

Title	計算幾何学的手法を用いた基本図形の認識
Author(s)	平識, 善弘
Citation	
Issue Date	2011-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/9617
Rights	
Description	Supervisor:浅野哲夫, 情報科学研究科, 修士

計算幾何学的手法を用いた基本図形の認識

平識 善弘 (0910051)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2011 年 2 月 8 日

キーワード: アルゴリズム, 計算幾何学, 画像認識, 位置決め問題, 量子化誤差.

コンピュータに正確に図形を認識させることができると, 工業製品の開発において役立つことが多い. 画像を使った工業機械における位置決めの問題はその一例である. この問題は認識したい製品の一部に, あらかじめ十字や円などの図形をマークしておき, それをデジタルカメラにより撮影した画像において認識することにより, 製品の位置を正確に認識するというものである.

既存の図形位置認識に関する手法としては, 正規化相関法などのパターンマッチングによる認識や, エッジ検出およびサブピクセル処理 (境界近傍の輝度勾配を微分することによって境界線を高い精度で求める手法) による認識などがある. それらの手法を使用すると, サブピクセル処理は 0.1 画素程度の精度でエッジを求めることができ, 位置決めを行うことができると思われる.

これらの方法は CCD カメラで撮影したときに起こりうる誤差を考慮した認識法である. しかし, CCD カメラや, 撮影したときに起こりうる誤差について厳密なモデルを定めている訳ではない. そのため, これらの方法で正確な位置決めが行われているとはいえない. 工業製品の開発現場においては, ごく小さなずれでも許されないような場面もあり, 正確な位置決め手法の確立が求められている.

一方, 計算幾何学に基づいた方法により, 入力されたラスター画像から, 画素よりも細かいレベルで画像中の境界線の正確な形状を求める研究が行われている. 例えば, Prasad ら [1] は直線状の境界線および直線の交差する点を正確に検出する研究を行っている. また, Fleischer [2] は計算幾何学に基づいた境界線検出を超解像技術へ応用に関する研究を行っている.

これらの研究により, CCD カメラ入力のモデルを数学的にきちんと定めておけば, 量子化誤差が含まれる場合であっても, 画素よりも細かいレベルで正確に境界線の検出を行うことができるようになっていく. これらは正確な境界線検出の手法であるが, これらの手法を改良すれば同様の考え方で基本図形の認識についても正確に行うことができる.

本論文では画像を使った工業機械における位置決めの問題について, CCD カメラで撮影した基本図形の含まれる画像を入力とし, 計算幾何学的手法により基本図形の位置を既

存の手法よりも高い精度で求める方法を提案する．ただし，この基本図形は理想的な形状であるとする．理想的な形状であるとは，全ての画素の輝度値が本研究で仮定する CCD センサ入力モデル（デジタル画像を正方格子平面に対応させており，ひとつの画素に対応する正方形が存在する．画素は輝度値を持つが，この値は正方形における重み付き図形面積に対応させている．）の正方格子平面上において正確な基本図形の形状を表す値をとっていることをいう．

目印として認識すべき基本図形としては，十字形と円の2種類を考えるが，十字形については回転も許す．これらの図形について，最初は，量子化誤差を考慮せずに図形の中心点と形状（十字なら各辺の長さ，円なら半径）を正確に求める方法論を確立する．次に円の認識については，量子化誤差を考慮した場合に拡張して考える．入力画像の輝度値は整数で与えられるのが普通なので，量子化誤差は避けられない．この量子化誤差のために，輝度値だけの情報では円の中心と半径を正確に求めることは不可能である．よって，その場合には，円の中心が必ず含まれている円領域を出力することとする．

量子化誤差ありの円の認識アルゴリズムについては実装を行い，このプログラムを用いて中心点座標が必ず含まれる領域の大きさがどの程度になるか実験により確かめた．領域のサイズは量子化ビット数により異なる．近年使用されるデジタルカメラの量子化ビット数は 8bit, 12bit 等が一般的であるため，この2パターンの入力を想定して実験を行った．その結果，従来は 0.1 画素程度の精度でしか円の中心点を推定することができなかったが，計算幾何学に基づいた本手法では，量子化ビット数が 8 ビットの場合には 0.0054 画素程度，12 ビットの場合には 0.00036 画素程度の精度を達成することができた．

ただし，量子化誤差ありの円の認識アルゴリズムの出力結果は 1 画素の大きさを 1×1 の正方形としたときの中心点座標が存在すると保証できる円領域（入力される円とは異なるものであることに注意）の中心点座標と半径であり，厳密には 8 ビット量子化の場合には直径 0.0054 の円領域の中に中心点座標が存在し，12 ビット量子化の場合には直径 0.00036 の円領域の中に中心点座標が存在したという結果を得ている．また，計算幾何学に基づいた本手法では，理想的な形状をもつ基本図形を入力としている点で従来手法とは異なることに注意すべきである．