

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-218757  
(P2005-218757A)

(43) 公開日 平成17年8月18日(2005.8.18)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
A 6 3 F 13/00	A 6 3 F 13/00	2 C 0 0 1
A 6 3 F 13/06	A 6 3 F 13/00	F
A 6 3 F 13/08	A 6 3 F 13/00	J
	A 6 3 F 13/06	
	A 6 3 F 13/08	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2004-32137 (P2004-32137)	(71) 出願人	303068866 株式会社VRスポーツ 香川県高松市錦町2丁目3番26号
(22) 出願日	平成16年2月9日(2004.2.9)	(74) 代理人	100090181 弁理士 山田 義人
		(72) 発明者	塚本 一義 香川県高松市楠上町2-6-45-1302
		(72) 発明者	和田 隆広 香川県高松市由良町812
		Fターム(参考)	2C001 AA04 BA01 BA03 BA05 BA07 BC01 BC03 BC05 BC08 BC09 CA09 CC01 CC08 DA05

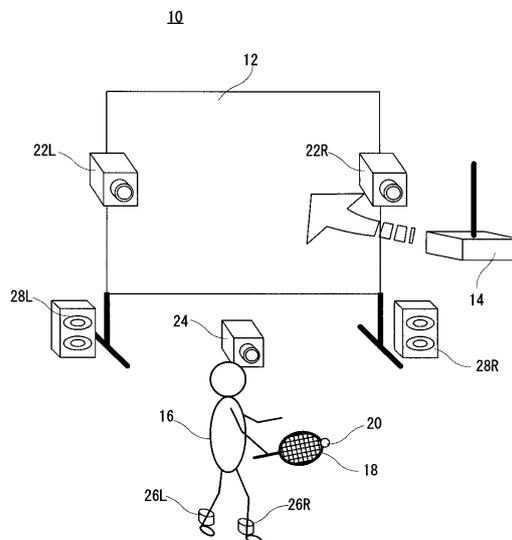
(54) 【発明の名称】 バーチャルリアリティテニスゲームシステム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 VRテニスゲームシステムの構成が簡単かつ安価にできる。

【解決手段】 スクリーン12にボール図形を含むテニスゲーム画面を表示し、プレイヤー16は、スクリーンの前方でラケット18をスイングする。ラケットには光マーカ20を設け、カメラ22L, 22Rでその光マーカを撮影する。コンピュータ42は、カメラ信号を処理して光マーカの移動量を計算し、移動量が所定値以上のときプレイヤーがラケットをスイングしたと判断する。光マーカがどの方向へ移動したかに応じて、フォアハンドスイングであるのかまたはバックハンドスイングであるのかを判定する。また、プレイヤーの左右の足首に色マーカ26L, 26Rを装着させ、別カメラ24で色マーカを撮影し、スイング時に前になる足の位置を、「右」、「真中」、「左」のいずれかとして検出し、検出した前足の位置に応じた方向へボール図形を返球させる。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

バーチャルリアリティテニスゲームにおいてスクリーン上に表示されるボール図形を打つようにプレイヤーが実空間でラケットをスイングすることによってゲームを進行させる、バーチャルリアリティテニスゲームシステムであって、

前記ラケットに設けられるマーカ、

前記マーカを撮影する第 1 カメラ、および

前記第 1 カメラからの第 1 カメラ信号を処理することによって、前記マーカの移動方向に応じてフォアハンドスイングおよびバックハンドスイングのいずれであるか判定するフォア/バック判定手段を備える、バーチャルリアリティテニスゲームシステム。

10

**【請求項 2】**

前記第 1 カメラからの第 1 カメラ信号を処理することによって、前記マーカの移動方向に応じてサーブスイングを検出するサーブスイング検出手段をさらに備える、請求項 1 記載のバーチャルリアリティテニスゲームシステム。

**【請求項 3】**

前記第 1 カメラ信号を処理することによって前記マーカの移動量を計算し、その移動量が所定以上のとき前記プレイヤーが前記ラケットをスイングしたと判断するスイング判断手段をさらに備える、請求項 1 または 2 記載のバーチャルリアリティテニスゲームシステム。

**【請求項 4】**

前記プレイヤーの両足に互いに異なる色の色マーカを設け、さらに

前記色マーカを撮影する第 2 カメラ、

前記第 2 カメラからの第 2 カメラ信号を処理することによって、前記フォアハンドスイングまたは前記バックハンドスイング時に前になる一方の足の色マーカの位置を判定する位置判定手段、および

前記位置判定手段の判定した位置に応じて前記スクリーン上での前記ボール図形の返球方向を制御する返球方向制御手段を備える、請求項 3 記載のバーチャルリアリティテニスゲームシステム。

20

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】**

30

**【0001】**

この発明はバーチャルリアリティテニスゲームシステムに関し、特にたとえばプレイヤーが実空間内で実際にラケットを振ることによってビデオゲーム等の電子ゲームを進行させる、バーチャルリアリティ (Virtual Reality: 仮想現実。以下、「VR」とする。) テニスゲームシステムに関する。

**【背景技術】****【0002】**

たとえば、特許文献 1 には、2 人のプレイヤーがテニスのラケットを模した装置体を実空間中で振って仮想ボールを打ち合う、バーチャルテニス装置が開示されている。この特許文献 1 の従来技術は、2 つの装置体間において、無線と音でテニスゲームを進行させるものである。ただし、この従来技術では映像を利用したビデオゲームではないので、手軽に楽しめる反面リアリティに欠けるきらいがある。

