

# 卓球しましょ！ピンポンしましょ！！

## - 卓球自動打撃システム -

### 作品紹介

1 . 卓球自動打撃システムとは -----	2
2 . 本システムの構成 -----	3
3 . 本システムの特徴 ----- 「対象者」 「独創的な部分」 「類似品との相違点」	4
4 . 本システムの実現 ----- 「実現方法」 「実行環境」 「開発環境」	6
5 . 実現にあたっての課題 -----	9

# 1 . 卓球自動打撃システムとは

本システムは、ミニ卓球台の後ろに設置した1台の家庭用デジタルビデオカメラによってコートを撮影し、この撮影した動画像データから画像処理により移動するピン球を認識して、プレイヤーの打ったピン球が飛来するコースを予測し、ラケットを取り付けたラケットアームを2次元方向（上下左右）に移動させ、ピン球を連続して打ち返そうというものである。



図1 本システムで用いるミニ卓球台

## 2. 本システムの構成

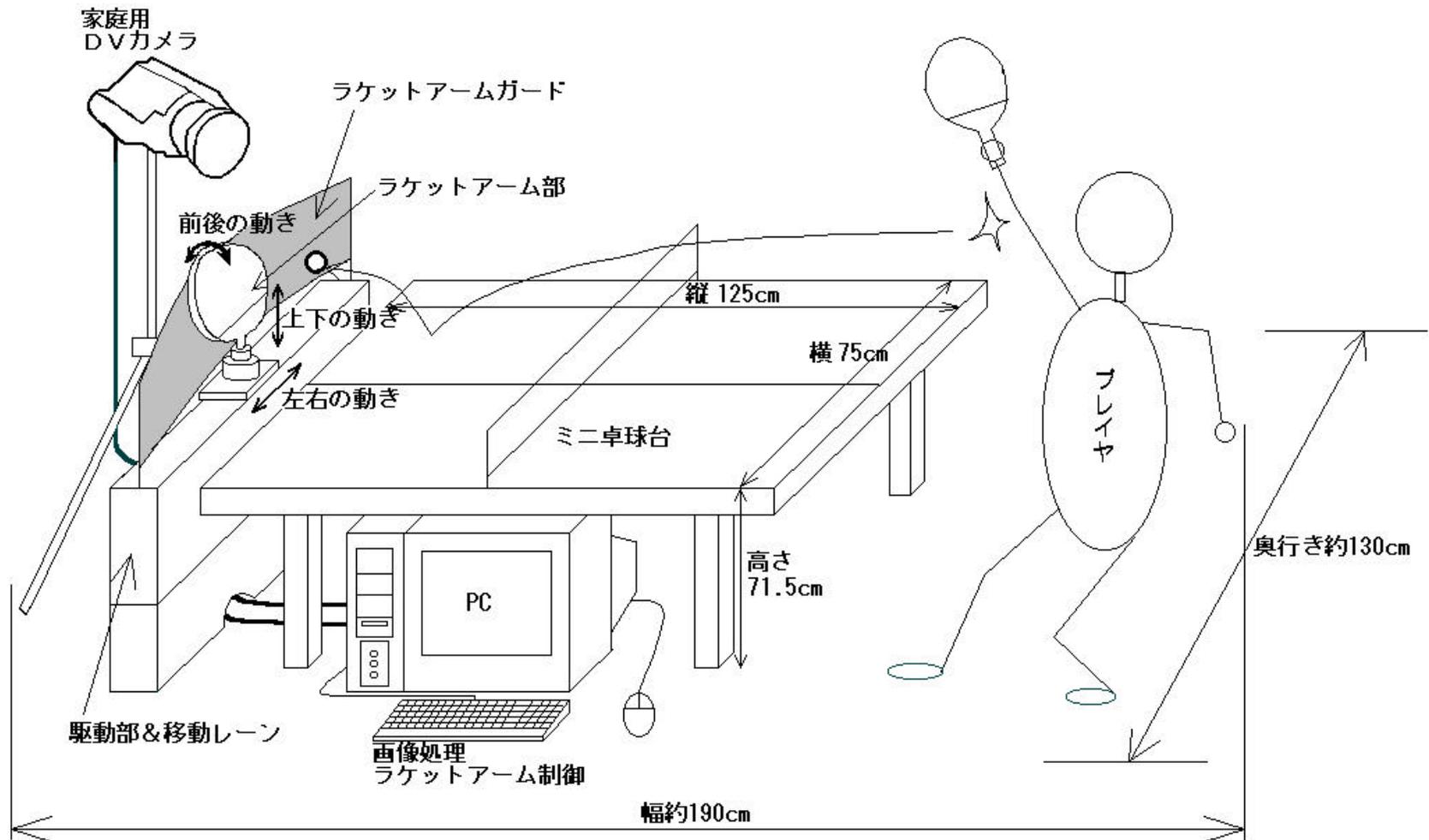


図2 本システムの構成

### 3 . 本システムの特徴

- ( 1 ) ミニ卓球台 ( 横 75cm × 縦 125cm × 高さ 71.5cm , (株)タマス製 ) を用いる .
- ( 2 ) 家庭用デジタルビデオカメラ ( 30fps , 640 × 480 ドット , 24 ビットカラー , (株)SONY 製 ) を 1 台用いる .
- ( 3 ) 画像処理には二値化 , 背景画像差分法および形状・色による特徴抽出・認識を用いる .
- ( 4 ) ラケットを取り付けたラケットアームは 2 軸のステッピングモータ制御により横方向 ( 左右 ) と上下方向に移動させる .  
横方向の移動は 5 箇所 ( ラケットの幅が 25cm で台の横幅が 75cm であるので )  
上下方向の移動は 3 箇所
- ( 5 ) ラケットは前後にも移動する ( 倒れる ) ようにし , 打球時にはラケットを前に移動させピン球をはじく .
- ( 6 ) ラケットアームガードによりラケットが卓球台端に移動した場合には , ラケットを内側に向けるようにする .

## [ 対象者 ]

卓球愛好者およびピンポン愛好者．老若男女を問わず．

