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

阿部　淑人*　大野　宏**　長谷川　直樹***　中部　昇***　木嶋　祐太****

Development of Virtual Showcase for Worldwide Promotion of Traditional Handicrafts

ABE Yoshito*，OHNO Hiroshi**，HASEGAWA Naoki***，NAKABE Noboru*** and KIJIMA Yuta****

**抄　録**

質感の高い伝統的工芸品の販売を支援するためのバーチャルショウケースの開発を行っている。企画から設計・製造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成果を活用して，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観察できるシステムを構築することとした。

本年度は，総務省　戦略的情報通信研究開発推進事業（通称 SCOPE）の採択を受けた 3 ヵ年の研究開発計画の初年度として予備実験やプロトタイプ試験などを実施した。主に，全体概要および個々の技術要素の研究開発構想と当面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，村上木彫り堆朱や新潟漆器，燕鎚起銅器など 13 地域で 16 品目が指定されている。品目数は全国で第 2 位の地位であるが，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課題もある。

国内市場の縮小に対する策として，広く海外に販路を求めることが急務となっている。伝統的工芸品について，世界各地に製品フルラインナップのショウルームを設置することには，コストの増大や輸送あるいは在庫の確保など様々な困難が伴う。その解決には，ICT（情報通信技術）を活用し，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，イツでもドコでもウェブ・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）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，平成 23～24 年度に創造的研究で取り組んだ「質感の測定技術・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係る技術と，鑑賞・操作に係る技術

*　素材応用技術支援センター
**　下越技術支援センター
***　研究開発センター
****　中越技術支援センター

について研究を開始した。開発要素ごとに分割すると，

A 写実的コンピュータ・グラフィックス[3) 4)]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・合成をおこなう「テクスチャツール」

B 写実性を高めるために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」

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。これらを開発し，システム全体として 3 年後に実環境下で試験運用できることを目標としている。

## 2. 研究開発内容

前記の 4 つのツールについて順に列記する。

### 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（または CG の 3 次元モデリングソフトウェア）で造形することとした。

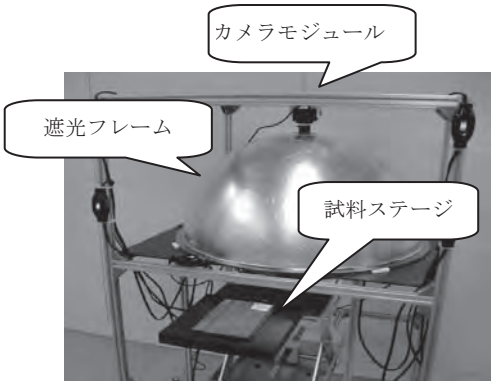



**図 1　撮像デバイス**

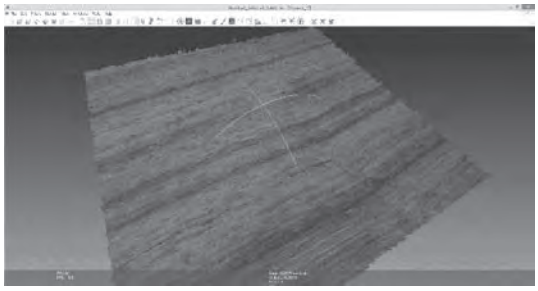
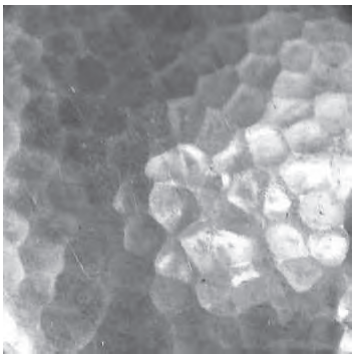


**図 2　木製テストピースのカラー点群データ**

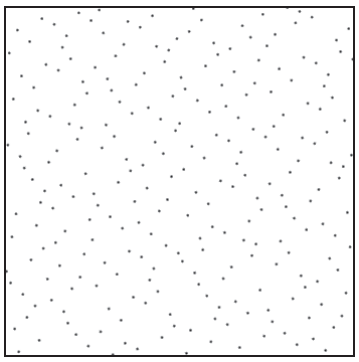
図 1 は，撮像デバイスの外観である。陰影のない色彩画像および光沢画像を取得することと，単眼カメラで凹凸情報を算出するためのステレオ画像を取得することを目的としたものである。外乱光を遮蔽するためにアルミ箔を貼付したアクリル半球を外部に設け，その内側には散乱光を照射するための半透明半球を内蔵した。半球の天頂部には開口を設けて，カメラモジュールによって試料ステージに載せたテストピースを撮像できるようにした。2 つの半球の間には拡散照明として機能するための高演色性 LED 光源を上向きに装備した。また直射式の方位照明として機能するための高演色性 LED 光源を，半透明半球の斜め上方に開口して装備した。

図 2 は試験的に木製のテストピースを撮像して得られた画像から模様の色彩と凹凸を取得した結果を図示したものである。撮像後に 1024×1024 画素を切り出してからステレオ画像マッチングを行って凹凸情報を算出するのに，CPU クロック 2.4GHz の PC で 11 分 30 秒を要した。

