

光切断法を用いた3次元計測手法

柏木利幸^{*}，大恵俊一郎^{**}，松本憲治^{***}

抄 録

スリット光レーザによる光切断法を用いて、フルーツゼリーにミックスされる果肉の体積計測を行った。果肉は砂糖液が表面に付着した状態でコンベア上を移動し、これを真上に取り付けたスリット光レーザと斜め前方に取り付けたCCDカメラにより計測を行った。スリット光レーザの形状を考慮したフィルタを利用することにより、被測定対象物上に他の照明の反射があってもレーザ光照射位置を安定して検出した。処理速度も速く、計測精度もフルーツゼリーにミックスされる果肉の計測目的には十分であった。

1 はじめに

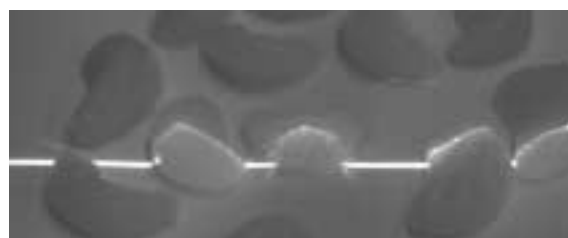
スリット光レーザによる光切断法を用いた3次元計測法は、安価にシステムが構成でき、検出原理も比較的簡単である。しかし、レーザをレンズ系によりスリット状に成形するため、照射されたスリット光の照度は弱く、太陽光の下や非常に明るい室内では、スリット光レーザ照射位置の検出が難しい。また、物体表面に反射のある場合は、その位置をレーザ照射位置と誤検出し、さらに、物体色がレーザ色に近い場合には、レーザ照射位置が検出困難となる。

そこで、被測定物の表面の状態に左右されずに、すなわち、反射のある場合や表面の色が異なっても安定してレーザ照射位置を検出し、3次元計測が行える手法について研究を行った。

計測対象物は、フルーツゼリーにミックスされる果肉であるミカン、パイナップル、ブドウとし、コンベア上を移動するこれらの果肉の体積を計測した。

2 検出原理

検出対象物にスリット光レーザを照射した時の様子を図1に、計測システムの装置の外観を図2に示す。検出対象物は、表皮を取り去った状態でシロップ漬けされており表面には、砂糖液が付着し反射しやすい状態になっている。使用したレーザの波長は635nm、出力は5mWで、コンベア上を移動する果肉に対し真上から照射する。また、レーザ照射位置



(a) ミカン



(b) ブドウ

図1 検出対象物の取得画像



図2 計測システムの外観

検出用のCCDカメラは、コンベアの進行方向に対し約45°の位置に設置する。

^{*}電子機械課，^{**}徳島大学，^{***}四国化工機(株)

2・1 スリット光レーザー照射位置検出手法

測定対象物に照射されたレーザーは、次のような特徴を備えている。

- (1) レーザ照射位置は、他の部分に比べて輝度レベルが高い。
- (2) レーザ照射位置はほとんどの場合連続している。

これに対し誤検出の原因となる室内の照明等の反射部分は、輝度が高くても不連続に存在する。

したがって、図3のようにフィルタ値を設定し、原画像に畳み込み演算を行うことによりレーザー照射部分の検出が行える。

1	1	0	0	0	0	0	1	1
0	0	1	1	1	1	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0	1	1

図3 検出用フィルタ

パイナップルのようにレーザーの反射光が特に強い場合は、照射位置がある幅をもって検出される。そのような場合にはその幅の中心線をレーザー照射位置とする。

2・2 体積の計測方法

検出したレーザー照射位置より体積を求める。検出用のカメラは斜め前方にあり、その取り付け角度は正確にはわからない。したがって、検出したレーザー照射位置から対象物の断面積（光切断面積）を求めることは困難である。

そこで、測定対象物とサイズがよく似た体積の既知のモデルを用いキャリブレーションを行った。

モデルは1 cm × 2 cm × 3 cmの木片を使用し、向きを変えてコンベア上に数回流した。これを一定間隔で計測し、光切断面の画素数を断面積に変換するための変換ファクターを求めた。変換ファクターを F 、 k 番目の光切断面の画素数を n_k 、モデルをスリット光レーザーが切断する間隔を d 、モデルの体積を V 、モデルの切断回数を m とすると、これらの間には次の関係式が成り立つ。

$$V = \sum_{k=1}^m n_k d F \dots\dots\dots (1)$$

モデルの体積 V は既知であるため、(1) 式より変換ファクター F が求められる。この F を用い

てコンベア上を移動する果肉の体積を計算した。

3 実験結果

図1のレーザーの検出結果を図4に示す。表面に室内の照明の反射があっても、また、ミカンのように対象物の色がレーザー色に近い場合にもよく検出できていることが分かる。また、レーザー照射位置の検出と光切断面積の計算に要する時間は、1.4 GHzのAthronCPUを用いて14ms以内で、十分実用に耐えうる時間であった。

体積の計測では、スリット光レーザーの切断間隔とコンベア上を流れてくる果実の形状により計測精度が変化した。5 mmの切断間隔で、果肉をランダムに並べて計測した場合、ミカン、パイナップル、ブドウの標準偏差がそれぞれ1.9, 1.2, 2.5であった。ブドウのように高さがあるものは、計測時に他のブドウとの重なりが多く出るため誤差が大きくなった。



(a) ミカン



(b) ブドウ

図4 図1の検出結果

4 まとめ

スリット光レーザーによる光切断法を用いて、フルーツゼリーにミックスされる果肉の体積計測を行った。スリット光レーザーの形状を考慮したフィルタを利用することにより、被測定対象物上に他の照明の反射があってもレーザー光照射位置を安定して検出した。処理速度も速く、計測精度もフルーツゼリーにミックスされる果肉の計量目的には十分であった。

謝辞

本研究の実験及びプログラミングに協力いただいた徳島大学大学院工学研究科の木下幸佑君に感謝致します。