

平成 26 年 6 月 20 日現在

機関番号：33903

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500139

研究課題名(和文) 伝統工芸技法の仮想体験に基づくミュージアムのデジタル化技術の開発

研究課題名(英文) Development of Digital Technologies for Museums Based on Virtual Experiences of Traditional Handicraft Methods

研究代表者

水野 慎士 (Mizuno, Shinji)

愛知工業大学・情報科学部・准教授

研究者番号：20314099

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円、(間接経費) 1,170,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、より進んだデジタルミュージアムの実現を目的として、工芸技法を仮想的に体験できるシステムや映像を対話的に生成したり制御したりするシステムを開発した。具体的には、沈金技法をCG空間で仮想体験できるシステムや、三次元CG空間で縄文土器の文様生成をシミュレーションするシステムなどを開発した。また多数のビデオ素材を同時に再生しながら対話的操作を行うシステム、運動視差立体視CGを用いたシステム、お絵描きをCGで拡張するシステムなどを開発した。また、ソーシャルメディアを用いて、ミュージアム所蔵品に関する様々な知識を共有できるオンラインミュージアムを提案した。

研究成果の概要(英文)：For the purpose of realizing advanced digital museums, we have developed systems for realizing virtual experiences of crafts and systems for creating and controlling images interactively. Specifically, we developed a virtual Chinkin system, a simulation system to synthesize rope rolling patterns of Jomon wares, an interactive system to play and control multiple videos simultaneously, a stereoscopic 3DCG system with motion parallax, an interactive system to extend drawing on a sketchbook with CG, and so on. We also proposed an online digital museum for sharing information of collection of museums with SNS.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：グラフィックス 対話型CG デジタルミュージアム NPR

1. 研究開始当初の背景

近年、コンピュータ技術の発達と普及により、多くの人々があらゆる分野でコンピュータやネットワークを活用するようになってきた。これは伝統的な文化財を所蔵、展示、研究する博物館や美術館などのミュージアムも例外ではなく、デジタルミュージアム関連の研究が盛んになってきている。ミュージアム内部では、コンピュータによる所蔵品の管理から始まり、近年ではX線撮影による分析、CT スキャナによる内部構造の分析と三次元CGの作成、デジタルカメラなどを用いた所蔵品のデジタルアーカイブ、三次元スキャナによる形状測定などが行われている。舞踊などの無形文化財などについても、モーションキャプチャによる三次元動作の取得や解析などが試みられている。また来館者などミュージアム外部への情報発信として、多くのミュージアムがWebページによる所蔵品の展示や関連情報の提供などを行っており、パノラマ写真などを用いた館内の仮想訪問などを提供しているミュージアムもある。しかし、ミュージアム内部での活用について、データの取得方法や取得したデータの利用法について、コンピュータ技術が十分に活用されているとは言えない。またミュージアム外部向けの活用でも、ミュージアムのWebページなどでは所蔵品の写真や簡単な付加情報だけが提供されている場合がほとんどで、これにより一般の人が伝統文化に興味を持ったり理解を深めたりしているとは言い難い。

一方、申請者は従来より対話的な三次元CG作成手法に関する研究を行ってきた。ここではCG作成手法に実世界の美術工芸技法を取り入れたノンフォトリアリスティックレンダリング(NPR)の一手法であり、特に木彫刻、木版画、銅版画などに着目して、これらの技法の物理モデル駆動に基づくCG作成システムを開発したり、古代石刻画への応用なども行った。これらのシステムを実現するために、木彫刻を想定した立体形状の生成や木版銅板表面の対話的変形手法、三次元テクスチャを用いた立体形状と筆との接触判定を伴うインク塗布や拭き取り、ばれんなどを用いた紙への転写など、立体形状生成や加工、描画に関する基本的な制作物理モデル駆動手法を開発してきた。このようにCG作成手法に実世界の美術工芸技法を取り入れることで、CGやコンピュータの専門知識を持たない人でも直感的な操作で三次元CGを作成することができるようになった。更に物理モデル駆動を取り入れることで、操作感覚だけでなく作成されたCGも実際の美術工芸品に近いものとなり、モデルの精度を高めることで制作手順に基づく美術工芸品のデジタル化が可能となる。

