

(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2006-91632

(P2006-91632A)

(43) 公開日 平成18年4月6日(2006.4.6)

(51) Int.CI.	F 1	テーマコード (参考)
<b>G 10 G 1/02</b>	G 10 G 1/02	5 D 0 8 2
<b>G 10 H 1/00</b>	G 10 H 1/00 Z	5 D 3 7 8
	G 10 H 1/00 1 O 2 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2004-279018 (P2004-279018)	(71) 出願人	000001443 カシオ計算機株式会社 東京都渋谷区本町1丁目6番2号
(22) 出願日	平成16年9月27日 (2004.9.27)	(74) 代理人	100090619 弁理士 長南 満輝男
		(74) 代理人	100073221 弁理士 花輪 義男
		(72) 発明者	副島 淳一郎 東京都羽村市栄町3丁目2番1号 カシオ計算機株式会社 羽村技術センター内
			F ターム (参考) 5D082 AA09 5D378 MM91 NN02 TT21

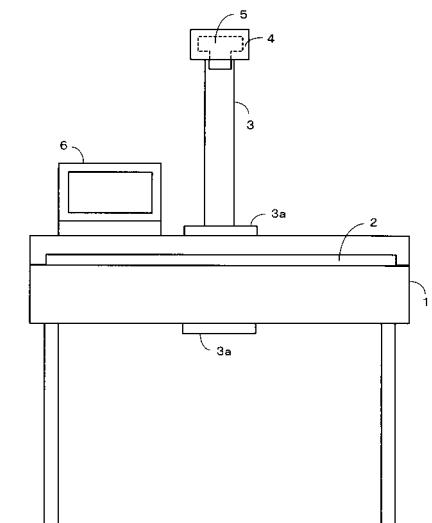
(54) 【発明の名称】 演奏データ作成システムおよび演奏データ作成処理のプログラム

## (57) 【要約】

【課題】 ネットワークを利用した遠隔の音楽教育やその他の音楽教育に利用する演奏練習用のデータを作成する場合に、楽譜データだけでなく演奏する手の位置や手の傾きなどの画像データを含めて、きめ細かな音楽教育を実現する。

【解決手段】 M I D I インターフェース 1 6 は、電子楽器 1 で演奏された演奏データを入力する。カメラ 5 は、電子楽器 1 の鍵盤 2 の画像および鍵盤 2 を演奏中の手の画像を撮像する。パソコン 6 は、入力された演奏データ並びにカメラ 5 によって撮像された鍵盤の画像および演奏中の手の画像に基づいて演奏練習用のデータを作成する。

【選択図】 図 1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

鍵盤装置で演奏された楽曲の演奏データを入力するデータ入力手段と、前記鍵盤装置の鍵盤の画像および当該鍵盤を演奏中の手の画像を撮像する撮像手段と、前記楽曲に対する演奏練習用の曲データを作成する際に、前記データ入力手段によって入力された演奏データ並びに前記撮像手段によって撮像された鍵盤の画像および演奏中の手の画像に基づいて、所定の表示手段に表示して演奏する手の動きを練習するための画像データを含めて作成するデータ作成手段と、  
を備えた演奏データ作成システム。

**【請求項 2】**

前記データ作成手段は、前記鍵盤の画像および手の画像に基づいて手の位置および傾きを検出することによって演奏練習用の画像データを作成することを特徴とする請求項 1 に記載の演奏データ作成システム。

**【請求項 3】**

前記データ作成手段は、手の甲の複数箇所に施された異なる色彩に基づいて手の位置および傾きを検出することを特徴とする請求項 2 に記載の演奏データ作成システム。

**【請求項 4】**

前記データ作成手段は、各指先に施された異なる色彩を検出することによって演奏練習用の運指の画像データを作成することを特徴とする請求項 2 に記載の演奏データ作成システム。

**【請求項 5】**

前記データ作成手段によって作成された演奏練習用の画像データが前記表示手段に表示された場合において、所定の操作手段から入力された修正データに応じて当該画像データを修正するデータ修正手段をさらに備えたことを特徴とする請求項 2、3 又は 4 に記載の演奏データ作成システム。

**【請求項 6】**

鍵盤装置で演奏された楽曲の演奏データを入力する第 1 のステップと、前記鍵盤装置の鍵盤の画像および当該鍵盤を演奏中の手の画像を所定の撮像手段によって撮像する第 2 のステップと、前記楽曲に対する演奏練習用の曲データを作成する際に、前記第 1 のステップによって入力された演奏データ並びに前記第 2 のステップによって撮像された鍵盤の画像および演奏中の手の画像に基づいて、所定の表示手段に表示して演奏する手の動きを練習するための画像データを含めて作成する第 3 のステップと、  
を実行する演奏データ作成処理のプログラム。

**【請求項 7】**

前記第 3 のステップは、前記鍵盤の画像および手の画像に基づいて手の位置および傾きを検出することによって演奏練習用の画像データを作成することを特徴とする請求項 6 に記載の演奏データ作成処理のプログラム。

**【請求項 8】**

前記第 3 のステップは、手の甲の複数箇所に施された異なる色彩に基づいて手の位置および傾きを検出することを特徴とする請求項 7 に記載の演奏データ処理のプログラム。

**【請求項 9】**

前記第 3 のステップは、各指先に施された異なる色彩を検出することによって演奏練習用の運指の画像データを作成することを特徴とする請求項 7 に記載の演奏データ作成処理のプログラム。

**【請求項 10】**

前記第 3 のステップによって作成された演奏練習用の画像データが前記表示手段に表示された場合において、所定の操作手段から入力された修正データに応じて当該画像データを修正する第 4 のステップをさらに有することを特徴とする請求項 7、8 又は 9 に記載の演奏データ処理のプログラム。

10

20

30

40

50

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、演奏データ作成システムおよび演奏データ作成処理のプログラムに関し、特に、鍵盤の演奏練習の模範となるデータを作成する演奏データ作成システムおよび演奏データ作成処理のプログラムに関するものである。

**【背景技術】****【0002】**

従来、電子鍵盤楽器や外部音源に接続して演奏するキーボード装置などの鍵盤装置によって演奏練習を行うもの、模範演奏に基づいて演奏を誘導するもの、ネットワークを介して先生が生徒に音楽教育を行うもの等々、演奏技術の向上を図るために多くの提案がなされている。10

ある提案における演奏誘導装置の特許文献では、押鍵する鍵や指運びまで表示して、演奏イメージそっくりに演奏誘導する発明が記載されている。この提案によれば、その実施例における図1に示すように、テンポキー9a、9b、ストップキー10b、プレイキー10d、カーソルキー11、ポジションキー12、ズームキー13等を有する本体2、カメラ3、表示部4等を演奏誘導装置1に備えている。

