

(Ⅱ-46) 画像処理による物体運動の計測

足利工大 正員 新井信一 正員○上岡充男

1. はじめに

従来までの模型物体運動の計測には、模型に計測装置を直接接触させ変位を測定するという方法がとられるため、接触により抵抗が加味され、場合によっては誤差が生じてしまうという欠点があった。そのために、非接触型の光学式運動計測装置が開発され、一部で使用されているが、かなり高価である。そこで、最近普及著しい市販のビデオカメラとパソコンを利用し、さらに画像処理装置を用いて、非接触型の運動計測システムを作ってみようと考えた。現在もなお検討・改良中であるが、一応の形が完成したので以下に報告する。

2. 解析システムの概要

解析システムの構成を、図1に示す。まず、物体の挙動をビデオカメラ(ソニー・CCD-V90)にとる。それをビデオデッキ(ソニー・EV-S800)で再生し、このデッキの出力をパソコン(NEC・PC9801 VM)に差し込まれた画像処理装置(フォトロン・FDM98-4)に接続することにより画像がコンピューターに取り込まれる。

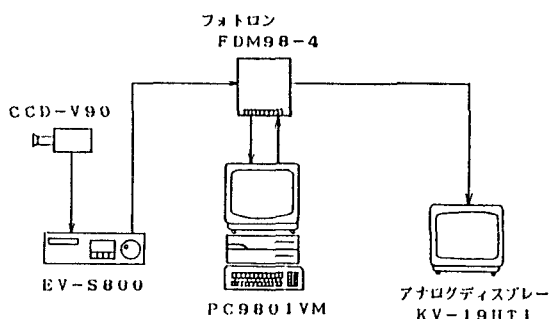


図1. 画像処理システム

その画像データはFDM-98-4を介してアナログディスプレイ(ソニー・KV-19HT1)に表示される。そのとき同時に、キーボードにて移動操作できるカーソルが、画面上に送り込まれるので、これにより模型物体の目標点を読み取り、その値をフロッピーに落とすことが出来る。この操作を繰り返すことにより、模型物体の目標点に関する変位の時系列を得ることが出来る。一方、画像を静止したままで複数点の座標を連続的に読み取れば、物体の形状を取り込むことが出来る。

3. 3次元運動の解析

このシステムでカメラを2台用いることにより、3次元計測が可能となる。模型飛行船の屋外係留実験で3次元運動の解析を試みたので、この例により説明する。

図2はグラウンドに立てられたボールに模型飛行船が係留され、風に吹かれて運動しているのを、2台のカメラで撮影している様子である。2台のカメラは、解析が容易になるように90°に配置した。

飛行船の動きはスクリーン1とスクリーン2に記録される。この場合、キャリブレーションはボールの高さ $P_1 - P_2$ でとる。従ってスクリーン上で読み取られたのち物理座標に変換される物体上の点Aの P_1 からの距離 X_A, Y_A, Z_A は、図3、図4に示すような値になる。従って、A点の真の座標 $\Delta x, \Delta y, \Delta z$ は以下のようにして求めることが出来る。

まず、図3により

$$L_{PC} / \sin(\alpha_\theta) = L_{PB} / \sin(\beta_\theta) = L_{BC} / \sin(90^\circ) \quad (1)$$

であるから、諸角度が以下のように求まる。

$$\left. \begin{aligned} \alpha_\theta &= \sin^{-1}(L_{PC} / L_{BC}) \\ \beta_\theta &= \sin^{-1}(L_{PB} / L_{BC}) \\ \alpha' &= \tan^{-1}(y_A / L_{PB}) \\ \beta' &= \tan^{-1}(x_A / L_{PC}) \\ \alpha &= \alpha_\theta - \alpha' \\ \beta &= \beta_\theta - \beta' \\ \gamma &= 180 - \alpha - \beta \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

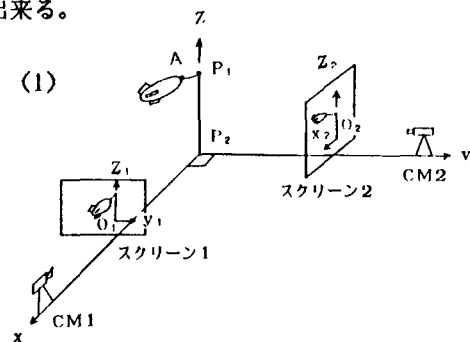


図2. 3次元計測状況

また、

$$\left. \begin{aligned} L_{AC}/\sin\alpha &= L_{AB}/\sin\beta \\ &= L_{BC}/\sin\gamma \end{aligned} \right\} (3)$$

