

## ステレオカメラを用いたスキージャンパーの計測に関する基礎的検討

千歳科学技術大学 ○大館 立誠 青木 広宙

## 要旨

本研究では 3 次元画像計測法のひとつであるステレオ法を用いてスキージャンパーの飛型や滑空経路の計測を行うことを想定し、計測系を提案し、その有効性について基礎的な検討を行った。模型での実験により、3 次元座標を算出した結果、ジャンパーが遠方にあるときに被写体の大きさが実際より大きく算出される傾向が見られ、テンプレートの生成方法による影響と考えられた。

## 1. はじめに

スキージャンプ競技において現時点では、ジャンプ中の姿勢である飛型や滑空経路を計測するシステムがなく、これらの評価を定量的に行うことができない。このため、ジャンパーの姿勢や動きから定量的な計測を行い、実際に競技スキルの向上に繋がるのかについて検討を支援するための計測システムの開発が求められている。これは、3 次元画像計測技術を導入することで問題が解決できる可能性があることから、本研究では 3 次元画像計測法のひとつであるステレオ法を用いてスキージャンパーの飛型や滑空経路の計測を行うことを想定し、計測系を提案し、その有効性について基礎的な検討を行う。

## 2. 方法

提案手法においては、スキージャンパーの 3 次元計測座標を算出するために、ステレオ画像を取得し、以下の手順で画像処理を行う。まず、取得した画像に背景差分を行い注目したい物体だけを抽出し、2 値化処理を行う。

次に Sobel フィルタによるフィルタ処理を行い、物体の縦方向のエッジ検出を行う[1]。ジャンパーを撮影する 2 台のカメラは、水平方向に並んで設置されている。そのため縦方向のエッジが得られた画素の周辺は、テクスチャが存在することから、左右の画像の間で水平方向の対応を取ることで視差を算出するのに適していると考えられた。

そして、エッジの濃淡差が強く出ている画素を中心に 20×20 サイズのテンプレート画像を作成し、Sum of Squared Difference (SSD)でのテンプレートマッチングを行うことで視差を計算し、各画素の 3 次元座標の算出を行った。3 次元座標は以下の式から行った[2]。

$$(X_p, Y_p, Z_p) = \left( \frac{Z_p}{f} x_L, \frac{Z_p}{f} y_L, -\frac{Bf}{d} \right) = -\frac{B}{d} (x_L, y_L, f) \quad (1)$$

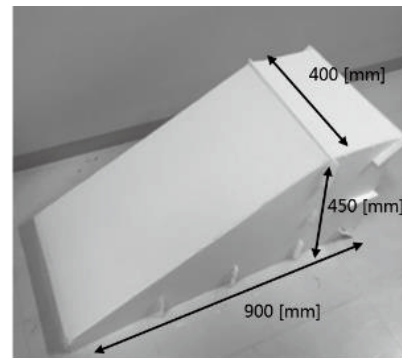
## 3. モデル実験

本研究では、Figure 1 に示す FUJIFILM から発売されたステレオカメラ FinePix REAL 3D W3 を使用して検討を行う[3]。

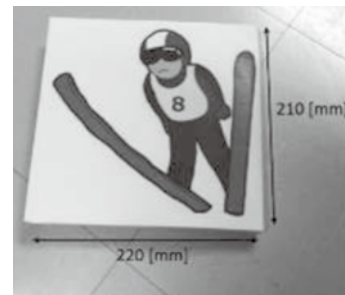


Figure 1 image capture device

実際にシミュレーション実験を行うため、プラスチック段ボールを用いて、縦 450mm、横 900mm、奥行き 400mm サイズの簡易的なジャンプ台の模型を作成した。この坂にジャンパーのモデルを滑らせ計測を行っていく。モデルの大きさは、縦 210mm、横 220mm である。作成したジャンプ台とモデルを Figure 2 に示す。



(a)



(b)

Figure 2 (a)slope model and (b)jumper model

坂の上から滑り落ちるところを動画モードで撮影し、静止画に変換した。画像の中からジャンパーだけを抽出し、2値化処理を行う。左のカメラ画像の濃淡値の差が大きいところを左右の画像を対応づけるための特徴点として利用するために、Sobel フィルタでフィルタ処理を行い、エッジを抽出する。エッジ強度が大きい画素を中心に 20×20 ピクセルのテンプレート画像を生成し、右のカメラ画像とテンプレートマッチングを行うことで視差を計算し、各画素の 3 次元座標の算出を行った。