2. 研究の目的

本研究では既存のミュージアムに対して

コンピュータ技術を活用したデジタルミュージアムの構築のための技術を開発した。

まず、コンピュータグラフィックス(CG)やバーチャルリアリティ(VR)の技術を活用して、工芸技法の仮想体験やデジタル保存などの実現を目指した。これらの技術の確立により、伝統文化に対する理解や関心を高めること、文化財や伝統技法をより総合的に後世に伝えること、ミュージアムの学芸員や考古学者の研究を支援することなどを目的とする。

また、デジタル技術を用いた魅力的なミュージアムの展示物の実現を目指して、様々な映像を対話的に生成したり制御したりすることを可能とするCGおよび画像処理手法の開発と、開発手法を応用した様々な展示物の提案と開発を行った。

さらに、ソーシャルメディアを用いて、ミュージアム所蔵品に関する様々な知識やミュージアム間の情報を共有できるオンラインミュージアムを提案した。

3. 研究の方法

工芸技法の仮想体験システムの開発については、申請者が従来より開発してきた実世界の美術工芸技法を取り入れた三次元CG作成手法を改良・拡張することで実現した。また、従来手法の拡張では対応できない部分について、新たな対話的CG生成システムを構築するとともに、このシステムをベースとする三次元CG生成手法を開発した。この研究では、考古学者との意見交換を行いながら、ミュージアムで必要とされる機能の開発や開発システムの検証を行った。

デジタル技術を用いた展示物の開発については、対話的な操作、および新しい映像提示方法を実現するため、CGや画像処理に関する新しい手法を開発した。また、名古屋市科学館などの協力を得ることで、学芸員の意見を反映させながらシステムを開発したり、実験的な展示を行いながらシステムの改良を行った。また、小学校などでの実験を行うことでシステムの検証や改良を行った。

4. 研究成果

工芸技法の仮想体験システムの開発について、具体的には仮想沈金システムや縄文土器の文様生成シミュレーションなどの開発を行った。

仮想沈金システムは、申請者が従来より開発してきた仮想彫刻システムをベースにしている。漆面に文様を彫刻する「素彫り」、金粉を塗布する「金入れ」、余分な金粉を取り除く「仕上げ」の工程をCG空間で対話的に再現することで、沈金作品を制作する一連の工程を仮想的に体験できるシステムを開発した(図1)。そして開発したシステムをワークショップで子供たちに使ってもらい、実際には体験が困難な沈金を仮想的に体験することで伝統工芸技法に興味を持ってもら

うことを試みた。開発したシステムは国内外の学会および論文で発表を行った。



図 1：仮想沈金

縄文土器の文様生成シミュレーションは、粘土表面に縄などの原体を転がすことで文様を生成する手順を仮想空間でリアルタイムで再現するシステムである（図 2）。文様生成に用いられる原体は複数の紐を撚り合わせて作られた縄を用いたり、縄を棒に巻き付けたりするが、提案手法ではこれらの原体を球をベースにして対話的にモデリングする手法を開発した。そして、生成した仮想原体と仮想粘土板の接触判定を行うことで、仮想粘土板を変形させて三次元的な文様を生成する手法を開発した。開発システムは縄文土器を研究する考古学者によって検証を行い、縄文研究の補助に十分活用できることを確認した。開発したシステムは国内外の学会および論文で発表を行った。

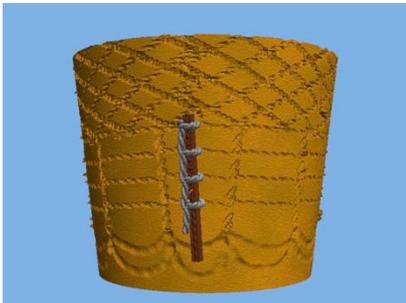


図 2：縄文生成シミュレーション

その他、切子細工を仮想体験できるシステムの提案や発掘される土器破片の復元を補助するシステムの提案などを行い、国内の学会で発表を行った。

デジタル技術を用いた展示物の開発について、具体的には多数のビデオ素材を同時再生しながら対話操作を行うシステム「GAYAIT」、運動視差立体視 CG を用いて天体の立体構造を直感的に観察する「三次元天体ビューア」、テーブルに置いた物体を三次元的スキャンして立体映像で残像のように CG 表示する「擬似的三次元コピー機」、スケッチブックのお絵描きから三次元 CG を自動的に生成したり CG とのインタラクションを実現した「不思議なスケッチブック」などを開発した。

