

令和 5 年 6 月 24 日現在

機関番号：23902

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K00232

研究課題名(和文) 時間軸を持つ3Dデータ及び映像・音響データを用いたアーカイブシステムの開発

研究課題名(英文) Development of archive system integrating time-series 3D data and video/audio data

研究代表者

池田 泰教 (IKEDA, Yasunori)

愛知県立芸術大学・美術学部・准教授

研究者番号：10747918

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究はメディアアート作品の保存・修復のための新たな記録・閲覧手法の開発を行うものであり、その中心となる<3D データレコーダー>、<タイムベースデータビューワー>の2つの開発を行った。3Dデータレコーダーは時系列三次元データをLongitudinal Timecode(LTC)と共に記録することができ、<タイムベースデータビューワー>は三次元データに加えて、多視点映像データ、音響データ等の異種データを統合して閲覧する環境を実現した。これらのアーカイブシステムを用いて現存するサウンド・インスタレーション作品を対象とした記録資料制作実験を行い、その有用性を確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現代美術やメディアアート分野において、使用技術の更新や機材の生産終了などの社会的変遷によって芸術作品の長期保存・再展示が困難になるケースが問題となっている。本研究の成果は旧来の貯蔵、保管という方法では残すことのできない芸術作品に対するアーカイブ手法の提案であり、同時代の芸術作品における文化継承の問題への一助となる。

研究成果の概要(英文)：This study focuses on the development of novel recording and viewing methods for the preservation and restoration of media art, centering on two key technologies: a 3D data recorder and a time-based data viewer. The 3D data recorder is capable of recording time-series three-dimensional data in conjunction with longitudinal timecode (LTC). The time-based data viewer facilitates an integrated viewing environment that encompasses not only three-dimensional data but also heterogeneous data such as multi-perspective video and audio data. By employing these archival systems, an experimental documentation process was conducted for existing sound installation artworks, and their effectiveness was verified.

研究分野：映像表現

キーワード：3D アーカイブ メディアアート デジタルアーカイブ アート・ドキュメンテーション

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

近年、現代美術やメディアアート分野において使用技術の更新や機材の生産終了などの社会的変遷によって芸術作品の長期保存・再展示が困難になるケースが問題となっている。旧来の貯蔵という方法では保存が困難な作品群に対して、Documentation and Conservation of the Media Arts Heritage (DOCAM) から作品保存に関わる機関が emulation、migration、reinterpretation という拡張した保存戦略を提唱してきた。再制作を視野に入れた保存活動では作品の振る舞いと効果を詳細に分析する工程が必要となるが、作品自体の保存・再展示が困難な状況下では、その分析過程は展示状態の「何を」「どのように記録していたか」という記録技術の影響を受けてしまうといった問題があり、前述の新たな保存戦略を前提とした記録・閲覧手法の開発が期待される。

2. 研究の目的

この問題に対して、本研究では記録技術そのものから開発を行い、一連の活動を通じて前述の保存戦略を前提とした芸術資料のあり方を検証する。同時代の芸術作品の保存・修復という課題に貢献することが目的となる。

3. 研究の方法

本研究では現在一般的な展示記録手法である写真や映像記録の利点と問題点を整理し、利点を活かし問題点を補完することを目標に、以下2つのアーカイブシステムを構想し、開発を行った。

- (1) 時系列 3D データを Longitudinal TimeCode (LTC) と共に記録する〈3D データレコーダー〉を開発し、鑑賞者を含めた展示空間を時間的な 3D データとして記録するシステムを構築する。
- (2) 多視点映像データ、複数の音響データ、複数の 3D データを時間的に統合して閲覧する〈タイムベーストデータビューワー〉を開発し、〈3D データレコーダー〉と組み合わせたアーカイブシステムを構築する。そのことによって各記録技術のデメリットを相互に補完する、新たな記録・閲覧手法の提案を行う。

4. 研究成果

(1) 〈3D データレコーダー〉の制作

本レコーダーの目的は、3次元空間内（展示空間内）での人物（鑑賞者）の動きを記録することである。そのため、デプスセンサとして複数台の RGB-D カメラを使用し、得られたデータ群を事後的に統合・解析することで、人物の動きをボーンモデルとして表現可能なシステム構成を採用した。

・ハードウェア構成

RGB-D カメラとしてインテル社製 RealSense D455 を 4 台使用した。機種および使用台数は、空間分解能および(3)で述べる撮影対象作品の展示空間の広さにより決定した。また、映像・音響データとの時間的な同期を高精度に実現するために、RGB-D カメラ制御用 PC に LTC ジェネレー

