

高精細・立体・臨場感コンテンツ技術の研究開発（委託研究）

Research on creating technologies of high resolution, highly sensible presence of three-dimensional content

プロジェクトリーダー

小林 希一*

白井 暁彦*

目崎 裕子*

Kiichi Kobayashi

Akihiko Shirai

Yuko Mezaki

あらまし アクティブステレオ法とシルエット法を併用した形状計測システムを開発し、複雑な立体物形状を高精細・短時間に計測可能とした。また、明るさ範囲の広い画像（HDRI）をグローバル照明光源として、3D オブジェクトと背景画像を3次元空間でリアルに合成し、レンダリングするシステムを開発した。さらに、RGB カラー画像と距離画像を同時に取得可能なカメラを用いて、実写ベースでスタジオセットのモデリングを可能とした。

Abstract A new system for measuring the shape of 3D objects using active- stereo and silhouette methods has been developed. Using this system, we can minutely obtain the shape of 3D objects having complicated structure in short time. A new rendering system under the global illumination with high dynamic range images (HDRI) of 3D virtual space has been also developed. This system generates a realistic composition image of 3D objects and background images. Moreover, we constructed an archiving system of 3D studio set using a specially developed HDTV camera, named Axi-Vision, which can obtain RGB color image and depth image simultaneously.

1. 研究開発の概要

本研究開発は放送用の高品質な映像コンテンツを容易に制作するために、立体物の実写映像に基づいてその電子映像部品（立体映像部品）を作成し、また、部品化した映像を活用して実写映像と違和感なく合成するコンテンツ制作技術の開発を目的としており、次の2つの研究開発課題から成っている。

- 1) 立体映像部品作成システム技術
- 2) 立体物映像合成システム技術

2. 研究開発の内容

本研究開発の目標と具体的内容を表1に示した。15年度に実施した主な研究内容は以下の通りである。

- ①ロボットアーム先端にスリットレーザー光源とCCDセンサーをコンパクトに実装した、アクティブステレオ法による形状計測システムを設計・試作し、複雑な立体物形状を高精細、短時間に計測不能領域少なく計測することを可能とした。
- ②形状計測結果の3次元点群データに対してvoxel votingを施し、ノイズに対して

ロバストなポリゴン化技術を構築した。

- ③半円フレーム回転光源装置を設計・試作し、被写体およびカメラを固定して表面の法線ベクトルを固定し、反射パラメータをより安定に取得することを可能とした。
- ④布や輪郭の不明瞭な被写体など、光源方向、視線方向によってテクスチャの質感が大きく変化する被写体のテクスチャ生成用として、双方向依存テクスチャの採用を試み、その基本機能を検証した。
- ⑤HDRIのグローバル照明下で、3次元空間をリアルタイムにレンダリング可能とするため、反射光を拡散反射成分と鏡面反射成分とに分け、2ステップでリアルにレンダリングするシステムを構築した。
- ⑥HDTV用depthカメラ（Axi-Vision）を用いてスタジオセットの3次元モデル化を試み、3次元メッシュとRGBカラー画像とが良く一致し、有効に使用できることを確かめた。
- ⑦上記⑤と⑥により、仮想空間に3Dオブジェクトを配置し、オブジェクト間および環境映像の映り込みや3Dシャドウの発生等、オブジェクトと背景画像がリアルに合成され、光源の移動にも追従したレンダリングが可能であることを確認した。