「GAYAIT」は多数のビデオ素材を同時再生

しながら、ユーザのジェスチャによって一つのビデオ素材を対話的に選択して強調再生するシステムである（図 3）。大衆と個、雑踏と個人をインタラクティブに切り替え可能であり、ユーザの興味を大きく惹くことができる。このシステムは、名古屋市科学館においてメッセージ映像を提示する展示物として実際に使用されている。また、国内外の学会や論文で発表を行った。



図 3：GAYAIT

「三次元天体ビューア」は、星座などの立体構造を持つ天体を立体視 CG として観察できるシステムである（図 4）。このシステムを実現するため、運動視差立体視 CG システムを開発した。運動視差はユーザの視点移動によって生じる見え方の変化で、センサでユーザの視点位置を追跡して、視点位置に適した三次元 CG を逐次生成することで、立体的な構造を持つ物体を立体視 CG として観察できるシステムを実現した。これを星座の観察に応用することで、地球以外の様々な場所から見た星座の形を仮想的に観察することが可能となり、星座の立体構造を直感的に理解することが可能となった。このシステムは名古屋市科学館に展示される予定である。また、国内外の学会で発表を行った。

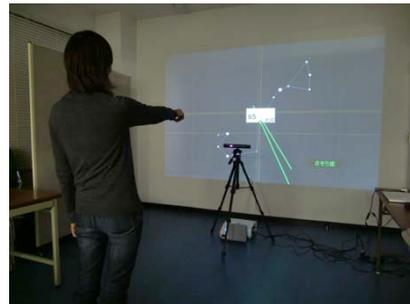


図 4：三次元天体ビューア

「擬似的三次元コピー」も運動視差立体視 CG システムに基づいている。テーブルに置いた物体を三次元的にスキャンして、そのデータから三次元 CG を生成してテーブル上に投影する。このとき、テーブル周囲に立つユーザの視点位置を追跡して、視点位置に適した CG 映像を生成することで、スキャンした物体がテーブル上に残像のように残っているように感じられる（図 5）。このシステムはミュージアムで実物の使用が難しい所蔵品の展示手法としての活用を検討している。開発し

たシステムは国内外の学会で発表を行った。



図 5：擬似的三次元コピー機

「不思議なスケッチブック」は、スケッチブックのお絵描きから三次元 CG を自動的に生成するとともに、スケッチブックの絵に触れることで CG とのインタラクションを実現したシステムである(図 6)。インタフェースは普通のスケッチブックとカラーペンであり、スケッチブックの絵をビデオカメラでモニタして解析することで、三次元 CG をリアルタイムで生成するとともに CG とのインタラクションを実現している。このシステムは三次元 CG の作成体験を子供からお年寄りまで広げることができるため、ミュージアム等でのワークショップに活用することを検討している。なお、開発したシステムは国内外の学会や論文で発表を行った。



図 6：不思議なスケッチブック

その他、ソーシャルメディアを用いて、ミュージアム所蔵品に関する様々な知識やミュージアム間の情報を共有できるオンラインミュージアムを提案や、映像と音を用いたインタラクティブコンテンツの開発を行い、国内外の学会や論文で発表を行った。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 9 件)

1. S. Mizuno, K. Takai, M. Ueda, R. Takaki, "An Interactive Simulation System to Synthesize Rope Rolling Patterns in a Virtual Space for Archaeologists' Research on Jomon Ware", 画像電子学会誌, 査読有, (採録決定).

2. 近藤菜々子, 水野慎士, "CG と音でスケッチブックのお絵描きを拡張する映像ツール", 芸術科学会論文誌, 査読有, Vol. 12, No. 3, pp. 114-123 (2013.9).
3. 近藤菜々子, 水野慎士, "スケッチブックでのお絵描きを三次元 CG で拡張する映像ツールの提案とその実現方法", 情報処理学会論文誌・デジタルコンテンツ, 査読有, Vol. 1, No. 1, pp. 1-9 (2013.8).
4. 岩崎公弥子, 遠藤守, 水野慎士, 浦田真由, 高木英輔, 後藤昌人, 毛利勝廣, 安田孝美, "科学館と大学・来館者の「つながり」がもたらす可能性とその試み -名古屋市科学館 50 周年記念イベントにおける展示開発と実践-", 情報文化学会誌, 査読有, Vol. 20, No. 1, pp. 10-17 (2013.8).
5. 高木隆司, 大内克哉, 水野慎士, "科学体験を基にしたデザイン教育体系の構築", 形の科学会誌(形の科学シンポジウム), Vol. 28, No. 11, pp. 40-41 (2013.6).
6. S. Mizuno, R. Hirano, Y. Tsutsumi, "GAYAIT: An Interactive Video and Sound Art System handling a Large Number of Video Clips and its Applications", 芸術科学会論文誌, 査読有, Vol. 11, No. 4, pp. 149-156 (2012.12).
7. B. Cui, S. Yokoi, "Social Online Museum Environments (SOMEs) for learning", Advances in Computer Science and Engineering, 査読有, Vol.8, No. 1, pp. 31-44 (2012.2).
8. S. Mizuno, "Proposal and Implementation of Virtual Chinkin", 画像電子学会誌, 査読有, Vol. 40, No. 1, pp. 132-140 (2011.8).
9. B. Cui, S. Yokoi, "Illustration of collections in online museum by using social knowledge for users' understanding", The Advances in Information Sciences and Service Sciences, 査読有, Vol.3, No. 5, pp. 157-169 (2011.6).