カメラ3で実際の演奏時の鍵盤7と手を撮影して、表示部4に実映像として表示出力し、演奏曲に合わせて押鍵する鍵や手および指運びを示す演奏指示映像を実映像に重ね合わせて表示部4に表示出力して、演奏誘導する。このときポジションキー12とズームキー13でモード選択し、カーソルキー11で演奏指示映像の位置および倍率を調整して実映像に一致させる。また、テンポキー9a、9bにより演奏指示映像の進行速度を調整し、ストップキー10bやプレイキー10d等により演奏指示映像の停止や開始を行い、演奏指示映像と実映像を見ながら実際の演奏を行うことによって、演奏練習をするようになっている。20（特許文献1参照）

**【0003】**

また、別の提案における遠隔音楽教育システムの特許文献では、ネットワークを利用した遠隔教育において、遠隔地にいながらにして、各生徒の個性に合わせた適切な音楽教育を行う発明が記載されている。この提案によれば、その実施形態における図1および図2に示すように、教師1の使用する端末10と、生徒の使用する端末20とはネットワークを介して接続されており、それぞれ、マイク13、23、カメラ12、22を備えており、音声および画像の双方向通信が可能である。教師1と生徒2との間は、カメラ12、23で撮像されたお互いの姿、および、マイク13、23を介したお互いの音声によって、双方向通信によるコミュニケーションが可能であるとともに、教師1からは生徒2に楽譜データなどの教材データが送信され、情報の共有が可能であり、教師1、生徒2が演奏する楽器15、25の演奏音はMIDIデータとして交換可能である。30（特許文献2参照）

**【特許文献1】特開平7-36446号公報****【特許文献2】特開2002-323849号公報****【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかしながら、上記特許文献1においては、実際の演奏時の鍵盤と手をカメラで撮影しているにもかかわらず、その撮像された画像からは、押鍵された鍵がどの指で演奏されたのかを検出することができない。また、特許文献2の提案においては、カメラで撮像されたお互いの姿を見ることはできるが、特許文献1の場合と同様に、撮像された画像からは、押鍵された鍵がどの指で演奏されたのかを検出することができない。このため、ネットワークを利用した遠隔教育において、教師から生徒に送信される模範の教材データには、楽譜データを含めることはできるが、演奏する手の位置、手の傾き、運指などの画像データを含まれることはできず、ネットワークを利用した遠隔の音楽教育が十分に生かされていない。40

本発明は、このような従来の課題を解決するためのものであり、ネットワークを利用した遠隔の音楽教育やその他の音楽教育に利用する演奏練習用のデータを作成する場合に、楽譜データだけでなく演奏する手の位置や手の傾きなどの画像データを含めて、きめ細かな音楽教育を実現することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

請求項1に記載の演奏データ作成システムは、鍵盤装置（実施形態においては、図1および図2の電子楽器1に相当する）で演奏された楽曲の演奏データを入力するデータ入力手段（実施形態においては、図2のCPU11およびMIDI・インターフェース16に相当する）と、鍵盤装置の鍵盤の画像および当該鍵盤を演奏中の手の画像を撮像する撮像手段（実施形態においては、図2のカメラ5に相当する）と、楽曲に対する演奏練習用の曲データを作成する際に、データ入力手段によって入力された演奏データ並びに撮像手段によって撮像された鍵盤の画像および演奏中の手の画像に基づいて、所定の表示手段（実施形態においては、図2の表示部15に相当する）に表示して演奏する手の動きを練習するための画像データを含めて作成するデータ作成手段（実施形態においては、図2のCPU11に相当する）と、を備えた構成になっている。10

【0006】

請求項1の演奏データ作成システムにおいて、請求項2に記載したように、データ作成手段は、鍵盤の画像および手の画像に基づいて手の位置および傾きを検出することによって演奏練習用の画像データを作成するような構成にしてもよい。20

【0007】

請求項2の演奏データ作成システムにおいて、請求項3に記載したように、データ作成手段は、手の甲の複数箇所に施された異なる色彩（実施形態においては、手の甲に貼付された5個のシールに相当する）に基づいて手の位置および傾きを検出するような構成にしてもよい。

【0008】

請求項2の演奏データ作成システムにおいて、請求項4に記載したように、データ作成手段は、各指先に施された異なる色彩（実施形態においては、各指の爪に貼付されたシールに相当する）を検出することによって演奏練習用の運指の画像データを作成するような構成にしてもよい。30

【0009】

請求項2、3又は4の演奏データ作成システムにおいて、請求項5に記載したように、データ作成手段によって作成された演奏練習用の画像データが表示手段に表示された場合において、所定の操作手段（実施形態においては、図2のスイッチ部14に相当する）から入力された修正データに応じて当該画像データを修正するデータ修正手段（実施形態においては、図2のCPU11に相当する）をさらに備えた構成にしてもよい。

【0010】

請求項6に記載の演奏データ作成処理のプログラムは、鍵盤装置（実施形態においては、に相当する）で演奏された楽曲の演奏データを入力する第1のステップと、鍵盤装置の鍵盤の画像および当該鍵盤を演奏中の手の画像を所定の撮像手段（実施形態においては、図1および図2のカメラ5に相当する）によって撮像する第2のステップと、楽曲に対する演奏練習用の曲データを作成する際に、第1のステップによって入力された演奏データ並びに第2のステップによって撮像された鍵盤の画像および演奏中の手の画像に基づいて、所定の表示手段（実施形態においては、図2の表示部15に相当する）に表示して演奏する手の動きを練習するための画像データを含めて作成する第3のステップと、を実行する。40

【0011】

請求項6の演奏データ作成処理のプログラムにおいて、請求項7に記載したように、第3のステップは、鍵盤の画像および手の画像に基づいて手の位置および傾きを検出することによって演奏練習用の画像データを作成するような構成にしてもよい。50

**【 0 0 1 2 】**

請求項 7 の演奏データ作成処理のプログラムにおいて、請求項 8 に記載したように、第 3 のステップは、手の甲の複数箇所に施された異なる色彩（実施形態においては、手の甲に貼付された 5 個のシールに相当する）に基づいて手の位置および傾きを検出するような構成にしてもよい。

**【 0 0 1 3 】**

請求項 7 の演奏データ作成処理のプログラムにおいて、請求項 9 に記載したように、第 3 のステップは、各指先に施された異なる色彩（実施形態においては、各指の爪に貼付されたシールに相当する）を検出することによって演奏練習用の運指の画像データを作成するような構成にしてもよい。

10

**【 0 0 1 4 】**

請求項 7、8 又は 9 の演奏データ作成処理のプログラムにおいて、請求項 10 に記載したように、第 3 のステップによって作成された演奏練習用の画像データが表示手段に表示された場合において、所定の操作手段（実施形態においては、図 2 のスイッチ部 14 に相当する）から入力された修正データに応じて当該画像データを修正する第 4 のステップをさらに有するような構成にしてもよい。

