

三次元画像によるリンゴ果実の形状評価方法

弘前大学農学生命科学部 ○張 樹槐・須藤洋史・上野有穂・福地 博

[キーワード] レーザ測位計, OpenGL, 三次元画像, 円形度, いびつ形状

I. はじめに

三次元画像処理技術は現在, 医療・産業などさまざまな分野で応用されている。本研究はその技術の果実の形状評価への応用を試みた。まず, 自作した三次元画像生成システムで得たリンゴ果実の三次元画像を用い, 果実の円形度を計算した。さらに, 果実のいびつ形状を評価するため, 果実の上下断面の重心位置を基にいびつ形状評価指数を定義し, その可能性について検討した。

II. 実験方法

(1)三次元画像生成システムの構成 果実の三次元画像生成システムは, 主に距離を計測するレーザ測位計(オムロン社 ZX-LDA11), 試料を回転させるステッピングモータ(オリエンタルモータ社 UPH566HG1-B2), レーザ測位計を上下移動させるリニアドモータ(オリエンタルモータ社 SPR20 B1-3PM), およびデータ収集用の A/D ボード, モータのコントローラ, パソコンで構成されている。その概略図を図1に示す。この装置で得た果実の全表面の三次元座標を, 自作した OpenGL アプリケーションに入力して, 果実の三次元画像を作成した。

(2)円形度の計算方法 円形度は図形の面積・周囲長を基に, 形状の複雑さを測る特徴量である。例えば円と星型を比較した場合, 円よりも星型の方が同じ面積では長い周囲長をもつ。面積を S , 周囲長を L とした場合, 円形度はこのような図形の性質を基に $e = 4\pi S / L^2$ 式で表される。真円の場合 $e=1.0$ となり, 図形が複雑になるほど小さな値になる。

(3)いびつ形状指数の計算方法 果実のいびつ形状指数は, 以下のように定義した。まずリンゴ果実の上下断面の形状データを基にその重心位置を計算し, その上下重心位置のずれ d を(1)式で求める。つぎに, d と果実の上下断面の距離 h を用い, いびつ形状指数 α を(2)式で算出した角度とした。

$$d = \sqrt{(X_A - X_B)^2 + (Y_A - Y_B)^2} \quad \dots(1)$$

$$\alpha = \tan^{-1}(d / h) \quad \dots(2)$$

III. 実験結果および考察

(1)円形度の計測結果 図2, 図3は, それぞれ No.1 と No.3 のリンゴ果実の可視画像, 3次元画像及び最大断面円の形状を表している。計算された果実の円形度 e は, それぞれ 0.997 と 0.986 で, 果実の断面形状を良く表現できたことがわかる。今後この円形度のデータをどのようにリンゴ果実の形状選別に応用できるのかについて検討していく予定である。

(2)いびつ形状指数の計測結果 図4, 図5は, それぞれ No.1 と No.12 のリンゴ果実の可視画像, 3次元画像及び上下断面の重心位置を表している。計算された果実のいびつ形状指数 α は, それぞれ 2.2° と 13.5° で, 目視で観察される果実のいびつ度合いとは良く一致していることがわかる。今後このいびつ形状指数を実際にどのように果実の選別に応用するのかについてさらに検討していく予定である。

