

## 1. 実施機関・研究開発期間・研究開発費

- ◆実施機関 日本放送協会(幹事者)、東京大学、日立製作所
- ◆研究開発期間 平成21年度から平成23年度(3年間)
- ◆研究開発費 総額166百万円(平成23年度 52百万円)

## 2. 研究開発の目標

複数カメラによる立体映像の生成・処理、合成・編集の要素技術を開発し、インテグラル式立体映像の撮像・生成やコンテンツの合成・編集に係わる基盤技術を確立する。また、要素画像サイズ20×20、要素レンズ数160×120程度のインテグラル式立体動画コンテンツを生成できること、3次元オブジェクトと立体映像の合成・編集が自由に行えることを実証する。

## 3. 研究開発の成果

### ①多視点カメラからの立体映像生成・処理

#### [1]多視点カメラからの3次元オブジェクトの生成

- ✓12台以内のハイビジョンカメラを用いて20m程度遠方にある被写体の3次元オブジェクトを高速に生成する技術を開発する。
- ✓3次元オブジェクトを立体映像に変換した際に、劣化が気にならない程度の品質を目標とする。
- ✓一般的なプログラム実装に比べて5倍程度の高速化を目指す。



#### [2] 3次元オブジェクトからの立体映像の生成処理

- ✓3次元オブジェクトからインテグラル式立体映像への高速変換技術を開発する。
- ✓立体表示装置に起因する折返し雑音を抑制する。
- ✓アルゴリズムの工夫と分散処理の効果により従来法に比べて20～200倍の高速化を達成する。
- ✓[1]の開発技術と組み合わせ、約18度の視域を持つインテグラル立体像を生成する。

#### 研究開発成果: [1]多視点カメラからの3次元オブジェクトの生成

- ～安定な対応点探索法と複数視点の距離画像を滑らかに統合する手法の考案～
- 11台のハイビジョンカメラで約25m遠方の相撲を撮影した多視点映像から、3次元オブジェクトを生成する技術を開発した。基本アルゴリズムとして信頼度伝播法を用い、**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加味して誤対応を抑制した。**
  - 複数の視点での**3次元オブジェクト(距離画像)を要素画像上で合成する手法を考案した。**[2]の手法と組み合わせると、立体像に変換したところ、若干劣化は認められるものの良好な品質であることを目視で確認した。
  - 高速化のためにプログラムの構成を精査するとともに、マルチスレッド化により**信頼度伝播法を20倍以上高速化**することができた。
  - 位相限定相関法について、位相面上で相関値の上位16位までのピーク群が示す視差量にDaisy記述子を適用して、最適な視差量を求める手法を考案した。

#### 研究開発成果: [2] 3次元オブジェクトからの立体映像の生成処理

～高品質化と高速化が課題～

- 3次元オブジェクトからインテグラル式立体映像への高速変換技術を開発した。
- 立体表示装置のレンズアレーと要素画像の画素アパーチャーに起因する**折返し雑音を抑制するフィルター処理を考案し、高画質化を図った。**
- 計算過程で用いる仮想カメラに**斜投影を導入し平行光線群を一括して取得するアルゴリズムを考案した。**これをベースにGPUを活用した**リアルタイム変換が可能なソフトウェア、および分散処理システムを試作し、従来法に比べて200倍以上の高速化を達成した。**
- [1]の開発技術と組み合わせ、約18度の視域を持つインテグラル立体像を生成した。**相撲などのスポーツシーンのインテグラル立体像を生成したのは世界初の試みである。**
- 本手法の有効性を示すために、立体像によるインタラクションシステム、レンジセンサーの距離情報をリアルタイムで立体表示するシステム、**立体像をネットワーク伝送するシステム**などを試作した。

## ②疎／密カメラからの立体映像生成・処理

### [1] 疎カメラによる3次元オブジェクトの生成

- ✓ 疎に配置された複数の携帯電話カメラ、およびデジタルカメラで撮影した画像から約1cmの人物3次元オブジェクトを生成する手法を実現する。
- ✓ 提案手法を用いて撮影実験を行う事により有効性を示す。

### [2] 3次元人物オブジェクトからのマーカレス・モーションキャプチャ

- ✓ 人物の動的3次元オブジェクトからマーカレスで変動率5%程度の安定度においてスケルトンおよびモーションを抽出する手法を実現する。
- ✓ 実際にCGデータのモーション制御、立体映像の人物スケルトンを既存の動きデータで駆動する。

### [3] 疎な奥行きカメラを用いた映像合成のための繊細なセグメンテーション、高速な3次元モデル生成(※ 発展的課題)

- ✓ 疎カメラからの立体映像生成・処理の発展課題として、奥行きセンサを1台、もしくは複数台使用して、対象オブジェクトの前景領域を高精度に抽出する。
- ✓ 抽出された前景領域に基づいて映像合成、3次元モデル生成を高速に行う。