**【 発明の効果 】****【 0 0 1 5 】**

本発明の演奏データ作成システムおよび演奏データ作成処理のプログラムによれば、ネットワークを利用した遠隔の音楽教育やその他の音楽教育を利用する演奏練習用のデータを作成する場合に、楽譜データだけでなく演奏する手の位置や手の傾きなどの画像データを含めて、きめ細かな音楽教育を実現できるという効果が得られる。

20

**【 発明を実施するための最良の形態 】****【 0 0 1 6 】**

以下、本発明による演奏データ作成システムの実施形態について、鍵盤を備えた電子楽器、パソコン、およびカメラを組合せた場合を例に採って説明する。

図 1 は、実施形態における演奏データ作成システムの外観図である。電子楽器 1 は、鍵盤 2 を備えているとともに、その背面側には、アングル 3 が取り付け部 3a によって固定されている。アングル 3 の最上部には、鍵盤 2 の中心部と対応する位置にカメラ取り付け部 4 が設けられ、CCD や CMOS などの撮像素子を有するカメラ 5 が取り付けられている。なお、図には示していないが、カメラ取り付け部 4 には、カメラ 5 の水平位置（図の左右方向および奥行き方向の位置）を調節する機構が設けられている。

30

電子楽器 1 の上面にはパソコン 6 が置かれている。ただし、パソコン 6 は図に示した位置に限定されない。比較的奥行きのある電子楽器の場合や、平面型の表示部と本体とが別体のパソコンの場合には、演奏者の正面の位置、例えば、アングル 3 の取り付け部 3a の上に置くようにしてもよい。

**【 0 0 1 7 】**

図 2 は、カメラ 5 の撮像素子で撮像された画像を示す図である。撮像された画像は、撮像素子の各画素に対応する x 座標および y 座標の位置が決定する。図 2 においては、左上の座標 (0, 0)、右上の座標 (SX, 0)、左下の座標 (0, SY)、座標 (SX, SY) によって指定される画角の中に、鍵盤の画像 2i、右手の画像 7i、および左手の画像 8i が撮像できるように、カメラ 5 の水平位置が調節されている。右手および左手の甲のそれぞれには、中央、中指（根元）、手首、親指（根元）、小指（根元）に異なる色彩のシールが貼付されている。さらに、各指の爪には、異なる色のシールが貼付されている。

40

**【 0 0 1 8 】**

図 3 は、電子楽器 1、カメラ 5、パソコン 6 の接続関係、および、パソコン 6 の内部構成を示すブロック図である。パソコン 6 の CPU 11 は、システムバスを介して、ROM 12、RAM 13、スイッチ部 14、表示部 15、MIDI・I/F（インターフェース）16、ビデオキャプチャ・I/F 17、不揮発性メモリ 18 と接続され、各部との間で

50

コマンドおよびデータの授受を行うことによって、このシステム全体を制御する。

#### 【0019】

R O M 1 2 は、 C P U 1 1 によって実行される演奏データ作成処理のプログラム、演奏練習の複数種類の曲データなどを音楽教育の教材として記憶している。 R A M 1 3 は、 C P U 1 1 のワークエリアであり、 C P U 1 1 によって処理されるデータを一時的に記憶する。スイッチ部 1 4 は、キーボードおよびマウスなどのポインティングデバイスで構成され、ユーザの操作に応じて、録音開始指令、録音停止指令、曲選択指令、再生指令、再生停止指令などのコマンドを C P U 1 1 に入力する。表示部 1 5 は、液晶ディスプレイやプラズマディスプレイなどで構成され、演奏データ作成処理のプログラムやその他のアプリケーションを起動させるメニュー画面、選択された曲データの楽譜、その他、演奏データ作成やデータ修正に必要なアイコンなどを表示する。 M I D I · I / F 1 6 は、演奏ガイドのために M I D I 形式の曲データを電子楽器 1 に出力するとともに、電子楽器 1 から M I D I 形式の演奏データを入力する。

#### 【0020】

ビデオキャプチャ 1 7 は、カメラ 5 に対して C P U 1 1 の制御コマンドを出力してカメラ 5 を制御し、カメラ 5 で撮像された画像データを C P U 1 1 に入力する。例えば、カメラ 5 の位置設定指令に応じて、図 2 に示した撮像画像の位置調整、画角調整、フォーカス調整などを制御する。不揮発性メモリ 1 8 は、 U S B などのコネクタを介して、着脱可能に装着された半導体メモリ、又はハードディスクなどで構成され、作成された演奏練習用の曲データを記録するメモリである。

なお、図には示していないが、インターネットなどのネットワークを介して、生徒のパソコンやサーバとの間でデータの送受信やアプリケーションプログラムのダウンロードを行う通信手段を備えている。

#### 【0021】

次に、 C P U 1 1 によって実行される演奏データ作成処理のプログラムのフローチャート、不揮発性メモリ 1 8 に記憶されている曲データ、 R A M 1 3 に記憶される演奏データなどに基づいて、図 1 に示した演奏データ作成システムの動作について説明する。

図 4 は、演奏データ作成処理のプログラムにおけるメインルーチンのフローチャートである。種々の変数の初期化（ステップ S A 1）の後、演奏練習用の楽音の曲データの読み込みを行う（ステップ S A 2）。次に、スイッチ部 1 4 から終了指令が入力されたか否かを判別する（ステップ S A 3）。終了指令が入力されたときは、演奏データ作成処理のアプリケーションプログラムを終了して、パソコンの初期メニューに戻る。終了指令が入力されない場合には、録音開始指令が入力されたか否かを判別し（ステップ S A 5）、録音開始指令が入力されたときは、録音変数を初期化して（ステップ S A 6）、手の座標特定処理を実行する（ステップ S A 7）。そして、録音停止指令が入力されたか否かを判別し（ステップ S A 8）、録音停止指令が入力されない場合は手の座標特定処理を続行する。ステップ S A 4 において録音開始指令が入力されない場合、又は、ステップ S A 8 において録音停止指令が入力されたときは、ステップ S A 4 に移行して終了指令が入力されたか否かを判別する。

なお、図には示していないが、スイッチ部 1 4 からの曲選択指令、カメラの位置設定指令、その他の指令に応じた処理を実行する。

#### 【0022】

図 5 は、電子楽器 1 から入力される演奏データをストアする R A M 1 3 のエリアを示す図である。この図に示すように、 P L A Y ( 0 ) 、 P L A Y ( 1 ) 、 P L A Y ( 2 ) … からなる各演奏データは、押鍵開始時間を示す O N T I M E 、押鍵継続時間を示す G A T E 、押鍵の音高を示す P I T C H 、その演奏データを示すポインタである p p 、演奏した指番号を示す F I G P 、 1 つ前に演奏した指番号を示す F P R E V 、図 2 に示した手の画像 7 i 、 8 i の中央の横方向および縦方向の位置を示す x 座標 P X および y 座標 P Y 、手の傾きを表わす G D 、手の幅を表わす W D 、 1 つ前の演奏データを示すポインタである p r 、次の演奏データを示すポインタである p n で構成されている。なお、演奏終了後は、図