40

**【0003】**

これとは別に、本件発明者等は、特許文献 2 において、リハビリテーションのための VR ビデオテニスゲームシステムを提案している。この特許文献 2 で提案した従来技術は、訓練者がリアルプレイヤーとなってビデオ画面内のバーチャルプレイヤーとボールを打ち合う VR テニスゲームシステムである。

**【0004】**

特許文献 2 の従来技術では、リアルプレイヤーすなわち訓練者は実空間中で実際にラケットを振り、そのラケットの動きや姿勢を 3 軸加速度センサおよび 3 軸角速度センサで検出

50

して、コンピュータがラケット軌跡を計算する。コンピュータこのラケット軌跡とゲーム画面内の仮想ボールの軌跡との相対位置を判断することによって、ラケットのボールとの当りや方向を計算し、仮想ボールをゲーム画面内で飛翔させる。

【特許文献 1】特開 2 0 0 0 - 1 9 7 7 7 3 号公報 [ A63F 13/00 ]

【特許文献 2】特開 2 0 0 3 - 1 8 0 8 9 6 号公報 [ A63B 69/00 504 69/38 A63F 13/00 ]

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

特許文献 2 の従来技術では、実際にラケットを使う V R テニスゲームで画像を用いるので、特許文献 1 の従来技術に比べてリアリティが増すとともに、プレイヤーが体を動かす（腕を振る）ことによるリハビリ効果が期待できる。

10

【 0 0 0 6 】

反面、この従来技術では、ラケットの位置や姿勢を検出するために 3 軸加速度センサや 3 軸角速度センサなどを用いなければならず、ラケット自体の構造が複雑になるばかりか、システム全体としても高価になり、このようなりハビリ装置の普及の妨げになっていた。

【 0 0 0 7 】

それゆえに、この発明の主たる目的は、新規な V R テニスゲームシステムを提供することである。

20

【 0 0 0 8 】

この発明の他の目的は、構成が簡単でかつ安価な、V R テニスゲームシステムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

請求項 1 の発明は、V R テニスゲームにおいてスクリーン上に表示されるボール図形を打つようにプレイヤーが実空間でラケットをスイングすることによってゲームを進行させる、V R テニスゲームシステムであって、ラケットに設けられるマーカ、マーカを撮影する第 1 カメラ、および第 1 カメラからの第 1 カメラ信号を処理することによって、マーカの移動方向に応じてフォアハンドスイングおよびバックハンドスイングのいずれであるか判定するフォア/バック判定手段を備える、V R テニスゲームシステムである。

30

【 0 0 1 0 】

請求項 1 の発明では、V R テニスゲームシステム（10：実施例で相当する参照番号。以下、同じ。）はスクリーン（12）を含み、このスクリーン（12）にたとえばプロジェクタ（14）によってボール図形（図 2：40）を含むテニスゲーム画面を表示する。プレイヤー（16）は、たとえばこのスクリーンの前方の実空間でラケット（18）を、あたかもスクリーン上のボール図形を打つようなタイミングで、スイングする。ラケット（18）にはたとえば LED のような光マーカ（20）を設けておき、第 1 カメラに相当するカメラ（22L, 22R）でその光マーカ（20）を撮影する。

【 0 0 1 1 】

図 3 に示すコンピュータ（42）は、ラケットがスイングされたとき、その光マーカ（20）を含む第 1 カメラ信号を処理して（図 5：S 2 1 S 3 1）、光マーカの移動方向（右 左、左 右）によってラケットのスイングがフォアハンドスイングであるのかまたはバックハンドスイングであるのかを判定する（図 5：S 3 9, S 4 1；S 4 3, S 4 5）。

40

【 0 0 1 2 】

このように、第 1 カメラ信号を処理するだけでラケットのスイングがフォアハンドスイングであるのかバックハンドスイングであるのかを判定できるので、複雑で高価な特殊センサを設ける必要がない。したがって、より簡単かつ安価に V R テニスゲームシステムを提供することができる。

50

## 【 0 0 1 3 】

請求項 2 の発明は、第 1 カメラからの第 1 カメラ信号を処理することによって、マーカの移動方向に応じてサーブスイングを検出するサーブスイング検出手段をさらに備える、請求項 1 記載の V R テニスゲームシステムである。

## 【 0 0 1 4 】

請求項 2 の発明では、マーカが上から下へ移動したとき、サーブ検出手段がサーブスイングを検出する。したがって、サーブ検出のために特別なスイッチやセンサが不要となる。

## 【 0 0 1 5 】

請求項 3 の発明は、第 1 カメラ信号を処理することによってマーカの移動量を計算し、その移動量が所定以上のときプレイヤーがラケットをスイングしたと判断するスイング判断手段をさらに備える、請求項 1 または 2 記載の V R テニスゲームシステムである。

