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2報）

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, 2nd. Ed.

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

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。 平成27年に総務省の戦略的情報通信研究開発推進事業（通称SCOPE）の採択を受け，3ヵ年の研究開発計画の2年目としてシステム試作と検証などを実施した。主に，全体概要および個々の技術要素と今年度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品目が経済産業大臣の指定を受けている。品目数は，全国で第2位であるものの，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ことが急務となっている。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，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，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事業で取り組んだ「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かかる技術と，鑑賞・操作

*　素材応用技術支援センター
**　研究開発センター
***　下越技術支援センター
****　企画管理室

にかかる技術について研究開発 [3]を行っている。

本研究を開発要素ごとに整理すると，

(A) 写実的 CG[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・合成を行う「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 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) 汎用のフラットパネルディスプレイ表示に替えて，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研究完了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

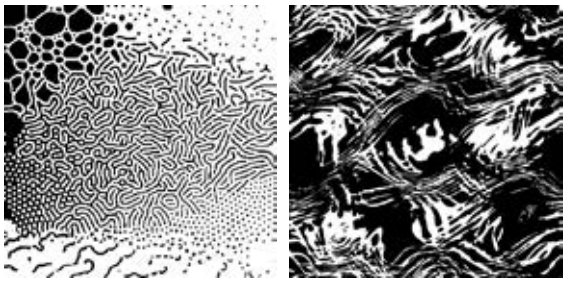
前記の 4 つのツールについて列記する。

2.1 テクスチャツール

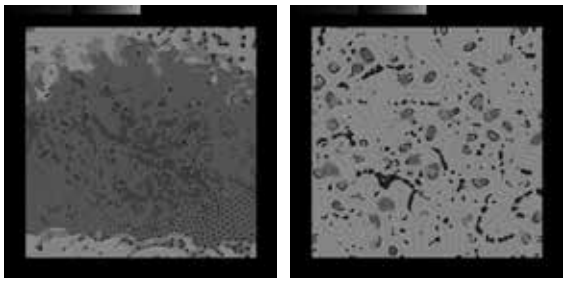
テクスチャツールは，伝統的工芸品を CG で再現する際に必要な色彩・模様データ（テクスチャマップ）を生成するためのサブシステムである。

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。

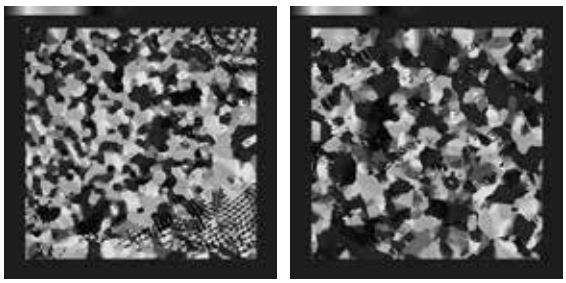
テクスチャの分析に関して，テクスチャを 2 値化してその部分形状（模様素）を 2048 種類の



（a）元画像



（b）形態分布図



（c）方位分布図

図 1　テクスチャのパターン分析
（左側）チューリング・パターン
（右側）漆塗り磯草模様

基本模様素とのマッチング分類を行い，それらが連続変化する様子の追跡を行なった。図 1 には例として 2 つのパターンを分析した結果を示している。(a)が元画像である。(b)が画素ごとに，線状か点状か，そしてスケールの大きさがどうかの分布を示している。(c)は異方性を分析した方位の分布を色相で示している。この分析によって 2 値画像に限らず濃淡画像においても部分的な模様素の性状を推測することができるようになった。この分析には 1024×1024 画素のパターンに対して 20 分以上を要しているため高速化が必要である。また分析結果を元に GLSL と

呼ばれる CG 用記述言語 [5]でパターン発生することに改めたため，その部分を現在追加開発 [6]している。

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，本研究では，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。

図 2 と図 3 には導入したランダムドットアクティブステレオ方式 3D スキャナ（Mantis Vision 製 PocketScan3D）の外観と，それによって取得した点群データ（位置情報と色情報を持った複数の点群）の例を示す。これにより図 4 の室内テーブルを，キャリブレーション済みの近距離周囲環境画像を取得した結果が図 5 である。現在点群データを面情報に展開して画像情報を貼り付けることを行っているので，その結果を元にパノラマステレオカメラ画像のキャリブレーションを行う予定である。点群の距離精度は±0.2%程度であり，点群密度は 360°(水平)×180°(垂直)に対しておよそ 12000 点×3000 点程度で 1 分以内に取得できる。パノラマカメラと当該スキャナを組み合わせた外周撮像デバイスを次年度に開発する予定である。

