定よりも高いレベルで進んだため、さらにその完成度を追究する研究を進め、結果として①と③の2つに絞って研究を行う方針に転換した。

① 三次元形状装置

図4の基板をさらに改良して、100本のアクチュエータを実装したアート作品「Tentacle Flora」(図7)を制作した。剥き出しの基板やケーブルからグロテスクさをデザインに取り入れ、触手の柔らかい動きと光によって美しさを演出した。グロテスクさと美しさが共存することが生命感の一つの形であることをコンセプトに論文をまとめ、SIGGRAPH 2020 Art Papersに採択された。



図6. キネティックドレス (コンセプトイメージ図)

③ ウェアラブルデバイス

触手を1000本実装したキネティックドレスをコンセプトに開発を進めた。本研究期間ではコンセプトイメージ図(図6)の作成とドレス実装用アクチュエータ基板の開発に止まり、完成には至らなかった。今後、開発を進めていく。

(4) 研究成果の発信

研究期間中に査読付国際学術雑誌1件、査読付国際会議4件、国内口頭発表6件の実績となった。特に、SIGGRAPH、Laval Virtual等の国際的な場での研究発表やディスカッションを通して、本研究の基盤技術であるソフトアクチュエータや制御手法が、今回の研究テーマである立体メディア表現だけでなく、手指のリハビリテーションや繊細なものをつかむロボットハンド等、広く応用可能なものであることが感じられた。



図7. 発表風景 (左: Laval Virtual 2019、右: SIGGRAPH 2019)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Nakayasu Akira	4. 巻 53
2. 論文標題 Animated Robotic Sculptures: Using SMA Motion Display to Create Lifelike Movements	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Leonardo	6. 最初と最後の頁 419 ~ 423
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1162/leon_a_01929	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計12件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 5件）

1. 発表者名 Akira Nakayasu
2. 発表標題 Animated Robotic Sculptures: Using SMA Motion Display to Create Lifelike Movements
3. 学会等名 SIGGRAPH 2020 Art Paper（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中安 翌
2. 発表標題 ジョイスティックによる触手アクチュエータ制御システム
3. 学会等名 第55回情報処理学会エンタテインメントコンピューティング研究会デモ
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 外里有蘭、佐藤健、松山克胤、中安翌、細川靖
2. 発表標題 アクチュエータ内蔵筆型デバイスを用いた書道学習システムの試作
3. 学会等名 エンターテインメントコンピューティング 2019 Demo
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akira Nakayasu
2. 発表標題 Tentacle Flora
3. 学会等名 SIGGRAPH 2019 Art Gallery (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akira Nakayasu
2. 発表標題 Tentacle Flora
3. 学会等名 Laval Virtual 2019 Art&VR Gallery (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akira Nakayasu
2. 発表標題 Tentacle Flora: Lifelike Robotic Sculpture
3. 学会等名 SIGGRAPH ASIA 2018 Posters (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akira Nakayasu
2. 発表標題 Tentacle Flora
3. 学会等名 ALife 2018 Art Award (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中安 翌
2. 発表標題 Luminescent Tentacles
3. 学会等名 羽倉賞受賞記念講演会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中安 翌
2. 発表標題 モジュール型キネティックサーフェスシステムの開発
3. 学会等名 ADADA Japan 2018 Demo
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中安 翌
2. 発表標題 Arduino BioMetal Shield: ソフトアクチュエータ学習用ツールキット
3. 学会等名 ADADA Japan 2018 Demo
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中安 翌
2. 発表標題 SMAアクチュエータ制御回路の小型化とキネティックサーフェスシステム開発
3. 学会等名 エンターテイメントコンピューティング2018 Demo
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中安 翌
2. 発表標題 BioMetalツールキット: バイオメタル学習用ツールキットの開発
3. 学会等名 エンターテイメントコンピューティング2018 Note&Demo
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計5件

産業財産権の名称 リニアアクチュエータ及びリニアアクチュエータを用いたロボット	発明者 中安 翌	権利者 学校法人谷岡学園
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-12382	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 三次元モーション・ディスプレイ装置及び照明装置並びに情報発信方法	発明者 中安 翌	権利者 学校法人谷岡学園
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-12383	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 リニアアクチュエータ及びリニアアクチュエータを用いたロボット	発明者 中安 翌	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-13414	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 三次元モーション・ディスプレイ装置及び照明装置並びに情報発信方法	発明者 中安 翌	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-13413	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 リニアアクチュエータ	発明者 中安 翌	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-1341	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

【受賞】

Aesthetica Art Prize 2020 Longlist
ALife Art Award 2018 Special Jury Prize
ADADA Japan 2018 優秀作品発表賞

【ウェブ】

Animated Robotic Sculptures
<https://nakayasu.com/?portfolio=animated-robotic-sculptures>
Tentacle Flora
<https://nakayasu.com/?portfolio=tentacle-flora>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	西田 有我 (NISHIDA Aruga)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------