10

20

30

40

50

5 の演奏データは不揮発性メモリ 18 に履歴データとして保存される。F I G P および F P R E V のデータは、右手の親指 0 、人差し指 1 、中指 2 、薬指 3 、小指 4 、左手の親指 5 、人差し指 6 、中指 7 8 、薬指、小指 9 が割り当てられている。したがって、PLAY のデータが右手の演奏によるものか又は左手の演奏によるものかを指の番号によって識別できる。

#### 【 0 0 2 3 】

図 6 は、電子楽器 1 から入力される演奏データを一時的にストアする RAM 13 のエリアを示す図である。この図に示すように、PLBUF(0) 、 PLBUF(1) 、 PLBUF(3) ... の各エリアには、押鍵開始時間を示す ONTIME 、図 5 のエリアを示すポインタである p p 、図 8 の当該エリアを示すポインタである p q のデータがストアされる。

10

#### 【 0 0 2 4 】

図 7 は、カメラ 5 によって撮像された図 2 の画像の各画素 IMG(0, 0) 、 IMG(0, 2) 、 IMG(0 3 0) ... IMG(SX, SY) における青、緑、赤の 3 原色の値である BVALUE 、 GVALUE 、 RVALUE を示す 1 画面分の画像データをストアする RAM 13 のエリアを示す図である。この場合において、 BVALUE 、 GVALUE 、 RVALUE は 0 から 1 までの値で表される。外光の分光特性や反射率などによって多少変化はするが、白鍵の領域における各画素の BVALUE 、 GVALUE 、 RVALUE は、ほぼ (1, 1, 1) となり、黒鍵の BVALUE 、 GVALUE 、 RVALUE は、ほぼ (0, 0, 0) となる。

20

#### 【 0 0 2 5 】

図 8 は、図 2 に示した手の画像 7 i 、 8 i において甲に貼付された 10 個のシールの異なる色のデータ HANDC(0) ~ HANDC(9) をストアする RAM 13 のエリアを示す図である。各色は青、緑、赤の 3 原色の値である BVALUE 、 GVALUE 、 RVALUE の比率によって識別される。

図 9 は、演奏中の右手 HAND(0) および左手 HAND(1) の中央を示す x 座標 PX 、 y 座標 PY 、手の傾き GD 、手の幅 WD のデータを一時的にストアする RAM 13 のエリアを示す図である。

#### 【 0 0 2 6 】

図 10 および図 11 は、図 4 のメインルーチンにおける手の座標特定処理のフローチャートである。図 10 において、変数 i に 0 をセットし (ステップ SB1) 、レジスタ x max 、 x min 、 y max 、 y min にそれぞれ撮像画像の左端の最小値座標 0 、右端の最大値座標 SX 、上端の最小値座標 0 、下端の最大値座標 SY をセットする (ステップ SB2) 。次に、現在処理中の画素の座標 x 、 y をともに 0 にセットする (ステップ SB3) 。すなわち、図 7 のエリアの IMG(0, 0) の画素を指定する。そして、座標 x 、座標 y の値をインクリメントしながら、 IMG(0, 0) の画素から IMG(SX, SY) の画素に至るまで以下のループ処理を行う。

30

#### 【 0 0 2 7 】

IMG(SX, SY) の画素の色と変数 i で指定した H A N D C(i) の色とが一致するか否かを判別する (ステップ SB4) 。両者の色が一致する場合には、 x の座標が x max の座標よりも大きいか否かを判別し (ステップ SB5) 、 x の座標が x max の座標よりも大きい場合には、 x の座標を x max の座標として更新する (ステップ SB6) 。次に、 x の座標が x min の座標よりも小さいか否かを判別し (ステップ SB7) 、 x の座標が x min の座標よりも小さい場合には、 x の座標を x min の座標として更新する (ステップ SB8) 。次に、 y の座標が y max の座標よりも大きいか否かを判別し (ステップ SB9) 、 y の座標が y max の座標よりも大きい場合には、 y の座標を y max の座標として更新する (ステップ SB10) 。次に、 y の座標が y min の座標よりも小さいか否かを判別し (ステップ SB11) 、 y の座標が y min の座標よりも小さい場合には、 y の座標を y min の座標として更新する (ステップ SB12) 。すなわち、 H A N D C(i) の画像において、最大の x 座標、最小の x 座標、最大の y 座標、および最小

40

50

の y 座標を検索する。

【 0 0 2 8 】

ステップ S B 4において、IMG(S X, S Y)の画素の色とHANDC(i)の色とが一致しない場合には、xの座標を1つインクリメントする(ステップ S B 1 3)。このとき、xの座標が最大値座標 S Xを超えたか否かを判別し(ステップ S B 1 4)、xの座標が S X 以下である場合には、ステップ S B 4に移行して、IMG(S X, S Y)の画素の色とHANDC(i)の色とが一致するか否かを判別する。xの座標が S X を超えたときは、xの座標を 0 にセットし、yの座標を1つインクリメントする(ステップ S B 1 5)。このとき、yの座標が最大値座標 S Y を超えたか否かを判別し(ステップ S B 1 6)、yの座標が S Y 以下である場合には、ステップ S B 4に移行して、IMG(S X, S Y)の画素の色とHANDC(i)の色とが一致するか否かを判別する。  
10

【 0 0 2 9 】

yの座標が S Y を超えたとき、すなわち、撮像された画面のすべての画素の色について、HANDC(i)の色との一致又は不一致の判別が終了したときは、図 1 1 のフローにおいて、 $x_{\max}$ の値と $x_{\min}$ の値との和の平均値を P X ( i )にストアし、 $y_{\max}$ の値と $y_{\min}$ の値との和の平均値を P Y ( i )にストアする(ステップ S B 1 7)。すなわち、HANDC(i)に対応するシールの x 座標の中心を P X ( i )にストアし、y 座標の中心を P Y ( i )にストアする。したがって、HANDC(i)に対応するシールの中心位置を取得する。

【 0 0 3 0 】

次に、iの値を1つインクリメントして(ステップ S B 1 8)、次のシールを指定する。このとき、iの値が最大値である 9 以下であるか否かを判別する(ステップ S B 1 9)。iの値が 9 以下である場合には、図 1 0 のステップ S B 2 に移行して、ステップ S B 1 9までの処理を繰り返す。ステップ S B 1 9において、iの値が 9 を超えたとき、すなわち、両手の甲に貼付された 1 0 個のシールの中心位置を取得したときは、右手および左手を指定するための変数 i を 0 にセットして(ステップ S B 2 0)、下記の演算式を実行する(ステップ S B 2 1)。  
20

$$\begin{aligned} P X D &= P X ( 4 * i + 2 ) - P X ( 4 * i + 3 ) \\ P Y D &= P Y ( 4 * i + 2 ) - P Y ( 4 * i + 3 ) \end{aligned}$$