HDR 画像および光沢画像の取得についてはパノラマカメラとアクティブ光源の組み合わせ

図 2　PocketScan3D 外観

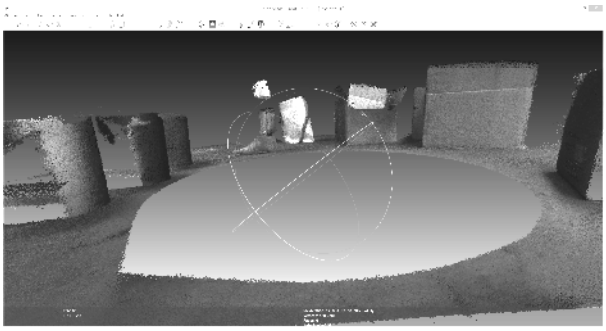


図 3　PocketScan3D で取得した点群

図 4　室内テーブルの外観

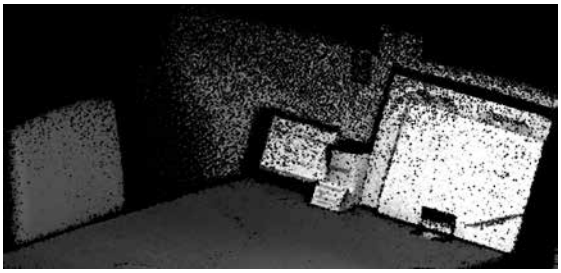


図 5　室内テーブルから取得した点群

で実現するように設計を行っている。パノラマカメラの解像度についても，これまで使用して

いた Ricoh 製 Theta S（解像度 5000×2500）では不足するため，複数撮像からの超解像処理を実装している。

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 Web ブラウザに表示できるように開発を進めている。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。昨年度からの進展は，開発に使用するゲームエンジンを Unity から Autodesk Stingray へ変更したことと，WebGL への対応である。これにより図 6 に示したように，対応ブラウザであれば特殊なプラグインが無くても表示可能となった。

図 7 にはレンダリング品質の差を図示した。Stingray の方が一層写実的なレンダリング結果となった。

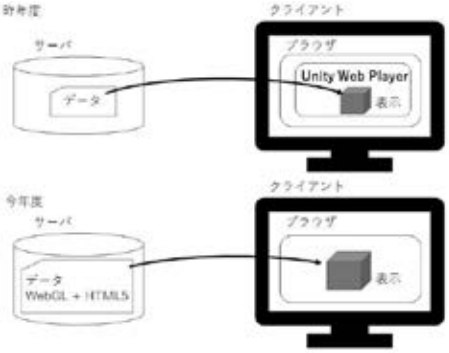
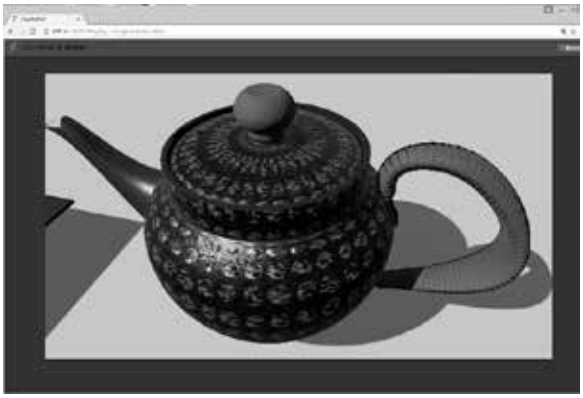


図 6　WebGL への対応

(a) Unity によるレンダリング



(b) Stingray によるレンダリング

図 7　ゲームエンジンによる
レンダリング品質の差

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に対し，より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今年度の研究内容としては，昨年度のバーチャルリアリティ（VR）表示に替えてアーギュメンテッドリアリティ（AR）表示（実画像にリアルタイムに CG を描画する）を検討したことである。図 8 にヘッドマウントディスプレイ（HMD）とステレオカメラのコンポジットデバイスを示す。実際のステレオ視差と同等のコンフィギュレーションとなるため AR 表示の違和感が少ないことが好印象であった。図 9 には当該デバイスで撮像した実際の周辺画像に CG の急須を描画している様子を示し

ている。描画位置の指定には AR 表示でよく利用されるマーカー（所定パターンを描画した小片）を利用した。手に急須やカップ類などを持つことをシミュレーションできるほか，実像と重ねるためにバックグラウンドツールの援用を必要としない。ジェスチャー操作の検討など，ユーザビリティに関して今後は開発を行う予定である。

図 8　HMD とステレオカメラのコンポジット

図 9　AR 表示例

3. 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を行った。

(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（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) 2 年目は，過去の研究[1)2)3)]の成果と課題をもとに主に継続的開発と改善を行なった。

(4) 次年度は，研究開発の最終年度として成果をまとめて実用化に近づける予定である。

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

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

6）阿部淑人，“2 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.