

じゃんけん勝負リアルタイム判定システムの試作

濱本高志・宇根智明・森田展行*・大倉 充

塩野 充

岡山理科大学工学部情報工学科

*岡山理科大学大学院工学研究科情報工学専攻

(2000年11月1日 受理)

1. まえがき

複数人の中で誰かを選ぶ、順番を決めるといった際には、我々はしばしば「じゃんけん」を行う。じゃんけんは、掌部の形状を、「ぐー」(石)、「ちょき」(鋏)、「ぱー」(紙)の3つのどれかに固定し、他人の掌部形状との比較を行うことで勝敗の判定を行う。通常、じゃんけんを行う場合には、全員が何度か腕を上下に振り、ある瞬間に形状を固定した掌部を同時に静止させる。そして勝敗の判定を行い、敗者は次のじゃんけんには参加せず、ただ1名の勝者が決定するまでこの行為を繰り返す。この一連の動作に対して、人間は、(1)腕部の静止判定、(2)掌部の形状識別、(3)形状の比較を行っている。

本研究では、我々が馴染んだ日常行為の一つであるこの「じゃんけん」に着目し、人間が行っている上述の(1)~(3)の各処理をアルゴリズム化し、コンピュータによるじゃんけん勝負の自動判定システムの試作を行った。本研究で重要視した点はリアルタイム性にあり、じゃんけん行為を撮影した動画像の実時間処理を目指している。動画像を処理対象とし、特にリアルタイム性が必要とされる場合には膨大なデータ量に因る演算時間の問題が生じ、通常のパソコンでは実時間処理は困難と考えられる。そのため本研究では、超高速動画像処理用ボードをパソコンに搭載し、かつ単純な掌部の抽出および識別アルゴリズムを考案してこの問題への対処を試みた。

2. 動画像の取得

2.1 撮影条件

室内において、被験者の腕部のみをビデオカメラ(DXC-107A:SONY)により撮影した。手のひらあるいは手の甲ができるだけ撮影されるように腕部をカメラの前に出すという条件を設けた。現状では被験者数は三人までである。ビデオカメラと腕部の距離は2[m]程度とし、室内は十分明るい状態とした。また本研究では、肌色領域の抽出処理により掌部を特定するために以下の撮影条件を定めた。

- (1) 被験者は長袖衣服を着用する。
- (2) 撮影時には肌色に似た色を有する物体を撮影場所内に配置しない。

入力された各フレームは、フレームサイズ縦240×横256画素、YCbCr各256階調のカラー画像であり、後述の動画像処理用ボードにカメラから毎秒15フレームの動画像が入力される。入力フレームの一例を濃淡画像として図1に示す。

2.2 超高速動画像処理用ボード

本研究ではPCIバス用の超高速動画像処理用ボードIMAP-VISION¹⁾(NECインキュベーションセンター)を使用した。このボードには256個の8ビットプロセッサ(PE)を一次元に接続したPEアレイ部、ビデオインターフェース回路、画像メモリ(16MBのSDRAM)、そしてこれら全体を制御するRISCプロセッサが搭載されている。またオンボードにA/D、D/A用の回路を備えており、2つの外部BNCコネクタによってカメラからのNTSC信号を直接入力し、かつ処理結果をNTSC信号として外部へ直接出力することができる。プログラムの開発にはIMAP-VISION付属の1DC(One Dimensional C)と呼ばれるCライクな高級言語を用い、全ての処理をボードにより行った。

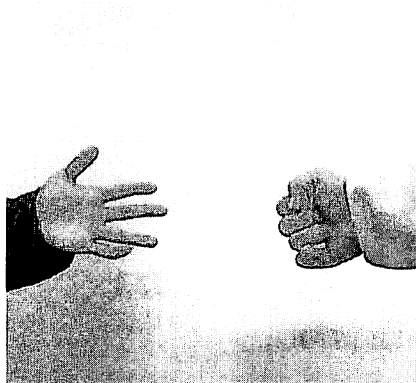


図1 入力フレームの一例

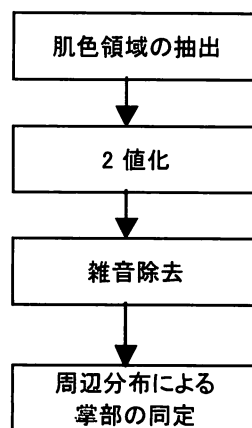


図2 掌部の抽出処理手順

3. 処理の概要

以下で述べる処理は、入力された全フレームに対して行っており、抽出された掌部領域の重心位置が5フレーム静止したと判定された場合にのみ、テレビ画面に勝敗判定結果が表示されるようになっている。

