

近畿大学大学院 学生員○高橋祐史
近畿大学理工学部 正 員 江藤剛治
近畿大学理工学部 正 員 竹原幸生

1. はじめに

筆者らは現在ビデオ画像計測により水表面での気体輸送のメカニズムを明らかにするための研究を行っている。気体輸送を規定している現象は水表面付近の狭い領域で生じ、非常に速いため普通のビデオカメラでの撮影は困難である。そこで高速ビデオカメラで拡大撮影する必要がある。長作動距離顕微鏡などを用い、水表面付近を拡大撮影すると撮影領域が小さくなるために水表面が少しでも移動すると撮影領域から外れ見えなくなる。そのため絶えず水表面を追尾しながら撮影する装置 Automatic Tracking Systemの作製が続けている。

まず第一段階としてCCDビデオカメラを用い、上下運動のみのAutomatic Trackingを行うシステムを作製することを試みた。

2. Automatic Tracking System

2-1 使用する装置 用いた装置は以下の通りである。

- ① CCDビデオカメラ（東芝製 IK-M32）：水表面を撮影するために使用する。親指程度の大きさのためCCDビデオカメラ自身を移動させながら撮影することができる。
- ② CCDビデオカメラ移動装置：X-Yプロッター（Roland製 DXY-1300）を地面に垂直に立てて使用する。CCDビデオカメラでの撮影の邪魔にならないように内部の部品を取り除く。
- ③ 画像処理装置：CCDビデオカメラで撮影した画像データをホストコンピュータのメモリーに記憶するフレームメモリー（ROUND製 BWV2）を使用する。
- ④ ホストコンピュータ（PC-9801RA）：フレームメモリーとX-Yプロッターを制御する。プログラムはC言語で行う。水表面の位置の判断、移動量算出、X-Yプロッターの移動命令を行う。

2-2 水表面追尾の手順 水表面の追尾の手順は次の通りである。（図-1参照）

- ① CCDビデオカメラで水表面を撮影する。
- ② ①の画像をフレームメモリーで取り込む。
- ③ ホストコンピュータでフレームメモリーのデータ（輝度）の変化を調べ、水表面を検出する。
- ④ ホストコンピュータで水表面が画面の中心とどれくらいずれているかを調べ、CCDビデオカメラの移動量を計算する。
- ⑤ X-Yプロッターに移動を命令する。
- ⑥ X-YプロッターでCCDビデオカメラを水表面の位置に移動する。

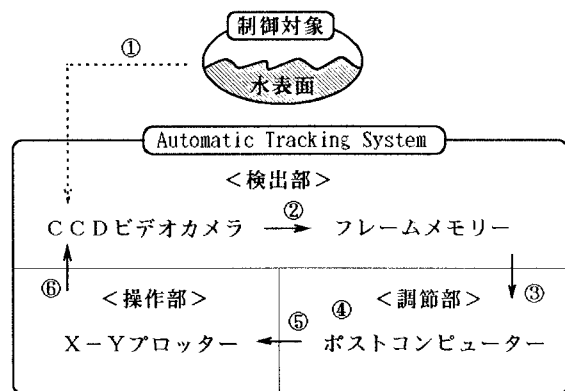


図-1 Automatic Tracking Systemの構成

以上が一連の操作であり①→②→③→④→⑤→⑥→①→②→……と繰り返すことによって水表面を追尾する。①～⑥の操作中に生じる水表面の移動量が次のステップで得られる①のデータとなる。

2-3 水表面検出方法 2-2節の水表面追尾の手順③で行っている水表面検出方法について詳しく述べる。

まず取り込んだ画像の中央（図-2のA-A）の輝度を調べる。調べた輝度の差を計算し、差の大きいところ（図-2のB）を水表面とする。輝度差が大きいところが数カ所出てくる場合がある。その時は水表面より下では大きい輝度変化がないので輝度差の大きい最後の点を水表面とする。

2-4 移動量算出方法¹⁾ 2-2節の水表面追尾の手順④で行っている移動量算出方法について詳しく述べる。

画像取り込みn枚目の誤差を $e(n)$ とする。以下の4通りの移動量算出方法で行う。

①P制御：比例動作といわれる。

$$U = K_p e(n)$$

U 移動量 K_p 比例係数

$e(n)$ 画像取り込みn枚目の時の誤差量

②PD制御：誤差の変化率に比例することからrate（または微分）動作といわれる。

$$U = K_p e(n) + K_D \{e(n) - e(n-1)\}$$

K_D 比例係数

③PI制御：常に残ってしまう誤差をなくすためにreset（または積分）動作という。

$$U = K_p e(n) + K_I \frac{1}{n} \sum \left[\frac{1}{2} \{e(n) + e(n-1)\} \right]$$

K_I 比例係数 $e(n-1)$ 画像取り込みn-1枚目の時の誤差量

④PID制御：上の3つの制御を組み合わせたもの。

$$U = K_p e(n) + K_D \{e(n) - e(n-1)\} + K_I \frac{1}{n} \sum \left[\frac{1}{2} \{e(n) + e(n-1)\} \right]$$

3. 性能実験

昇降装置を用い、試作したシステムの性能実験を行った。昇降装置はアクリル板が振幅12.5cmで上下するものを作製した。このアクリル板の上部を水表面と仮定し追尾させる。このときの撮影領域は1.0cm×1.3cmである。移動量算出に用いる比例定数は $K_p = 1.0$ 、 $K_D = 0.5$ 、 $K_I = 0.5$ で行った。昇降装置の周期約15秒までは絶えずアクリル板を撮影しながら追尾できた。これ以上速くなると追尾が遅れたときアクリル板が撮影領域の外へ出てしまう。移動量算出は2-4節の①②③④のそれぞれの方法で行ったが違いがみられなかった。

今後は追尾スピードを上げるためマイコン化し、最終的に振幅5cm、周期5秒の水表面の追尾を行いたい。

＜参考文献＞ 1) 須田信英：PID制御，朝倉書店，189pp.，1992

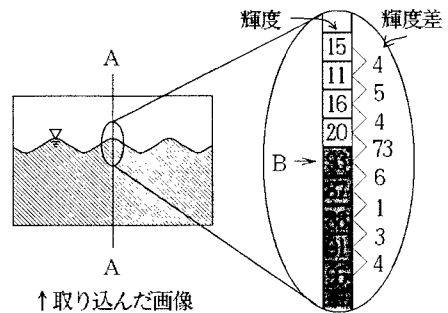


図-2 取り込んだ画像と輝度

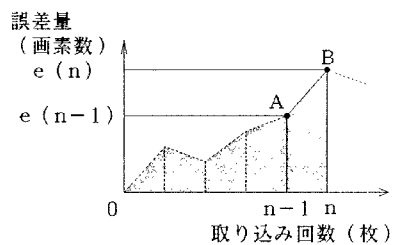


図-3 0～n枚目の誤差量

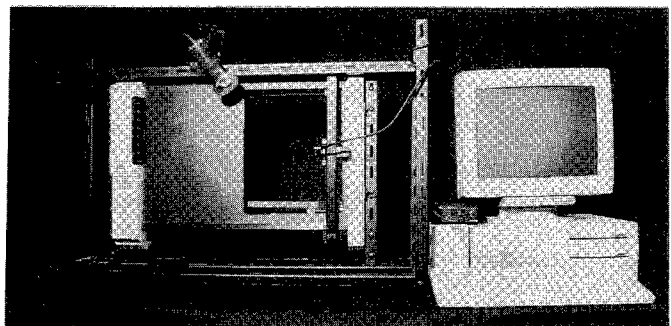


写真-1 試作したシステム