## [ 独創的な部分 ]

- ( 1 ) 高速ビデオカメラのような特殊な機器やリアルタイム動作解析システムのような専用ソフトウェアを用いるのではなく，市販の家庭用デジタルビデオカメラを使って，独自に動画像処理プログラムを作成すること．
- ( 2 ) 1 台のビデオカメラによる 2 次元でのピン球位置認識により，連続してピン球を打ち返せるようにすること．
- ( 3 ) ミニ卓球台を用いているので狭い部屋の中でも楽しめること．また一人でも楽しめること．ストレス解消，健康増進にはもってこいである．

## [ 類似品との相違点 ]

大阪大学大学院基礎工学研究科宮崎研究室で開発された卓球ロボット<sup>[ 1 ]</sup>は，通常の卓球台（横 152.5cm × 縦 274cm × 高さ 76cm）を用い，2 台の専用ビデオカメラ（60fps，640 × 416 ドット，3 ビットカラー）により移動するピン球の 3 次元位置を認識して，4 軸のステッピングモータ制御で横方向（左右）と前後方向の移動およびラケットの 2 方向の傾きを変化させることにより，ピン球を連続して打ち返すことを実現している．移動するピン球の 3 次元位置の計測には市販のリアルタイム動作解析システム（応用計測研究所製 Quick MAG System3）を使用している．

[ 1 ] 宮崎文夫他：“卓球タスクにおける仮想ターゲットの予測と実現方法”，日本ロボット学会誌，vol.21，No.1，pp.87～93，2003．

<http://robotics.me.es.osaka-u.ac.jp/MiyazakiLab/Research/pingpong/2003/home.html>

## 4 . 本システムの実現

### [ 実現方法 ]

( 1 ) 画像処理部とラケットアーム制御部に分けて開発を行う .

#### 画像処理部

家庭用デジタルビデオカメラから入力される画像データをリアルタイムで処理して , 移動するピン球の 2 次元位置を認識し , 時間的前後の差分情報から飛来するコースを予測して打球位置を決定する .

#### ラケットアーム制御部

予測された打球位置 ( 横方向 5 箇所 , 上下方向 3 箇所 ) にラケットアームを移動させ打球する .