3.1 掌部の抽出処理

図2に掌部を抽出するための処理手順を示す。まず、入力された各フレームから肌色を示す領域のみをYCbCr値の範囲を定めて抽出する。YCbCr値の範囲の設定は、撮影環境に応じて肌色領域の状態を見ながらリアルタイムに手動で行う。図3に肌色領域のみを残した画像を示す。次に、肌色領域を白、それ以外の領域を黒とした2値画像を生成し、雑音除去処理を行う。雑音除去処理は、注目画素の8近傍画素を調べ、隣接する白画素数が4以下ならば注目画素を黒画素に、隣接する白画素数が5以上ならば注目画素を白画素に変換することで行った。最後に、白領域の周辺分布を求め、掌部領域を同定する。以下、画像左上を原点として、水平方向にx座標軸、垂直方向にy座標軸を定め、各画素の座標位置を(x, y)で表すとする。まずx軸方向に白画素の周辺分布を求め、分布を原点側から調べて、最初に現れるx軸正方向に30以上連続して画素ヒストグラムが存在する領域の両端の座標を求める。次に、この2つの座標間の範囲内でy軸方向の周辺分布を求め、分布を原点側から調べて、今度はy軸正方向に30以上連続して画素ヒストグラムが存在する領域の両端の座標を求める。この処理により掌部領域の外接矩形枠が求められることになる。なお、この時点で掌部領域の重心位置を求める。また2つ目以降の掌部については、それ以前に同定した掌部領域を除去して同様の処理により同定する。図4に掌部を抽出した一例を示す。図中、左下の数字は掌部領域の位置を表しており、(u1, h1)は矩形領域の左上座標、(m1, s1)は右下座標、(x1, y1)は掌部領域の重心位置を表している。なお人数(掌部の数)の計数は自動的に行われる。



図3 肌色領域



図4 抽出された掌部の一例

3.2 掌部の形状判定処理

図5に掌部の形状判定を行うための処理手順を示す。まず、外接矩形の縦横比を求める。次に判定処理に必要な線分を外接矩形中に4本引く。本研究では、この線分上で黒画素から白画素に変化する数を計数し、基本的には求めた最大値を指の数とした。線分の位置は、それぞれ外接矩形の端から各辺の長さの2/9の位置である。図6に外接矩形内に引いた線分の一例を示す。最後に線分上の白画素数と線分を構成する総画素数の比率を求める。

