

「高度メディア社会の生活情報技術」

平成 11 年度採択研究代表者

池内 克史

(東京大学大学院情報学環 教授)

「文化遺産の高度メディアコンテンツ化のための自動化手法」

1. 研究実施の概要

本研究は、奈良大仏等に代表される静的情報や、舞踊等に代表される動き情報等、失われてはならない貴重な文化遺産を保存し後世に伝えるため、我々が持つ視覚情報工学の技術を適用し新たな手法を開発することを目的としている。これには、近年実用可能になった3次元高精度距離センサや高性能テレビカメラなどの最新計測技術を開発、適用し、それらを取り扱うアルゴリズムを開発することで実現される。これにより、文化財を視覚センサで撮影して物理情報を獲得し、高度メディアシステム上でのコンテンツへと自動変換することが可能になる。ここで我々が取り組んでいる研究課題は、以下のように分類することができる。

(1) 幾何情報取得に関する研究

距離センサやテレビカメラからの部分距離画像を統合し、文化財全体の3次元形状情報を獲得する技術の開発。

(2) 光学情報取得に関する研究

物体の表面反射特性(色・艶など)を計測、生成する手法の開発。

(3) 環境情報取得に関する研究

物体をとりまく光学的環境情報の取得や、それに基づく見えの生成。

(4) 文化財のシミュレーション技術に関する研究

得られた文化財の物理特性を元に、考証等に基づくことで古代、将来の姿をシミュレーションする技術の開発。

(5) 動き(時系列)情報に関する研究

舞踊等の人の動き情報(無形文化財)の保存や解析、再現等を可能にする技術の開発。

昨年度までは(1)の幾何情報取得に関する手法を中心に開発をすすめ、大規模文化財をデジタル保存する基礎技術を得た。本年度はこの技術を活用して、国宝東大寺奈良大仏等の実際のデジタル保存を行った。またこれらの3次元データを活用し、天平時代の奈良大仏像等をシミュレーションする試みも行った。光学情報取得・環境情報取得に関しては、限られた撮像枚数で表面の反射特性や光源情報を獲得する手法の開発を行った。これにより、従来に比べ容易に物体の表面特性および光源情報の取得が可能になった。動き情報に関しては、人の動きの入力手法の開

発やその解析手法、および提示手法の開発を行った。この中では、人の動きを有限の動き要素に分割・分類する手法や、ロボットを用いて動きの提示を行う手法を開発した。

今後は、研究グループのひとつである東京文化財研究所と協力し、世界遺産等のデジタル保存化、破損した文化財の自動的デジタル修復手法の開発、光源色に依存しない表面反射特性の取得手法および更なる動き(舞踊)解析手法や動き提示手法の開発などが挙げられる。

2. 研究実施内容

本年度開発した当グループの研究結果を以下に述べる。前述した分類に従い、各項目での開発結果を概説する。

(1) 幾何情報取得に関する研究

幾何情報取得に関して、昨年度までには距離センサから得られる部分距離画像を同時位置合わせする手法やそれらの統合手法、表面の情報(テクスチャ)を3次元モデルに張り合わせる自動化手法を開発した。本年度はこの手法を適用し、国宝奈良東大寺盧舎那仏坐像(奈良大仏)、重要文化財奈良飛鳥寺金銅釈迦如来坐像(飛鳥大仏)、奈良明日香村石舞台遺跡、亀形石遺跡等のデジタルコンテンツ化を行った。

また本年度は、文化財の保存に関して長年多くの積み重ねのある独立行政法人東京文化財研究所と協力し、国宝白杵市古園磨崖仏、世界遺産であるパナマ市教会、タイのスコータイ遺跡(スリチャム大仏、トラパントラン寺院)、アユタヤ遺跡(マハタート寺院、プラミュン寺院)、中国の龍門遺跡大仏等のデジタル化を行った。これにより、文化財の表面劣化状態やひび、割れ目などを検出し、3次元形状により経年変化を把握することが可能になった。来年度では、得られた3次元形状から自動的に形状変化を検出するアルゴリズムの開発、より高度な視点から形状を計測するための気球搭載型レーザー計測装置の開発等を行う予定である。



