

# 非同期カメラにおける3次元位置推定法とそのシミュレーション評価

清水 彰一\*, 藤吉 弘亘 (中部大学)

3D Position Measurement for Unsynchronized Cameras and Its Evaluation by Simulation Experiments

Shoichi Shimizu, Hironobu Fujiyoshi (Chubu University)

## 1. はじめに

高速に移動する対象物の3次元位置をステレオ視により求めるには、カメラ間を同期して同時刻の画像を取得する必要がある。本研究では、非同期カメラを用いた際に生じるシャッタータイミングのずれを考慮した3次元位置推定法について提案し、シミュレーション実験により提案手法の有効性を示す。

## 2. 非同期カメラにおける3次元位置推定

2台のカメラのシャッタータイミングが $\delta = 1/60[\text{sec}]$ ずれている場合、そのカメラ画像は図1に示すタイミングで取得される。時刻 $t+\delta$ における対象物3次元位置を求めるには、同時刻におけるカメラ1の画像が存在しないため、ステレオ視による計測が不可能となる。そこで、観測された前後フレームの対象物の画像座標を用いて、画像平面上の内挿を用いる手法と3次元空間における交点を用いる手法について提案する。

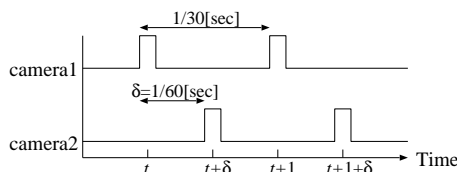


Fig. 1 非同期カメラのシャッタータイミング

### 2.1. 画像平面上の内挿を用いる手法

**直線** 時刻 $t+\delta$ における3次元位置を求めるために、前後フレーム( $t$ と $t+1$ )に観測した対象物の画像座標2点から線形補間により時刻( $t+\delta$ )の仮想画像座標を求める。次に、一方のカメラ画像上の観測点から求められるエピポーラ直線により画像座標を補正し、擬似対応点とする。擬似対応点と実際に観測した点を用いたステレオ視により3次元位置を求める。

**曲線** 同一カメラにおいて観測された3点の画像座標よりスプライン曲線を求め、その曲線と一方のカメラから求められるエピポーラ直線の交点を擬似対応点とする。擬似対応点と実際に観測した点を用いてステレオ視により3次元位置を求める。

### 2.2. 3次元空間における交点を用いる手法

**平面** 同一カメラにおいて観測された2点とカメラ中心から決定される3次元空間中の平面を求め、その平面と一方のカメラの観測点を通る直線との交点を3次元位置とする (Fig.2(a)参照)。

**曲面** 観測された3点より3次元空間中にスプライン曲面を求め、その曲面と一方のカメラの観測点を通る直線との交点を

3次元位置とする (Fig.2(b)参照)。

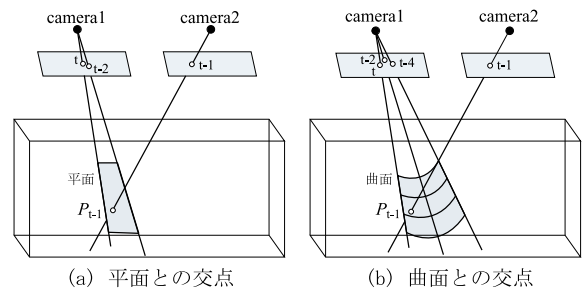


Fig. 2 3次元空間における交点

## 3. シミュレーション実験

対象物が世界座標空間 ( $3,000 \times 2,000 \times 2,000[\text{mm}]$ ) を移動していると仮定し、その運動復元を行う。2台のカメラは、高さ $[3,000]$  mmに平行となるように設置してあるとする。このとき、以下に示す3種類の運動における3次元位置の推定を行う。

- 等速運動 (等速直線運動, 等速螺旋運動)
- 非等速運動 (ボールを落下させた放物運動)

### 3.1. 実験結果

Table 1に、提案した4種類の3次元位置推定の結果と真値との平均誤差を示す。等速直線運動において、画像平面上での手法では推定誤差が発生している。一方、3次元空間での交点を用いる手法では誤差は発生しない。これは、画像平面上での内挿は3次元空間中の運動を補間することにならないからである。また、対象物の運動が非等速や螺旋運動の推定では、観測点3点から求めたスプライン曲線や曲面を用いた手法が高い精度を得ることができた。

Table 1 3次元位置推定誤差 [mm]

方法		等速 (直線)	等速 (螺旋)	非等速運動
画像平面	直線	0.5	18.1	1.01(0.52)
	曲線	0.3	5.5	0.83(0.22)
3次元空間	平面	0.0	14.5	0.79(0.44)
	曲面	0.0	2.3	0.67(0.06)

## 4. まとめ

本稿では、非同期カメラにおける3次元位置推定として、観測された3点とカメラ中心から構成されるスプライン曲面と直線の交点として求める手法を提案し、その有効性を示した。

## 文献

- (1) S.Shimizu and *et al.*: Proc. of Asian Conference on Computer Vision, vol.1, pp.575-580 (2004)