【 0 0 3 1 】

iの値が 0 (右手)であるときは、 $P X D = P X ( 2 ) - P X ( 3 )$ となり、 $P Y D = P Y ( 2 ) - P Y ( 3 )$ となる。図 8 に示した割り付けによって、P X ( 2 )は右手の中指(根元)の x 座標を表わし、P X ( 3 )は右手の手首の x 座標を表わす。したがって、P X D の値は、右手の中指(根元)と手首との横方向の差分の値である。同様に、P Y ( 2 )は右手の中指(根元)の y 座標を表わし、P Y ( 3 )は右手の手首の y 座標を表わす。したがって、P Y D の値は、右手の中指(根元)と手首との縦方向の差分の値である。  
30

【 0 0 3 2 】

次に、下記の演算式を実行して、G D ( i )を算出する(ステップ S B 3 2)。

$$G D ( i ) = A T ( P X D / P Y D ) - K G D$$

この演算式において、AT(P X D / P Y D)は $\tan^{-1}(P X D / P Y D)$ すなわち逆正接関数であり、P X D および P Y D の値によって手の傾き角度を算出している。K G D は電子楽器 1 の鍵盤 2 の傾き角度である。したがって、iの値が 0 である場合には、G D ( 0 )は鍵盤 2 に対する右手の相対的な傾きを表わしている。  
40

【 0 0 3 3 】

次に、下記の演算式を実行して、W D ( i )を算出する(ステップ S B 2 3)。

$$| P X ( 4 * i + 4 ) - P X ( 4 * i + 5 ) | / \cos \{ G D ( i ) - K W D \} = W D ( i )$$

iの値が 0 (右手)である場合には、

$$| P X ( 4 ) - P X ( 5 ) | / \cos \{ G D ( 0 ) - K W D \} = W D ( 0 )$$

となる。したがって、W D ( 0 )の値は右手の親指(根元)の位置と小指(根元)の座

50

標差を G D ( 0 ) の余弦で除算した値であり、鍵盤 2 に対する相対的な手の傾きを補正した右手の幅を表わしている。

#### 【 0 0 3 4 】

ステップ S B 2 3 の後、 i の値を 1 フインクリメントして(ステップ S B 2 4)、 i の値が 1 を超えたか否かを判別する(ステップ S B 2 5)。 i の値が 1 である場合には、ステップ S B 2 1 に移行してステップ 2 5 までの処理を繰り返す。

すなわち、ステップ S B 2 1 の演算式において、 i の値が 1 ( 左手 ) であるときは、 P X D = P X ( 6 ) - P X ( 7 ) となり、 P Y D = P Y ( 6 ) - P Y ( 7 ) となる。図 8 によって、 P X ( 6 ) は左手の中指(根元)の x 座標を表わし、 P X ( 7 ) は左手の手首の x 座標を表わす。したがって、 P X D の値は、左手の中指(根元)と手首との横方向の差分の値である。同様に、 P Y ( 2 ) は左手の中指(根元)の y 座標を表わし、 P Y ( 3 ) は左手の手首の y 座標を表わす。したがって、 P Y D の値は、左手の中指(根元)と手首との横方向の差分の値である。次に、ステップ S B 2 2 の演算式において、 i の値が 1 である場合には、 G D ( 1 ) は鍵盤 2 に対する左手の相対的な傾きを表わしている。

#### 【 0 0 3 5 】

次に、ステップ S B 2 3 の演算式において、 i の値が 1 ( 左手 ) である場合には、

$$| P X ( 8 ) - P X ( 9 ) | / \cos \{ G D ( 1 ) - K W D \} = W D ( 1 )$$

となる。したがって、 W D ( 1 ) の値は左手の親指(根元)の位置と小指(根元)の座標差を G D ( 1 ) の余弦で除算した値であり、鍵盤 2 に対する相対的な手の傾きを補正した左手の幅を表わしている。

ステップ S B 2 5 において i の値が 1 を超えたときは、図 4 のメインルーチンに戻る。

#### 【 0 0 3 6 】

図 1 2 は、電子楽器 1 から演奏データが入力されたときの割り込み処理である M I D I · I N 処理のフローチャートである。この割り込みがあると、入力された演奏データが押鍵であるか否かを判別し(ステップ S C 1)、押鍵である場合には押鍵処理を行う(ステップ S C 2)。演奏データが押鍵でない場合には、演奏データが離鍵であるか否かを判別し(ステップ S C 3)、離鍵である場合には離鍵処理を行う(ステップ S C 4)。演奏データが押鍵でも離鍵でもない場合、例えば、エフェクト操作などの場合には、その演奏データに対応する処理を行う(ステップ S C 5)。演奏データに対応する処理の後はメインルーチンに戻る。

#### 【 0 0 3 7 】

図 1 3 および図 1 4 は、図 1 2 におけるステップ S C 2 の押鍵処理のフローチャートである。図 1 3 のフローにおいて、まず、押鍵された鍵番号を K E Y にストアする(ステップ S D 1)。次に、初期設定を行うために、フラグ P L A Y F が 0 であるか否かを判別する(ステップ S D 2)。 P L A Y F は図 4 におけるステップ S A 1 の変数の初期化で 0 にリセットされている。 P L A Y F が 0 である場合には、 P L A Y F を 1 にセットし(ステップ S D 3)、次の演奏データを示すポインタ p n を 0 にセットし(ステップ S D 4)、この押鍵処理で用いる変数 m を - 1 にセットし(ステップ S D 5)、ポインタ p q を 0 にセットする(ステップ S D 6)。

#### 【 0 0 3 8 】

ステップ S D 3 ないしステップ S D 6 の初期設定の後、又は、ステップ S D 2 において P L A Y F が 1 である場合には、ポインタ p n によって図 5 の P L A Y ( p n ) を指定する(ステップ S D 7)。したがって、初期設定した直後は P L A Y ( 0 ) を指定する。次に、押鍵開始時間である O N T I M E に N O W T I M E の現時刻をストアする(ステップ S D 8)。また、押鍵された鍵番号である K E Y のデータを P I T C H にストアする(ステップ S D 9)。この後、 p p に p n の値をセットし(ステップ S D 1 0)、 p r に m の値をセットし(ステップ S D 1 1)、 m に p p + 1 の値をセットする(ステップ S D 1 2)。したがって、初期設定した最初は、現在の P L A Y ( p p ) を示すポインタ p p の値は 0 、変数 m の値は 1 となる。

#### 【 0 0 3 9 】

10

20

30

40

50

次に、図14のフローに移行して、PLAY(m)がNULLであるか否かを判別する(ステップSD13)。したがって、最初は、PLAY(0)の次のエリアであるPLAY(1)がNULLであるか否かを判別する。PLAY(m)がNULLでない場合には、mの値を1つインクリメントする(ステップSD14)。このとき、mの値が最大値を超えたか否かを判別し(ステップSD15)、最大値以内である場合には、ステップSD13において再びPLAY(m)がNULLであるか否かを判別する。すなわち、変数mの値をインクリメントしながら、次の演奏データをストアできる空きエリアを捜す。