であるから、

$$\left. \begin{aligned} L_{AC} &= L_{BC} \cdot \sin\alpha / \sin\gamma \\ L_{AB} &= L_{BC} \cdot \sin\beta / \sin\gamma \end{aligned} \right\} (4)$$

であり、よって

$$\left. \begin{aligned} \Delta x &= L_{BC} \cdot \sin\alpha \cdot \sin\beta' / \sin\gamma \\ \Delta y &= L_{BC} \cdot \sin\beta \cdot \sin\alpha' / \sin\gamma \end{aligned} \right\} (5)$$

となる

一方、図4のように諸量を取れば、

$$\Delta z = z_A - \Delta x \cdot (z_P - z_{CM} + z_A) / L_{PB} \quad (6)$$

である。

この様にして任意の点の3次元座標を求めることが出来る。これにより、物体上の3点の動きを計測すれば剛体としての物体の運動が確定する。運動の6モード(Surge, Sway, Heave, Roll, Pitch, Yaw)のうち振り回り角(Yaw)は簡単にできるので求めてみた。

その結果が図5である。この飛行船の姿勢を時々刻々ディスプレイに表示し、これと撮影した実際の動きのビデオ画像とを同時比較してみた結果、ほぼ同じ動きであったので、3次元計測は成功していると思われる。

5. 結論

以上報告したごとく、このシステムによって、3次元物体の運動解析が可能である。

場合によってはさらなる工夫が必要になるであろうが、これからは例えば流れの計測や波の変形解析など多方面への応用も考えていきたいと思う。

なお、本研究を実施するにあたり、本学の昭和63年度卒研生、石本武臣、田伏善紀、塚本聡、野田洋、各君の努力によるところ大であり、ここに記して感謝する。

参考文献

(1)新井信一、上岡充男、"一点係留長円形物体の挙動"、土木学会第43回年次学術講演会講演集、第2部、1988

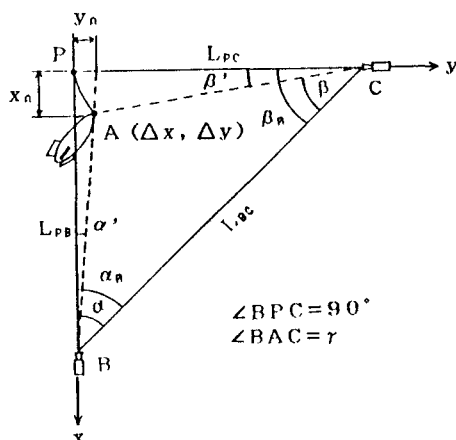


図3. 平面図

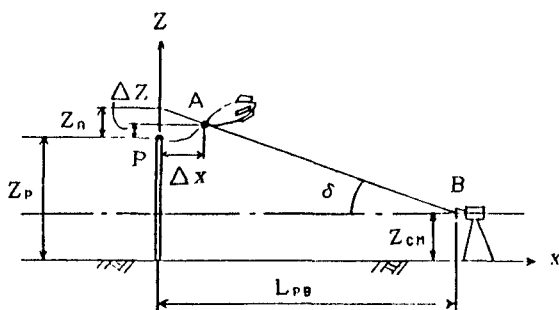
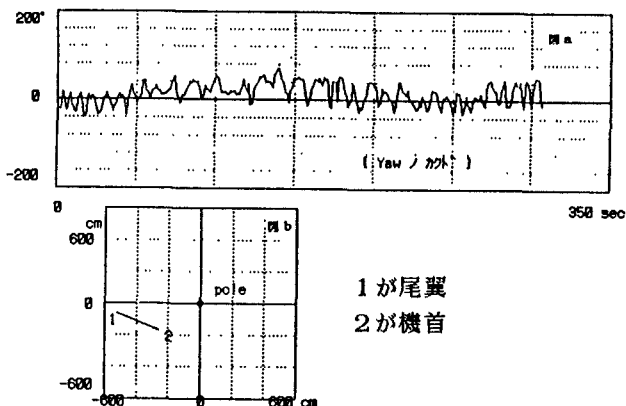


図4. 側面図



5. 飛行船のYawの時系列

と、ある時間での水平面内の姿勢