謝辞 本研究の実施にあたり、文部科学省科学研究費萌芽研究（課題番号 14656091）の補助を受けた。ここに記して感謝の意を表す。

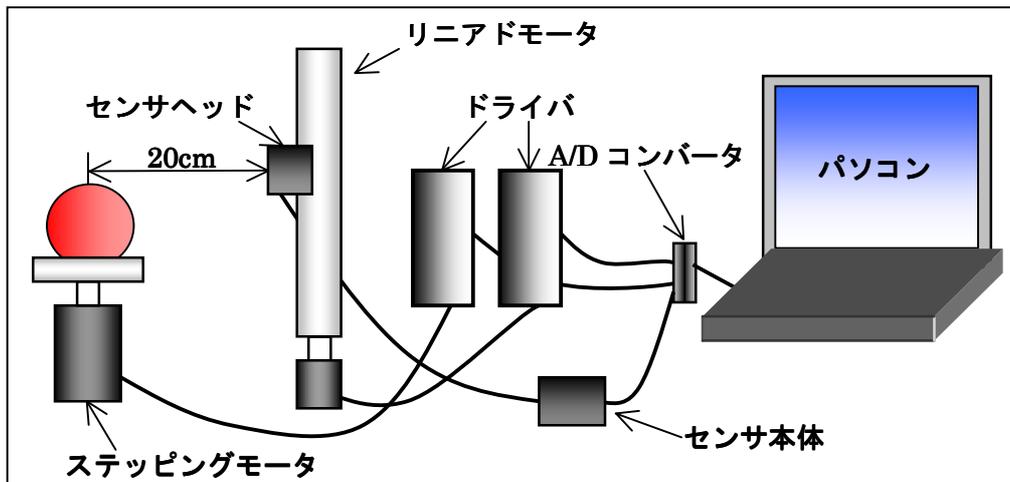


図1 三次元画像生成システムの概略図

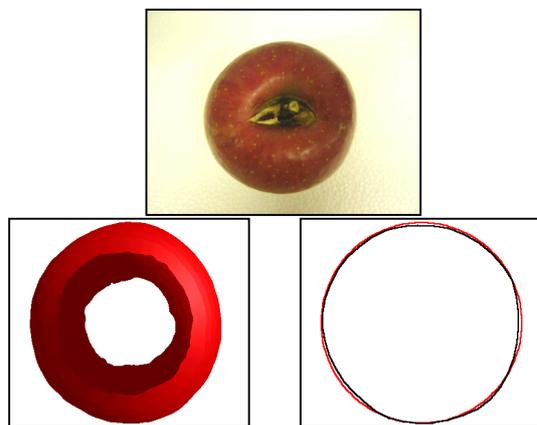


図2 NO.1 果実の可視画像，3次元画像と最大断面図

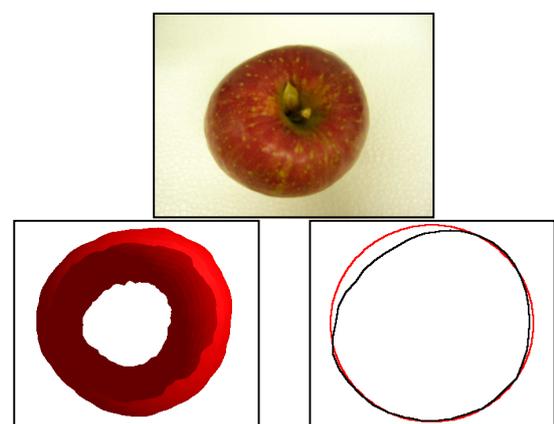


図3 NO.3 果実の可視画像，3次元画像と最大断面図

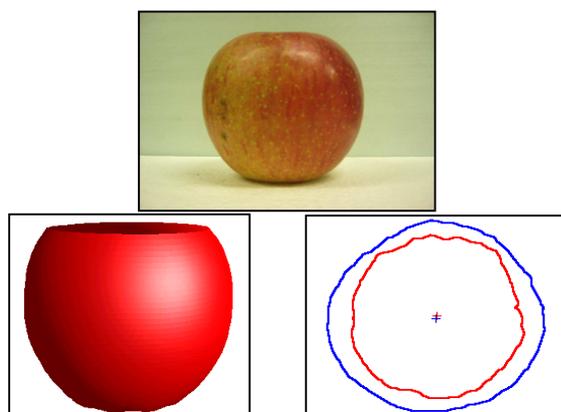


図4 NO.1 果実の可視画像，3次元画像と上下断面の重心

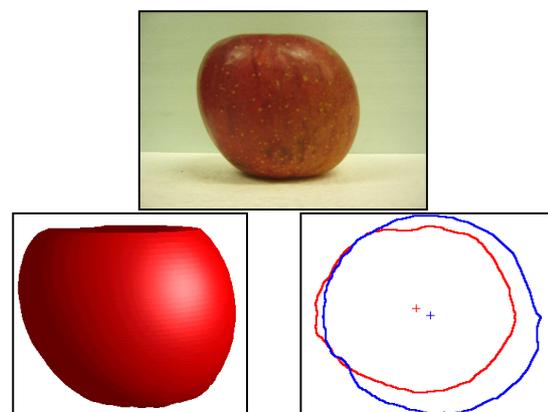


図5 NO.12 果実の可視画像，3次元画像と上下断面の重心