10

## 【 0 0 1 6 】

請求項 3 の発明では、コンピュータ ( 図 3 : 4 2 ) は、第 1 カメラ信号を処理して ( 図 5 : S 2 1 S 2 9 )、マーカの前フレームからの移動量を計算し ( 図 5 : S 3 1 )、その移動量が所定値以上のときプレイヤーがラケットをスイングしたと判断する ( 図 5 : S 3 3 )。そして、フォア/バック判定手段は、スイング判断手段によってスイングしたと判断した後、そのスイングがフォアハンドスイングおよびバックハンドスイングのいずれであるか判定する。同様に、サーブ検出手段は、スイング判断手段によってスイングしたと判断した後、そのスイングがサーブスイングであることを検出する。特殊なセンサを用いなくてもスイングの有無を判断することができ、より簡単かつ安価に V R テニスゲームシステムを提供することができる。

20

## 【 0 0 1 7 】

請求項 4 の発明は、プレイヤーの両足に互いに異なる色の色マーカを設け、さらに色マーカを撮影する第 2 カメラ、第 2 カメラからの第 2 カメラ信号を処理することによって、フォアハンドスイングまたはバックハンドスイング時に前になる一方の足の色マーカの位置を判定する位置判定手段、および位置判定手段の判定した位置に応じてスクリーン上でのボール図形の返球方向を制御する返球方向制御手段を備える、請求項 2 記載の V R テニスゲームシステムである。

## 【 0 0 1 8 】

請求項 4 の発明では、プレイヤー ( 1 6 ) の左右の足首に色マーカ ( 2 6 L , 2 6 R ) を装着させる。この色マーカの色は互いに異なる。そして、第 2 カメラ ( 2 4 ) を、色マーカを撮影可能な位置に設け、コンピュータ ( 4 2 ) はその第 2 カメラからの第 2 カメラ信号を処理する。ただし、この第 2 カメラは先の第 1 カメラと同じカメラであってよい。

30

## 【 0 0 1 9 】

実際にラケットをスイングするとき、右利きのプレイヤーでも左利きのプレイヤーでも、フォアハンドのときとバックハンドのときとでは前方に出る足は違う。たとえば右利きのプレイヤーでは、フォアハンドの場合には左足が前になり、バックハンドの場合には右足が前になる。左利きのプレイヤーでは、フォアハンドの場合には右足が前になり、バックハンドの場合には左足が前になる。

40

## 【 0 0 2 0 】

そこで、コンピュータ ( 4 2 ) は、フォアハンドまたはバックハンドのときに前になる足の位置を、たとえば「右」、「真中」、「左」のいずれかとして検出する ( 図 6 : S 5 3 ( S 7 3 ) S 5 7 )。

## 【 0 0 2 1 】

たとえば、フォアハンドでもバックハンドでも前足の位置が「右」のときには、プレイヤーの体は相対的に右方向に向いていると考えられる。したがって、実際のテニスゲームの場合、その右向きの体勢でラケットがボールを打ったと考えられ、ボールは相手コートの右側へ打ち返されると考えてよい。同様に、前足が「真中」の位置にあるときにはボールは相手コートの真中へ打ち返され、前足が「左」の位置にあるときにはボールは相手コ

50

トの左へ打ち返される、と考えるとよい。そこで、コンピュータは、検出した前足の位置に応じた方向へボール図形（図2：40）を返球させる。

【0022】

この場合にも、前足の位置だけで返球方向を制御するようにしているので、返球時の処理が簡単に行なえる。

【発明の効果】

【0023】

この発明によれば、複雑で高価な特殊なセンサを用いる必要がないため、簡単かつ安価にVRテニスゲームシステムを提供することができる。

【0024】

この発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して行う以下の実施例の詳細な説明から一層明らかとなる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

図1に示すこの発明の実施例のVRテニスゲームシステム10は、スクリーン12を含み、このスクリーン12上にプロジェクタ14によってVRテニスゲームのための映像を表示する。この実施例では、床面上の空きスペースを十分確保するために天吊り型のプロジェクタ14を用いたが、床面据置型のプロジェクタが利用されてもよい。さらに、この実施例では、スクリーン12とプロジェクタ14との組み合わせからなる映像表示装置を用いるが、たとえば大画面テレビジョンなどの他の映像表示装置が利用されてもよい。

【0026】

この実施例のVRテニスゲームシステム10は、リハビリにおける主として上肢の運動のために利用でき、訓練者はプレイヤー16として、スクリーン12の前方の実空間でラケット18を実際に振る。ラケット18にはたとえば赤色のような可視光発光ダイオード(LED)のような光マーカ20が設けられる。

【0027】

なお、このような光マーカ20を設けるためには、図示しないが、ラケット18に、電池とその電池からの電源を光マーカ(LED)20へ与えるためのスイッチを設ける必要がある。ただし、このスイッチとしては、プレイヤーがラケット18を握ったときオンとなり、離れたときオフとなるものが利用可能である。

【0028】

他方、スクリーン12の左右に1台ずつ、第1カメラとしての、USBカメラ22Lおよび22Rを設け、ラケット18の光マーカ20をUSBカメラ22LRおよび22Lで撮影することによって、後述のようにして、プレイヤー16がラケット18を振ったか(スイングしたか)どうかを検出する。

【0029】

なお、USBカメラとは、コンピュータのUSB(Universal Serial Bus: 共通のコンネクタでさまざまな周辺機器を接続することができるインタフェース規格)端子に接続されて、たとえば水平角度が50度、画素数が25-45万画素程度でWebカメラとも呼ばれる比較的安価なカメラである。ただし、もっと画素数の大きいカメラを用いてもよいが、発明者等の実験によれば、実施例のテニスゲームでは、この程度の画素数で十分対応できた。画素数が少ない分、コンピュータ処理量が少なく済み、全体として安価にシステムを構築できる。