( 2 ) 動画画像処理には背景画像差分法を用いる .

次頁の図 3 に , 連続する 4 フレームの画像 ( ミニ卓球台でのピン球の移動 ) に二値化および背景画像差分法を施した例を示す . 図 3 の ( h ) と ( i ) において元の画像の ( b ) と ( c ) の中で動いている部分のみが取り出されていることが分かる . この ( h ) , ( i ) または差分画像 ( e ) , ( f ) , ( g ) を用いてピン球の 2 次元位置を認識する .



( a )



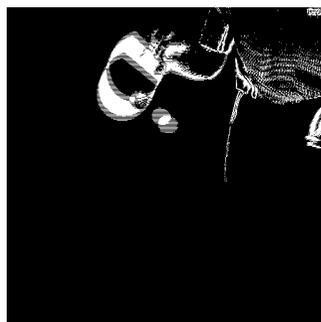
( b )



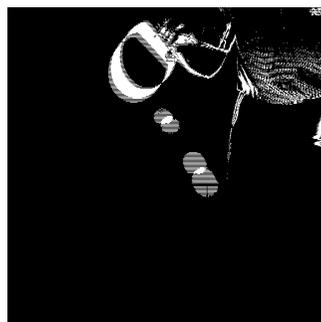
( c )



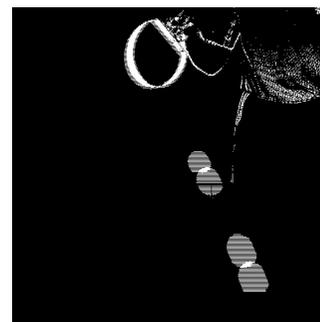
( d )



( e ) ( a ) と ( b ) の差分



( f ) ( b ) と ( c ) の差分



( g ) ( c ) と ( d ) の差分



( h ) ( e ) と ( f ) のAND



( i ) ( f ) と ( g ) のAND

図3 背景画像差分法

## [ 実行環境 ]

使用OS	RedHatLinux R8
ハードウェア	カスタムメイドパソコン ミドルタワー型
	・CPU： Intel Pentium4 2.0AGHz
	・メモリ： 1GB
	・HDD： 120GB
	・解像度： 液晶ディスプレイ 1024×768 ドット
	・画像処理ボード： I-O DATA 製 GV-VCP3/PCI
	・4軸位置決め制御ボード： 日本パルスモータ製 PPCI7401
	ステッピングモータ： 日本サーボ製 KH56QM2-85
	および FSD 2B 2P12-01

## [ 開発環境 ]

使用OS	RedHatLinux R8
ハードウェア	ミドルタワー型パソコン
	・CPU： Intel Pentium4 2.0AGHz
	・メモリ： 1GB
	・HDD： 120GB
	・解像度： 液晶ディスプレイ 1024×768 ドット
開発言語	C言語 gcc3.2-7

## 5 . 実現にあたっての課題

以下のような課題を今後解決する予定である．本選でのデモンストレーション実現を目指す．

- ( 1 ) コート間のピン球の移動時間は約 0.6 秒      時間的な制約      高速化が必要  
この時間内に画像処理によってピン球の飛来コースを予測し，ラケットアームを予測した位置に移動させなければならない．
- ( 2 ) 画像処理の高速化と打球位置予測精度の向上  
カメラの撮影位置，画像の解像度と色数，ピン球の色，プレイヤーの背景等に工夫を加える．
- ( 3 ) ラケットアーム移動の高速化  
ラケットアームの軽量化（ラケットは 2 0 0 g ）と高速移動の機構を考案する．
- ( 4 ) 打球のタイミング  
ビデオカメラ 1 台による処理であるので卓球台縦（奥）方向のピン球位置の認識が難しい．  
ラケットアーム移動後，どのタイミングでラケットを前へ動かして打球するか？

尚，今回「画像処理による移動するピン球の認識」にチャレンジしていますが，これは，昨年度のプロコン課題部門本選に「PingPongDash 卓球スコア記録分析システム - 」で出場した際，審査員の先生方および多数の来場者からいただいた意見がきっかけとなっています．