研究論文

伝統的工芸品の世界販売戦略を支援するための バーチャルショウケースの研究開発（第 3 報）

阿部　淑人*　大野　宏**　五十嵐　晃***

Development of a Virtual Showcase of Traditional Handicrafts for Worldwide Promotion, 3rd. Ed.

ABE Yoshito*，OHNO Hiroshi** and IKARASHI Akira ***

抄　録

伝統的工芸品の販売を支援するために質感を高品位に再現できるバーチャルショウケースの開発を行っている。企画段階から設計・試作・量産段階の流れを改善するための取り組みとしてデジタルプロトタイピング技術の開発に取り組んだ結果を活用して，より一層写実的なコンピュータグラフィクス（CG）を簡便に生成し容易に鑑賞できるシステムを構築することとした。 平成 27 年に総務省の戦略的情報通信研究開発推進事業（略称 SCOPE）の採択を受け，3 ヵ年の研究開発計画を実行し，今年度は 3 年目としてのプロトタイプシステム試作とデモコンテンツの制作を実施した。全体概要および個々の技術要素と今年度までの研究成果について報告する。

1. 緒　言

新潟県の伝統的工芸品は，村上木彫堆朱や新潟漆器，燕鎚起銅器など 13 地域で 16 品目が経済産業大臣の指定を受けている。全国第 2 位の品目数を誇るものの，生活スタイルの変化や人口減少などにより需要は減少傾向にある。また，一方では後継職人の確保や早期育成という人材面の経営課題もある。

国内市場の縮小に抗する策として，広く海外に販路を拡大するために世界各地に製品フルラインナップの伝統的工芸品ショウルームを設置することは効果的と思われるが，店舗コストや製品輸送あるいは在庫の確保など様々な困難が伴う。インターネット時代の解決策として，コンピュータグラフィクス（CG）によるバーチャルショウケースを構築することが効果的であると考えた。

本研究開発は，伝統的工芸品を，いつでもどこにいても手元のスマートフォンや PC，TV に標準装備されている Web ブラウザなどから自由に製品画像が見られ，製品を高い質感再現性で疑似展示できるバーチャルショウケースの実現を目的とする。サーバにデジタルコンテンツとしてのバーチャル製品を全数揃えることで，各提携ショップ内に当該商品の在庫がなくても，顧客や売主は正確なアピアランスを把握することができる。また，この延長線上には，ユーザが直接ウェブサイト上で製品ページを見て購入できる電子商取引（EC）の為のオンラインカタログや，さらにはオンラインカスタマイズ（ユーザ自らウェブサイト上で形状や模様などを自在にアレンジして発注）やデジタル試作などへの発展形が期待できる。また，製造業者は単品生産のデジタルアーカイブとして記録を残すことができ，品目管理や若手職人への育成指導などにも活用できる。

前記の目的に対して，H23～H24 年度に県の創造的研究推進費で取り組んだ「質感の測定技

*　下越技術支援センター
**　中越技術支援センター
***　研究開発センター

術・表現技術の研究」[1)2)]の成果をベースとして，コンテンツの生成にかかる技術と，鑑賞・操作にかかる技術について研究開発[3)4)]を行った。

本研究を開発要素ごとに整理すると，

(A) 写実的CG[5)]に必要なテクスチャを自動的に分析・合成してGLSL[6)]等の計算機言語で処理するための「テクスチャツール」

(B) CGの写実性を高めるための背景画像モデルを取得する「バックグラウンドツール」

(C) Webなどで高い操作性を備えて写実的表示できるようにする「ディスプレイツール」

(D) 汎用のディスプレイ表示に代えて，より臨場感や拡張現実感・没入感が高く表示できる「プレゼンスツール」

の4つになる。(A)と(B)はコンテンツとなるCGの素材生成にかかる技術で，(C)と(D)はユーザがディスプレイでCGを鑑賞する際の表現力と操作性にかかる技術であるとともに，そのコンテンツの制作にかかる技術である。これらを開発し，システム全体として研究完了後にフィールドテストできることを目標とした。

