

平成23年度研究開発成果概要書

「革新的な三次元映像技術による超臨場感コミュニケーション技術の研究開発  
課題イ 三次元映像通信・放送のための中核的要素技術の研究開発」

(1) 研究開発の目的

インテグラル式立体を中心に、立体映像の撮像・生成、合成・編集に関する研究を進めることにより、インテグラル式立体動画コンテンツへの総合的な映像生成技術基盤を構築する。

(2) 研究開発期間

平成21年度から平成23年度（3年間）

(3) 委託先企業

日本放送協会<幹事>、東京大学、(株)日立製作所

(4) 研究開発予算（百万円）

平成21年度 5.9（契約金額）

平成22年度 5.5（契約金額）

平成23年度 5.2（契約金額）

(5) 研究開発課題と担当

課題イ：三次元映像通信・放送のための中核的要素技術

(イ-1) 多視点カメラからの立体映像生成・処理（日本放送協会）

(イ-2) 疎／密カメラからの立体映像生成・処理（東京大学）

(イ-3) 3次元データと立体映像の合成・編集（日立製作所）

(6) これまで得られた研究開発成果

		(累計) 件	(当該年度) 件
特許出願	国内出願	14	5
	外国出願	0	0
外部発表	研究論文	35	16
	その他研究発表	47	18
	プレスリリース	2	2
	展示会	21	7
	標準化提案	0	0

## 具体的な成果

### (イ-1) 多視点カメラからの立体映像生成・処理 (日本放送協会)

#### [1] 多視点ハイビジョンからの3次元オブジェクトの生成

多視点映像から3次元オブジェクトを生成する手法として信頼度伝播法について検討を進めた。信頼度伝播法の誤差エネルギー関数として、ロバストな推定が行えると言われている Daisy を導入し推定精度の向上を図った。この手法を3台のカメラ映像に適用し、オクルージョン領域やテクスチャレス領域の判定機能を付け加えることにより、左右2つのステレオペアの距離推定の信頼性を判定し、適切なペアの推定結果を自動選択できるようにした。本手法の性能を検証するために、11台のカメラで撮影した相撲の多視点映像に適用し、その3次元オブジェクトを生成した。さらに、

#### [2] 3次元オブジェクトからの立体映像の生成

3次元オブジェクトからのインテグラル立体映像の生成に関して、高品質化・高速化の観点で検討を進めた。高品質化については、前年度に実施した主観評価実験の結果を分析し、折り返し雑音抑制フィルター処理の効果を検証した。その結果、レンズアレー用と要素画像用の2つのフィルターにより折り返し雑音を適切に抑制できることを確認した。高速化については、解像度 3840×2400 で画素サイズ 0.1245mm の液晶ディスプレイとレンズ間隔 2.64mm で焦点距離 8mm のレンズアレーを組み合わせたインテグラル立体表示装置を用いて、4台のPCで並列処理することにより、約 4fps の描画速度でインタラクティブに立体像を生成できるシステムを試作した。この他に、角度センサーを用いたインタラクティブに立体像を生成するシステム、Kinect と組み合わせたリアルタイム立体表示システム、あるいはインテグラル立体伝送システムなどのアプリケーションを試作した。

### (イ-2) 疎／密カメラからの立体映像生成・処理 (東京大学)

#### [1] 疎カメラによる3次元オブジェクトの生成

複数台の手持ちカメラを用いた3次元構造復元システムの提案を行った。具体的には、異なる機種 of 複数台のカメラに対するキャリブレーション法と、複数台の手持ちカメラによって復元された粗いデプスマップを高精度化する手法を実装し、キャリブレーションパターン利用した場合に近い精度のカメラパラメータの精度を実現し、また標準データセットに適用して既存手法によって復元されたデプスマップの精度を大きく向上させる事に成功した。

#### [2] 3次元オブジェクトからのマーカレスモーションキャプチャ

多視点映像から復元されたボリュームモデルに基づいて被写体の姿勢と

表面形状を同時に復元する手法を提案した。提案手法はパーティクルフィルタ法を応用して高速に運動する被写体の 42 自由度の姿勢推定を実現し、同時に被写体の高精度なメッシュモデルを復元する事に成功した。標準データセットを利用した評価実験において提案手法の既存手法に対する優位性が示された。

### [3] 多眼動画像からのオブジェクトセグメンテーション

前年度までに実装した、視点間および時系列の情報伝搬を用いて、多眼動画像からオブジェクトをセグメンテーションするアルゴリズムの検討を継続するとともに、立体映像の編集加工や自由視点映像の高画質化を見据えて、精度や安定性を向上させる研究に取り組んだ。具体的には、背景と前景のヒストグラムを同時に評価する枠組みを提案し、セグメンテーションの精度が向上することを示した。また、明確な領域を指定する方法に加えて、Shift-map を用いて不要な領域だけを自動的に削除するリターゲット処理をステレオ画像に適用することに成功した。