図1 奈良大仏計測結果

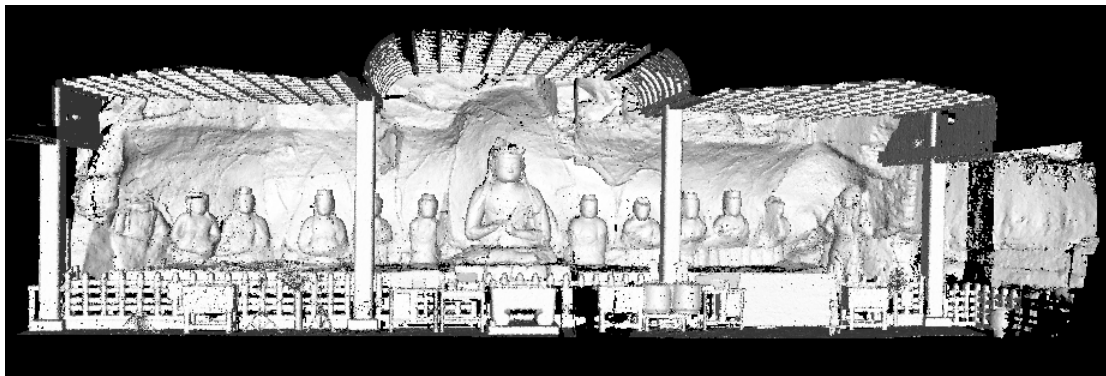


図2 国宝白柅市古園磨崖仏

(2)、(3)光学情報取得に関する研究、環境情報取得に関する研究

光学情報取得に関しては、限られた枚数の画像による表面反射特性および光源情報の同時取得手法の開発が挙げられる。この特性解析には、従来では数百枚の画像が必要であり、多くの労力と時間を必要とした。我々の提案した手法では、複数視点から得られる数枚の画像からこれらの特性情報を獲得することができる。これにより、文化財のもつ表面の輝き方やつやなどの特性を比較的短時間で取得することができ、幾何情報取得手法と組み合わせて文化財の静的特性を保存するために適用可能である。本年度は、屋外などさまざまな光源環境に対応できる本技術の拡張や、実際に本手法を適用することで生じる問題の解決などがあげられる。

(4) 文化財のシミュレーション技術に関する研究

得られた文化財の物理特性を土台にし、考証に基づくことで文化財の本来の姿を再現したり、自然現象をシミュレーションすることで今後の劣化状態を把握する技術の開発である。これにより、文化財保存や教育のためのコンテンツとしての価値が高まることが考えられる。このため本年度では、奈良東大寺大仏殿の本来の姿を復元する試みや、東大寺大仏の天平時代の姿をシミュレーションする研究などを行っている。双方とも、建築学の専門家や文献等による考証に基づいており、前者では明治時代に作られた大仏殿模型と唐招提寺金堂木組み、後者では過去に記述された諸元による数値データを参考に編集、変形を加えシミュレーションを行った。来年度は、本年度末に計測を行ったタイ遺跡に対するシミュレーション等に取り組むことを考えている。



図3 現在の奈良大仏(左)とシミュレーションされた天明時代の大仏像

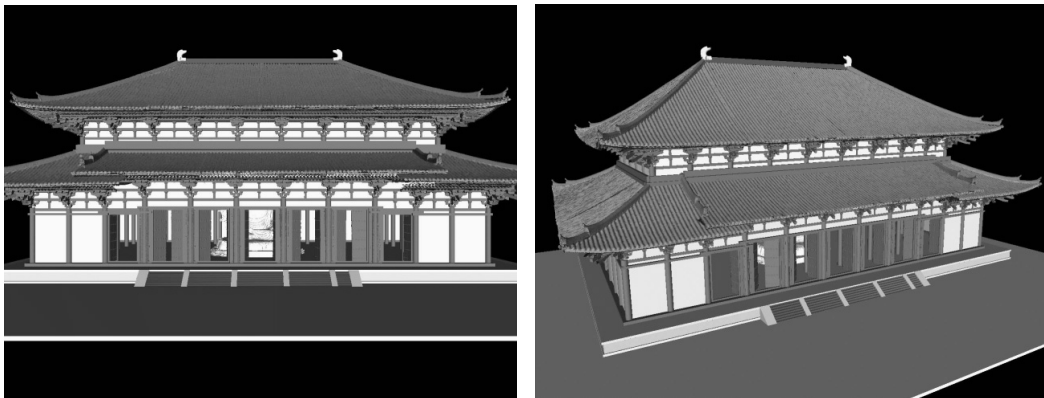


図4 天明時代の東大寺大仏殿シミュレーション結果

(5) 動き(時系列)情報に関する研究

舞踊等に代表される人の動き情報(無形文化財)を保存、解析し、それを提示するための総合的技術を開発した。このため本年度では、モーションキャプチャシステムによる人の動き入力装置から得られた舞踊のデータから、人の基本動作を取り出す手法の開発、基本動作を連結し新たな動き情報を作り出す技術の開発を行った。