タを接続した。下記撮影実験では LTC ジェネレータとして Tentacle Sync E を使用した。実際の撮影では 2 台の RGB-D カメラを 1 台の PC で制御し、各 PC それぞれに LTC ジェネレーターを 1 台接続した。なお、撮影の直前に各カメラ間でキャリブレーションを行っている。

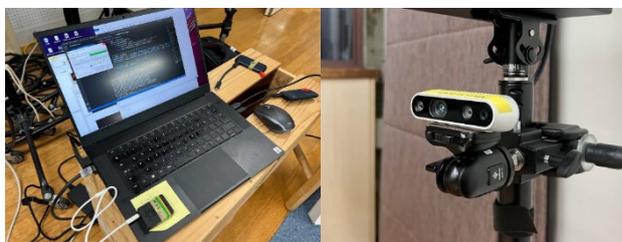


図 1 可搬性と汎用性を持つ<3D データレコーダー>

以上のコンパクトなハードウェア構成により、時空間的に高精度かつ他メディアとの同期が取れた状態での人物の動きの撮影を実現するだけでなく、可搬性と汎用性を持ち、同時使用台数の制限もないため、作品内容に合わせた柔軟な運用を可能とした。実際の運用状態を(図 1)に示す。

・オフライン処理

得られた複数の時系列 3D データから 3 次元空間内の人物の動きを得るために、下記の手順でオフライン処理を実施した。

- ① RGB データからの人物領域検出および人物同定
- ② 得られた人物領域からのボーンデータ抽出
- ③ ボーンデータの 3 次元化
- ④ デプスデータおよびキャリブレーションデータを利用したボーンデータの 3 次元位置推定
- ⑤ 時間軸方向の移動平均によるスムージング
- ⑥ 手作業によるノイズ除去

(2) <タイムベーストデータビューワー>の制作

本データビューワーの目的は、複数の 3D データおよび映像、音響データを時間同期状態で再生、閲覧することである。想定したデータ種は以下となる。

- ・ 3D データレコーダーオリジナルフォーマット(csv 形式)
- ・ Fbx シーンデータ
- ・ QuickTime データ
- ・ wave form audio フォーマットデータ

これらのデータを記録時に入力された LTC 信号をもとに時間同期し、複数のデータウィンドウに表示する。時間操作 UI での各種の時間操作と、データ種ごとに必要と考えられる基本操作を実装したデータビューワーとして基本設計を行った。

(3) 現存作品を対象とした記録資料制作

これらの開発物を用いて作曲家 福島論のサウンド・インスタレーション作品 設置音楽「Patrinia yellow」(2022)、設置音楽「春、十五葉」(2022)の記録資料を制作する実験を行った。(2023 年 1 月 20 日～22 日 愛知県立芸術大学 メディアスタジオ棟)

① 対象作品

作品は 9m×6m の展示空間計に計 14 台のスピーカーを配置したサウンド・インスタレーションの形態をとる。(「Patrinia yellow」9ch、「春、十五葉」5ch)

作者の福島はこの2作品を意図的に単一空間に配置しており、相互の干渉を含めた音響的变化を表現の一部と位置づけている(図2)。空間の音響事象は約20分間で一巡するよう設計されており、鑑賞者は複数のスピーカーが設置された空間内を移動しながら鑑賞する。(図3)

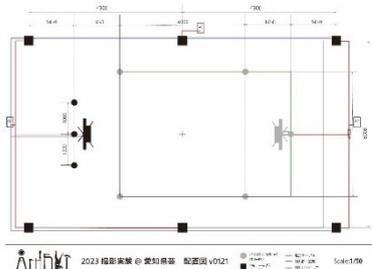


図2 設営図面 同一空間に配置された2作品
黒:「春、十五葉」、グレー:「Patrinia yellow」



図3 作品空間と鑑賞の様子

② 記録方針と取得データ種

作家へのヒアリングを通じて、鑑賞者の位置や姿勢、聴覚体験を含めた記録資料の作成を目指すこととし、以下の記録メディアによる複数回のデータ取得を行った。

- ・ 3D データレコーダー (×2) [RGB-D カメラ×4] (配置を(図4)に示す)
- ・ 映像記録 (×2)
- ・ 空間音響 (ステレオ×1)
- ・ 鑑賞者主観音響データ (×3)