【0030】

また、スクリーン12の下方中央に1台、第2カメラとしての、USBカメラ24を設ける。他方、プレイヤー16の左右の足の足首に、互いに異なる色、たとえば黄色と青の色マーカ26Lおよび26Rが装着される。USBカメラ24で2つの色マーカ26Lおよび26Rを撮影することによって、後述のように、フォアハンドまたはバックハンドのときの姿勢(返球方向)を判定する。

【0031】

10

20

30

40

50

なお、図1のVRテニスゲームシステム10にはステレオスピーカ28Rおよび28Lが設けられていて、このスピーカ28Rおよび28Lによって打球音や観衆の声援あるいはその他適宜のBGM等が発音される。

【0032】

図1実施例のVRテニスゲームシステム10でテニスゲームを実行する場合のスクリーン12上のゲーム画面の表示例が図2に示される。すなわち、コンピュータ42(図3)によって、仮想空間内にテニスコート図形30やネット図形32、さらには観衆図形34が固定的に表示される。コンピュータ42はさらに、コート手前側にプレイヤー16によって実空間内で振られたラケット18を表すラケット図形36を表示し、相手方コート内にコンピュータ42によって移動制御されるバーチャルプレイヤーまたはコンピュータプレイヤーの図形(バーチャルプレイヤー図形)38を表示し、さらにはラケット図形36とバーチャルプレイヤー図形38との間を飛翔するようにテニスボール図形40を移動表示する。

10

【0033】

図1実施例のVRテニスゲームシステム10のブロック図が図3に示される。VRテニスゲームシステム10はコンピュータ42を含み、このコンピュータ42は、USBカメラ22Lおよび22Rならびに24からのカメラ信号を受ける。そして、グラフィックボード44から映像信号をプロジェクタ14に与え、サウンドボード46からスピーカ28Rおよび28Lに音声信号を与える。

【0034】

コンピュータ42の内部メモリ48には後述のフロー図で示すプログラムが記憶されているとともに、この内部メモリ48はワーキングメモリやレジスタなどとしても利用される。特に、内部メモリ48には、画像処理においてコンピュータ42が抽出処理または獲得処理すべき色(マーカの色)を示す色相値(実施例では、黄および青)を予め設定しておくための色相レジスタ(図示せず)が形成される。

20

【0035】

コンピュータ42にはメモリインタフェース50を介して外部メモリ52が結合される。この外部メモリ52は、たとえばハードディスクまたはCD-RW、DVD-RWなどのディスクあるいは半導体メモリなど任意の記録媒体または記憶媒体であり、ここではそれらを便宜上「メモリ」と呼ぶことにする。外部メモリ52には、リハビリテーションに必要な、訓練者(プレイヤー)やそれらの症状などを含むマスタデータなどが記憶または記録されている。

30

【0036】

図1実施例のVRテニスゲームシステム10でテニスゲームをプレイする場合には、図4の最初のステップS1でVRテニスゲームの開始が指示されたかどうか判断する。具体的には、電源(図示せず)をオンするなどのゲーム開始操作が行なわれたかどうか判断する。

【0037】

ただし、ゲーム開始においては、図示していないが、たとえば色相レジスタを設定したり、あるいは各種フラグをリセットする等の初期設定を行なうものとする。

【0038】

続くステップS3では、コンピュータ42(図3)は、相手プレイヤーすなわちバーチャルプレイヤー(コンピュータプレイヤー)の返球動作を実行する。具体的には、ステップS5において、図2に示すゲーム画面中のボール図形40の軌道を計算するとともに、その軌道上をボール図形40が動くように、ボール図形40を描画する。

40

【0039】

続くステップS7において、コンピュータ42は、プレイヤー16(図1)が打球可能な位置にボールが存在しているかどうか判断する。詳しく言うと、プレイヤー16によってボール図形40(図2)を打球可能な位置ないし領域を予め設定しておき、その位置または領域にボール図形が到達したとき、このステップS7で“YES”が判断される。

【0040】

50

ステップS7で“YES”が判断されると、コンピュータ42は、次のステップS9において、ラケット18のスイングを判定する。このステップS9は、具体的には、図5のサブルーチンとして実行される。

【0041】

図5の最初のステップS21では、コンピュータ42は、2つのUSBカメラ22Lおよび22Rからの画像信号（第1カメラ信号）を取り込む。ただし、スイング判定においては、ラケット18に設けた光マーカ20（図1）が検出できればよいだけであるので、USBカメラ22Lおよび22Rの露光時間は極端に短く設定するとともに、USBカメラ22Lおよび22Rからはモノクロの画像信号を入力するようにしておく。つまり、USBカメラ22Lおよび22Rからは輝度信号だけが入力される。

10

【0042】

コンピュータ42は、次のステップS23において、USBカメラ22Lおよび22Rからの輝度信号を2値化し、光マーカ20と思われる明るさの領域を検出できるようにする。

【0043】

続くステップS25では、コンピュータ42は膨張処理（分割された領域や穴のあいた領域を埋めて一連の領域とする処理）を実行する。

【0044】

そして、ステップS27において、コンピュータ42は面積フィルタ処理を行なう。つまり、このステップS27では、コンピュータ42は、ステップS23によって2値化されかつステップS25で膨張処理した後の、高輝度領域を検出し、その面積の小さい領域をノイズと判定して除去し、所定の閾値以上の面積を持つ領域を検出する。そして、その閾値以上の面積の領域のうち最大面積の領域を光マーカ20と判定する。