*（財）NHKエンジニアリングサービス
次世代コンテンツ研究室

表 1 研究開発の目標と内容

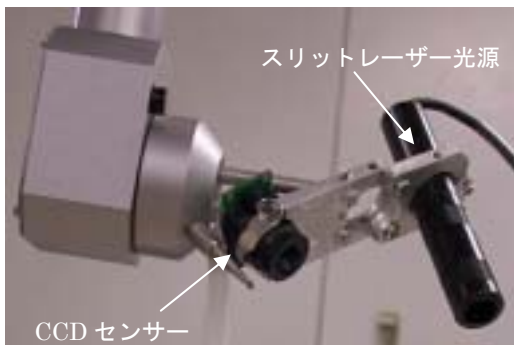
課題と目標	具体的開発内容
<p>課題 ア. 立体映像部品作成システム技術</p> <p>目標：立体物の実写映像から、その形状データ、テクスチャデータ、表面反射パラメータ等を抽出し、データ量を高度に圧縮した立体映像部品を作成する技術の開発</p>	<ul style="list-style-type: none"> 複雑な形状、多様な材質の立体物に対し、計測不能領域を少なく、HDTVのフル画面でサブピクセルの分解能で3次元形状の計測を可能とする 立体映像部品のデータ取得を高速化し、これまでの1/10以下の時間で取得可能とする 立体映像部品データを数MB程度に圧縮符号化してデータベース化するトータルシステムを開発する
<p>課題 イ. 立体物映像合成システム技術</p> <p>目標：圧縮された立体映像部品データから高精細でリアリティの高い映像を再構成し、実写映像と違和感なく合成する技術の開発</p>	<ul style="list-style-type: none"> 立体映像部品と背景映像の照明を一致させ、質感高く合成して、違和感の少ない合成画像のリアルタイムレンダリング化を図る 仮想空間の3次元モデリングシステムを開発し、空間内でのカメラワークに対して違和感の少ない画像合成を可能とする

3. 高精細3次元形状計測装置

図1に今回開発したアクティブステレオ法による形状計測装置の概観とロボットアーム先端部の写真を示した。



(a) 概観



(b) 先端部

図1 形状計測装置

本装置で計測した3次元点群データはシルエット法の計測結果とマージし、Voxel voting法によって全体形状を決定する。本装置による計測はズームアップ画像による計測と等価であり、3Dオブジェクトをフル画面サイズとした時、サブピクセルの分解能で計測可能である。本装置を使用することにより視点数36の画像を用いて約30分で全体形状の決定が可能となった。

4. Axi-Visionカメラによる奥行き計測

立体映像部品を背景映像とリアルに合成するには、仮想空間の3次元化が欠かせない。今回、HDTV用depthカメラ(Axi-Vision)を用いてスタジオセットの3Dモデル化を試みた。

Axi-Visionの距離画像は近赤外光LEDの発光強度をランプ波形で変調し、上昇時および下降時の受光強度の比をとることによって取得される。Axi-Visionの特長は、

- ① RGBカラー画像と距離画像が同軸光学系であり、両画像間での画素の対応が良く、正確なテクスチャマッピングに向いていること
- ② 被写体表面の反射率の影響および反射光の分散の影響を除いて奥行き計測が可能であること

である。Axi-VisionはHDTVの距離画像を30フレーム/secで出力するが、今回、距離画像を積分してショットノイズを低減し、奥行き計測の分解能を向上して3Dオブジェクトの形状計測にも使用可能であることを確かめた。図2にAxi-Visionカメラの概観を、ま