[学会発表] (計 27 件)

1. 上原悠永, 水野慎士, "擬似的三次元コピー機とインタラクションの提案", 情報処理学会インタラクション2014, 査読有, pp. 568-573 (2014.3.1, 日本科学未来館, 東京都江東区).
2. M. Tsukada, S. Mizuno, "A Constellation Viewer on a Stereoscopic 3DCG system with Motion Parallax", Proc. of IWAIT 2014, 査読有, pp. 456-461 (2014.1.7, Bangkok, Thailand).

3. S. Mizuno, M. Tsukada, Y. Uehara, "A Stereoscopic CG System with Motion Parallax and its Digital Contents for Science Museums", Proc. of SITIS 2013, 査読有, pp. 378-384 (2013. 12. 4, Kyoto, Japan).
4. 鈴木貴博, 澤野弘明, 水野慎士, "CG 切り作品の対話生成の基礎検討", WiNF2013, 4 pages (2013. 11. 30, 愛知工業大・愛知県名古屋市).
5. 市野真士, 水野慎士, 植田真, "三次元形状データを用いた土器破片復元の補助手法の提案", WiNF2013, No. 5, 4 pages (2013. 11. 30, 愛知工業大・愛知県名古屋市).
6. 塚田真未, 水野慎士, "運動視差立体視を用いた三次元 CG 天体ビューアの提案", 査読有, NICOGRAPH 2013 Full paper, pp. 73-80 (2013. 11. 8, ぶどうの丘・山梨県甲州市).
7. 上原悠永, 水野慎士, "擬似的三次元コピー機の提案", 情報処理学会エンターテインメントコンピューティングシンポジウム (EC2013), pp. 188-193 (2013. 10. 5, サポートホール香川・香川県高松市).
8. R. Takaki, K. Ouchi, S. Mizuno, "Educational system for students of art and design with concept of sustainability", Proc. of 9-th ISIS Symmetry Congress, 査読有 (2013. 9. 12, Crete, Greece).
9. R. Takaki, K. Ouchi, S. Mizuno, "Cultural education for art and design based on scientific experiences", Proc. of 5th IASDR (Int. Association of Societies of Design Research) 2013, 査読有, No. 1190-1, pp. 979-986 (2013. 8. 29, Tokyo, Japan).
10. S. Goto, N. Kondo, S. Mizuno, "RAKUGACKY: making sounds with drawing", SIGGRAPH 2013 Posters, 査読有, DVD Proceedings(1 page) (2013. 7. 23, Anaheim, USA).
11. N. Kondo, S. Goto, S. Mizuno, "Amazing Sketchbook: extended drawing on a sketchbook using 3DCG", SIGGRAPH 2013 Posters, 査読有, DVD Proceedings(1 page) (2013. 7. 23, Anaheim, USA).
12. 近藤菜々子, 水野慎士, "CG と音でお絵描きを拡張する不思議なスケッチブック", 情報処理学会 DICOM 2013, 査読有, pp. 2157-2164 (2013. 7. 11, 十勝川温泉・北海道河東郡).
13. 塚田真未, 川島卓也, 水野慎士, "運動視差を用いた立体視 CG システムの構築と科学館での活用の検討", 情報処理学会研究報告, Vol. 2013-DCC4, No. 3, 6 pages (2013. 6. 27, 神奈川工科大・神奈川県厚木市).
14. 後藤沙織, 水野慎士, "らくがっきー: 絵と音を融合したデジタルコンテンツの提案", 情報処理学会研究報告, Vol. 2013-EC-27, No. 25, 5 pages (2013. 3. 15, はこだて未来大・北海道函館市).
15. 近藤菜々子, 後藤沙織, 水野慎士, "スケッチブックでのお絵描きを拡張するための CG と音を活用したメディアツールの提案", 情報処理学会インタラクシオン 2013, 査読有, 3EXB-29, pp. 685-690 (2013. 3. 2, 日本科学未来館・東京都江東区).
16. N. Kondo, S. Mizuno, "A Proposal of a Digital Tool to Extend Drawing on a Sketchbook", 査読有, Proc. of IWAIT 2013, pp. 940-944 (2013. 1. 8, Nagoya, Japan).
17. S. Mizuno, K. Takai, M. Ueda, R. Takaki, "A simulation system to synthesize rope rolling patterns in a virtual space for research on Jomon ware", Proc. of IEVC 2012, 査読有, 5B-3(6 pages) (2012. 11. 24, Kuching, Malaysia).
18. 近藤菜々子, 水野慎士, "スケッチブックでのお絵描きを拡張する映像ツールの提案", NICOGRAPH 2012 Full Paper, 査読有, pp. 123-129 (2012. 11. 17, 京都大・京都府京都市).
19. 近藤菜々子, 水野慎士, "スケッチブックでのお絵描きを拡張する映像ツールの提案と実現方法", 情報処理学会研究報告, Vol. 2012-DCC-2, No. 20, 6 pages (2012. 10. 18, 愛知工業大・愛知県豊田市).
20. 高井健吾, 植田真, 高木隆司, 水野慎士, "3D-CG 空間での縄文土器文様の再現", 日本情報考古学会第 30 回大会, Vol. 10, pp. 23-24 (2012. 9. 29, 同志社大東京オフィス・東京都千代田区).
21. 水野慎士, 平野良介, 堤幸彦, "インタラクティブメディアシステム GAYAIT とその応用", 情報処理学会 DICOM 2012, 査読有, pp. 2438-2443 (2012. 7. 5, 山代温泉・石川県加賀市).
22. S. Mizuno, R. Hirano, Y. Tsutsumi, "GAYAIT: an Interactive Media System using a large number of Video Clips and

