

令和 4 年 6 月 28 日現在

機関番号：12606

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2021

課題番号：16K16744

研究課題名（和文）デジタル技術を用いた3D造形制作による彫刻表現の可能性

研究課題名（英文）Possibility of sculpture expression by 3D modeling production using digital technology

研究代表者

今井 紫緒 (Imai, shio@moa-creation.com)

東京藝術大学・大学院映像研究科・研究員

研究者番号：80626838

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,900,000 円

研究成果の概要（和文）：本研究は3Dデジタル技術の美術分野における積極的活用を通じ美術と工学により初めて現実し得る「見えないものの可視化、情報の可視化」を主題としたデジタル彫刻作品の研究制作を行い新たな造形領域の確立による美術表現の発展を目的とする。特にデータ出力では3Dプリント技術の特性を活かし更なる造形展開を図ると共に日本国内で美術分野において未だ応用されていない工業用NC加工機での作品制作にも取り組み、立体造形における新たな造形手法としての構築を図る。また、表現に応じたデジタル活用方法を他分野の研究者と意見を交えながら実践することにより彫刻作品に限定することなく美術と工学の相互分野における広範囲的展開を目指す。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究はデジタル技術の美術分野での応用を通して、従来の彫刻制作では実現不可能であった表現に取り組み、デジタル彫刻という造形領域における新しい表現方法を明確にする。工業用加工機などを作品制作に応用する事例を実現することで、より高度で高精細な制作手法を提示し、個人単位での実用化に向け世の中に発信する。さらに、データ活用による遠隔地での制作や、作品自体を輸送するのではなくデータ輸送による展示発表先での作品出力など制作環境にまで応用が可能なことから、デジタル時代の新しい制作形態への取り組みという点に特色がある。

研究成果の概要（英文）：This research is through the active utilization of 3D digital technology in the art field.

We will research and produce digital sculptures with the theme of "visualization of invisible things and visualization of information" that can be realized for the first time by art and engineering, with the aim of developing artistic expression by establishing a new modeling area. Especially in the data output, we will further develop the modeling by making the best use of the characteristics of 3D printing technology, and also work on the production of works with industrial NC processing machines that have not yet been applied in the art field in Japan, and new in 3D modeling. We plan to build it as a modeling method. In addition, by practicing digital utilization methods according to the purpose of expression while exchanging opinions with researchers in other fields, we aim to develop a wide range of fields between art and engineering, not limited to sculpture works.

研究分野：3Dデジタル彫刻

キーワード：3D 彫刻 3Dスキャン 3Dモデリング モーションチャプチャ

1．研究開始当初の背景

今日、デジタル分野の進歩は目覚ましく、日常的にもデジタルファブリケーションを活用したプロダクトなどを様々な場面で目にする機会が増えた。美術分野においても、近年3Dシステムを活用した作品への取り組みは行われつつあるが、デジタルという簡便な側面のみが先行し、形態化したものが創出されている現状が見受けられる。デジタル技術を応用した新たな制作工程と表現方法の確立は今後の美術分野、特に彫刻における必要不可欠な課題である。本研究は、デジタルテクノロジーを活用することで、初めて実現可能となるデジタル彫刻作品の制作を行い、その構想から制作過程までを含めた、次代に向けての明確な方向性を見出す積極的な取り組みである。本研究は平成25年度挑戦的萌芽研究である「3Dモデリングシステムを活用した彫刻作品のデジタル造形研究」の発展的研究である。前の研究では「手ではつくれない表現」を主題とし、特殊3D造形ソフトFreeformを活用した3Dデータ制作を数多く行った。Freeformはパソコン画面上に表示された3D形状を付属のペンツール型デバイスを介し、触覚的に反力を得ながら造形することが可能な3Dソフトウェアである。制作者が感覚的に造形することができ、CADでは表現できない有機形状や細部形状までも粘土を扱うかのように彫刻することが可能である。3D造形出力については、各種造形機による出力方法の違いと問題点を検証しながら、主に粉末積層タイプと光造形タイプの高精細3Dプリンターを使用したデジタル彫刻作品制作を行った。また、国際的に活躍している3D技術を活用した先駆的デザイナーIris Van Herpen氏と協力し、日本、サンフランシスコ、オランダ、パリをまたぐ形で、物質輸送に頼らないデータ送信による作品制作を実行し、2015年3月パリコレクションにて発表を行った。これまでの研究において制作された作品及びデジタルを活用した制作方法に関する取り組みは、新たな表現方法の確立において十分期待されるものである。

