



## 2009 年度下期未踏 IT 人材発掘・育成事業 採択案件評価書

### 1. 担当PM

安村 通晃 PM(慶應義塾大学 環境情報学部 教授)

### 2. 採択者氏名

チーフクリエイター: 村井 慎太郎(長岡技術科学大学大学院 工学研究科  
経営情報システム工学専攻)

コクリエイター: なし

### 3. プロジェクト管理組織

株式会社メルコホールディングス

### 4. 委託金支払額

1,659,847 円

### 5. テーマ名

Web3D 画像生成のための簡易型 3D スキャナーの開発

### 6. 関連Webサイト

なし

## 7. テーマ概要

近年、リッチクライアント環境の浸透により、ブラウザ上で 3D 画像を動的に描画するアプリケーション(Web3D)が脚光を浴びている。特に、世界的に有名な自動車メーカーにおいては各社ともに Web3D コンテンツを設けており、優れたデザイン性をアピールすることに成功している。しかし、Web3D を便利に鑑賞できるようになった一方で、コンテンツ制作者側の負担は非常に大きなものとなっている。

一般的に 3D 画像はモデラーソフトによって、手作業で製図が行われている。一方、本プロジェクトでは 3D スキャナーを使用することによって、Web3D 画像を瞬時に現物から生成するシステムの開発を行う。ただし、研究開発用として市販されている既存の 3D スキャナーは数百～1 千万円程度と非常に高価であるため、本プロジェクトでは革新的な手法を用いて低コストな三次元計測部の開発を行う。

3D スキャナーを安価に提供することによって近い将来、個人が 3D スキャナーを使いこなす時代が来ると考えられる。特にインターネット上では、オークションや SNS など、3D 画像を生かせる媒体が多い。リアルで価値のある Web コンテンツを誰もが制作できるようにすべく、本プロジェクトでは数万円の製造コストで実用精度の形状抽出が可能な 3D スキャナーを開発する。

## 8. 採択理由

Web3D 用の画像を簡単に作りたいと思っても、現状の 3D スキャナーは非常に高額であり、おいそれとは手が出ない。本提案は、カメラ 1 個で、複数の点光源を用い、照度差ステレオ法で 3D 計測を非常に簡便かつ安価に行なおうというものである。もちろん、3D 計測そのものは、すでにある技術であるが、その大幅なコストダウンで、Web3D の大幅な利用増が期待できる。精度や扱える物体の種類がどこまでか、など明らかにしていく必要があるだろう。3D 計測の簡便化がもたらす影響は計り知れないほどであり、その成果を大いに期待している。

## 9. 開発目標

本プロジェクトの開発目標は、ローコストな 3D スキャナーの実現のため、照度差ステレオ法をベースとした以下の特徴を持つシステムを設計し開発することである。

### (a)点光源に対応した照度差ステレオ法の開発

通常の照度差ステレオ法が原理上は平行光線を必要とするのに対し、本プロジェクトでは点光源を用いる方式をとる。平行光線は点光源を特殊なレンズに通す

ことによって生成するが、このような機構は複雑かつ大型化が避けられず、低コストの実現ができないため、今回は点光源をそのまま用いるというアイデアの元に、それに伴う形状抽出アルゴリズムの開発を行なう。

#### (b)点光源に照明用パワーLEDを使用

点光源として最先端の LED デバイスを採用したことを大きな特徴としている。近年では、照明用の広角照射・超高輝度のパワーLEDが登場し、素子単体で性能の高い点光源が得られるようになった。つまり、ハードウェアとしてはパワーLED素子をそのまま用いるという設計が可能となり、専用光源が非常にシンプルとなる。

以上の2点を特徴とした 3D スキャナーのシステム開発を行なう。

## 10. 進捗概要

村井君は3月で大学を修了し、4月からは社会人となり、また就職先の会社では未踏の研究開発はできないことが分かったため、実質的な開発は3月末までであった。プロジェクトスタートの早い時期に、すでに最も初期のプロトタイプは動いていた。1月26日に1回目のプロジェクトレビューを長岡で行なったが、このときすでに、手動で点光源を順に点滅する方式であったが、一通りスキャンが行なっていた。3月27日に私の研究室に来てもらい、2回目のレビューを行なったが、この時点ですでにシステムはほぼ完成していた。4月以降は、報告書の下書き執筆と成果報告会向けの発表の準備などのみである。成果報告会では、フィギュアと人間の顔(開眼で撮影可能)などの実演(デモ)を試みさせた。

## 11. 成果

開発した 3D スキャナーシステムは、(1) カメラ付き専用光源ユニット、(2) スキャナー操作システム、(3) 形状抽出エンジン、および、(4) 3D ビューアーなどからなる。

図 1-1 にカメラ付き専用光源ユニットを示す。これは、中央には CCD カメラが配置されており、周辺に配置した 16 個の緑色 LED から照射された光が物体に当たった反射光の陰影画像を撮影する。LED の点灯は自動化されていて、3D スキャナーソフトウェアの動作するパソコン上から光源制御部に点灯指令信号を送ることによって、光源点灯と画像撮影を同期させている。



図 1-1 専用光源ユニット

スキャンに先立って、図 1-2 に示す 3D スキャナー操作画面により、CCD カメラのパラメータ操作機能(露出、感度、焦点)、LED 点灯と画像撮影の同期、LED 光源の明るさ調整、カメラキャリブレーション値の入力などを GUI 的に設定する。特に適切な露出設定がもっとも重要である。スキャナーをスタートさせると、点光源 LED の点灯毎に陰影画像が得られる。

次に得られた陰影画像の照度値から、距離を逆算で求める。このとき、(1) 平行光源と比べて点光源は入射ベクトルの方向によって位置が異なることと、(2) 点光源から照射される光線は距離の逆自乗に比例して減衰することを考慮した上で、計算を行なうことになる。さらに、深さ(Z)方向のみの探索にすることにより、形状抽出計算の高速化に成功している。



図 1-2 3D スキャナー操作画面

最後に得られた3Dスキャンデータを表示するのが3Dビューアーである。これには図 1-3 に示すようなバンプマップに基づく法線画像で表示している。



図 1-3 3D ビューアー(法線画像)

本システムの開発環境は、Windows XP 上で、Visual C++を用いて行なった。また、動画像のキャプチャーに DirectX を、さらにカメラのキャリブレーションに OpenCV を用いた。なお、光源の明るさに関して、光センサーを光源の近くに取り付け、自動的なフィードバックにより、安定化を図るなどの工夫も随所に行なっている。

## 12. プロジェクト評価

わずか3ヶ月ほどの開発期間内に、従来の平行光線方式とは異なる点光源をベースとした3Dスキャナーシステムを完成させた村井慎太郎君のクリエイターとしての能力は群を抜いている。点光源LEDを利用することにより、従来方式(レーザーを使用)に比べて画期的なコストダウンが実現できる。また、そのための形状抽出の計算に対しても高速化の工夫を行なっている。Z 値のみでは誤差が出やすいが、その表示に法線情報を用いるという画期的な工夫により、最後の表示部に関しても工夫が見られる。

## 13. 今後の課題

今後の課題として、ポリゴンデータの出力、カラー画像化、全周囲計測、さらに、Web ブラウザへの対応などが挙げられる。