#### 【0040】

PLAY(m)がNULLの空きエリアを見つけた場合には、次のエリアを示すポインタpnにmの値をセットし(ステップSD16)、mに現在のエリアを示すポインタppの値をセットする(ステップSD17)。すなわち、mの値をインクリメントしてPLAY(m)がNULLの空きエリアを見つけたので、mの値を元の値に戻す。次に、図6に示したバッファにおいてPLBUF(pq)のエリアを指定する(ステップSD18)。したがって、最初はPLBUF(0)のエリアを指定する。次に、押鍵開始時間であるONTIMEにNOWTIMEの現時刻をストアする(ステップSD19)。次に、PLBUF(pq)のエリアのポインタppに、PLAY(pp)のエリアにおけるppの値をセットする(ステップSD20)。すなわち、電子楽器1から入力された現在の演奏データをストアしたPLAY(pp)のエリアとPLBUF(pq)のエリアとをポインタppによって対応させる。そして、pqの値を1つインクリメントして(ステップSD21)、次に演奏データをストアするためのPLBUF(pq)のエリアを示すポインタを変更する。この後は、演奏中の指を検出するための画像処理(ステップSD22)を行って、メインルーチンに戻る。

#### 【0041】

図15は、電子楽器1の鍵盤2の各鍵で指が接触する領域AR(0)～AR(127)を示すRAM13のエリアを示す図である。各領域は、その領域内の画素の座標POSIX(x,y)および鍵番号KEY(0～127)で表わされる。図16は、図2に示した鍵盤の画像2iの一部であり、各白鍵および各黒鍵において押鍵する指が接触する範囲を二点鎖線の矩形の領域AR(0)、AR(1)、AR(2)、AR(3)…で示している。これらの領域は、撮像素子の画素によって位置の座標が確定されるので、各領域における1つの座標、例えば、左下の座標を基準にすると、すべての領域AR(0)～AR(127)における画素の座標を確定することができる。

図17は、変数j,kで指定される画素(j,k)に基づく矩形の範囲を示す図である。この図に示すように、x(水平)方向がy(垂直)方向がの範囲が画像処理の対象となる領域であり、この領域の画素数は(+1)×(+1)である。

#### 【0042】

図18ないし図20は、画像処理のフローチャートである。この画像処理においては、右手の親指、人差し指、中指、薬指、小指の各画像であるFIG(0)、FIG(1)、FIG(2)、FIG(3)、FIG(4)、および、左手の親指、人差し指、中指、薬指、小指の各画像であるFIG(5)、FIG(6)、FIG(7)、FIG(8)、FIG(9)において、爪に貼付された各シールにおける青、緑、赤の3原色の値として、あらかじめ登録されたBFIG、GFIG、RFIGの画像データと、カメラ5によって撮像された図2の画像の各画素のデータとを比較する。

#### 【0043】

図18において、まず、押鍵された鍵番号であるKEYの値に対応する領域の基準座標であるx(KEY)をjとし、y(KEY)をkとする(ステップSE1)。すなわち、AR(KEY)の領域を特定する。次に、押鍵した指番号をストアするFIGPに-1をストアし、この画像処理によって各指に対応する画素をカウントするカウンタCNT(0)～CNT(4)を0にクリアする(ステップSE2)。次に、変数j,kで指定される画素(j,k)をIMGにストアして(ステップSE3)、IMGの青成分、緑成分、および赤成分と基準の青成分、緑成分、および赤成分とのそれぞれの差の絶対値を算出する。

10

20

30

40

50

## 【0044】

すなわち、B VALUE と BREF との差の絶対値を DB にストアし（ステップ SE 4）、G VALUE と GREF との差の絶対値を DG にストアし（ステップ SE 5）、R VALUE と RREF との差の絶対値を DR にストアする（ステップ SE 6）。次に、DB、DG、DR の値のいずれかが所定値以下であるか否かを判別する（ステップ SE 7）。IMG の青成分、緑成分、又は赤成分と、基準の青成分、緑成分、又は赤成分との差が所定値以下である場合には、IMG の画素は爪に貼付されたシールの画素の可能性がある。一方、DB、DG、DR の値のすべてが所定値を超えている場合には、IMG の画素はシールの画素ではない。

## 【0045】

ステップ SE 7において、DB、DG、DR の値のすべてが所定値を超えている場合には、j の値を 1 フィンクリメントする（ステップ SE 8）。このとき、j の値が の値を超えているか否かを判別し（ステップ SE 9）、 の値を超えているときは、j の値を 0 にセットして、k の値を 1 フィンクリメントする（ステップ SE 10）。このとき、k の値が の値を超えているか否かを判別する（ステップ SE 11）。ステップ SE 9において j の値が の値を超えていない場合、又は、ステップ SE 11において k の値が の値を超えていない場合には、AR (KEY) の領域において未処理の画素が残っているので、ステップ SE 3 に移行して j, k で指定される画素 (j, k) を IMG にストアして、上記のループ処理を繰り返し、その画素の色を判定する。

## 【0046】

ステップ SE 7において、DB、DG、DR の値のいずれかが所定値以下である場合には、図 19 のフローにおいて、変数 i を 0 にセットして（ステップ SE 12）、あらかじめ登録されている各指に貼付されたシールの色データの中から、i で指定する指のシールの色データである FIGC (i) の青成分 BFIG、緑成分 GFIG、赤成分 RFIG を読み出し（ステップ SE 13）、IMG の画素 (j, k) の青成分 BVALUE、緑成分 GVALUE、赤成分 RVALUE との差の絶対値を算出する。

すなわち、B VALUE と BFIG との差の絶対値を JB にストアし（ステップ SE 14）、G VALUE と GFIG との差の絶対値を JG にストアし（ステップ SE 15）、R VALUE と RFIG との差の絶対値を JR にストアする（ステップ SE 16）。

## 【0047】

そして、JB、JG、JR のすべてが基準値であるか否かを判別する（ステップ SE 17）。JB、JG、JR のすべてが基準値である場合には、画素 (j, k) は指番号 i の色データ FIGC (i) と一致する。この場合には、CNT (i) の値を 1 フィンクリメントする（ステップ SE 18）。この後、又は、ステップ SE 17において JB、JG、JR のすべてが基準値でなく、画素 (j, k) が指番号 i の色データ FIGC (i) と一致しない場合には、i の値を 1 フィンクリメントする（ステップ SE 19）。このとき、i の値が 4 を超えたか否かを判別し（ステップ SE 20）、i の値が 4 以下である場合には、ステップ SE 13 に移行して、次の指番号 i で指定する FIGC (i) の BFIG、GFIG、RFIG を読み出し、上記の色判別処理を繰り返す。そして、ステップ SE 20において i の値が 4 を超えたときは、図 18 のフローのステップ SE 8 に移行して、次の画素を指定する。