### [4] 時空間 MRF によるアルファマップ推定とデプスマップの高精度化

マイクロソフト社の Kinect に代表されるデプスカメラにおいて取得された奥行き画像を利用して、髪の毛のような微細な構造を含む前景領域を抽出する手法を提案した。同時に、デプスカメラによって取得される奥行き画像は誤差を多く含むため、推定された画素の透明度（アルファ値）利用する事によって奥行き画像の誤差を減らす手法を提案した。両者を交互に適用する事によってアルファマップとデプス画像の双方の精度を向上させることに成功した。

### [5] 擬似的な立体表現手法

要素技術を統合して映像コンテンツ制作に活用するのに向け、より心理的効果が高い、擬似的な立体表現手法の探究を行った。とくに、擬似的立体表現手法への需要が高い場合として、女性を中心としたユーザーが、映像の中で実際よりも美しい姿になろうとする目的に注目した。3次元映像において、擬似的に実際よりも美しい顔を作る映像処理技術を開発するための方向性を決めるため、第一に、日本の歴史の美人画を参考にし、美人画に描かれている擬似的な美人顔を再現するための擬似的立体表現手法の構築を行った。第二に、現代の人々においても擬似的な美人顔の要求が高いことを明らかにし、2次元画像において擬似的な美人顔を作る技術がユーザーへ普及した既存事例を分析し、擬似的立体表現技術の普及モデルを明らかにした。

### [6] 複数の距離画像からの3次元形状復元

個々の位置関係が自明ではない複数台のデプスカメラを用いて被写体の全周3次元構造を高速かつ高効率に復元する手法を提案した。具体的には、各視点の距離画像をメッシュに変換し、メッシュに基づいて各カメラの視点

の相対的な位置関係を計算したのちに、個々のメッシュを被写体をはさんで向かい合う二つの仮想視点に投影する事によって、個々のデプスマップを統合する事を試みた。実際に、実画像を利用して3次元構造を復元した結果、ICPを利用したカメラの位置推定に若干の時間を要するものの、それ以外の部分では非常に高速に3次元構造を復元する事に成功した。

### (イ-3) 3次元データと立体映像の合成・編集 (日立製作所)

多様な映像素材から、インテグラル式立体ディスプレイをはじめとする多様な表示系向けのコンテンツを効果的に構築するため、変換・編集・合成処理を行うプロトタイプ環境を構築し、またその編集手法の提案と基礎検討の作業を行った。

#### [1] 入力

プロトタイプ環境では、多様な映像素材（3D立体モデル、粗密の多眼映像、文字表記など二次元素材）の映像素材を、包括的に取り込み作業を行えるように、映像素材に併せてカメラパラメータなどの情報をヘッダ部分として追加した。このヘッダ部によるメタ記述の追加によって、疎・密な多眼カメラの画像とともに、市販の映像ソフトでのレンダリング結果や、前処理・再構築済みの映像素材を統一的に処理できるようにした。

#### [2] 編集

上記の入力データのヘッダ情報に併せ、映像素材をビデオメモリ上で密な多眼映像の状態に展開し、各画像に二次元画像フィルター処理を適用する構想を検討し、実験を行った。プロトタイプ実装では密な画像をGPU内部で作成し、簡単なフィルター処理を適用した。

また、密な多眼画像の状態に適用する画像編集処理として、表示系の多様な特徴に合わせた編集加工を行う新手法を提唱し、その基礎検討を行った。

(2-A) 多眼画像に対する Content-preserving 画像処理の実現: Seam carving 手法 (Avidan2007) を拡張し、ディスプレイの縦横比率に併せて多眼画像を変換する Image retargeting 処理を実現した。

(2-B) 多眼画像パラメータを用いたアニメ風誇張表現の提案: Multi-perspective Rendering 手法により異視点の画像を組み合わせ、コンテンツ特性に合わせて奥行きパラメータを調整して、手書きアニメのような誇張映像を作成する方法を考案した。

#### [3] 出力・実証

インテグラル式立体ディスプレイをはじめとする多様な表示系向けのコンテンツを効果的に構築する出力機構をプロトタイプ環境に組み込んだ。この提案手法は立体ディスプレイ上の光線情報と、並列PCによる出力映像

の情報を、ピクセル毎に対応付ける独自フォーマット（5次元光線表現）を作成し、前述したビデオメモリ上の密な多眼映像から、各IPディスプレイに必要な光線のサンプリングを行う。本手法をもちいて、IPディスプレイ（NHK提唱の方式）、2眼・5眼ディスプレイ、フルパララックス3Dディスプレイ（日立提唱の重畳型IP方式）に適用実験を行った。

特に日立提唱の表示系においては、不均一で大量な光線情報をサンプリングする処理に数分を要していたため、オフラインでの編集操作を前提としていた。今回、多視点画像の空間分割数をプログレッシブに増加させる並列レンダリング手法を検討し、準リアルタイムでの運用が可能となった。この成功を受けて、実証実験の一環として立体映像のアプリケーションを開発した。フルパララックス3D方式（日立）を対象とし、ARマーカの認識機構と組み合わせることで、高視野角で多人数が同時視聴可能な裸眼立体ARを実現し、CEATEC2011において一般公開を行った。

#### （7）研究開発イメージ図

別紙2－1 研究開発成果を参照のこと