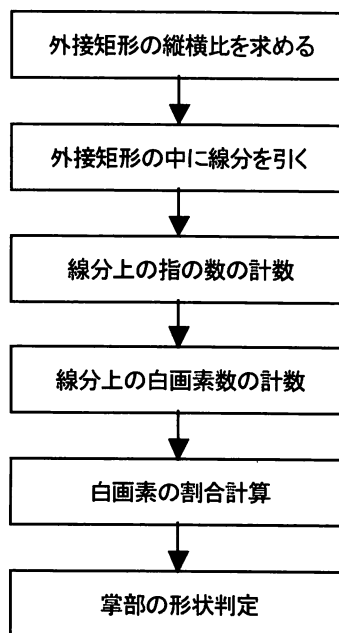


図5 掌部の形状判定処理手順

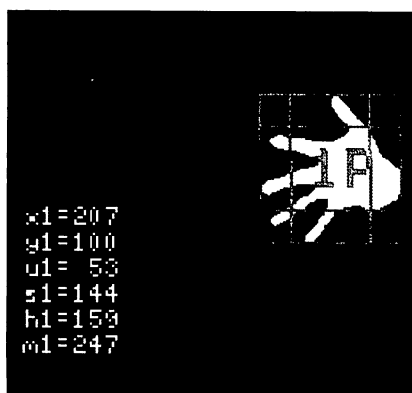


図6 外接矩形内の線分



図7 形状判定結果の表示例

以下、上述した特徴量を用いた形状判定アルゴリズムを述べる。

- まず、外接矩形の縦横比を調べる。この縦横比は形状の分類に使用し、この比率が1.4以上の場合には「ぐー」ではないと判定し、後述の「ちよき」と「ぱー」の判定処理を行う。比率が1.4未満であれば、外接矩形内に引いた4本の線分から求めた指の数が3本以上で、線分を構成する総画素数に対する白画素数の割合が80%以下の場合には「ぱー」と判定する。その条件に当てはまらず、白画素数の割合が50%以上であれば「ぐー」、50%未満であれば「ちよき」と判定する。
- 外接矩形の縦横比が1.4以上の場合は、以下の「ちよき」と「ぱー」の判定処理を行う。この処理では外接矩形内に引いた線分の中で短い2本の線分のみを使用する。これは指の方向が長い線分の方角に向いていると考えられるためである。判定は、指の数が2本以上でかつ白画素数の割合が50%以下の場合には「ちよ

き」, それ以外は「ぱー」とする。

図7にテレビ画面に表示された判定結果の一例を示す。判定結果は, 処理対象が一人の場合には画面上部に表示され, 二人の場合には, 画面左上に近い掌部を「1P」として画面上部に, もう一つの掌部を「2P」として画面下部に表示される。三人の場合には, 画面左上に近いものから順に, 画面上部に「1P」「2P」「3P」と表示される。また表示文字は, ボードの制約上半角文字しか使用できないために, 「ぐー」「ちよき」「ぱー」をそれぞれ, 処理対象が一人と二人の場合には「<」・「v」/「/」・「0」とし, 三人の場合には「G」「v」「*」とした。

3.3 勝敗の判定結果の表示

処理対象が一人の場合にはコンピュータとの対戦となる。コンピュータの出す手は, プログラム開始からのフレーム数を計数し, その数を3で除算して得られた剰余を「ぐー」「ちよき」「ぱー」に割り当てている。画面には, 対戦相手がコンピュータであることを表すために, 画面下部に「cpu」と表示される。勝敗判定結果は人が勝った場合には「You Win」, 負けた場合には「You Lose」, 引き分けの場合には「Draw Game」と画面中央付近に表示される。処理対象が二人の場合には, 「1P」あるいは「2P」が勝った場合には, 「1P Win」あるいは「2P Win」と表示され, 引き分けの場合には「Draw Game」と表示される。更に処理対象が三人の場合には, 勝ちと判定された掌部上に「O」, 負けと判定された掌部上に「X」が表示され, 引き分けの場合は画面中央付近に「Draw Game」と表示される。図8, 9に勝敗の判定結果の表示例を示す。

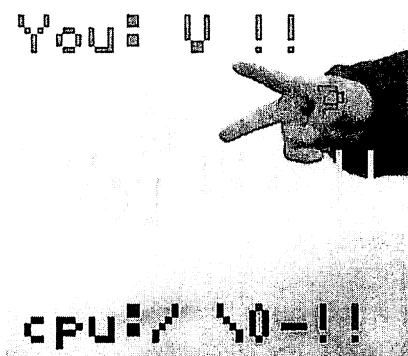


図8 勝敗判定結果表示例1

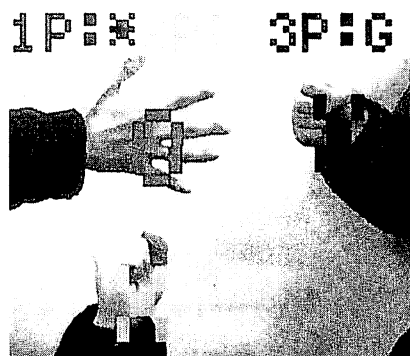


図9 勝敗判定結果表示例2

4. システムの問題点

実時間処理を「次のフレームが入力されるまでに現フレームに対して画面表示を含む全ての処理を行う」と定義すると, 本システムには毎秒15フレームの速度で動画像が入力されることより, 処理時間の上限は約0.067秒となる。現状での1フレーム当たりの処理時間は, 処理対象が1人の場合に約0.1秒, 3人の場合に約0.3秒であり, 実時間処理を実現できていない。処理時間の大半が掌部領域の同定処理に費やされており, この点は今後の課題の一つとしたい。また, 本システムでは光源の位置, 腕部を出す方向および個人性に起因する指の開き具合には制限を設けておらず, また, リアルタイム性を重視する簡便な処理を採用したために, 以下に示す場合にはシステムの出力が誤ってしまうことがわかっている。