### [4] 密に配置されたカメラアレイからの多眼動画像のセグメンテーション

- ✓ 密に配置されたカメラアレイで撮影した多眼画像から自由な視点位置における映像を合成し、手動で1点を指示するとすべての画像の対応点を自動検出する事を可能にする。
- ✓ これを多眼動画像におけるセグメンテーションに発展させ、マニュアルで数回指示するだけで、すべての画像における対応領域を自動的にセグメンテーションする手法を開発し、高速化処理に取り組む。

### [5] 疑似的な3次元表現、3次元の人物写真における非写実的表現法の実証(※ 発展的課題)

- ✓ 複数視点からの撮影データを合成して作る3次元写真技術において、日本の伝統的な「美人画」に見られる非写実的表現手法を適用し、最近の若い女性が恣意的な画像処理によって作る「美人写真」を3次元に拡張する技術を検討する。

※ [3][5]は研究の途上で組み入れた発展的な課題である。

### 研究開発成果: [1] 疎カメラによる3次元オブジェクトの生成

- ～ 異なる機種種の複数カメラのキャリブレーションおよび高精度3次元復元が課題 ～
- 1台の手持ちカメラにより復元された背景構造を利用したパターンレスカメラキャリブレーション法を開発し、撮影実験において既知パターンを用いた強校正と比較して5%程度の誤差で焦点距離や撮影姿勢の推定を行う事に成功した。また、デプスマップをその信頼性に基づいて高精度化する技術を開発し、既存手法の推定結果に対して正解値分散の1%以内に誤差が含まれる割合を10%以上向上させ、より高精度なモデルを生成する事に成功した。

### 研究開発成果: [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

- ～ 高速に運動する被写体に対する安定な推定とモデルの高精度化が課題 ～
- 多視点動画像と各フレームの荒い人体モデルを入力として、動画像における人体の運動と微細な表面形状を同時に推定する手法を考案した。NHKIによって提供された多視点データセットを用いた定量的評価において、高速に運動する被写体に対して平均2cm程度の精度の形状誤差および元画像に対する6%程度の投影誤差を実現した。

### 研究開発成果: [4] 密に配置されたカメラアレイからの多眼動画像のセグメンテーション

- ～ 精度と速度の両立が課題 ～
- 選択的情報伝搬法を提案し、25眼×200フレームの5000枚の画像に対して、5枚の画像に対する手動操作だけですべての画像に対して良好なセグメンテーション結果が得られるに至った。さらに、ヒストグラムマッチングによる手法を導入することで、高精度化の目的が立ったが、高速化にはまだ課題が残されている。
  - 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content-preserving処理をステレオ画像に適用する事に成功した。

### 研究開発成果: [3] 疎な奥行きカメラを用いた映像合成のための微細なセグメンテーション、高速な3次元モデル生成(発展的課題)

- ～ 奥行き画像とカラー画像の適切な融合が課題 ～
- デプスカメラによる奥行き情報とカラー画像を融合して、透明度推定と同時に髪の毛のように微細な境界に対して高精度にセグメンテーションを行う手法を開発した。また、既存のGuided filtering法をCUDAによって実装し、リアルタイムのセグメンテーションを実現した。さらに、回転台と奥行きカメラを用いた高速な3次元モデル生成法の開発を行った。

### 研究開発成果: [5] 疑似的な3次元表現、3次元の人物写真における非写実的表現法の実証(発展的課題)

- ～ より心理的効果を高めるための表現手法の探求が課題 ～
- 日本の歴史的絵画に見られる「構図」と「顔」の非写実的な表現を、立体を歪ませて疑似的なモデルを作成する事によって実現した。カメラの撮影画像を3次元に復元し、直方体の各面を、XYZ軸に対して回転させる事により「構図」を表現し、画像を4パターン折り線の組み合わせによって折る事により「顔」を表現した。

### ③3次元データと立体映像の合成・編集

各種映像素材を合成・調整するプロトタイプ環境を実装する。

#### [1]入力

✓プロトタイプ環境は、各種の立体映像素材を取り込む。(光線情報データ、3次元オブジェクトを含む、複数のデータ構造での立体映像素材(3種類以上)の異種素材を利用。

✓独自の中間形式に変換し、立体映像コンテンツとしてポストプロダクションの加工ができるようにする。

#### [2]編集

✓ディスプレイ特性にあわせた調整・加工処理を行って、最終的な各種立体ディスプレイの仕様に併せて、適切に表示できるコンテンツへと変換。

#### [3]出力

✓各種の表示系の多様な特徴を規格化表現するパラメータを用意、その立体表示性能から生まれるニーズに合わせて適応的な加工処理を行う。

(例:IPディスプレイ、2眼立体映像、仮想的な立体ディスプレイなど複数の環境(3種類以上)を定義し、コンテンツ調整作業の実施実験を行う。

✓本研究の別課題の技術で取得された撮影素材を編集して、インテグラル式立体ディスプレイに具体的に表示可能な立体映像コンテンツを作成する。異なるパラメータ環境のディスプレイ(こちらは仮想的なもの)に調整して出力することも可能であることを実証する。

