

機関番号：33903

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20500091

研究課題名(和文) 実世界の美術工芸技法の物理モデル駆動に基づく対話的CG作成システム

研究課題名(英文) Interactive CG creation System based on Real Arts and Crafts Techniques

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

研究成果の概要(和文):

本研究は、CG制作に実世界の美術工芸技法を取り入れることで、CGに関する専門知識のない多くの人々がCG制作を体験できるようにすることを目的としている。そのため、CG空間の立体モデルを対話的に変形、着色する手法を改良するとともに、生成モデルを高速に描画する手法を開発した。この手法を彫刻、版画、沈金、石刻画などに適用して、美術工芸技法の物理モデル駆動に基づく対話的CG作成システムを開発した。

研究成果の概要(英文):

The purpose of this study is to develop a CG creating system that any users can handle it easily without the special knowledge by adopting art-creating techniques of the real world on the system. I improved a method to deform and paint 3D-CG objects interactively, and developed a new method to render and move those 3D-CG objects in real time. I developed a CG creating system by adopting these methods. The user can explain sculpting, woodblock painting, creating Chinkin and so on in the virtual space.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：画像情報科学

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：グラフィクス，対話的CG作成，モデリング，NPR

1. 研究開始当初の背景

三次元CGの表示やCGによって構築された仮想空間内での物体の対話的生成・操作には高速な計算と描画が必要であり、実現のために従来は専用CGワークステーションを必要とした。しかし、近年のコンピュータ技術の大幅な進歩によって、高性能なパーソナルコンピュータ(PC)が多く普及するようになり、家庭や小中学校などでも三次元CGを取

り扱う環境が整いつつある。それに伴い、子供や高齢者を含む一般的な人々にとってもCGが身近なものとなってきた。ただし、現在の三次元CG作成アプリケーションはCGに関する特別な知識や技術が必要なものが多く、一般的な人々がCGを作成するまでは至っていない。これは一般的な人々が使いこなせるCG作成アプリケーションが殆どないことも一つの要因となっている。

CG に関する専門知識がない人でも三次元 CG 作成を可能にする一つの方法として、実世界の形状作成手法を取り入れる方法がある。ここで実世界の美術工芸作品の制作工程での物理モデルをシミュレーションすることで、操作感覚だけでなく作成された CG も実世界の作品と非常に近いものになることが期待される。これは手作りの雰囲気を持つノンフォトリアリスティックレンダリング (NPR) 実現の一手法としても有効である。この手法に基づく CG 作成システムの普及することにより、学校の図画工作などの教育分野での利用や美術工芸作品の制作工程に基づく電子保存なども可能となる。IT 技術の発達と普及によって、今後は一般的な人々が CG を作成する機会も増えることは間違いなく、そのような時代に対応する CG 作成アプリケーションの開発が大いに期待されている。

研究代表者は対話的な三次元 CG 作成アプリケーションに関する研究の中で、彫刻と版画の作成技法とそれに伴う物理モデルを CG 空間内で再現する CG 作成手法として、仮想彫刻・版画を提案して開発してきた。この手法では、筆圧ペンタブレット等を用いて仮想空間の彫刻刀や筆、ばれんを操作して、木彫刻や木版画の雰囲気を持つ三次元 CG を対話的に生成することができた。また、物理モデル駆動による銅版画 CG の合成に関する研究も行ってきた。このような、物理モデルに基づく木彫刻、木版画、銅版画の合成に関する研究は他に例がなく、大いに注目・評価されていた。

2. 研究の目的

本研究では今まで開発してきた CG 作成手法を基盤として、家庭や学校、美術工芸分野で多くの人々が使いこなせる実世界の美術工芸技法の物理モデル駆動に基づく対話的 CG 作成システムの開発を行った。従来手法において、木彫刻を想定した立体形状の生成や木版銅板表面の変形、立体形状に対する筆による彩色と拭き取り、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を実現していた。本研究ではこの手法を改良して、仮想空間での木彫刻や木版画の対話的制作を実現する CG システムを完成させるとともに、漆工芸、石刻画、陶芸などなど、日本やアジアで馴染み深い美術工芸技法を仮想空間内で実現させることを目的とした。

このシステムの実現によって、CG 作成をより多くの人々に解放することができる。学校で活用することによって、子供は実世界の形状作成手法で CG を作成しながら CG に関する基礎知識が身に付き、NPR だけでなく写実的なフォトリアリスティックな CG への関

心も大きくすることができる。またプレス機など特別な道具が必要であったり薬品や高熱など危険が伴ったりするために学校では普通体験できないような工芸技法も、本システムがあれば同じような手順で体験することが可能であり、伝統工芸技法に関する学習を行うことができる。また美術分野では、提案システムを活用することによって作品の電子保存が可能となる。単に完成作品を保存するだけでなく、制作過程の操作と物理モデルに基づく作品の電子保存が可能となり、伝統工芸技法の教育や伝承、保存にも役立つと考えられる。

3. 研究の方法

本研究を遂行するため、以下に示す順序で手法の改良や拡張、システムの開発や評価などを行った。

[基盤手法の拡張]