- (1) 指を握りこむことによって手のひら部分に陰が生じる場合。
- (2) 外接矩形内の線分中に, 伸ばした指だけではなく握りこんだ指が入った場合。
- (3) 掌部をカメラに対して垂直方向に出した場合。

(1) は光源の有無および位置によってシステムの性能が左右されることを意味する。図10に誤判定例を示す。(2) は掌部の形状が「ちよき」の場合に生じることがあり, 外接矩形内に設けた4本の線分を横切る指の数を計数するというアルゴリズムの本質的な問題点を示している。図11に誤判定例を示す。また本システムでは, 基本的に掌部はカメラに対して水平方向に存在するということが前提条件となっている。そのために(3)で述べた掌部の状態が現れると誤判定する。図12に掌部の形状を「ちよき」とした場合の誤判定例を示す。最後に, 本システムが有する形状判定処理以外の問題点として, 掌部の同定処理に周辺分布を用いているために, 複数の掌部が近接すると単一の掌部と誤判定することが挙げられる。図13に誤判定例を示す。



図 10 指の陰による誤判定例



図 11 握った指が線分に接触した場合の誤判定例

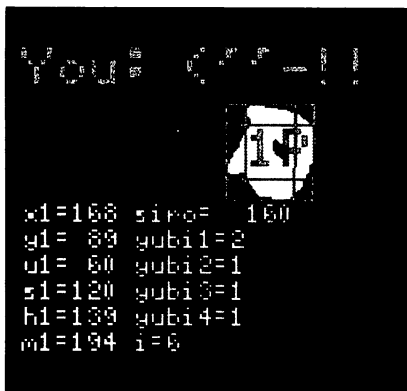


図 12 「ちょき」を表す掌部をカメラに対して垂直方向に向けた場合の誤判定例



図 13 二つの掌部を一つと誤判定した例

5. おわりに

本研究では、日常行為の一つである「じゃんけん」に着目し、じゃんけん勝負のリアルタイム判定システムの試作を行った。現時点では実時間処理を実現できておらず、処理対象である掌部数の増加に伴い、各フレームに対する処理時間の増加が著しい。また本システムには様々な問題点のあることが明らかとなった。今後は、実時間処理を実現し、本論中に述べた様々な問題点を克服して、撮影環境および掌部の入力状態の変動にロバストなシステムに本システムを改良していきたい。

参考文献

- 1) 櫻井和之, 許 昭倫, 岡崎信一郎: “IMAP-VISION を用いた道路画像からの白線検出”, 信学技報, PRMU99-66, 1999.

A Real-Time Judgment System for the Oriental Game of Paper-Scissors-Stone

Takashi HAMAMOTO, Tomoaki UNE, Hiroyuki MORITA*,

Mitsuru OHKURA and Mitsuru SHIONO

*Department of Information & Computer Engineering,
Faculty of Engineering,*

**Graduate School of Engineering,
Okayama University of Science,
Ridai-cho 1-1, Okayama 700-0005, Japan*

(Received November 1, 2000)

We make a real-time system to judge the result of an oriental game of paper-scissors-stone. The input data to a computer is a color motion picture shot by a video camera. Each frame of the motion picture shows only the hands of players. The data is processed by an ordinary personal computer with a high performance motion picture processing board. Our system has three procedures. Firstly, each hand is extracted from each frame by detecting the areas of skin color. Secondly, our proposed simple algorithm classifies the shape of each hand. Finally, the result of the game is decided after making a decision whether the hands have stopped moving. This paper describes the details of our system and some of the problems.