#### 4. 実験結果

326 個のテンプレート画像が生成され、生成されたテンプレート画像を元に、テンプレートマッチングを行った。テンプレートマッチングの結果、得られた視差をカラーマップとして表したものが、Figure 3 である。

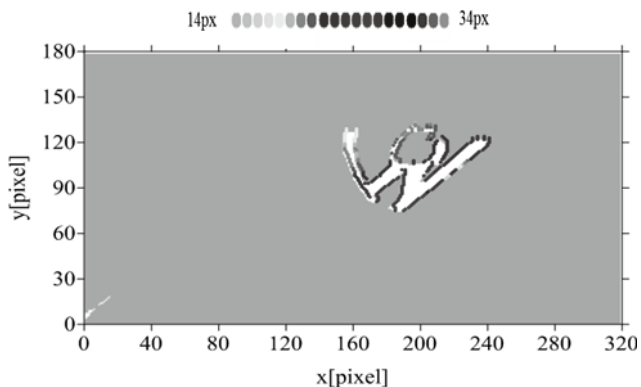


Figure 3 calculated parallax(32 th frame(t=1.2s))

3 つのフレーム(t1=1.08s,t2=1.29s,t3=1.45s)におけるジャンパーの 3 次元座標を算出した結果を Figure 4 に示す。

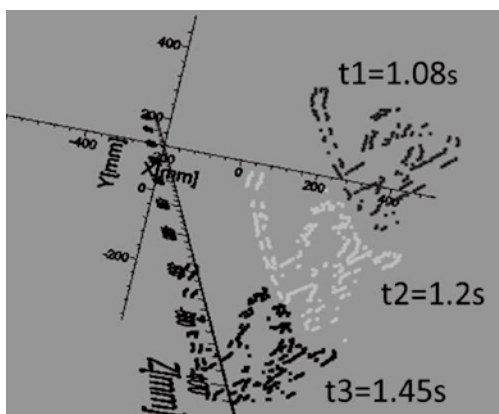


Figure 4 three-dimensional coordinate conversion result

#### 5. 考察

Figure 3 のカラーマップから算出されたジャンパーモデ

ルの視差の結果は視差の値が小さければ距離が遠く、視差の値が大きければ距離が近い、というステレオ画像の特徴に一致している。

Figure 4 は算出された視差から(1)式により、3次元座標が求められ、Figure 4 の t1 から t3 までの 3次元座標の X 軸移動はおよそ 300mm、Y 軸移動はおよそ 200mm、Z 軸移動はおよそ 1000mm である。ジャンパーが遠くにいるときに大きさが大きく算出される傾向が見られた。実際の斜面の長さが 790mm であるのに対し、得られた結果は 200mm ほど長く算定されてしまった。この原因は、Sobel フィルタで処理を行う前に 2 値化処理を行っているため、マッチング誤差が発生しやすくなったと考えられる。取得画像を高解像度にする事で、マッチングの誤差の影響を軽減できる可能性がある。

#### 6. おわりに

本実験では、ステレオ法を用いてスキージャンパーの飛型や滑空経路の計測を行うことを想定し、計測系を提案し、その有効性について基礎的な検討を行った。

スキージャンパーのモデルでの実験により、3次元座標を算出した結果、ジャンパーが遠方にあるときに被写体の大きさが実際より大きく算出される傾向が見られた。遠いものほど視差の値に、誤差が含まれたときの影響が大きいためであると考えられた。その結果、実際のジャンプ台のモデルの誤差が 200mm ほど長く算定されてしまった。これは 2 値化した画像からテンプレートマッチングを行った結果、マッチング誤差が発生したため、今後はグレースケールにした画像で処理を行うことや入力画像を高解像度にする事で、マッチング誤差を軽減できる可能性がある。

今回の実験でステレオカメラを飛型計測に利用することが可能であることが確認できた。しかし、モデルを用いた実験を行ったため、今後はこの実験結果をもとに被験者で実験を行う必要がある。更に、ジャンパーの姿勢や動きから、定量的な計測を行い、実際に競技スキルの向上に繋がるのか、検証を行う必要があると考えている。

#### 参考文献

- [1]酒井幸市, デジタル信号処理入門, P55(2010)
- [2]酒井幸市, デジタル画像処理入門, P77(2005)
- [3] FinePix REAL 3D W3, 富士フィルム公式ホームページ [http://www.fujifilm.co.jp/corporate/news/articleffnr\\_0419.html](http://www.fujifilm.co.jp/corporate/news/articleffnr_0419.html)