対話的 CG 作成システムの開発のため、基盤となる仮想彫刻・版画手法の素材描画、形状生成、彩色等に関する改良・拡張が必要である。対話的操作を実現するために、より高速に描画するためのレンダリング手法を開発した。また、他の美術工芸技法へ拡張するため、素材感を表現するための描画手法・テクスチャマッピング手法の改良、形状変形手法の改良、着色手法の拡張などを行った。また浮世絵の生成のための色分解手法の開発も行った。より使いやすく、幅広い場面での CG システムの活用を目指して、ユーザインタフェースの開発も行った。

[他の美術工芸技法への拡張]

素材描画や形状生成に関する手法の改良や拡張に基づいて、彫刻や木版画に加えて漆工芸、沈金、石刻画、粘土細工などの技法を実現する手法を開発した。ここでは、名古屋市の徳川美術館との定期的な研究会を立ち上げて、美術専門家からのアドバイスも受けた。また加賀の沈金技能者からの情報収集も行った。それぞれの工芸技法によって異なる変形具合や質感などを再現するため、開発 CG 手法のパラメータ追加、修正、調整等を行った。そして、これらの手法をコンピュータ上に実装して、対話的 CG 作成プロトタイプシステムを開発した。

[システムの実装と評価]

開発した CG 作成プロトタイプシステムの工芸技法の再現性や操作性を調べるため、小中学生向けの授業でのシステム使用、文化イベントでシステムデモ展示、学術会議でのデモ展示などを行い、小学生の子供から高齢者までを対象にしてシステムを使って CG を作成してもらってアンケートや聞き取り調査

を実施して、様々な意見を収集した。そして、これらの意見を参考にしてシステムの改良を行っていった。

4. 研究成果

[2008 年度]

仮想彫刻・版画システムを他の様々な工芸技法に対応させるために、素材描画、形状生成等に関する基盤技術の改良・拡張を行った。また仮想版画では、現存する浮世絵の版木推定に基づく浮世絵画像の再現について色分解手法の改良と版木推定の高精度化を行った。

まず基盤技術の改良では、従来の仮想彫刻システムの描画手法は二次曲面の集合演算に対する視線追跡に基づいており、対話的な切削と高品質な彫刻作品の描画を実現していたが、視点変更が高速にできない欠点があった。そこで従来手法の適用時に、彫刻作品境界上の点の各種情報を全て保存して、視点移動は彫刻作品を点集合と見なして、ポイントベースレンダリングを拡張して点と線分で描画する手法を開発した(図1)。この手法により、従来手法の特徴を保ったまま、グラフィックスハードウェアを用いた高速な視点移動を実現した。またハードウェアの機能を利用して金属素材など反射物体の高速描画が容易となったため、対話的な仮想彫刻版画システムの銅版画への対応や他の様々な素材へ拡張を開始した。



(a)従来手法(点). (a)提案手法(点、線分).

図1. 点と線分による三次元物体描画.

また浮世絵版木の推定では、重ね摺り部分の色情報から摺り順序を考慮した版木形状を推定する重回帰四角形法を改良して、様々な2色の組み合わせによる重ね摺り状況において版木形状の推定精度を大幅に向上させることで、仮想空間で浮世絵を再現することを実現した(図2)。



(a)原画像. (b)2色の版木の推定. (c)再現画像.

図2. 版木推定による浮世絵再現.

デスクトップ PC と液晶ペンタブレットを用いたプロトタイプシステムを構築して、愛知県立時習館高等学校スーパーサイエンスハイスクール (SSH) の授業でシステムを用いた授業を実施した。また名古屋大学横井茂樹教授や名古屋市の徳川美術館と共同でコンピュータ技術を美術館で活用するための研究会を発足させた。

これらの研究成果は国内外の会議で研究発表を行った。

[2009 年度]

2008 年度に行った仮想彫刻版画手法の素材描画、形状生成等に関する基盤技術の向上を基盤として、新たな美術工芸技法への拡張を行った。

まず、日本の代表的な伝統工芸技法である漆工と、漆工装飾技法である沈金に着目し、これらを仮想空間で実現する手法の開発を行った。漆工および沈金の制作工程を調査解析することにより、物理モデル駆動に基づく漆工沈金のシミュレーション手法を開発してシステムに実装した。この中では、描画手法にポイントベースレンダリングを併用させるとともに、仮想彫刻手法の形状変形手法および三次元テクスチャ生成手法を拡張することで、漆面に彫刻刀やきりで紋様を刻む工程の「素彫り」、素彫りを施した漆面に金粉や金箔を貼り付ける工程の「金入れ」、金入れした漆面から余分な金粉金箔を拭き取って紋様を金色で浮き上がらせる工程の「仕上げ」を仮想空間で再現させることが可能となった。また、漆面と金紋様での反射特性の違いを考慮するためにテクスチャ構成要素を拡張した。

システム開発に向けて、漆工沈金を用いた大名道具などの美術工芸品を多く所蔵する徳川美術館の学芸員との定期的な研究会を実施して、意見交換や情報収集、開発システムの検証なども行った。美大生に仮想彫刻版画システムを使用してもらい、操作感覚や作品制作に関する調査を行った(図3)。

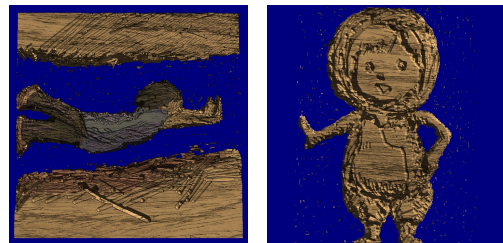


図3. 美大生による仮想彫刻作品.