20

【0045】

ステップS27で光マーカ20の位置を検出した後、ステップS29で、重心座標を計測する。すなわち、コンピュータ42は、画像上での重心座標を計測するとともに、画像の中心を原点として設定する。ただし、「重心」とは、画素値を密度とみなすときの質量分布の中心をいうものとする。

【0046】

ステップS29で重心座標を計測した後、ステップS31で、コンピュータ42は、前回（前フレーム）の重心位置と、今回（現フレーム）の重心位置とに基づいて、重心の移動量を計算する。次いで、ステップS33において、コンピュータ42は、この移動量が所定の閾値以上かどうかを判断する。

30

【0047】

ステップS33で“NO”が判断されると、つまり、前フレームの重心位置からの移動量が所定値より小さいときには、コンピュータ42は、プレイヤー16がラケット18をスイングしていないと判断し、ステップS35において、スイングフラグSFをリセットする（SF=0）。ただし、このスイングフラグSFは、図示してはいないが、後述のフォアハンドフラグFHF、バックハンドフラグBHF、およびサブフラグSVFと同様、図3に示す内部メモリ48に設けられる。

40

【0048】

ステップS33で“YES”が判断されると、つまり、前フレームの重心位置からの移動量が所定値以上のときには、コンピュータ42は、ステップS37において、プレイヤー16がラケット18をスイングしたと判断し、スイングフラグSFをセットする（SF=1）。

【0049】

このように、カメラ22Lおよび22Rでラケット18の光マーカ20を撮影し、そのカメラ信号を処理するだけで、プレイヤー16が実際にラケット18を振ったかどうかを検出することができる。したがって、従来技術で用いていたセンサが不要となり、それに伴って複雑な信号処理をする必要がない。したがって、簡単な構成でかつ簡単な処理で、プレ

50

イヤ16がラケット18をスイングしたかどうかを検出することができる。

【0050】

ただし、実施例では検出精度を上げるために、つまり、検出ミスを可及的回避するために、2台のUSBカメラ22Lおよび22Rを用いた。しかしながら、ラケットスイング検出のためには、1台のUSBカメラだけが用いられてもよい。

【0051】

そして、次のステップS39において、コンピュータ42は、光マーカ20(図3)が右から左(図1のスクリーン12に向かって)へ移動したのかどうか判断する。つまり、ステップS31で、現フレームでの、前フレームからの光マーカ20の重心移動量を計算するが、この計算過程において、重心がスクリーン12の左右方向において、向かって右から左へ移動したのか、向かって左から右へ移動したのかを併せて判別できる。そして、光マーカ20が右から左に移動したということは、ラケット18が右から左へ移動したことを意味し、この場合には、プレイヤー16がラケット18を右手で振っているのであれば、フォアハンドスイングと判定できる。したがって、ステップS39で“YES”が判断されたとき、コンピュータ42は、続くステップS41で、フォアハンドフラグFHFをセット(FHF=1)する。

10

【0052】

ステップS39で“NO”のとき、次のステップS43で、コンピュータ42は、光マーカ20(図3)が、スクリーン12に向かって左から右へ移動したのかどうか判断する。このステップS43もステップS39と同様に、ステップS31の計算結果から判断できる。たとえば、光マーカ20が左から右に移動したということは、ラケット18が左から右へ移動したことを意味し、この場合には、右手でラケットを振っているのであれば、バックハンドスイングと判定できる。したがって、ステップS43で“YES”が判断されたとき、コンピュータ42は、続くステップS45で、バックハンドフラグBHFをセット(BHF=1)する。

20

【0053】

ステップS43で“NO”が判断されたとき、コンピュータ42は、次のステップS47で、光マーカ20が、スクリーン12の上から下へ移動したのかどうか判断する。前述のように、ステップS31で、前フレームからの光マーカ20の重心移動量を計算するが、この計算過程において、重心がスクリーン12の上下方向において、上から下へ移動したのかどうか併せて判別できる。そして、光マーカ20が上から下に移動したということは、右手で振っていても左手で振っていても、ラケット18が上から下へ振り下ろされたことを意味し、この場合には、サーブスイングと判定できる。したがって、ステップS47で“YES”が判断されたとき、コンピュータ42は、続くステップS49で、サーブフラグSVFをセット(SVF=1)する。

30

【0054】

なお、右利きか左利きかを特に区別する必要はない。つまり、右手でラケットを振ったときのフォアハンドが左手でラケットを振ったときのバックハンドとなり、右手でラケットを振ったときのバックハンドが左手でラケットを振ったときのフォアハンドとなり、前者のときにはフォアハンドフラグFHFがセットされ、後者のときにはバックハンドフラグBHFがセットされるだけで、後の処理を変更する必要はない。

40

【0055】

このようにしてスイングの判定が行なわれた後、プロセスは、図4のステップS11にリターンする。ステップS11では、コンピュータ42は、フラグSFとフラグFHF、BHFまたはSVFとが「1」にセットされているかどうか、つまりプレイヤーがラケットをスイングしたかどうか判断する。ステップS11で“NO”なら、コンピュータ42は、空振りと判定し、相手すなわちコンピュータプレイヤーに得点を計上し、ステップS3に戻る。

