

# CREST 池内プロジェクト

- 観察に基づく文化遺産のデジタル保存 -

東京大学 ○ 池内克史

## CREST Ikeuchi Project

Digital Archive of Cultural Heritage through Observation

○Katsushi Ikeuchi, The University of Tokyo, Institute of Industrial Science

**Abstract:** This paper presents an overview of our Great Buddha Project, which is being promoted for the modeling and the conservation of cultural heritage through observation. Main research area of this project includes reconstruction of geometric model and photometric model through observation, automatic creation of virtual and mixed reality model, and modeling and conservation of prominent skill of living national treasure.

## 1 はじめに

本報告では、科学技術振興事業団戦略的基礎研究推進事業（CREST）「高度メディア社会の生活情報技術」の支援を受け、平成12年度より5ヵ年計画で実施している「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（Great Buddha Project）」について概説する。

## 2 プロジェクトの概要

### 2.1 プロジェクトの目的

本プロジェクトは、鎌倉大仏や奈良大仏、あるいは唐招提寺金堂などの国宝級歴史的建造物や、人間国宝の卓越した技といった後世に伝えるべき貴重な文化遺産を、近年のエレクトロニクス技術の急激な発達により利用可能となった3次元高精度距離センサや高分解能テレビカメラ等を用いて観測し、その3次元形状や見え、あるいは動きなどの時系列データをデジタルデータとして半永久的に保存することを目的としている。

現在、このような文化遺産のデジタル保存の重要性が一般に広く認識され、実際に一部ではデジタル化が試みられている。しかしこれらの作業の多くはオペレータの手作業により行われているため、一対象のコンテンツ化に多くの時間と労力、多額の費用が必要となっている。このコンテンツ化作業が自動化できれば、より多くの文化遺産を、短期間に安価にデジタルコンテンツ化することが可能となる。そこで我々は、文化遺産のデジタル化作業の自動化手法を確立することを目指し、

1. 距離センサやテレビカメラからの部分情報を統合して建造物などの文化財の全体的な3次元形状を得る幾何情報取得の研究 (Fig.1(a))
2. 色・艶といった文化財の表面反射特性等を得る光学情報取得の研究 (Fig.1(b))
3. 複合的な見えを生成する文化財建造物や周辺状況の光学条件をモデル化する環境情報取得の研究 (Fig.1(c))

4. 建造物等の文化財に限らず、人間国宝のような匠の技の保存も目指す時系列情報取得の研究 (Fig.1(d))

の4要素について研究を進めており、そのためのセンサー系、処理アルゴリズムの開発、およびデジタルコンテンツのパッケージ化に関する研究を行っている。

このプロジェクトの成果により文化遺産のコンテンツ化を進めることで、

1. 紛失、焼失、後継者難による断絶といった危険にさらされている文化遺産の高度メディア空間での永久保存
2. 多くにユーズが、その自宅を離れることなく、文化遺産に日常的に接することができ、情報弱者の軽減につながり、社会全体に高度な満足が与えられる

といった社会的に大きな効果が期待される。

### 2.2 プロジェクトの研究内容

まず、鎌倉大仏等の大型の文化遺産を自動的に高度メディアのコンテンツ化する手法を開発し、できるだけ多くの文化遺産のデジタルコンテンツ化の実現を目指している。さらに、建造物等の建造物文化財に限らず、人間国宝のような匠の技の保存も目指し、動き情報取得や時系列情報の解析についても研究を進めている。

また、幾何情報に関しては、隠蔽回避のための小型のセンサーの開発、データの統合法、多量データの処理法の開発も行っている。光学情報、環境情報に関しては、太陽光の影響の除去、反射モデルの高度化などが課題で、このため高度スペクトルセンサーの開発、このデータと幾何情報の重ね合わせ、環境光の測定とこれの物体光からの分離アルゴリズム等の手法を開発している。時系列情報の取得に関しては、その測定のための多視点画像収集センサー、これからのデータの統合と再現アルゴリズムの開発を行っている。具体的なプロセスとしては、センサー系の開発、処理アルゴリズムの開発、それらのパッケージ化とそれによる実際のコンテンツ作りという3つのフェーズがある。



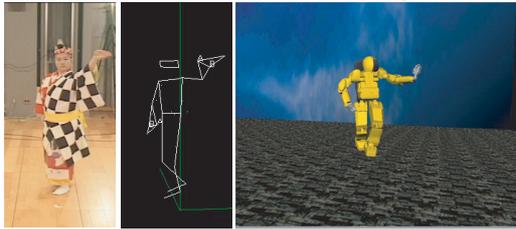
(a) Geometric modeling



(b) Photometric modeling



(c) Environmental modeling



(d) Time series analysis of human skill

Figure 1: Main research topics

これらの研究課題に対して、東京大学生産技術研究所池内研究室、佐藤研究室、岡山大学尺長研究室、埼玉大学久野研究室、電気通信大学木村研究室、特殊行政法人東京文化財研究所が共同で研究を推進している。

