

ステレオ画像処理によるユズ果実サイズ推定の検討

1230374 松本 正弘

【 画像情報工学研究室 】

1 はじめに

ユズの果実幅は収穫時に測定されるが、果実の成長具合の記録や摘果時の選出基準とする場合など、樹に実っている状態でも果実幅を測定する必要がある。しかし果実は樹の様々な場所に実っており、収穫時よりも測定に手間や時間を要する。

本研究では、ステレオカメラを用いた画像処理による距離推定を用いた果実幅推定の手法について検討した。

2 実験機材

ステレオ画像の撮影用カメラは DMK33UX273(アルゴ社製) を二つ用意し、それらを同社の専用治具に取り付けて撮影した。またレンズにはの赤外線画像撮影用の 13FM04IR(TAMRON 社製) を二つ用意した。赤外ステレオ画像の撮影にはアルゴ社が提供する Python コードを使用し、画像内の距離推定を行うソフトは Matlab 2022b を使用する。

3 検証方法と推定方法

果実幅の推定にはピンホールカメラの幾何学的原理を利用した次の式

$$\frac{W}{D} = \frac{w'}{f_x}$$

W : 実際の幅 (mm) D : 物体とカメラ間の距離 (mm)
 w' : 画像中の物体の幅 (pixel) f_x : 水平方向の焦点距離 (mm)

を利用する。画像中のピクセル幅は、カメラのセンササイズと解像度の比を用いて単位を pixel から mm に変換できる。また焦点距離はステレオカメラキャリブレーションにより算出できる。この幾何学的原理とステレオ画像による距離推定を用いて果実幅の推定を行う。

果実幅推定の実験を行うためにサイズが異なる柑橘系の果実を複数用意し、その果実とステレオカメラ間の距離が一定間隔で開いたステレオ画像を撮影する。対象果実とカメラ間の距離は 400mm から 4800mm の間で撮影し、400mm 刻みに距離を開けて撮影を行う。対象果実が左側カメラ画像に投影されている領域とその幅を指定し、果実幅推定を行いその精度について検証する。



図 1: 果実幅推定の実験画像例

4 実験結果

3 次元点群の復元を行い対象果実の果実幅推定を行った結果と実測幅との誤差の一部を表 1 に示し、その標準誤差を表 2 に示す。また各果実幅の推定距離のグラフをそれぞれ図 2 と図 3 に示す。いずれのデータ群も実測幅との誤差がおおよそ 3mm から 10mm ほどの範囲内で果実幅を推定できていた。

表 1: 果実幅推定の結果: 一部
抜粋 (単位:mm)

	実測幅 79.0mm		実測幅 92.5mm	
実測距離	推定幅	誤差	推定幅	誤差
400mm	NaN	NaN	NaN	NaN
800mm	79.39	0.39	95.96	3.46
1200mm	81.15	2.15	93.97	1.47
1600mm	77.95	-1.04	90.56	-1.93
2000mm	73.83	-5.16	91.20	-1.29
2400mm	76.32	-2.6	91.49	-1.00
2800mm	71.30	-7.69	87.06	-5.43
3200mm	73.68	-5.31	82.47	-10.02
3600mm	72.45	-6.54	80.88	-11.617
4000mm	67.89	-11.10	80.11	-12.38
4400mm	68.21	-10.78	80.85	-11.64
4800mm	66.78	-12.21	76.76	-15.73

表 2: 標準誤差

実測距離	標準誤差
400mm	NaN
800mm	0.82
1200mm	0.10
1600mm	0.15
2000mm	0.90
2400mm	0.39
2800mm	1.11
3200mm	1.28
3600mm	1.54
4000mm	0.75
4400mm	1.44
4800mm	1.32

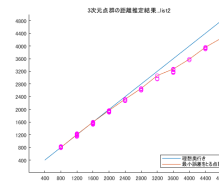


図 2: 直径 79.0mm の推定距離

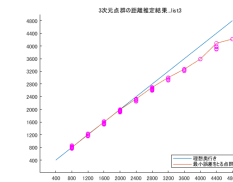


図 3: 直径 92.5mm の推定距離

表 1 から果実とステレオカメラとの距離が離れるほど誤差が大きくなっていることから、実験で使用したステレオカメラでは対象とカメラの距離が 800mm から 3200mm までならば誤差が少なく推定できると考えられる結果となった。

5 まとめ

本研究では、ステレオカメラで撮影したステレオ画像から 3 次元点群の復元による距離推定を用いた果実幅推定を行い、その精度について検討した。今後の発展として、機械学習による果実検出を併用した果実幅推定を目標としている。

参考文献

- [1] 松阪義幸 発行, "デジタル画像処理 改定第二版", 公益財団法人 画像情報教育振興協会 (CG-ARTS)