【0056】

ステップS11で“YES”なら、コンピュータ42は、続くステップS15において

50

、プレイヤー16（図1）の体の向きを検出する。このステップS15は、詳細には、図6に示される。

【0057】

図6の最初のステップS51では、コンピュータ42は、内部メモリ48（図3）のフラグ領域を参照して、フォアハンドフラグFHFが「1」かどうか判断する。“YES”なら、次のステップS53で、コンピュータ42は、左足色マーカ26L（図示せず）を検出する。つまり、プレイヤーの右手によるラケットのスイングの方向をフォアハンドであると判定したとき、前に位置する足は左足になる、つまり、スクリーン12に近いほうの足は左足になるため、ステップS53で左足色マーカ26L（図1）を検出する。

【0058】

たとえばフォアハンドの場合、前足、すなわち左足が、スクリーン12に向かって右側にある状態を想定すると、その状態では、プレイヤー16の体の正面は右方向に向いていると考えられる。逆に、フォアハンドで左足が左側にある状態では、プレイヤー16の体の正面は左方向に向いていると考えられる。左足が真中（中央）にある状態では、プレイヤー16の体はスクリーン12に正対していると考えられる。

【0059】

フォアハンドで、プレイヤー16の体の正面が右方向に向いているときには、実際のテニスの場合、その右向きの体勢でラケット18がボールに当たったと考えられ、その状態では、単純には、ボールは相手コートの右側へ打ち返されると考えてよい。

【0060】

これに対して、フォアハンドで、プレイヤー16の体の正面が左方向に向いているときには、実際のテニスの場合、左向きの体勢でラケット18がボールに当たったと考えられ、その状態では、ボールは相手コートの左側へ打ち返されると考えてよい。

【0061】

フォアハンドで、プレイヤー16の体がスクリーン12に正対しているときには、実際のテニスの場合、単純には、ボールは相手コートの中央へ打ち返されると考えてよい。

【0062】

このように、フォアハンドまたは場合の左足の位置が右か、左か、中央かによってプレイヤー16が打ち返すボールの方向を変更することが考えられる。そこで、この実施例では、フォアハンドの場合、左足の位置を検出するために、ステップS53で左足色マーカ26Lを検出する。

【0063】

左足色マーカ26Lを検出するために、図7に示すサブルーチンが実行される。すなわち、最初のステップS61において、コンピュータ42はスクリーン12の下方に設置しているUSBカメラ24からの画像信号（第2カメラ信号）を取り込む。その画像信号にはプレイヤー16の左足色マーカ26Lの画像以外にプレイヤーの背景の画像も含まれる。そこで、次のステップS63では、コンピュータ42はそのようなノイズを除去するために、左足色マーカ26Lが存在すると考えられる領域以外の領域にマスクをかけ、そのマスクした領域すなわち左足色マーカ存在領域以外の領域の画像信号は処理の対象から除外してコンピュータの負担軽減を図る。

【0064】

続くステップS65では、コンピュータ42は、マスクから露出した領域すなわち左足色マーカ存在領域の画像のRGB信号から、色相レジスタ（図示せず）に設定されている色相値（0～255のうちの適宜の値）によって示される特定の色（この実施例では左足色マーカ26Lが黄色であるため、黄色）の領域（部分）を抽出する。

【0065】

そして、ステップS67において、ステップS65で獲得した特定の色領域から左マーカと思われる色の領域を検出するために、2値化処理を行なう。続くステップS69で、コンピュータ42は膨張処理を実行する。

10

20

30

40

50

## 【0066】

ステップS71において、コンピュータ42は面積フィルタ処理を行なう。つまり、このステップS71では、コンピュータ42は、ステップS67によって2値化されかつステップS69で膨張処理した後の、左足色マーカ26L(図1)と同じまたは類似の色相の領域のうち、面積の小さい領域をノイズと判定して除去し、所定の閾値以上の面積を持つ領域を検出する。そして、その閾値以上の面積の領域のうち最大面積の領域を左足色マーカと判定する。このステップS71の面積フィルタ処理を施した後に図6のステップS55にリターンする。

## 【0067】

図6のステップS55では、ステップS29(図5)と同様にして、面積フィルタ処理後の画像信号から重心座標を計測する。その重心座標位置が左足色マーカ26Lの位置であり、次のステップS57では、その位置(左、真中、右)の検出結果を戻して、ステップS17(図4)にリターンする。

## 【0068】

なお、図6のステップS51で“NO”が判断されたときには、次のステップS59で、コンピュータ42は、バックハンドフラグBHFが「1」かどうか判断する。このステップS59で“YES”のときには、次のステップS73で、ステップS53および図7で左足色マーカを検出したと同じ方法で、右足色マーカ26R(図1)を検出する。

## 【0069】

つまり、プレイヤーの右手によるラケットのスイングの方向をバックハンドであると判定したとき、前に位置する足は右足になるため、つまり、スクリーン12に近いほうの足は右足になるため、ステップS73で右足色マーカ26Rを検出する。

## 【0070】

たとえばバックハンドの場合、前足、すなわち右足が、スクリーン12に向かって右側にある状態を想定すると、その状態では、プレイヤー16の体はスクリーン12に対して向かって右側にあると考えられる。逆に、バックハンドで右足が左側にある状態では、プレイヤー16の体はスクリーン12に向かって左側にあると考えられる。右足が真中(中央)にある状態では、プレイヤー16の体はスクリーン12に向かって中央にあると考えられる。