た、図3に奥行き検出の原理の概要を、さらに図4に距離画像の例を示した。

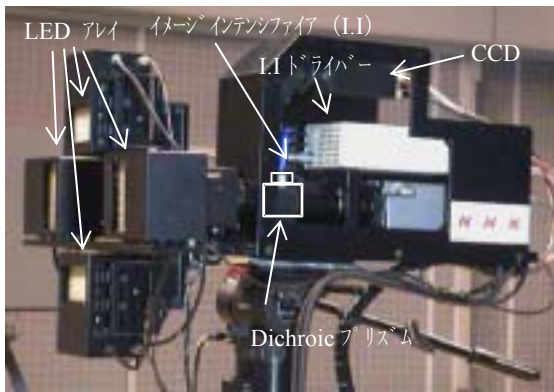


図2 Axi-Visionカメラの概観

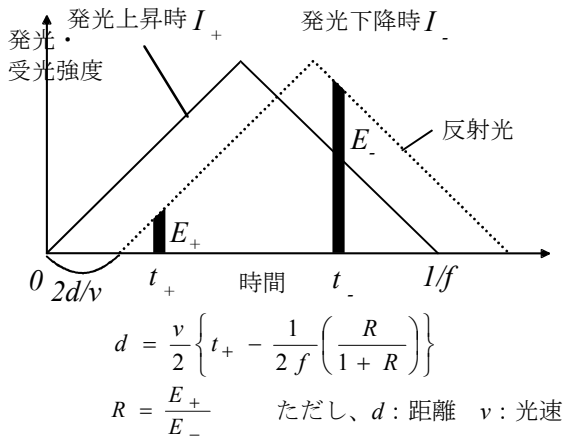


図3 Axi-Visionの奥行き計測の原理

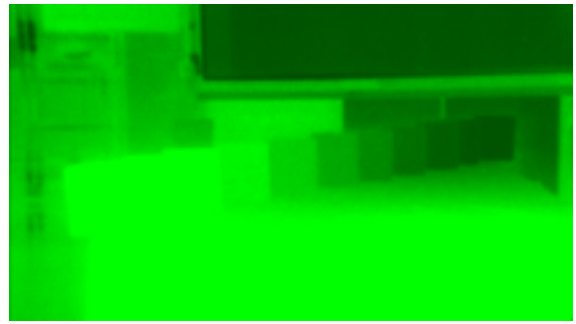


図4 Axi-Visionの距離画像例
(パネルは10cm間隔)

5. 画像合成・レンダリングシステム

立体映像部品と背景映像をリアルに合成してレンダリングするトータルシステムを検討し、拡散反射成分と鏡面反射成分の2ステップでレンダリングするシステムを構築した。図5にその全体構成を示す。本レンダリングシステムの特長は次の通り。

- ① HDRI のグローバル照明下でオブジェクト間および環境映像の映り込みを含めて拡散反射成分を表現している。
(オプトグラフ社製シェーダーツツを改良)
- ② 鏡面反射はCGソフトの ray tracing 法でリアルタイムレンダリングが可能。(Alias 社製 MAYA5.0 を使用)
- ③ 15 段階の明るさで魚眼レンズを用いて撮影した画像を HDRI として使用。