2．研究の目的

デジタル技術を介することによる大きな利点は、従来の彫刻制作の問題からの解放、つまり手では作れない形状が表現可能であり、内部構造の形成や素材比重、形状シミュレーションが可能であること。また、3D造形により作品内部や細部にわたる形状表現の実現による造形物の視覚的な優位性等である。しかし、研究を進めていく中で、デジタルを活用した彫刻研究においては、データ化することで視認可能となることを表現に取り込むことが最も重要なのだと理解が変わった。それは、すなわち「見えないものの可視化、情報の可視化」である。時間や動きなどは古代ギリシャ彫刻誕生の頃より、彫刻における普遍的なテーマである。一つの彫刻の中に時間と動きを表現する試みはいつの時代も行われてきた。デジタルの活用による、こうした彫刻的概念を取り入れた新しい美術表現として、本研究では「見えないものの可視化、情報の可視化」を主題に、次の内容を研究期間内に実行する。また造形対象物によって出力方法を使い分けながら作品制作を行うことも、デジタル彫刻研究において重要な要素のひとつである。造形出力における新たな実践と検証を合わせて実行する。

3．研究の方法

本研究はデジタル技術を用いた「作品データの制作」、「造形機による出力」、「国内外での展示発表」に大別される。各年度ともに作品構想からデータ制作までを軸に行い、3DプリンターとNC加工による出力を実践検証する。最終年度には国内外での展示発表を行う。作品構想から発表までの一連の制作工程をオープンにし、デジタルファブリケーションの彫刻作品における活用事

例を世界に向けて発信することで、美術分野におけるデジタル造形領域の発展へとつなげる。

4．研究成果

【平成 28 年度研究成果】

1) 2 次元スライス画像データから 3 次元ポリゴンモデルの作成検証

CTやMRIなど産業用CTで撮影した 2 次元スライス画像データを元に 3 次元可視化や計測を行うソフトウェアZedEditを用いて、人物の動きを 2Dカメラにて定点撮影したデータを取り込み、動きの軌跡を 3Dデータとしての作品化を試みた。連続した 2 次元画像を 3 次元データとして STL データ形式にて出力し、3DモデリングソフトFreeformにて STL データのポリゴンモデル修正及び造形を行った。

2) 3Dスキャナーを用いた検証

身近な日常的行為を 3Dスキャニングによってデータ取得し、人間の一定時間内の動きから影響されるブレやノイズのデータ化を試みた。各行為は「瞬き」「呼吸」「会話」などの日常的行為をテーマに短時間で 3D計測した。元来 3Dスキャニングは動きの無い物を正確に計測することを目的とされ、動きのブレやデータのズレはノイズとして処理されてしまうが、本研究ではブレやデータのズレを含めデータ取得することにより新たな彫刻像としての成立を目指している。当初の計画では、研究初年度に米国サンフランシスコAUTODESK社が保有する世界最大規模であるデジタルファブリケーション施設へ滞在型アーティストインレジデンス「Pier 9 Artists in Residence Program 2016 || August - November」として制作を実践行う予定であったが、申請を行うも 2 次審査にて不採択という結果となった。更に、29 年度（平成30年）の 3 月 1 日～平成30年 2 月 28 日の期間産前産後の休暇又は育児休業にて研究を中断することとなった。

【平成 30 年度研究成果】

平成30年度の計画は、データ制作研究を行う予定であった。ハンディタイプの 3Dスキャナーを導入して研究を行う予定であったが、予算内で購入することが出来なかった為にデータ制作内容の変更を行い研究に取り組んだ。

