

# 平成22年度「三次元映像通信・放送のための中核的要素技術に関する研究開発」の開発成果について

## 1. 施策の目標

多視点からの映像を活用する高度画像技術は、裸眼立体視やAugmented Realityなどと深く関係し、国家基幹技術の一つに掲げられている。自由視点映像など革新的な三次元映像実現の為に、多視点映像撮影におけるカメラ台数の削減、処理時間の短縮などコスト低減を達成する。

## 2. 研究開発の背景

映画に続き3Dテレビが一般に普及し始める。日本のメーカーが先導し新たなコンテンツ市場も期待されるが、一方でメガネを必要としない多眼方式立体映像は撮影・制作手法がまだ確立されておらず、特に生中継など通信・放送分野で重要となる即時伝達を実現する事は極めて難しい。また多視点撮影ではカメラ台数に比例してデータ量と処理時間も増大するため、これを解決する斬新な画像処理の研究開発が望まれている。

## 3. 研究開発の概要と期待される効果

本研究に携わる5者はいずれも、①多視点映像撮影システム関連技術開発と②それらから取得された画像処理技術開発の二つのテーマを担う。

①多視点映像撮影に必要な複数台カメラの設置や制御、操作について、カメラ台数や作業コストを軽減させるためには、ワイヤレスシステムを導入したり、携帯電話のカメラを利用するアプローチがある。カメラを効率よく配置する為に、被写体となるコンテンツのスケール、三次元形状、動きの方向性などを検証し、必要不可欠な台数を洗い出す調査が必要となる。またその配置から更に効果的な画像処理を施すためのキャリブレーション技術の開発も重要であり、これらが「使いやすいツール」として提供されれば、放送・通信コンテンツの制作技術として一般化できる。

②多視点映像の処理技術を活用する具体例は、立体ディスプレイ表示や伝送技術など様々に想定できるが、いずれも多視点映像から得られるデプス(奥行き)情報が重要となる。本研究では、いかにこのデプス情報を推定するか、そのデプス情報を用いて新たな自由視点映像を作り出す。カメラ映像のみならず加速度センサなどの情報を利活用して、従来にない革新的な三次元映像の制作・視聴方式を作り出すこともできる。

### ①多視点映像撮影システム開発

#### カメラ台数削減の前提整理

- ・被写体のスケール(大・中・小)
- ・競技の場所(屋外・屋内)
- ・競技の密度、方向性

#### 撮影手法

- ・カメラ配置(直線・円形・自由)
- ・多視点撮影システムの簡素化
- ・リアルタイムキャリブレーション手法
- ・デプスカメラの利用

#### アンドロイド携帯の利用

- ・GPS、方位、加速度センサ情報を付加した映像通信機能の開発
- ・モーションセンサの利用(選手に装着・カメラに実装)
- ・カメラ群の同期手法



### ②多視点画像処理技術開発

#### 研究分担4大学にけるアプローチ

- |      |                                     |
|------|-------------------------------------|
| 東工大  | デプス推定、補間画像生成技術                      |
| 慶応大  | デプス推定、多視点・多種カメラ活用技術<br>リアルタイム軌跡表示技術 |
| 名古屋大 | 多視点映像タギング技術                         |
| 福井大  | 投稿映像群の時系列化技術                        |



#### 専用処理ツールの作成

- ・画像整形補正 Rectification
- ・奥行き推定 Depth Estimation
- ・視点画像生成 View Generatio

#### ビューワの開発

- ・Peg Scope Viewer
- ・OpenMV統合ビューワ  
(基本仕様・設計)

## 4. 研究開発の期間及び体制

平成21年度～平成23年度 (3年間)

NICT委託研究 (中京テレビ放送株式会社、東京工業大学、慶応義塾大学、名古屋大学、福井大学)

# ①撮影技術の主な成果

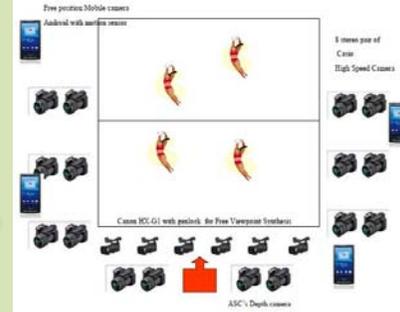
## ①撮影技術

昨年度に続き、22年度も3回の撮影実験を行った(ビーチバレー、サッカー、フィギュアスケート)。それぞれスケールを大、中とし、撮影条件も屋外、屋内と設定、デプスカメラを用いた撮影システム、無線LANを活用した簡易な多視点撮影システム、スマートフォンによる選手の動きのデータ収集、携帯端末のカメラを用いた多視点撮影システム等を同時に運用し、カメラ台数の削減を目指した各システムの有効性について検証を進めた。