## 【0048】

図 18 のステップ SE 11において、k の値が の値を超えた場合、すなわち、押鍵された鍵番号の領域 AR (KEY) におけるすべての画素について色判別処理が終了したときは、図 20 のフローにおいて、指番号を指定する 2 つの変数 i, d をともに 0 にセットし（ステップ SE 21）、押鍵の指を示す FIGP に d の値をストアする（ステップ SE 22）。したがって、最初は FIGP の値は 0 であり、親指が押鍵の指として仮に設定される。次に、i の値を 1 フィンクリメントし（ステップ SE 23）、i の値が 4 以下であるか否かを判別する（ステップ SE 24）。

## 【0049】

10

20

30

40

50

i の値が 4 以下である場合には、C N T ( i ) の値が C N T ( d ) の値よりも大きいか否かを判別する（ステップ S E 2 5）。すなわち、押鍵された鍵番号の領域 A R ( K E Y )において、i で指定する指のシールの画素数が d で指定する指のシールの画素数よりも大きいか否かを判別する。C N T ( i ) の値が C N T ( d ) の値よりも大きい場合には、押鍵した指の可能性は、d で指定した指よりも i で指定した指の方が高い。この場合には、d に i の値をセットして（ステップ S E 2 6）、ステップ S E 2 2 に移行して、F I G P にストアする指番号 d の値を変更する。そして、ステップ S E 2 3 に移行して、i の値を 1 フィンクリメントする。一方、ステップ S E 2 5 において、C N T ( i ) の値が C N T ( d ) の値よりも小さい場合には、押鍵した指の可能性は、i で指定した指よりも d で指定した指の方が高い。この場合には、F I G P にストアする指番号を変更することなく、ステップ S E 2 3 に移行して、i の値を 1 フィンクリメントする。そして、i の値が 4 を超えるまで C N T ( i ) の値と C N T ( d ) の値とを比較しながら、押鍵した可能性がより高い指を捜す。  
10

#### 【 0 0 5 0 】

i の値が 4 を超えたときは、押鍵の指が暫定的に判定されるが、指くぐりや指越えによって親指がカメラ 5 から見えない場合もある。例えば、演奏練習前のウォーミングアップや初心者の基礎練習で音階を演奏する際には、低音から高音への 1 オクターブの演奏では「ドレミファソラシド」のファの鍵を指くぐりの親指で押鍵し、高音から低音への 1 オクターブの演奏では「ドシラソファミレド」のミの鍵を指越えの中指で押鍵する。このため、指くぐり又は指越えの演奏であるかを判定しなければ、押鍵の指を確定的に判定することができない。  
20

#### 【 0 0 5 1 】

したがって、ステップ S E 2 4 において i の値が 4 を超えたときは、F I G P の暫定的な指番号が 0 でないか否かを判別する（ステップ S E 2 7）。暫定的な指番号が 0 である場合には、カメラ 5 によって親指のシールが撮像されているので、指くぐりおよび指越えの演奏ではないので、暫定的に判定した親指は実際の押鍵の指として確定する。一方、F I G P の暫定的な指番号が 0 でない場合には、押鍵された鍵番号を中心とする所定範囲、例えば、手の幅に相当する範囲に、親指が無いか否かを判別する（ステップ S E 2 8）。親指がある場合には、暫定的に判定した人差し指、中指、薬指、又は小指は実際の押鍵の指として確定する。  
30

#### 【 0 0 5 2 】

所定範囲に親指が無い場合には、親指くぐり又は親指越えの演奏の可能性があるので、前回の押鍵の指を示す F P R E V の値が 0 でないか否かを判別する（ステップ S E 2 9）。親指で押鍵した後に親指くぐりでの押鍵することはないので、F P R E V の値が 0 でない場合には、押鍵した指は親指であるので、F I G P に 0 をストアする（ステップ S E 3 0）。F P R E V の値が 0 で前回の押鍵が親指である場合には、今回の押鍵は親指以外の他の指である。すなわち、暫定的な指番号が押鍵の指番号として確定される。指番号を確定した後は、その確定した F I G P の指番号を F P R E V にストアして（ステップ S E 3 1）、このフローチャートを終了する。

#### 【 0 0 5 3 】

図 2 1 は、図 1 2 の M I D I ・ I N のフローにおけるステップ S C 4 の離鍵処理のフローチャートである。まず、押鍵の鍵番号を K E Y にストアし（ステップ S F 1）、K E Y で指定される演奏データの離鍵開始時間 O N T I M E ( K E Y ) に現時刻をストアする（ステップ S F 2）。次に、図 6 の P L B U F のエリアを指定するポインタ p q を 0 にセットして（ステップ S F 3）、p q の値をインクリメントしながら、離鍵された鍵番号に対応する押鍵の演奏データを捜す。p q で指定する P L B U F ( p q ) が N U L L であるか否かを判別し（ステップ S F 4）、P L B U F ( p q ) が N U L L でない場合には、P L B U F ( p q ) における p p によって P L A Y ( p p ) を指定する（ステップ S F 5）。そして、P L A Y ( p p ) の鍵番号と K E Y の鍵番号とが一致するか否かを判別する（ステップ S F 6）。これらの鍵番号が一致しない場合には、p q の値を 1 フィンクリメント  
40

して(ステップSF7)、ステップSF4において、新たなp qで指定するPLBUF(p q)がNULLであるか否かを判別する。

#### 【0054】

ステップSF6においてPLAY(pp)の鍵番号とKEYの鍵番号とが一致した場合には、PLAY(pp)の押鍵開始時間ONTIME(pp)に離鍵開始時間ONTIME(KEY)を加算した時間をPLAY(pp)の発音継続時間(音長)としてストアする(ステップSF8)。そして、メインルーチンに戻る。ステップSF4において、PLBUF(p q)がNULLである場合には、離鍵された鍵番号に対応する押鍵の演奏データがPLBUFのすべてのエリアに存在しないので、メインルーチンに戻る。

#### 【0055】

上記した演奏データ作成処理によって作成された楽曲の演奏データは、不揮発性メモリ18に演奏練習用の曲データとして保存される。図22は、不揮発性メモリ18に記憶されている曲データを示すフォーマットである。この図に示すように、曲データは、NOTE(0)、NOTE(1)、NOTE(3)…、および、曲の終了を示すNULLからなる複数のイベントのシーケンスデータで構成されている。各イベントは、発音開始時間を示すONTIME、発音継続時間(音長)を示すGATE、音高を示すPITCH、指番号を示すFIGO、手の位置を示すPXOおよびPYO、手の傾きを示すGDO、手の幅を示すWDO、生徒側への送信時に付加される正誤判定に用いるフラグを示すMK、前回のイベントを示すポインタであるpr、次のイベントを示すポインタであるpnで構成されている。FIGOの番号は、右手の親指、人差し指、中指、薬指、小指がそれぞれ0, 1, 2, 3, 4で指定され、左手の親指、人差し指、中指、薬指、小指がそれぞれ5, 6, 7, 8, 9で指定される。