## 【0071】

バックハンドで、プレイヤー16の体が右側にあるときには、実際のテニスゲームの場合、その状態では、単純には、ボールは相手コートの右側へ打ち返されると考えてよい。

## 【0072】

これに対して、バックハンドで、プレイヤー16の体が左側にあるときには、実際のテニスゲームの場合、ボールは相手コートの左側へ打ち返されると考えてよい。

## 【0073】

バックハンドで、プレイヤー16の体がスクリーン12の左右方向中央にあるときには、実際のテニスゲームの場合、単純には、ボールは相手コートの中央へ打ち返されると考えてよい。

## 【0074】

このように、バックハンドの場合の右足の位置が右か、左か、中央かによってプレイヤー16が打ち返すボールの方向を変更することが考えられる。そこで、この実施例では、バックハンドの場合、右足の位置を検出するために、ステップS73で右足色マーカ26Rを検出する。

## 【0075】

右足色マーカ26Rを検出するために、図7に示すサブルーチンが実行されるが、その検出方法は左色マーカ26Lのときと同様であるので、ここでは重複する説明は省略する。その後、ステップS55およびS57を実行した後、右足色マーカ26Rの位置(左、真中、右)の検出結果を戻して、ステップS17(図4)にリターンする。

## 【0076】

10

20

30

40

50

図6のステップS57からリターンした図4のステップS17では、コンピュータ42は、リアルプレイヤー16の打球の結果として、ボール図形40(図2)を、ステップS57で判定した位置(右、左、中央)の方向に返球する。

【0077】

このように、フォアハンドかバックハンドかに応じて、そのときに前になる足の位置をカメラで検出することによって、簡易的に、プレイヤー16からの返球方向を決定することができる。したがって、ラケットとボールとの当り角度や軌道計算のような複雑な計算処理が不要となる。

【0078】

なお、実施例の説明では、ラケット18のスイング判断やフォアハンドまたはバックハンド判定のためのカメラ22Lおよび22Rと、色マーカ26Lおよび26Rの位置検出のためのカメラ24とを別に準備した。しかしながら、1台のカメラのカメラ信号でラケットのスイングと、前足の位置とを検出または判定するようにしてもよい。ただし、この場合でも、便宜上、スイング判断やフォアハンドまたはバックハンド判定のためのカメラを第1カメラといい、前足位置検出のためのカメラを第2カメラと呼ぶことにする。

【0079】

色マーカ26Lおよび26Rはカラーバンドのようなものを足首に装着するようにしたが、任意の変形が可能である。たとえば、プレイヤーの靴の色を左右で違えるようにしても色マーカとして機能する。

【0080】

さらに、上述の実施例では、ラケット18に光マーカ20を設け、それを第1カメラ22で撮影してラケット18のスイングやその方向を検出するようにした。しかしながら、この光マーカ20は、プレイヤーの足と同様の色マーカに代えられてもよい。たとえば、ラケット18のガットの両面に色シートを設け、その色シートをカメラで撮影することによっても、ラケット18のスイングの判断、フォアハンドまたはバックハンドの区別は可能である。

【図面の簡単な説明】

【0081】

【図1】図1はこの発明の一実施例のVRテニスゲームシステムを示す図解図である。

【図2】図2は図1実施例のVRテニスゲームシステムで表示されるゲーム画面の表示例を示す図解図である。

【図3】図3は図1実施例の電氣的構成を示すブロック図である。

【図4】図4は図1実施例におけるテニスゲームのための基本動作を示すフロー図である。

【図5】図5は図4のステップS9のサブルーチンを示すフロー図である。

【図6】図6は図4のステップS15のサブルーチンを示すフロー図である。

【図7】図7は図6のステップS53(S73)のサブルーチンを示すフロー図である。

【符号の説明】

【0082】

- 10 ... VRテニスゲームシステム
- 12 ... スクリーン
- 14 ... プロジェクタ
- 16 ... プレイヤ
- 18 ... ラケット
- 20 ... 光マーカ
- 22 L、22 R、24 ... USBカメラ
- 26 L ... 左足色マーカ
- 26 R ... 右足色マーカ