2. 研究開発内容

前記の4つのツールについて列記する。

2.1 テクスチャツール

テクスチャツールは，伝統的工芸品をCGで再現する際に必要な色彩・模様データ（テクスチャマップ）を生成するためのサブシステムである。

開発目標は，実製品同様の模様を施したテストピースを専用の撮像装置で実写し，それを計算機に取り込んで解析することで，自動的にCGで使用するテクスチャマップ（色彩マップ・光沢マップ・法線マップ）を生成できるシステムを構築することである。なお，CG合成に必要な形状データ（3Dデータ）については，光学式の3次元スキャナやX線CT装置などによって製品そのものから取得するか，3次元CADソフトウェアやCGの3次元モデリングソフトウェアで造形した。

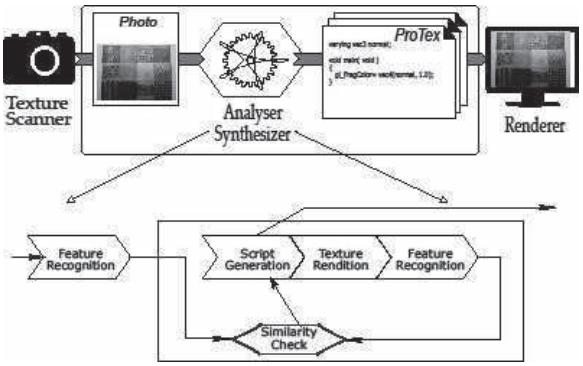

図1 分析合成のフローダイアグラム

テクスチャの分析合成に関して，この3年間で鎚起銅器の模様生成[7)]と，2値模様の形態分類[8)]と，進化論的にプロシージャルテクスチャを自動合成する方法[9)]などについて検討を行ってきた。

今年度の研究では，取得したテクスチャ画像を元に，計算機プログラムがマッピング用テクスチャ生成プログラム（プロシージャルテクスチャのコード）を自動合成することを目標にして取り組んだ。プロシージャルテクスチャとは計算機プログラムでテクスチャを発生する仕組みであり，プログラムを変更することでテクスチャの模様や色などを自在に操ることが可能である。

確率的進化手法の最適化アルゴリズムをもとにプロシージャルテクスチャ進化アルゴリズムを考案し試行錯誤を行った。現在までに筆者が自身でプログラムしたプロシージャルテクスチャに優る結果をだせずにいるが，今後改良を行って目的を達成したいと考えている。図1には分析合成のシステムフローダイヤグラムを示す。

リスト1にはプロシージャルテクスチャのコード例を示す。Perlinはパーリンノイズ生成[10)]，Mathは算術演算，Maskはマスク演算，Cmapはカラーマップ演算，Normalは法線算出演算をそれぞれ表し，各ノードを示す演算同志を接続して結果を得る。

リスト 1 Procedural Texture p-code

```
Perlin(Xs0, Ys0, Va0, De0, St0, En0, Rnd0)
Perlin(Xs1, Ys1, Va1, De1, St1, En1, Rnd1)
Math(1,'Thr', Th)
Mask(0, 1, 2)
Math(3, 'Mul', Mp)
Cmap(3, Cmap1, 'gloss.png')
Cmap(3, Cmap2, 'diffuse.png')
Normal(4, 'normal.png')
```

2.2 バックグラウンドツール

バックグラウンドツールは，CG による製品画像を実写空間にバーチャル配置するための全周画像取得を目的としたサブシステムである。大衆に向けて配給上映される商業映画やコマーシャルフィルムにおいても CG によるバーチャル・エフェクツ（VFX）の利用は枚挙に暇がなく，外周など背景画像についてはイメージベーストライティング（IBL）やイメージベーストレンダリング（IBR）という技術を利用して実写画像と CG 画像が融合されている。大規模な映像プロダクションでは数百万円～数千万円程度のパノラマカメラ（例えば PanoScan®や SceneCam®など）を用いて周囲の背景画像を取得しているが，これらは極めて高額な装置であるため，本研究では，より安価な装置で撮像できることを目指した。また，近距離の外周画像では遠距離の外周画像と異なり，視点や視野角などを変更した際に製品画像が背景の中で浮上したり埋没して見えるという問題があるため，背景の距離データ（形状データ）の同時取得を目指した。