今後，点群データからメッシュデータへの効



実画像



中心位置特徴

合成した法線マップ

**図 3　鎚起銅器の打叩模様**

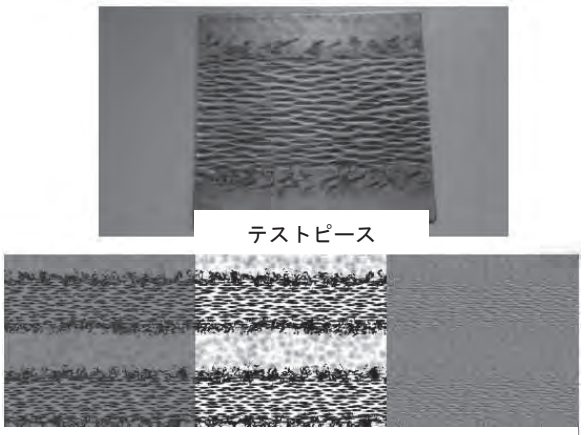



**図 4　複合模様のテストピースと生成結果**

果的な変換方法などを検討し，実際の伝統的工芸品模様を施したテストピースによって多数の実画像データを蓄積する予定である。

撮像した画像を元にして，テクスチャマッピングに使用する色彩マップと光沢マップと法線マップの 3 画像を生成することが必要で，それぞれの画像は大表面を覆った際にもつぎはぎとならないように循環対称であることが求められる。

図 3 には鎚起銅器の典型的な鎚目模様を写した写真と，それを元に生成した打叩位置情報，その位置に金鎚で打叩するようにして画像処理して得た法線マップを示す。単純鎚目については，適切に打叩位置を発生することで自動合成が可能となった。複雑な模様については，加飾形状による領域分割などいくつかの分析合成手続きが必要であり，今後の課題である [5]。

図 4 には，複合模様の鎚目を有するテストピースと，そのために専用に書き下ろしたソフトウェアで生成したテクスチャを示している。個々にソフトウェアを書き下ろすことなく自動的に生成できるようにすることが目標である。

また，本研究課題では，燕鎚起銅器のほか村上木彫堆朱と新潟漆器も対象にしているが，過去に開発したテクスチャからの進展がなかったためここでは説明を省略する。

### 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 VFX（バーチャル・エフェクツ）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®，iStar®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，より安価な装置で撮像できることと，室内などの近景を対象にするため距離データの同時取得をめざした。

3 カ年計画の初年度の目標としては，ステレオカメラなどによって簡易的に外周の距離画像と色彩画像および光沢画像を取得するための予備実験を完了することを掲げた。

図 5 には，Ricoh 社製の THETA S という 2 眼式全周画像カメラ（画像サイズは 360°×180°: 5376×2688 画素）を 2 台縦列配置したデバイスを示している。これを用い縦列ステレオとなる全周画像を取得して距離画像の生成を試みた。

図 6 は，会議室のテーブル上に撮像デバイスを設置して取得した全周画像の例である。床には長机と椅子が多数配置されていて，これらの形状が正確に取得できれば，外周画像と製品画像を合成する際に背景と製品の位置関係がずれることが少なくなる。

図 7 は，上下ステレオ画像から算出した距離データを元に外周形状を生成したものであるが，距離データの不正確さに由来する歪みと，雑音的な凹凸が認められることから改善が必要である。

### 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とテクスチャデータそして外周データを元に写実的 CG を簡便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ウェブ・ブラウザに表示できるように開発を進めている。今期はゲームエンジンと呼ばれるソフトウェア開発ツールを用いて，リアルタイムに写実的な CG を表示し製品やテクスチャの変更あるいは視点の移動などができるサブシステム

図 5　全周撮像デバイス

図 6　全周画像

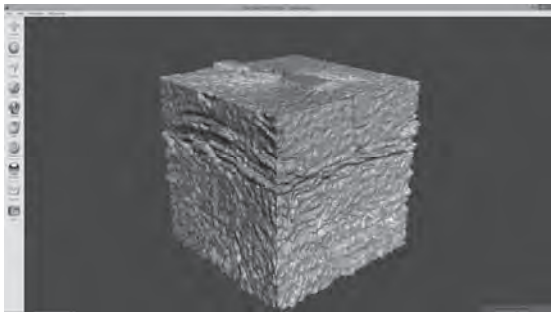
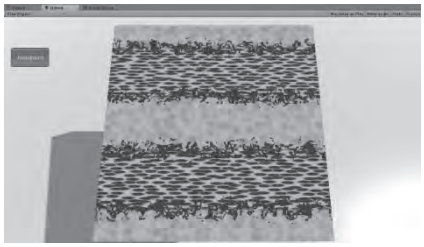