また仮想彫刻版画手法の応用として、中央アジア石刻画の仮想空間での再現および汚れ除去に関する検討も行った。

これらの研究成果は国際シンポジウムと国際会議で発表を行った。

[2010年度]

2009年度に開発した仮想空間での漆工沈金手法に基づいて漆工沈金シミュレーションを開発した。また仮想彫刻版画手法の石刻画への応用も引き続き行った。さらに仮想空間内で陶芸や古代土器の政策を実現するための手法の開発にも着手した。

対話的にCG沈金作品を制作する漆工沈金シミュレーションをデスクトップPCと液晶筆圧ペンタブレットを用いたシステムに実装した。このシステムを用いて仮想空間で沈金作品を対話的に制作できることを確認した(図4)。そして学内イベントおよび学外イベント(名古屋市歩こう文化のみち)で一般の人に公開してシステムを使用してもらい、システムの検証や意見収集を行った。そして昨年度に引き続いて徳川美術館の学芸員との定期的な研究会を実施して、意見交換や情報収集、開発システムの検証なども行うとともに、その結果を反映させるためのシステム改良を行った。GPUを用いたシステムの高速化・高精度化も行った。

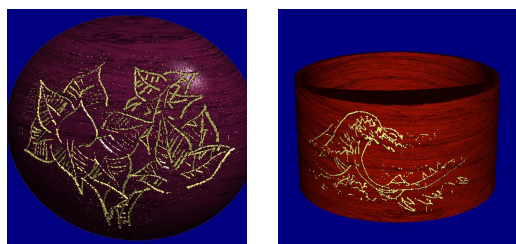


図4. 仮想沈金作品。

また中央アジア石刻画を仮想彫刻システムで再現するとともに、石刻画に付着した苔やペンキの除去作業を仮想空間内でシミュレーションする実験を行った。さらに縄文土器の紋様生成を再現するための手法の開発も行った。

これらの研究成果のいくつかは国際会議で発表を行うとともに、学会誌の論文としてまとめた。

3年間の本研究では、美術工芸技法を取り入れることでCGに関する専門知識がなくても多くの人々が直感的にCG制作を行うことが出来る基盤技術を完成させることができた。これらの技術はCG制作の分野だけでなく、美術工芸品を多く所蔵する博物館や美術館での活用、すなわちデジタルミュージアムの分野での活用が期待されており、今後は美術館などと共同で美術館の来館者および美術館内での調査研究のためのシステムの開発を行っていくつもりである。

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4件)

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.

R. Takaki, R. Izuhara, S. Mizuno, M. Khujanazarov M. Kashiwabara, "Differences of Petroglyph Styles among Archaeological Sites with Spatial and Time-wise Distances", FORMA, 査読有, Vol. 25, No. 1, pp. 45-48, 2011.

S. Mizuno, "A Method to Create Sculptures with Chinkin in the Virtual Space", Proc. of VSMM 2010, 査読有, pp. 215-222, 2010.

水野慎士, "筆圧ペンを用いた仮想彫刻版画システムの改良", 第13回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 査読有, 1B5-3, 2008.

[学会発表](計5件)

S. Mizuno, "A Method to Create Sculptures with Chinkin in the Virtual Space", VSMM 2010, 2010/10/22, 大韓民国, ソウル.

S. Mizuno, "A Proposal of Virtual Chinkin", IIEEJ Image Electronics and Visual Computing Workshop (IEVC) 2010, 2010/3/7, Nice, France.

R. Takaki, J. Toriwaki, S. Mizuno, R. Izuhara, M. Khujanazarov, M. Reutova, M. Kashiwabara, "Image Analysis of Petroglyphs in Central Asia", International Interdisciplinary Scientific Conference, Symmetry of Forms and Structure (ISIS Symmetry) 2009, 2009/9/19, Cracow, Poland.

K. Onigawara, S. Mizuno, M. Okada, "A Study of Printing Order Estimation of Two-color Wood-block Printing", SIGGRAPH 2008 Research Poster, 2008/8/11-15, San Diego, USA.

K. Onigawara, S. Mizuno, M. Okada, "Reverse Engineering of Wood-block Printing", NICOGRAPH International 2008, 2008/5/30, Pattaya, Thailand.

[図書](計0件)

[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:

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

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

()

研究者番号：

(3)連携研究者

()

研究者番号：