一方，背景のデータが複雑すぎると CG レンダリングに時間がかかりすぎレスポンスが悪くなる。昨年度は，テーブルやキャビネットなど商品を置く物体のみを 3D モデル化する方法を検討し，今年度は，画像データと距離データの解像度を変える方法を検討した。

図 2 Kinect v2 で取得した低解像度距離画像

図 3　Osmo+で取得した高解像度カラー画像

図 4　Osmo+パノラマカメラの外観

図 2 と図 3 には，ToF（光の飛翔時間計測）式レンジスキャナを内蔵する Microsoft Kinect v2 で取得した低解像度距離画像（2,700×527 画素）と，自動回転機構を有する DJI Osmo+で取得した高解像度カラー画像（18,432×2,200 画素）の例を示す。外周の距離画像とカラー画像を背景球体の内面にマッピングすることで背景の形状が反映される。図 4 には DJI Osmo+の外観を示す。電動ジンバルとスタビライザーが装備されている。

2.3 ディスプレイツール

ディスプレイツールは，あらかじめ用意した製品の形状データおよびテクスチャデータと外周データを元に簡便にシーンを構築することができ，ユーザが写実的 CG を容易な操作で見られるようにするシステムである。一般的な PC やスマートフォン，ゲームコンソールなどの Web ブラウザなどに表示できるように開発を進めた。初年度と 2 年目には表示機能・操作性などについて主に開発と評価をおこない，ゲーム

エンジンでのスタンドアローン表示ツールおよびWeb表示ツールを試作した。3年目の今年度はシーン構築について機能を強化した編集・閲覧ツールを試作した。図5はツールの編集モード画面である。編集モードでは，ビューの中心に製品オブジェクトを配置し，テクスチャのマテリアルや外部照明条件などを設定することができ，閲覧鑑賞モードでは，構築したシーンを呼び出して自由な視点で製品画像を鑑賞できる。

2.4　プレゼンスツール

プレゼンスツールは，通常のディスプレイ表示よりも写実性を高めたり没入感を高めたりするために，プロジェクションマッピングやヘッドマウントディスプレイを活用する表示システムである。

プレゼンスツールの初年度と2年目の研究では，ヘッドマウントディスプレイ（HMD）を用いてバーチャルリアリティ（VR）表示とオーグメンテッドリアリティ（AR）表示，つまり実画像にリアルタイムにCGを描画する方法を検討した。3年目の今年度は，疑似的3D表示ディスプレイでのコンテンツ制作と，ワイドプロジェクタシステムによる臨場感向上を検討した。

図6にDreamocHD3という反射投影デバイスへの製品ムービー投影状態を示す。天面に仕込まれたLCDへ表示した3面図上の製品イメージがピラミッド状のハーフミラーに投影されて鑑賞される。回転ムービーを表示することであたかも立体が浮上して回転しているように見える。

図7にアスペクト比32対10のワイドスクリーン（幅3,667mm×高1,146mm）を用いたワイドプロジェクションブースを示す。3台の超短焦点プロジェクタから製品画像を投影して，同時に最大で6種類の製品を同時に鑑賞できるようなシーン構築ソフトウェア（編集・閲覧ツール）を試作した。