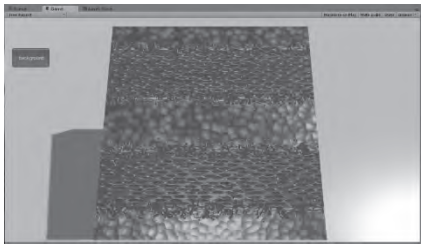
図 7　算出した外周形状

のプロトタイプソフトウェアを制作した。当研究所内の LAN 環境下に用意した既設のウェブサーバに，ゲームエンジンで制作したアプリケーションソフトウェアと，製品の形状データ・テクスチャデータを格納し，LAN 経由で別の PC からウェブ･ブラウザで製品の CG を表示し，着せ替えや視点移動などの操作ができるようにした。

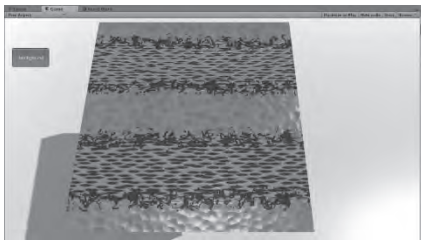
図 8 には，制作したソフトウェアで，図 4 に示したテクスチャを表示した結果を示す。表示装置側でのリアルタイムレンダリングであるが，マッピングとパラメータの調整により概ね良好な表示ができるようになった。今後，機能性や



色彩マップのみ適用



光沢マップも適用



金属パラメータを調整

図 8　テクスチャマッピング結果

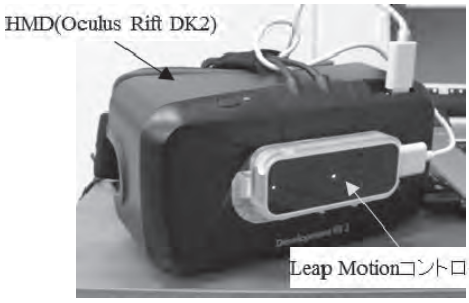
操作性に関する開発の進行と合わせて表示品質と表示速度の一層の改善も行っていく予定である。

図 9 には，急須の形状データにテクスチャをマッピングして表示した様子を示した。マウス操作などによって視点移動などを容易に試すことができ，FullHD 解像度で 30 フレーム毎秒程度のスループットが得られた。また，4K 解像度のテレビジョンモニタに出力した場合にも 7 フレーム毎秒程度のスループットが得られた。今後は，表示品質の向上をはじめとして品目・データの登録管理など多くの機能追加を行うことを予定している。

### 2.4　プレゼンスツール

プレゼンスツールは，通常のパネルディスプレイ表示よりももっと写実性や没入感を高めるために，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。

図 9　レンダリング結果



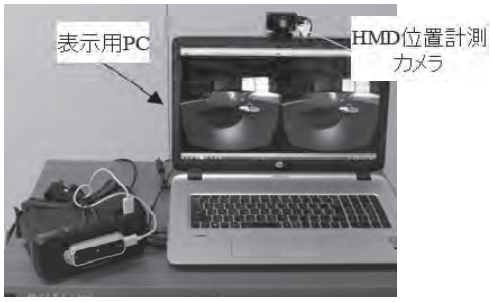




図 10　ヘッドマウントディスプレイと
ジェスチャデバイス

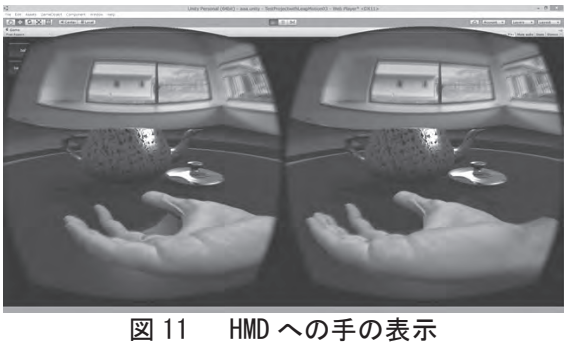


図 11　HMD への手の表示

図 10 に示したようなヘッドマウントディス

プレイ HMD（Oculus-Rift DK2）とポインティングデバイス（Leap Motion）を用いて，ハンドジェスチャによって視点を変更する没入型表示について検討した。現状では 20FPS 以上のフレームレートが出ているため，視点や視線の移動はストレスなく行うことができた。フレームレートと独立の問題として，自然な印象を目指して，図 11 に示したように被験者の手を模擬的に表示すると逆に違和感が出ることがわかった。

今後は，距離情報付き全周背景画像を適用した場合フレームレートの低下が懸念されるため，10 フレーム毎秒を下回らないための手法について検討を行い，併せてプロジェクションマッピング方式のプレゼンスツールの開発にも着手する。

## 3. 結　　言

（1） 伝統的工芸品を始めとする質感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を開始した。

（2） 3 カ年の研究計画で以下の 4 つのパートについて研究開発を行なっている。

A 写実的コンピュータ・グラフィックス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・合成をおこなう「テクスチャツール」

B 写実性を高めるために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） 初年度は，過去の研究 [1) 2)]の成果と課題をもとに主に予備実験や基礎検討を行なった。

（4） 次年度以降は，今年度の成果をもとに研究開発を本格化する予定である。

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 年度課題名「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（課題番号 1654467）」として委託をうけたものである。

## 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) T. Akenine-Moeller and E.Haines, *Real-Time Rendering Second Edition*, A. K. Peters, Ltd, MA，2002.

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

5) 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