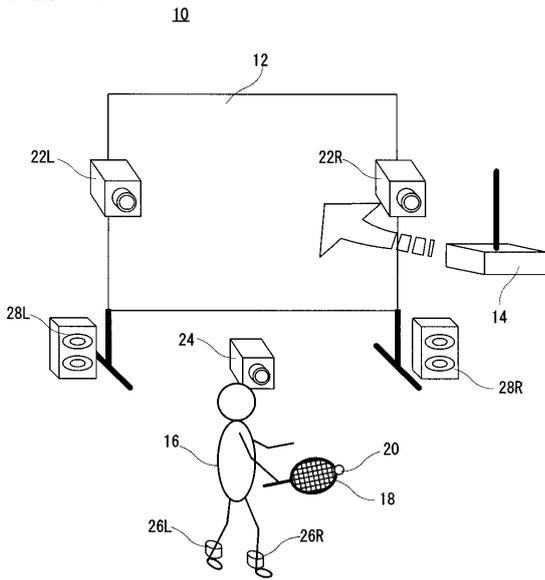
10

20

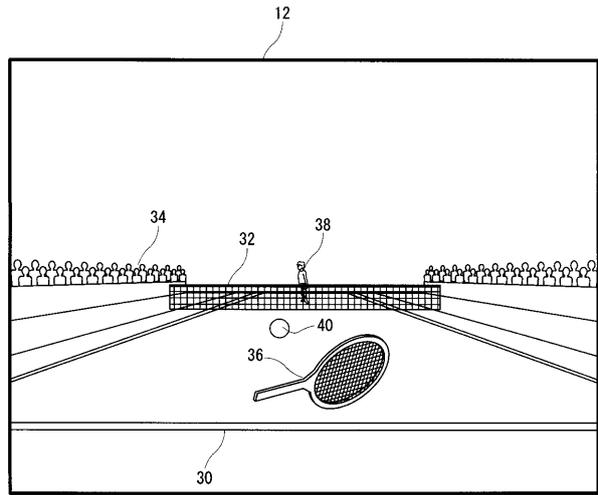
30

40

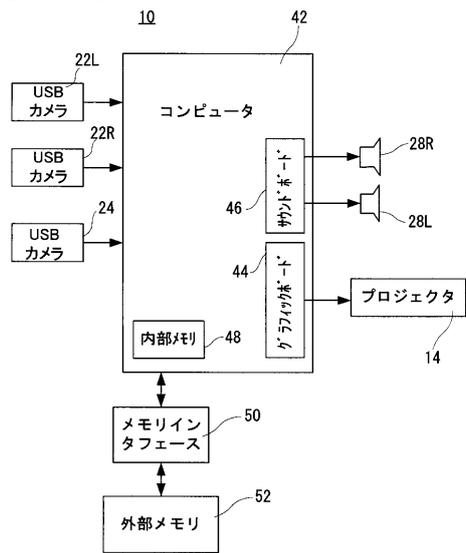
【 図 1 】



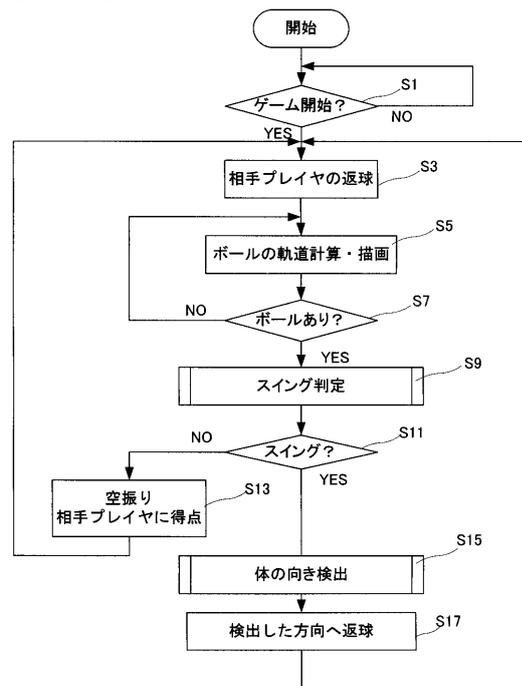
【 図 2 】



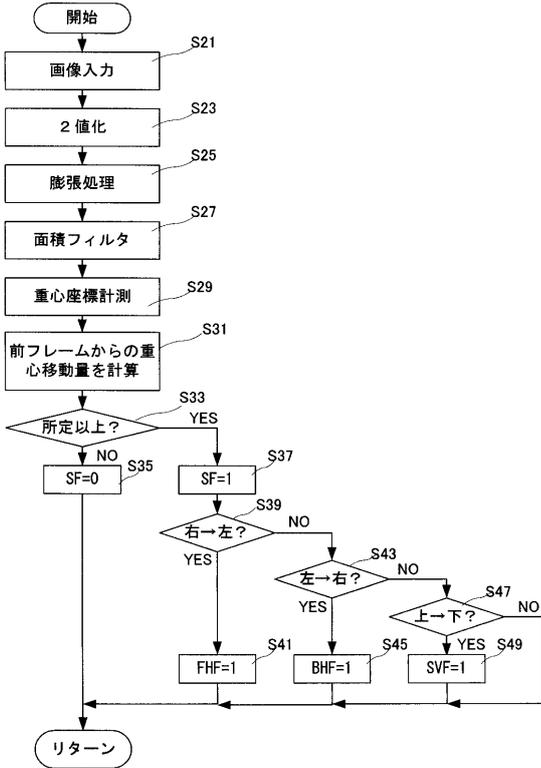
【 図 3 】



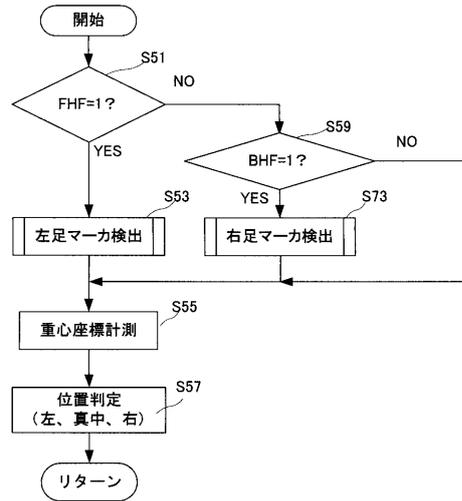
【 図 4 】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