## 2.3 プロジェクトのこれまでの成果

これまでにコンテンツ化作業を行った文化遺産の一覧を示す。

醍醐寺五重塔	1999年5月
高德院国宝阿彌陀仏像（鎌倉大仏）	1999年10月
東大寺国宝盧舎那仏坐像（奈良大仏）	2000年10月
旧生産技術研究所六本木校舎	2001年4月
奈良東大寺大仏殿	2001年5月
奈良明日香村 石舞台古墳	2001年5月
奈良明日香村 酒船石遺跡	2001年5月
奈良唐招提寺金堂	2001年7月
津軽じょんがら節	

（たざわこ芸術村 わらび座） 2001年7月

また処理アルゴリズムについても、幾何モデルのための同時位置合わせ法、幾何モデルのための並列空間統合処理法、光学モデルのためのカメラ-センサ位置合わせ法、光学モデルのための画像に基づく見えの解析、時系列モデルのための舞踊動作の解析、デジタル化時系列モデルのための人間行動の理解、再現、協調法

などを開発した。

## 参考文献

- [1] K. Ikeuchi, Modeling from reality, Y.J. Zhang, (ed) ICIG'2000, First Intern. Conf. on Image and Graphics, Journal of Image and Graphics (JIG), Vol.5, PP.22-28, (2000)
- [2] 池内 克史, 人間の把持行動観察によるロボットの把持戦略の生成, 日本ロボット学会誌, Vol.18・6, PP.792-797, (2000)
- [3] 佐藤 いまり, 佐藤 洋一, 池内 克史, 物体の陰影に基づく光源環境の推定, 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「Physics-based Vision と CG の接点」特集号, Vol.41・SIG 10, PP.31-40, (2000)
- [4] 斉藤、佐藤、池内, 赤外線偏光解析とその透明物体形状モデリングへの応用, 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「Physics-based Vision と CG の接点」特集号, Vol. 41, No. SIG 10 (CVIM 1), PP.12-18, (2000)
- [5] J. Takamatsu, H. Tominaga, K. Ogawara, H. Kimura, K. Ikeuchi, Symbolic Representation of Trajectories for Skill Generation, Inter. Conf. on Robotics and Automation (ICRA) 2000, Vol.4, PP.4077-4082, (2000)
- [6] T. Takahashi, H. Kawasaki, K. Ikeuchi, M. Sakauchi, Arbitrary View Position and Direction Rendering for Large-Scale Scenes, Proc. of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Vol.2, PP.296-303, (2000)
- [7] H. Kawasaki, K. Ikeuchi, M. Sakauchi, Spatio-Temporal analysis of omni image, Proc. of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Vol.2, PP.577-584, (2000)
- [8] K. Ogawara, J. Takamatsu, S. Iba, T. Tanuki, Y. SATO, A. Saegusa, H. Kimura, Katsushi IKEUCHI, Acquiring hand-action models in task and behavior levels by a learning robot through observing human demonstrations, Humanoids 2000 (The First IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots, ...), (2000)
- [9] K. Ogawara, S. Iba, T. Tanuki, H. Kimura, K. Ikeuchi, Recognition of human task by attention point analysis, International Conference on Intelligent Robot and Systems (IROS)'00, Vol.3, PP.2121-2126, (2000)
- [10] J. Takamatsu, H. Tominaga, K. Ogawara, H. Kimura, K. Ikeuchi, Extracting Manipulation Skills from Observation, International Conference on Intelligent Robot and Systems (IROS)'00, Vol.1, PP.584 - 589, (2000)
- [11] D. Miyazaki, T. Ooishi, T. Nishikawa, R. Sagawa, K. Nishino, T. Tomomatsu, Y. Takase, K. Ikeuchi, The Great Buddha Project: Modelling Cultural Heritage through Observation, VSMM2000 (6th international conference on virtual systems and multimedia), PP.138-145, (2000)
- [12] R. Kurazume, M. D. Wheeler, and K. Ikeuchi, Mapping textures on 3D geometric model using reflectance image, Workshop for "Data Fusion" at IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, (2001)
- [13] R. Sagawa, K. Nishino, M.D. Wheeler and K. Ikeuchi "Parallel Processing of Range Data Merging", to appear in Proc. of 2001 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems., (2001)
- [14] K. Nishino, Z. Zhang and K. Ikeuchi "Determining Reflectance Parameters and Illumination Distribution from a Sparse Set of Images for View-dependent Image Synthesis", in Proc. of Eighth IEEE International Conference on Computer Vision ICCV '01, Vol. 1, pp. 599-606, Jul., (2001)
- [15] K. Nishino and K. Ikeuchi "Robust Simultaneous Registration of Multiple Range Images", to appear in Fifth Asian Conference on Computer Vision, Jan., (2002)
- [16] R. Kurazume, K. Nishino, Z. Zhang and K. Ikeuchi "Simultaneous 2D Images and 3D Geometric Model Registration for Texture Mapping Utilizing Reflectance Attribute", to appear in Fifth Asian Conference on Computer Vision, Jan., (2002)
- [17] 中澤、中岡、池内、モーションキャプチャデータからの動作舞踊プリミティブの抽出, 第19回日本ロボット学会学術講演会論文誌 pp. 907-908, (2001)