### ビーチバレー撮影実験 (2010/9/23 サンタバーバラ・ビーチ)

撮影条件を屋外に設定した実験では、ASC社(Advanced Scientific Concepts, Inc.)デプスカメラ「TigerEye 3D Flash LIDAR Camera」の精度検証を行い、デプスカメラから得たデータを元に新たな視点を生成した。16台のハイスピードカメラを用いた多視点撮影システムは、屋外においても無線LANで同時制御することに成功した。



カメラ配置例

### サッカー撮影実験 (2010/11/30 東京・西が丘サッカー場)

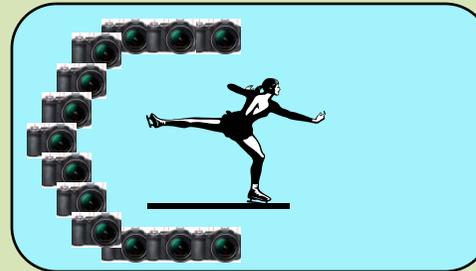
屋外撮影のスケールをさらに大きくしたサッカー撮影実験でも、ハイスピードカメラ16台を無線LANで同時制御することができた。選手に装着したスマートフォンで収集したデータから、GPSの位置と軌跡を表示することに成功した。放送同期カメラ4台を用いた多視点撮影システムでは、映像から選手の軌跡を可視化した。



カメラ配置例

### フィギュアスケート撮影実験 (2011/1/19 横浜・新横浜スケート場)

放送同期カメラ4台を用いた選手の軌跡表示システムは、選手の追跡も含め、自動で可視化させることに成功した。アンドロイド端末を用いた多視点撮影システムは、端末を最大14台まで拡張した。このほか、レーザースキャナシステムや、デプスカメラKINECTから得たデータを解析し、コンテンツ開発への反映を進めている。



カメラ配置例

## ②画像収集・処理技術の主な成果

### ①多視点映像撮像・補間・可視化技術 東京工業大学

#### <1. 多視点映像ビューアソフトウェアの開発>

- ・多視点映像統合ビューア(OpenMV)の開発
- ・基本仕様の策定, プロトタイプ構築

#### <2. 撮影時の省力化支援ソフトウェアの開発>

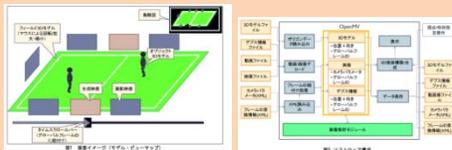
- ・円形カメラ配置の位置合わせ法の開発
- ・自然特徴点を用いた自動キャリブレーション

#### <3. デプス計算によるカメラ削減ソフトウェアの開発>

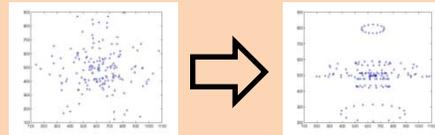
- ・デプスカメラ利用によるデプス計算の簡略化
- ・多視点映像群の基底表現を用いた補間法の開発



#### 1. OpenMVの概要図



#### 2. 円形カメラ位置合わせ



#### 3. デプスカメラ画像と補間画像



### ②リアルタイム多視点映像処理技術 慶應義塾大学

スポーツイベントなどを、効果的に臨場感を持って撮影できる多視点カメラ撮影には、煩雑なカメラセッティングやキャリブレーション作業が必要であり、放送現場で用いる敷居を高くしていた。

今年度は、実際のスタジアムやスケートリンクなどの現場にて煩雑な事前キャリブレーションをせず、**リアルタイム**でのHD多視点カメラ映像の処理実験を行った。

また、通常のHDカメラとデプスカメラを組み合わせた異種カメラ間のキャリブレーションも行った。



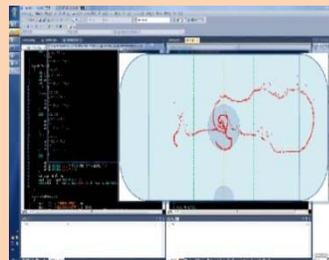
HDカメラ



デプスカメラ



Mutual Information(相互特徴量)を用いて異種カメラ間のマッチング  
HDカメラ4台を用いてスケート選手のリアルタイム軌跡検出



## ②画像収集・処理技術の主な成果

### ③多視点映像タギング技術 名古屋大学

多視点視聴インタフェースのユーザ利便性を向上するためには、多視点映像コンテンツの内容に対する視聴者の興味と視聴傾向の関係を反映した視点選択・シーン選択手法の実現が不可欠である。