そのひとつとしてインターネット上にある国立博物館等の無料 3Dデータダウンロードサービスを利用した。大英博物館やメトロポリタン美術館等、3Dプリント可能な 3Dデータを無料公開しておりダウンロードが可能である。それらの 3Dデータをダウンロードし制作研究を行った。それら 3Dデータは実際の寸法に対して 1/16 程のサイズであることが判明し、非常に縮小されたデータ形状である。その為、実寸にてデータ制作を行うには調整が必要であり、またダウンロードしたデータは一枚のメッシュでできているが、データに穴が空いている状態であることで閉じられた一体のデータではなかった為すぐにはモデリングソフトにて制作を行うことができない。実寸サイズで立体物として 3Dモデリングソフトで制作する為には 3Dスキャンデータの処理ソフトを通して修正処理をする必要があり、その処理を行う為に 3Dデータ処理ソフト Geomagic Wrapを購入した。その他にデータの質や精度に応じてソフトを使い分けることができるようにこれまで使用してこなかったモデリングソフトZBrushも導入し、扱えるようトレーニングを行った。

【令和元年度研究成果】

体調不良により研究を進められなかったことから延長申請を行う。

【令和 2 年度研究成果】(コロナウィルスの再延長申請)

簡易的な3D スキャナー [Structure Sensor] を購入し、データ取得から3D データ精度が作品データとして活用できるかを検証を行った。

この3D スキャンセンサーは iPad に設置しアプリから簡易的に3D スキャンが可能である。その他、ペンタブレットにて3Dモデリングの実践を試みた。

Structure Sensorは計測精度としては良くないが、室内空間を取得できることや、表面が黒い形状も認識することから、大まかな形状しか取得できなかったが、高精細の3Dスキャナーでは取れないものをStructure Sensorでは取得可能であることが分かった。

しかしながら、新型コロナウイルスの影響により研究計画を中断することを決断し令和3年度の再度延長を行った。

【令和3年度研究成果】

今年度は新型コロナウイルスによる延長期間として最終研究年度の延長を行い研究実施した。

実施した内容は以下になる。

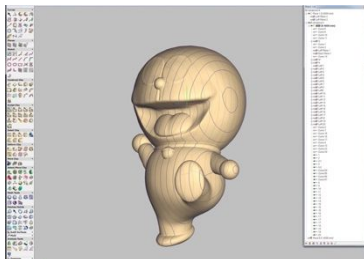
1)「ArtecEVA ハンディースキャナーの研究利用」 ArtecEVA ハンディースキャナーを購入し、研究利用した。その一つとして研究協力者でもある彫刻家長田堅二郎の彫刻作品研究のデータ制作協力を行う。

3D スキャンから制作を行い作品展示を行った。(展覧会「記憶する家」2021年10月16日～22日)

展覧会を行った地域が富山県高岡市であり、ドラえもん作者である藤子・F・不二雄(本名:藤本弘)の故郷であることからドラえもんをモチーフとした作品制作を試みた。

ドラえもんについては、実際のフィギュアから ArtecEVA によって3D スキャンしデータ取得。その後 ZBrush でモデリング修正等を行った。断面カーブを抽出し、板材を3D カーブによって切削を行った。一枚置きの入子状に組み立てることで、2体の作品を制作した。(ポジとネガ)

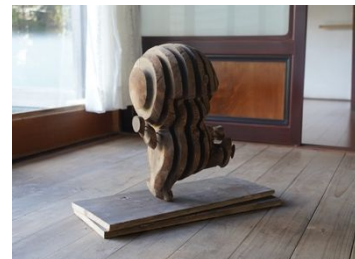
画像1 (3D 制作画像)



画像2 (制作画像)



画像3 (展覧会風景)



2)「3D データから2D プロッター描画出力の実施」 2015年に実施したピアノの手の動きを計測したモーションキャプチャーデータから変換行った3D データをプロッターにて2D 描画を実行する研究を行った。3D データから2D データへのデータの互換性の調整を行い、データ形式の違いをクリアできるよう調整した。また、プロッター描写で通常使用する用紙について、通常はフィルム紙(厚さ0.105mm 美鈴印刷社製)を使用していることから、アルシュ系用紙のテストを行い、用紙の質とプロッター描画で使用するボールペンの圧力の強さと描画速度のテストも多くの回数行い、最終的に用紙の選定を決め制作を行った。