また、保存された動きを提示する手法として、没入型ディスプレイを用いたCGによる提示手法と、ヒューマノイドロボットを用いた舞踊動作の提示手法を開発した。これにより、動きを単に保存するだけでなく効果的にユーザに提示することで、アーカイブ化された動きの人による再演も容易になることが期待される。

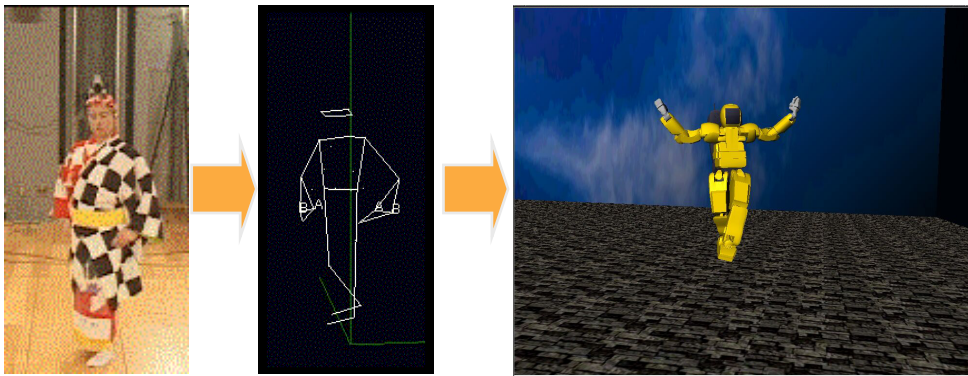


図5 動き情報の入力およびヒューマノイドロボットによる再演

3. 研究実施体制

幾何・光学・環境グループ

グループ長 池内克史(東京大学教授)

研究項目

- ・文化財の3次元幾何情報取得に関する研究
- ・文化財の表面光学特性取得に関する研究
- ・光源環境情報取得に関する研究

時系列グループ

グループ長 池内克史(東京大学教授)

研究項目

- ・無形文化財(動き情報)の取得、解析に関する研究
- ・動き情報の提示手法に関する研究

保存修復グループ

グループ長 池内克史(東京大学教授)

研究項目

- ・文化財保存修復への3Dデジタル情報の応用

パッケージ・コンテンツグループ

グループ長 池内克史(東京大学教授)

研究項目

- ・保存された文化財のパッケージ化およびデジタルコンテンツ化に関する研究

4. 研究成果の発表

(1) 論文発表

- 浅田 稔, 池内 克史, ロボット群, ロボットー人間の協調動作の実現, 日本ロボット学会誌, Vol.19, No.4, pp.38-43, 2001.6
- 池内 克史, Geometry-based Vision と VR の接点 , 情報処理学会論文誌:コンピュータビジ

ョンとイメージメディア, Vol.42・SIG6(CVIM2), 2001.6

- 川崎 洋, 池内 克史, 坂内 正夫, 時空間画像解析を用いた全方位カメラ映像の超解像度化, 電子通信情報学会論文誌, D-II, Vol.J84-D-II, No.8, pp.1891-1902, 2001.8
 - 佐藤 いまり, 林田 守宏, 甲斐 郁代, 佐藤 洋一, 池内 克史, 実光源環境下での画像生成:基礎画像の線形和による高速レンダリング手法, 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol. J84-D-II, No. 8, pp.1864-1872, 2001.08
 - K. Nishino, Y. Sato and K. Ikeuchi, Eigen-Texture Method: Appearance Compression and Synthesis based on a 3D Model, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol.23, no. 11, pp.1257-1265, 2001.11
 - 池内 克史, 坂内 正夫, 川崎 洋, 高橋 拓二, 村尾 真洋, 佐藤 いまり, 甲斐 郁代, 全方位画像による仮想都市空間の生成, 情報処理学会論文誌: コンピュータビジョンとイメージメディア, Vol. 42, No. SIG 14 (CVIM 3), pp.49-58, 2001.12
 - 池内 克史, 倉爪 亮, 西野 恒, 佐川 立昌, 大石 岳史, 高瀬 裕, The Great Buddha Project -大規模文化遺産のデジタルコンテンツ化-, 日本バーチャルリアリティー学会 論文誌, Vol.7, No.1, pp.103-113, 2002.1
 - 中澤篤志, 日浦慎作, 加藤博一, 井口征士, 分散視覚による複数人物追跡システム, 情報処理学会論文誌 Vol.42, No.11, pp. (Nov. 2001), 2001.11
- (2) 特許出願
なし