今年度はその達成のため、選手に装着したセンサや画像特徴を利用した視聴者毎のシーン評価基準や視聴ログからの興味視点の抽出を行い、連携プレイの行われる各種スポーツ映像への適用も行った。



位置・加速度・距離  
センサによる選手観測

#### Quality of View (QoV: 視聴品質) に基づく多視点映像のシーン評価



QoV を各視点における評価指標  $f$  と制約  $Con$  で定義

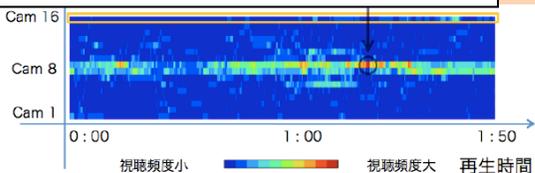
$$QoV = \sum_{k=1}^{N_c} Con_k + \sum_{i=1}^{N_f} w_i f_i$$

$f$  として興味対象の正面性・広域性・中心性を定義し、画像特徴・センサ情報から抽出



- ・QoV値に基づく視聴者毎への視点推薦の実践を通じて、各評価指標の妥当性を確認
- ・連携プレイの行われる他のスポーツ映像への適応時の有効性も確認

#### Viewgramからの興味シーン検出



Viewgram: 視聴者の視聴回数を視点・時刻で集計したグラフ

視聴者の多視点映像視聴の様子をViewgramとして視聴ログに残し、視聴者の興味の集中度合いを推定

- ・Viewgramを用いた視聴者の興味推定結果に基づく視点推薦の有効性を確認

### ④投稿映像群の時系列化技術 福井大学

#### <携帯端末群同期撮影システムの構築>

- ・Android端末を制御し同期撮影
- ・同期制御方法を実装し性能評価
- ・センサ情報の利用法を検討

#### <多視点映像統合のための時刻合わせ>

- ・フローに基づく時刻合わせ法を改良
- ・様々なスポーツ状況での性能評価

#### <ネットワークを利用した映像収集システムの検討と構築>

- ・大容量のRAID装置を持つ映像収集サーバを導入し処理方式を検討



#### <実スポーツ状況への適用>

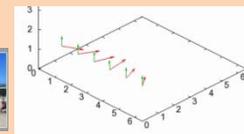
- フロー情報に基づく非同期カメラ群の映像間の時刻合わせ  
→ スポーツ映像での性能を確認



- 携帯端末での多視点撮影実験と処理法の開発



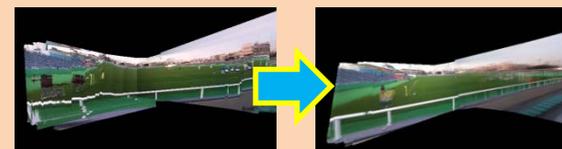
音声トリガ同期で約±2F誤差



センサ情報に基づく撮影者の視線の集中解析



NTP同期で約±1F誤差



元センサ情報で合成  
多視点統合の前処理としての  
センサ情報に基づく単視点パノラマ合成

## 1. これまで得られた研究成果(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	報道発表	展示会	標準化提案
「三次元映像通信・放送のための中核的要素技術」に関する研究開発	0	0	40	60	5	7	0

## 2. 研究の外部研究機関との連携

### ○OURCF 超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム普及促進部会・実証実験分科会

本研究の進捗状況、多視点映像を構成メンバに報告し、画像処理結果をそれぞれのリソースから検証

### ○3Dコンソーシアム・放送通信コンテンツ制作研究WG

Out put映像の具体的なニーズについて調査

### ○5者共同ワークショップ

2010年6月12日 ASIAGRAPH 2010 (上海)

2010年9月25日 UCSB (サンタバーバラ)



## 3. 展示会でのデモンストレーション

2010年5月20日～5月21日 3DSA 2010 (東京・学術総合センター)

2010年10月5日～10月9日 CEATEC JAPAN 2010 (幕張メッセ)

2010年11月5日 第58回民間放送全国大会 (名古屋・ウェスティンナゴヤキャッスル)



3DSA 2010  
(2010/5/20-21)



CEATEC JAPAN 2010  
(2010/10/5-9)



第58回民間放送全国大会(2010/11/5)