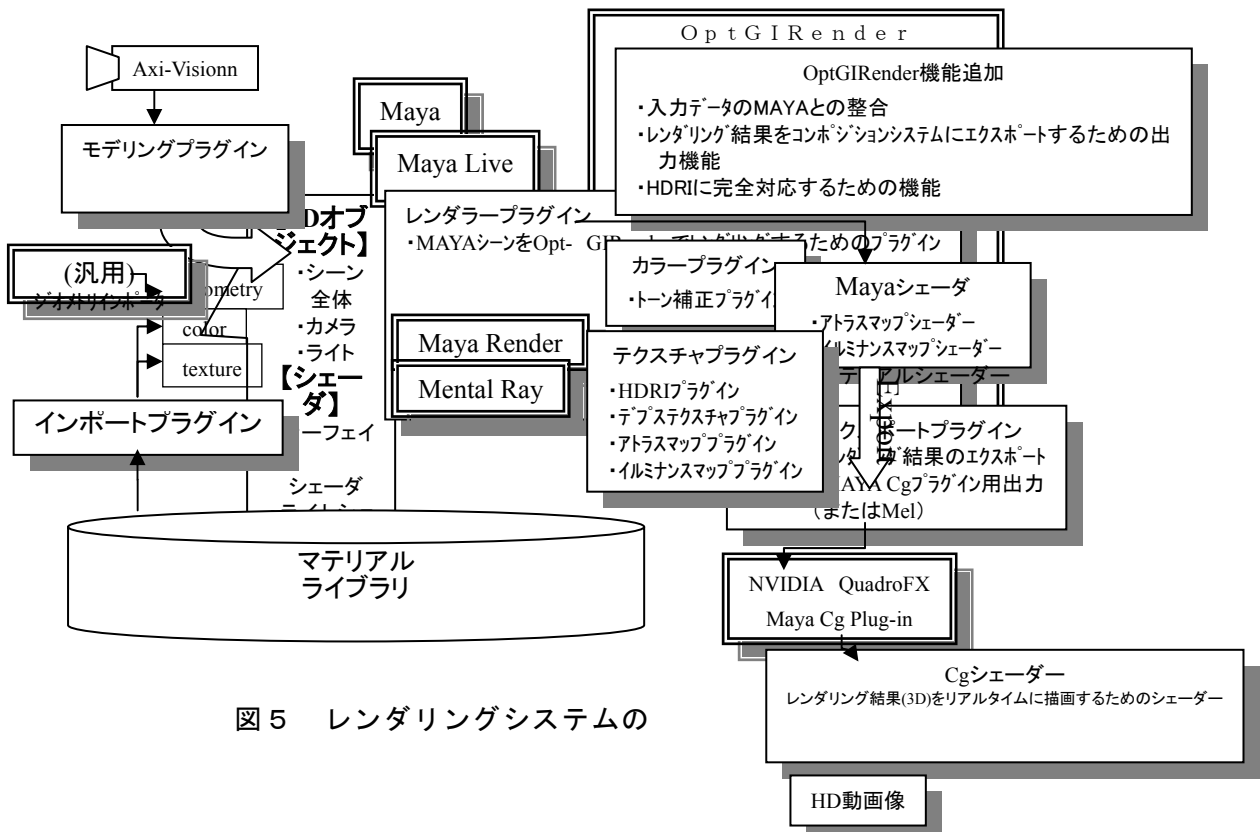


図5 レンダリングシステムの

6. 3次元画像合成実験

Axi-Vision の距離画像からスタジオセットを3次元メッシュ化し、その中に3Dオブジェクトを配置して、HDRI のグローバル照明下で3次元画像合成実験を行った結果を図6に示した。



図6 3次元画像合成実験

図6から明らかのように、RGBカラー画像の3次元メッシュへのマッピングは極めて良く、オブジェクト間および環境画像の映り込み、オブジェクトの拡散反射と鏡面反射によるシェーディングも良好である。特に、オブジェクト(うさぎの置物)のシャドーは3次元で、複雑な奥行きを表現したリアルな合成画像を実現している。図7に本実験で用いたHDRIグローバル照明のサンプル画像を示した。(明るさ15段階の内の1枚)



図7 HDRI画像の一例

7. まとめ

アクティブステレオ法とシルエット法併用の高精細形状計測システムを開発するとともに、RGBカラー画像と距離画像を同時に取得可能なHDTVカメラ(Axi-Vision)を用いて3D仮想スタジオを作成し、その中に3Dオブジェクトを配置して、HDRIグローバル照明下で背景画像とリアルに合成することを可能とした。

参考文献

- [1] Akihiko Shirai, Kiichi Kobayashi, Masahiro Kawakita, Suguru Saito, Masayuki Nakajima, "A new archiving system for TV studio sets using depth camera and global illumination", Proceedings of NICOGRAPH International 2004, (2004).

研究者一覧

所 属	氏 名
財団法人 NHKエンジニアリングサービス	
リサーチセンター 次世代コンテンツ研究室	小林 希一
リサーチセンター 次世代コンテンツ研究室	白井 暁彦
リサーチセンター 次世代コンテンツ研究室	目崎 裕子
マルチメディア プロジェクト事業部長	石田 武久
マルチメディア マルチメディア開発部	沼澤 俊義
[研究委員会委員]	
NHK放送技術研究所	
(マルチメディアサービス)	下田 茂
(マルチメディアサービス)	林 正樹
(マルチメディアサービス)	三ツ峰秀樹
(次世代符号化)	岩館 祐一
(表示・光デバイス)	河北 真宏
三洋電機株式会社 技術開発本部	
デジタルシステム技術開発センター	藤村 恒太
株式会社構造計画研究所設計技術部	中西 良久
広島工業大学工学部	張 曉華
東京工業大学精密工学研究所	齋藤 豪
東京工業大学情報理工学研究科	中嶋 正之