どちらも当所の講堂脇展示ホールに常設展示することにして現在設置調整作業を行っている。今後様々な製品の展示に活用する予定である。

図5　ディスプレイツール用
シーン構築ソフトウェア

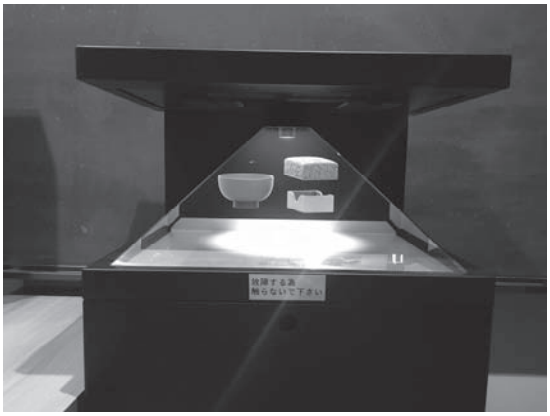

図6　疑似3D表示例

図7　ワイドプロジェクションスクリーン

3.　課題と展望

テクスチャツールとバックグラウンドツールのCG素材生成技術については，自動化・高性能化という点でまだ研究の余地があり今後の継続的な改善が必要である。

ディスプレイツールとプレゼンスツールの，シーン構築（オーサリング）およびブラウジングのための編集・鑑賞技術については，一応の完成をみたため，関連企業へフィールドテストに供することで完成度の向上につなげたい。

4. 結　　言

(1) 伝統的工芸品を始めとする質感が重要な製品のバーチャルショウケースを構築するための技術開発とデモコンテンツの制作を行った。

(2) 3 カ年の事業で，以下の 4 つのパートについて研究開発を行なった。

(A) 写実的コンピュータグラフィクス（CG）に必要なテクスチャマッピングのためのマップデータの分析・合成を行う「テクスチャツール」

(B) CG の写実性を高めるため背景画像モデルを取得する「バックグラウンドツール」

(C) ウェブ経由で高い操作性を備えて写実的表示できるようにする「ディスプレイツール」

(D) 汎用のパネルディスプレイ表示に代えて，より臨場感や拡張現実感・没入感が高く表示できる「プレゼンスツール」

(3) 3 年目は，過去の研究[1)2)3)4)]の成果と課題をもとにフィールドテストができるデモシステムの開発を行った。

(4) 次年度以降は，デモシステムのフィールドテストやデモ用コンテンツの制作を行いながら，実用化・普及促進に向けた活動を活発化したい。

なお，本研究は，総務省から戦略的情報通信研究開発推進事業（SCOPE）平成 27 年度地域 ICT 振興型研究開発課題（課題番号 1654467）として委託を受けて実施した。

参考文献

1）阿部，中部，橋詰，“質感の測定技術・表現技術の研究 ”，工業技術研究報告書，No.42，2013，pp. 68-71.

2）阿部，中部，橋詰，“質感の測定技術・表現技術の研究 （第 2 報）”，工業技術研究報告書，No.43，2014，pp.19-25.

3）阿部，大野，長谷川，中部，木嶋，“伝統的工芸品の世界販売戦略を支援するためのバーチャルショウケースの研究開発”，工業技術研究報告書, No.45, 2016, pp.11-16.

4）阿部，大野，長谷川，中部，木嶋，“伝統的工芸品の世界販売戦略を支援するためのバーチャルショウケースの研究開発（第 2 報）”，工業技術研究報告書, No.46, 2017, pp.3-7.

5）M. Phar and G. Humphreys, *Physically Based Rendering, Second Edition*, Morgan Kaufmann, MA，2010.

6）D. Wolff, *OpenGL4.0 Shading Language Cook book, Second Ed*，Packt Pub.，2013.

7）阿部淑人，“鎚起銅器の CG 再現のためのマッピングテクスチャ生成”，映像メディア処理シンポジウム 2015 予稿集，2015 年 11 月

8）阿部淑人，“2 値画像の類型とその連続変化”，映像メディア処理シンポジウム 2016 予稿集，2016，pp.106-107.

9）阿部淑人，“確率的進化手法によるプロシージャルテクスチャ自動合成について”，映像メディア処理シンポジウム 2017 予稿集，2017，pp.36-37.

10）K Perlin, "An Image Synthesizer"，Proc. SIGGRAPH，19，July 1985，pp.287–296.