※これらの記録データは同一のLTC信号を記録している。

鑑賞者主観音響データの取得には、鑑賞を妨げない疑似耳を使用したバイノーラル録音装置を制作し、使用した。(図5) 装着状態を、(図6)に示す。

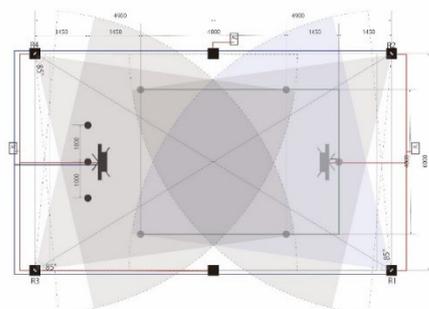


図4 RGB-D センサー×4の配置と撮影範囲



図5 制作したバイノーラル録音装置



図6 装着状態 耳の周囲を遮蔽しない構造

③ <タイムベーストデータビューワー>による統合

前述②の素材を<タイムベーストデータビューワー>上に読み込み、閲覧状態を実現した。(図7)

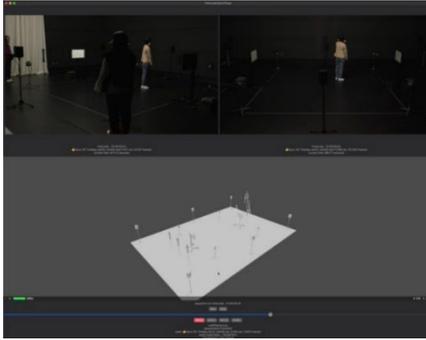


図7 <タイムベーストデータビューワー>によるデータ閲覧画面

ビューワーは各素材を時間同期し、再生状態を維持したまま、以下の操作が可能となっている。

- ・任意の時間操作（早送り/巻き戻し/一時停止/再生/ループ再生）
- ・展示空間の自由な視点移動操作（3D データ表示ウィンドウ内）
- ・鑑賞者のボーンデータ表示（3D データ表示ウィンドウ内）
- ・任意の鑑賞者の主観音響再生（環境音響から切替）

④ 記録資料の有用性

前述のビューワーによる閲覧は、多視点映像によって事象の大まかな位置関係や各種のディテールの把握を助けるとともに、時系列三次元データによる自由な視点移動と詳細な数値取得を実現した。また、時間操作は音響を含めたすべての素材と連動しており、特定の事象を繰返し再生し閲覧することが可能となっている。鑑賞者とその聴覚体験の変化については、3名の鑑賞者の空間上の位置と姿勢、各スピーカーとの関係を任意の視点から確認することができ、同時に、それぞれの主観的聴覚情報を切替え聴取することができた。これまでの一般的な映像記録では記録することの難しかった、鑑賞者の振舞いと時間的な知覚変化を含んだ作品記録資料を作成することができた。

(4) 今後の課題

最終の撮影実験において、RGB-D センサーの z 方向の精度に最大 40cm 程度（5.7m 地点）の誤差が確認された。過去に行った 2 度の撮影実験の中でもっとも大きい値となり、現在原因を究明している。今後の RGB-D センサー技術の向上を期待するとともに、より誤差範囲を小さくする設置方法や運用台数の設定、オフライン処理での位置推定処理の精度向上によって改善できる可能性はあり、今後の課題として取り組んでいく。

また、今回制作した設置音楽「Patrinia yellow」、設置音楽「春、十五葉」の記録資料は今後、アーカイブシステムと共に広く公開し、新たな記録手法の提案を行う予定である。

参考文献

- ◆ Documentation and Conservation of the Media Arts Heritage (DOCAM) (2023年6月22日取得, <https://www.docam.ca/en.html>)
- ◆ 森ビル株式会社, 2011, 「平成 22 年度メディア芸術情報拠点・コンソーシアム構築事業 メディアアートの記録と保存 : 調査研究報告書」, 森ビル株式会社
- ◆ 石谷治寛, 小川絢子, 加治屋健司, 砂山太一, 水野祐, 山峰潤, 2017, 「タイムベースト・メディアを用いた美術作品の修復/保存ガイド」植松由佳, 石原友明総合監修, 京都市立芸術大学芸術資源研究センターホームページ(2023年6月22日取得, https://www.kcua.ac.jp/arc/time-based-media/?page_id=48)
- ◆ 明貫紘子, 2018, 「メディアアートの継承」, 山口情報芸術センターYCAM ホームページ(2023年6月22日取得, <https://special.ycam.jp/rema/archives/essay/3.html>)
- ◆ 馬定延, 渡邊朋也編, 2019, 『SEIKO MIKAMI —— 三上晴子 記録と記憶』NTT 出版
- ◆ 久保田 晃弘, 2021, 「メディアアートにおけるインタラクションの分析方法—三上晴子《Eye-Tracking Informatics》を事例として」, 『軌跡』no. 3, pp. 25-37

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
研究分担者	赤羽 亨 (Akabane Kyo) (00347379)	情報科学芸術大学院大学・メディア表現研究科・教授 (23703)	
研究分担者	飛谷 謙介 (Tobitani Kensuke) (50597333)	長崎県立大学・情報システム学部・准教授 (27301)	

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