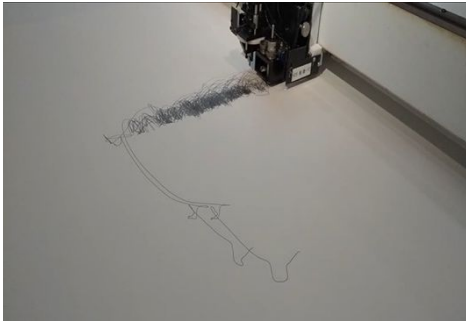
プロッター描画ではアルシュ系用紙(ロール紙)が真空吸着タイプでは難しい理由としてテストを行った結果以下が要因としてあげられる。

- ・巻き癖が強く、癖が完全に除去できない
- ・繊維の密度が荒いため、空気が漏れ吸着できない
- ・表面の粗さがペンと合わない
- ・用紙の表面強度も繰返しの描画に耐え難い。

また、今回は面積が広い為これらの要因が顕著になった。

画像1 (プロッター描写)

画像2 (プロッター描画作品画像 ピアノ)

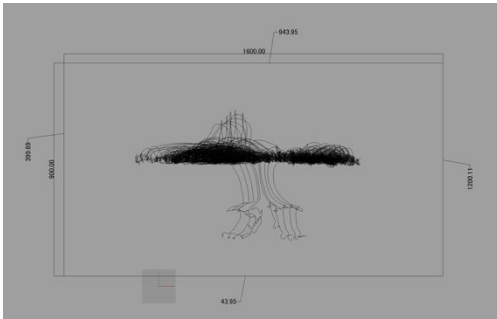


データ取得からデータ制作について

- 1) モーションキャプチャ計測で取得したデータ：XYZ 座標数値のテキストデータが両手指 10 本のテキストデータとして排出
- 2) テキストデータを 3D ソフト Rhinoceros にてインポート行い 3D カーブデータとして一曲分の指の動きとして 3d カーブとなり繋げる。
- 3) プロッターでの入力では二次元表示となる為、Z 座標を取り除き、DXF データ形式にて出力行った。
- 4) DXF データから HPGL/2 へ変換 PLODRA(出力アプリ)を通し、プロッター出力の順で出力

画像 1 (3D カーブ)

画像 2 (ピアノ計測風景)



2D 描画を行ったことについて、これまでも動きを彫刻作品に展開させ、動きの計測から XYZ 座標を平面作品に置き換え平面表現も彫刻として成り立たせてきた。

今回の平面作品では、インクジェット印刷ではなくプロッター描画を選択した。プロッター描画を選ぶ意味は、端から順にプリンターで印刷するのではなく、計測した動きの軌道をそのままの動きの順で一本の線としてプロッター描画することに意味を持たせたかったからである。これは、立体や空間から得た情報をどのように可視化するかが彫刻として成り立つことを重視した為である。ピアノの手の動きの 10 本の指を順に一曲の動きと同じ起動でプロッター描画を行った。

3) 「3D プリンターでの造形出力と出力造形物の検証」 3D プリンターの購入から実践 FDM タイプのデスクトップ型 3D プリンター「ANYCUBIC MEGA X」を購入し、組み立てから 3D プリントを行い、これまでの 3D データの造形出力から検証を実施。

画像 1 (ANYCUBIC MEGA X)



5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	村井 昭彦 (Murai Akihiko)	産業技術総合研究所・人間拡張研究センター・研究チーム長 (82626)	研究協力者である村井昭彦氏について、ピアノ演奏による手の動きのモーションキャプチャ計測、指揮者の動きのモーションキャプチャ計測は村井氏の協力を得て本研究を実行できた。
研究協力者	長田 堅二郎 (Nagata Kenjiro)	富山大学・芸術文化学部・講師 (13201)	ArtecEVA/ハンディースキャナー研究利用の中で研究協力者の彫刻家長田堅二郎氏の彫刻作品データ制作協力を行った。3Dスキャンから制作を行い展示発表を行った：展覧会「記憶する家」2021年10月

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
---------	---------