#### 研究開発成果:[1]入力 ~カメラパラメータを用いた汎用ヘッダ~

3D立体モデル、疎密多眼映像、ビルボード画像(文字表記など)の映像素材を、包括的に取り込むため、映像素材にカメラパラメータのヘッダ部分を添付した。プロトタイプ環境では、密カメラアレイで撮影した多眼画像や、外部プログラムで作成した多眼画像、三次元幾何情報などを統一的に取り扱い、入力素材として取り込む。

#### 研究開発成果:[2]編集 ~多眼画像への展開と、新加工方法の提案~

プロトタイプ環境は、上記ヘッダの情報に基づき、入力データをGPU上で超多眼状態に展開し、二次元画像フィルタ処理を適用、密な多眼映像で構成される中間状態をGPU内部で作成する。また、多眼画像をベースにした、**2つの新しい画像編集手法を考案し、基礎検討**を行った

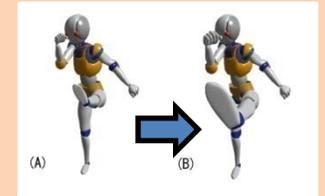
#### A) 多眼画像に対するContent-preserving画像処理の実現

Seam carving 手法(Avidan2007)を拡張し、対象ディスプレイの縦横比率条件に併せて**多眼画像を加工する Image retargeting 処理を実現**した。



#### B) マルチカメラパラメータを用いたアニメ風誇張表現

Multi-perspective Rendering手法を用いて、マルチカメラパラメータで立体モデルの奥行き表現を調整することによって、**手書きアニメのような誇張映像を作成する方法を考案**、コンテンツ特性に合わせた臨場感を調整する。



#### 研究開発成果:[3]出力

~汎用IPディスプレイへのプログレッシブ出力を用いた高視野角裸眼ARの実現~

IPディスプレイを汎用的に扱うため、並列PCIによる出力結果と、ディスプレイ上の光線情報に対応付ける**独自フォーマット(5次元光線表現)**を作成した。プロトタイプ環境は、前記フォーマットを用いて、密な多眼画像から各IPディスプレイに必要な光線のサンプリングを行う。IPディスプレイ(NHK方式)、2眼・5眼ディスプレイ、重畳型IP(日立方式)に適用を行った。この汎用システムでは実時間処理が困難だったため、密な多眼画像の映像を**プログレッシブに作成する手法を実現**し、完全なIP映像ができる前段階でも映像が視聴できるようにした。

上記の映像生成システムを用いて、立体映像の実証アプリケーションを実現し、発表した。プロトタイプ環境のプログレッシブ処理を活用してマルチプロジェクトの重畳型IP(日立方式)を対象の立体表示機器として準リアルタイム表示処理を実現し、ARマーカの認識機構と組み合わせることで、**高視野角の裸眼立体AR**を実現した。



#### 4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等)

	国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	プレスリリース	展示会	標準化提案
革新的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	14 (5)	0 (0)	35 (16)	47 (18)	2 (2)	21 (7)	0 (0)

##### (1) 表彰・受賞

1. 2010年度 映像情報メディア学会鈴木記念奨励賞を受賞(東京大学)
2. 2011年度 映像情報メディア学会鈴木記念奨励賞を受賞(日本放送協会)

#### 5. 今後の研究開発計画

- ・多視点映像から3次元オブジェクトを生成する手法については、今後も性能改善を継続し、短期的には映像制作への応用を図っていききたい。長期的には、将来の高臨場感放送システムの実現に向けて活用していく。(NHK)
- ・3次元オブジェクトをインテグラル立体に変換する手法は、そのリアルタイム性を活かし、様々なアプリケーションを模索して行きたい。文化財保存に応用できる可能性があり、その方面でも検討を継続する。(NHK)
- ・標準化関係者への啓蒙活動を実施することを重視し、JEITA主催の「フラットパネルディスプレイの人間工学シンポジウム2012」で日立製作所から研究成果の一部について発表し、その必要性などを啓蒙することを予定している。これに引き続き、分担研究機関と協議し、標準化のタイミングを検討していく。(日立)
- ・本研究成果による実証デモの効果を踏まえ、重畳型IP方式の立体ディスプレイを用いたビジネス展開を検討している。また、本研究で新規に開発・提唱した映像編集方法(Multi-perspective renderingによる画像の誇張編集)に対して、株式会社セルシスから問い合わせがあった。同社が開発しているマンガ・アニメーションの作成支援ツールにおいての活用を前提として、提案技術を発展するための応用研究開発を同社との協業体制のもとで推進していく。(日立)