

平成17年度 自主課題研究
 画像計測と補間関数による放物運動物体の軌跡解析

工学部 情報システム工学科
 学籍番号：0308060409 氏名：太田 智泰
 指導教官名：村本 健一郎

まえがき

世の中に普及しているデジタル画像は多くの情報を含んでおり、動画はそれらをフレーム画像として構成される。今回、ビデオカメラや画像キャプチャボードなどの機器を用いて動画を撮影し、そこで得られた画像からどのような情報を得ることができるかを考え、テーマを決定し調査・ディスカッションを通してアルゴリズム検討しながら自分の立てた目標に向かって研究していった。

研究内容

今回、研究内容として画像計測から放物運動物体の軌跡を解析することをテーマとした。準備として図1のようにホワイトボードに描いた座標の前でボールを投げ、それをビデオカメラで撮影、そしてPC(キャプチャボード)に取り込み動画(AVI ファイル)として出力し、そこからフレーム画像を抽出する。そこからさらにそれぞれのフレーム画像を2値化しすべて足し合わせることによって図2のような画像を得た。この画像について解析を行う。

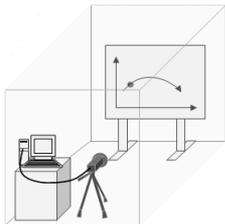


図 1: 撮影風景の略図

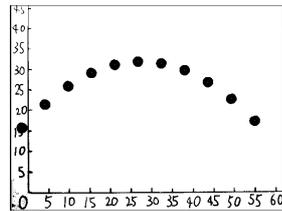


図 2: 解析対象画像

ここで軌跡解析のためにボール間の動きを推定する必要がある。そこで図2において座標とそれを表す画素数との関係からそれぞれのボールの座標を求め、次の2通りの補間法によって軌跡を推定した。

(i) Lagrange 補間法

1つの多項式でデータ点を補間する手法。

実数値 x_0, x_1, \dots, x_n ($x_0 < x_1 < \dots < x_n$) と対応する関数値 $f(x_0), f(x_1), \dots, f(x_n)$ が与えられたときこの $n + 1$ 個の点を通る n 次多項式は

$$S(x) = \sum_{k=0}^n f(x_k) L_k(x)$$

$$L_k(x) = \prod_{\substack{j=0 \\ j \neq k}}^n \frac{x - x_j}{x_k - x_j}$$

で与えられる。

(ii) 3次 Spline 補間法

実数値 x_0, x_1, \dots, x_n ($x_0 < x_1 < \dots < x_n$) と対応する関数値 $f(x_0), f(x_1), \dots, f(x_n)$ が与えられているとき、区間 $[x_0, x_n]$ を小区間 $[x_i, x_{i+1}]$ に分けて各々の小区間について補間多項式を作成する手法。

区間 $[x_i, x_{i+1}]$ についての補間多項式 $S(x)$ を $S_i(x)$ と表し

$$S_i(x) = a_i(x) + b_i(x - x_i) + c_i(x - x_i)^2 + d_i(x - x_i)^3$$

とする。さらに、次の条件を用いることで a_i, b_i, c_i, d_i を求める。

~ a_i, b_i, c_i, d_i を求める条件 ~

【1】 $S_i(x_i) = f(x_i)$ および $S_i(x_{i+1}) = S_{i+1}(x_{i+1})$

【2】 $S'_i(x_{i+1}) = S'_{i+1}(x_{i+1})$
 および $S''_i(x_{i+1}) = S''_{i+1}(x_{i+1})$

【3】 両端の境界条件 ((i) または (ii))

(i) $S''(x_0) = S''(x_n) = 0$... (自然境界条件)

(ii) $S'(x_0) = f'(x_0)$
 & $S'(x_n) = f'(x_n)$... (固定境界条件)

結果及び考察

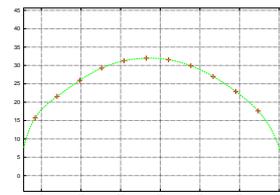


図 3: Lagrange 補間法

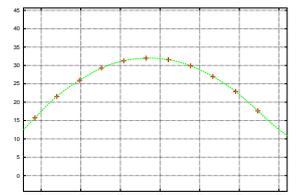


図 4: 3次 Spline 補間法

結果を図3、4に示す。全体的に Lagrange 補間、Spline 補間共に軌跡らしい曲線が描けた。ここでそれぞれの補間の特徴を考えてみる。Lagrange 補間と3次 Spline 補間の大きな違いは補間多項式の次数の違いである。Lagrange 補間はデータ点が多いとき補間式の次数も大きくなるため揺れが大きくなるという性質があると言える。一方3次 Spline 補間は全ての区間において低次多項式で補間されるため、無駄な動きのない、つまり自然な曲線を描くことができる。軌跡はデータ点間で無駄な動きは少ないはずなので、このような性質から Lagrange 補間より3次 Spline 補間の方がより軌跡に近い結果であると考えられる。

まとめ

2つの補間アルゴリズムを用いて軌跡解析を行ってきた。今回の研究では理論値としての軌跡を導くことが困難であるため、推定という形でとどまる結果となったが軌跡を推定できるまでの結果を得ることができた。またこの研究を通して、目標に向けて自主的に調査・研究・実装をし結果をまとめ発表することの難しさを改めて感じた。しかし調査、ディスカッションを通して色々なことを知ることができ、また画像計測における新たな分野にも興味を持てた。今回得られた経験をこれからの何かに生かすことができればよいと思う。

参考文献

[1] 小池 慎一 . C による科学技術計算 (CQ 出版社、1987)
 [2] 峯村 吉泰 . C と Java で学ぶ数値シミュレーション入門 (森北出版株式会社、1999)