

## 3次元ビデオストリーミングシステムの提案 Proposal of Three Dimensional Video Streaming System

中村 暢大†  
Nakamura Nobuhiro

杉田 薫‡  
Sugita Kaoru

### 1. はじめに

近年、インターネットやコンピュータの低価格と高速化が進み、一般家庭に普及してきている。それに伴って、Chat, Instant Messenger, Skype, IP 電話といったコミュニケーションツールが利用されるようになってきた。このようなツールは世界中どこからでもコミュニケーションが可能であり、インターネットの普及とともに利用者が増加してきている。

しかし、コミュニケーションツールは、現実の Face-to-Face でのコミュニケーションのレベルには程遠い状態である。特に現在のコミュニケーションツールでは、相手を理解するのに必要となる距離感、存在感、迫力感などの非言語情報を伝えることができず、言葉のニュアンス・意図することが伝わらないといったことがしばしば発生する。

このような問題を解決するため、現実に行われるコミュニケーション形態へ近づける3次元ビデオに関する研究が行われている。これらの研究では、視聴する角度を選ぶことができる3次元ビデオ[4]や3次元アバターのリアルタイム表示[5]に関する提案がされている。しかし、複数台のカメラや PC クラスタなどの膨大なリソースと事前の準備に時間がかかるという問題がある。

そこで、本研究では、臨場感がある3次元ビデオをリアルタイムに誰でも配信・視聴が可能なシステムの実現を目的とし、3次元ビデオストリーミングシステムを提案する。このシステムの特徴としては、視点移動があり、奥行き情報を伝えることができる点である。さらに、視聴側では、PC や CAVE System[1]の双方に対応し、多くの人々が利用できるシステムと高臨場感を演出できるシステムの両立をはかっている。

### 2. システム構成

本研究で提案するシステムの概略図を図1に示す。提案システムは Client/Server 型のシステムである。本システムは次のハードウェアで構成される。

#### ○Server Side

- ・ 汎用の PC
- ・ USB Camera × 2

#### ○Client Side

- ・ 汎用の PC
- ・ もしくは、CAVE System

本システムのアーキテクチャを図2に示す。どちらも、一般的な PC の上で動作する。このシステムの処理の流れを(1)～(9)に示す。

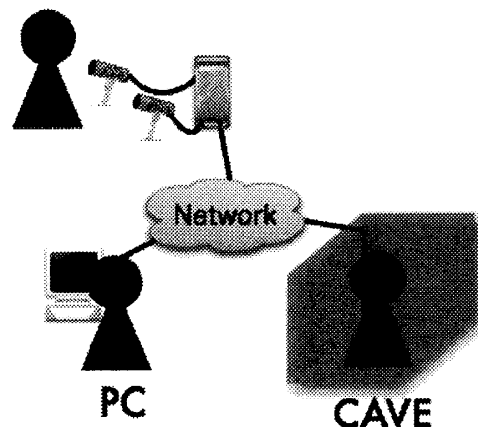


図1. 3次元ビデオストリーミングシステム

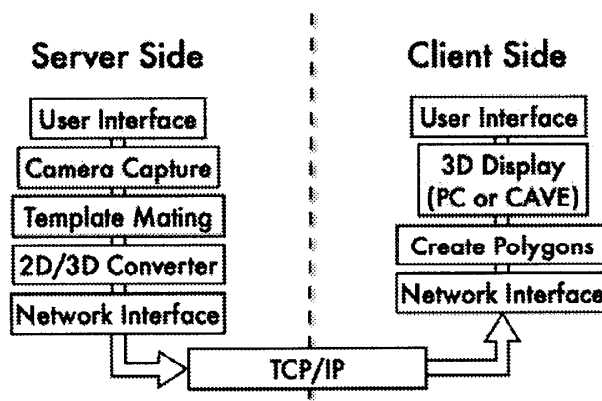


図2. システムアーキテクチャ

#### ・ Server Side

- (1) User Interface…キャプチャするオブジェクトの確認とフレーム数、テンプレートマッチングの精度設定をするためのインターフェースを提供する
- (2) Camera Capture…位置を固定した同じ種類の2台のUSBカメラから同期を取りながらフレームを取り出す
- (3) Template Matching…フレーム内で同じ対象物を探し出す
- (4) 2D/3D Converter…先に求めた対応する対象物の座標を元に3次元座標を求める
- (5) Network Interface…3次元座標とRGB値、テクスチャをClient sideに渡す

#### ・ Client Side

- (6) Network Interface…Server side からネットワークを通してデータを受け取る
- (7) Create Polygons…3次元座標と色情報からポリゴン化、そして、テクスチャマッピングを行う
- (8) 3D Display…PCまたはCave systemで表示する

† 福岡工業大学 大学院 工学研究科

‡ 福岡工業大学 情報工学部 情報通信工学科

- (9) User Interface…テクスチャマッピング表示とグローシェーディング表示を選択するためのインターフェースを提供する

本システムでは、3次元ビデオストリーミングを実現するため、このプロセスに従って、2つのビデオの同期、2枚のフレームからの3次元位置の推測、3次元位置のネットワーク転送、3次元画像のフレーム作成、表示を繰り返して実行する。