its Applications”, Proc. of NICOGRAPH International 2012, 査読有 (2012. 7. 2, Bali, Indonesia).

23. B. Cui, S. Yokoi, “Promote visitor interactions by smart devices in museum learning scenario”, Proc. of ICCM2012, International Conference on Computing Technology and Information Management, 査読有, pp. 376-379 (2012. 4. 24, Seoul, Korea).
24. 高井健吾, 植田真, 高木隆司, 水野慎士, “CG 空間での棒巻き付け縄による縄文土器紋様の再現”, 情報処理学会第 74 回全国大会, 5ZB-8, 2 pages (2012. 3. 8, 名古屋工業大・名古屋市昭和区).
25. S. Mizuno, K. Takai, H. Sawano, M. Ueda, R. Takaki, “Synthesizing rope patterns of Jomon ware in a virtual space”, SIGGRAPH ASIA 2011 Technical Sketches, 査読有, DVD Proceedings (2011. 12. 15, Hong Kong, China).
26. S. Mizuno, “Creating Chinkin Works in the Virtual Space”, Springer LNCS, No. 6930 (Proc. of MIRAGE 2011), 査読有, pp. 157-168 (2011. 10. 11, INRIA Rocquencourt, France).
27. B. Cui, S. Yokoi, “Facilitating constructivism study in online museum via social media”, Proc. of WEBIST 2011, the 7th International Conference on Web Information System and Technologies, 査読有, pp. 518-524 (2011. 5. 7, Noordwijkerhout, Netherlands).

[図書] (計 1 件)

1. かたち創造の百科事典編集委員会, 丸善出版, “かたち創造の百科事典”, 576 ページ(水野慎士: 担当 4 ページ) (2012).

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

<http://aitech.ac.jp/cgmedia/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

水野慎士 (MIZUNO Shinji)

愛知工業大学・情報科学部・准教授

研究者番号: 20314099

(2) 研究分担者

横井茂樹 (YOKOI Shigeki)

名古屋大学大学院・情報科学研究科

研究者番号: 20115744

(3) 連携研究者