### 2.1. Camera Capture

Camera Capture は、OpenCV[2]を用いて2台のUSB Cameraから同期を取り、キャプチャを行う。

### 2.2. Template Matching

本研究で用いるテンプレートマッチングは、一般的なPCでリアルタイムに処理を行う必要がある。このため、次の方法で計算を簡略化して高速化する。

1) 照合範囲を限定

照合範囲を参照画像とテンプレートの元画像と同じ座標位置から検索を始め、同じ座標位置を含めてX軸方向の前後に一定範囲のピクセル分だけ照合する。

2) 照合ピクセルを削減

参照画像とテンプレートの参照ピクセルをX軸Y軸共に毎回、縦横一定のピクセル分ずつ飛ばして照合を行う。

### 2.3. 2D/3D Converter

3次元空間上の位置は、異なる位置に配置されたカメラによって同一オブジェクトをキャプチャすることで求めることが可能である。図3は、3次元空間上に存在するオブジェクトとフレーム内にキャプチャされたオブジェクトの位置関係を表している。各変数は、以下の通りである。

- P: 3次元空間上のオブジェクトの位置
- P1, P2: フレームに映し出された点Pの位置
- d: 視差 (P1とP2間の距離)
- D: 2つのカメラの物理的な距離
- f: カメラの焦点距離

$$P_x = \frac{D}{2d}(P1_x + P2_x)$$

$$P_y = \frac{D}{d}P1_y = \frac{D}{d}P2_y$$

$$P_z = \frac{D}{d}f$$

以上の式に Template Matching で得られた同一オブジェクトの位置、視差、カメラの焦点距離を代入することで、オブジェクトの3次元位置を推測することができる。

### 2.4. Network Interface

Network Interface では、ServerSide から ClientSide へネットワークを通して以下の3つを送信する。本システムではTCP/IPプロトコルを用いて送信を行う。

- 1) 3次元座標値(X, Y, Z)
- 2) 3次元座標位置のカラー(R, G, B)

- 3) テクスチャマッピングをするための画像(Bitmap)

### 2.5. Create Polygons

Create Polygons は、3次元フレームを作るために、2D/3D Converter によって3次元位置を推測した座標から隣り合う座標と色によりポリゴン化し、3次元画像を生成する。

### 2.6. 3D Display

3D Display は、Create Polygons によって生成された3次元画像をディスプレイ上に表示する。なお、表示方法はテクスチャマッピング表示とグローシェーディング表示からユーザが選択することが可能である。

OpenGL + GLUT(PC用)とOpenGL + CAVE Lib(CAVE System用)を用いて表示部の実装をする。

### 3. まとめ

本稿では3次元ビデオストリーミングシステムの提案を行った。本システムは一般的なPCとCAVEシステムの双方で視聴することが可能であり、単純な3次元表示と視聴者の位置や視線を考慮した立体表示の双方に対応することが可能となる。

今後の課題としては、提案システムの実装、処理速度と画像精度の双方を考慮した最適化、音声への対応が挙げられる。

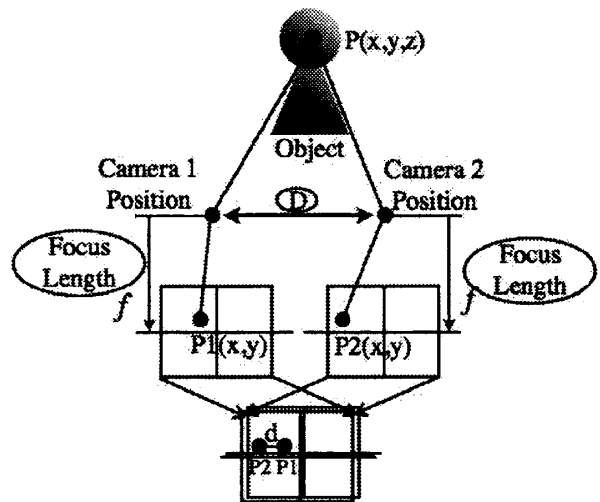


図3. オブジェクトの位置関係

[参考文献]

- [1] <http://www.evl.uic.edu/pape/CAVE/>
- [2] <http://www.intel.com/technology/computing/opencv/index.htm>
- [3] Kaoru Sugita: "VR Object Composition Method Using Stereo Vision." AINA (2) 2006, pp. 683-687, 2006.
- [4] 松山隆司, 高井勇志, 小軍, 延原章平: "3次元ビデオ映像の撮影・編集・表示", 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 7, No. 4, pp. 521-532, 2002.
- [5] 小木哲朗, 山田俊郎, 栗田裕二, 服部陽一, 廣瀬通孝: "仮想空間共有のためのビデオアパ技術とその利用法", 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 8, No. 1, pp. 37-46, 2003.