#### 【0056】

図23は、RAM13のバッファエリアONBUF(0)、ONBUF(1)、ONBUF(3)…の構成を示し、各バッファエリアには、スイッチ部14からの再生指令に応じて、不揮発性メモリ18から読込まれた図22のイベントのうち、電子楽器1に出力される発音開始時間を示すONTIME、音高を示すPITCHの値とともに、演算で算出される消音時間を示すOFFTIMEおよび対応する図22のイベントNOTEを示すポインタであるpsがストアされる。

#### 【0057】

図24は、曲データの再生に伴って表示部15に出力される表示される演奏ガイドの画面を示す図である。不揮発性メモリ18から読込まれた図22のイベントのうち、音高を示すPITCH、指番号を示すFIGO、手の位置を示すPXOおよびPYO、手の傾きを示すGDO、手の幅を示すWDOに対応する画像が表示される。すなわち、再生中の曲データの楽譜21、現在の音符の直後に表示される進行マーク22、鍵盤画像23、現在の音符に対応する鍵の位置24、手の位置25、現在の音符に対応する鍵を押鍵する指を示す運指マーク26が示される。このほか、カメラ5の位置を設定するためのアイコン28、指の色を設定するためのアイコン28、および、曲の再生、停止、一時停止などを指示するためのアイコン29が表示される。

#### 【0058】

図22に示した不揮発性メモリ18の曲データは、インターネットなどのネットワークを介して生徒のパソコンに送信されるが、送信する前に、教師又は管理側において、作成された演奏練習用の曲データが適切であるかどうかを検証することも必要な場合がある。図25は、検証するための再生処理を行うためのメインルーチンのフローチャートであるとともに、生徒のパソコンで実行される演奏練習のメインルーチンのフローチャートでもある。すなわち、生徒側のパソコンにおいて実行される演奏練習の適正が図25のフローでシミュレーションされる。

#### 【0059】

まず、種々の変数の初期化(ステップSG1)の後、検知データ設定処理を行う(ステップSG2)。そして、不揮発性メモリ18に保存された曲データの読みを行う(ステ

10

20

30

40

50

ップSG3)。次に、スイッチ部14から終了指令が入力されたか否かを判別する(ステップSG4)。終了指令が入力されたときは、このフローを終了して、パソコンの初期メニューに戻る。終了指令が入力されない場合には、再生指令が入力されたか否かを判別し(ステップSG5)、再生指令が入力されたときは、再生処理を実行する(ステップSG6)。この後は、再生停止指令が入力されたか否かを判別し(ステップSG7)、再生停止指令が入力されない場合は再生処理処理を続行する。再生停止指令が入力されたときは、曲選択指令が入力されたか否かを判別し(ステップSG8)、曲選択指令が入力されたときは、ステップSG3において新たな曲データを読み込む。ステップSG5において再生指令が入力されない場合、又は、ステップSG8において曲選択指令が入力されない場合は、ステップSG4に移行して終了指令が入力されたか否かを判別する。

10

## 【0060】

図26は、図25におけるステップSG6の再生処理のフローチャートである。まず、変数を初期化する(ステップSH1)。次に、MIDI・I/F16を介して電子楽器1に出力して演奏をガイドするために、図6のエリアにストアされているイベントのポインタpsを変数nにセットする(ステップSH2)。そして、ステップSH4からステップSH11までのループ処理を実行する。

すなわち、図5に示したROM12の曲データにおいて、NOTE(n)がNULLすなわち曲の終了であるか否かを判別し(ステップSH4)、NOTE(n)がNULLでない場合には、NOWTIMEに経過時間を加算する(ステップSH5)。すなわち、曲再生開始からの時刻であるリアルタイムでNOWTIMEを更新する。実際には、曲再生開始からのクロック数によってリアルタイムを表わすが、説明を分かり易くするために時刻を用いることにする。この後、ノートオン処理(ステップSH6)、ノートオフ処理(ステップSH7)、表示処理(ステップSH8)を行う。次に、NOWTIMEの時刻をLASTTIMEにストアして(ステップSH9)、nの値を次のイベントのポインタpnに変更する(ステップSH10)。そして、ステップSH4に移行して上記ループ処理を繰り返す。

20

## 【0061】

ステップSH4においてNOTE(n)がNULLである場合には、ONBUF(0)がNULLであるか否かを判別する(ステップSH11)。ONBUF(0)がNULLでない場合には、ステップSH5においてNOWTIMEに経過時間を加算する。一方、ONBUF(0)がNULLである場合には、電子楽器1に出力するイベントが残っていないので、メインルーチンに戻る。

30

## 【0062】

図27は、図26におけるステップSH6のノートオン処理のフローチャートである。この処理においては、不揮発性メモリ18の曲データをRAM13のバッファエリアにストアする。まず、変数nのイベントNOTE(n)がNULLであるか否かを判別し(ステップSJ1)、NOTE(n)がNULLである場合にはこのフローを終了するが、NULLでない場合には、NOWTIMEの時刻がONTIMEの発音開始時間に達したか否かを判別する(ステップSJ2)。まだ発音開始時間に達していない場合はこのフローを終了するが、発音開始時間に達したときは、ONBUFの空きエリアを捜すために、エリアを指定する変数iを0にセットし(ステップSJ3)、iの値をインクリメントしながら以下のループ処理を実行する。

40

## 【0063】

ONBUF(i)がNULLであるか否かを判別し(ステップSJ4)、ONBUF(i)がNULLでない場合には、iの値を1つインクリメントする(ステップSJ5)。このとき、iの値が最大値iMAXを超えたか否かを判別し(ステップSJ6)、iの値が最大値以内である場合には、ステップSJ4においてONBUF(i)がNULLであるか否かを判別する。ONBUF(i)がNULLである場合には、NOTE(n)の発音開始時間ONTIME、音高PITCH、ポインタpsをONBUF(i)にストアする(ステップSJ7)。そして、ONBUF(i)のONTIME、PITCHを電子樂

50

器1に出力する(ステップSJ9)。次に、NOTE(n)のONTIME、PITCH、FIGO、PXO、PYO、GDO、WDOに対応する画像データを生成して表示部15に出力する。そして、変数nに次のイベントを示すポインタpnをストアする(ステップSJ10)。そして、図26のフローに戻り、ステップSH7のノートオフ処理に移行する。

#### 【0064】

図28は、ステップSH7のノートオフ処理のフローチャートである。まず、RAM13のONBUFのエリアを指定する変数iを0にセットし(ステップSK1)、iの値をインクリメントしながら以下のループ処理を実行する。ONBUF(i)がNULLであるか否かを判別する(ステップSK2)。ONBUF(i)がNULLでない場合には、NOWTIMEの時刻がOFFTIMEの消音時間に達したか否かを判別する(ステップSK3)。ONBUF(i)がNULLである場合、又は、NOWTIMEの時刻がOFFTIMEの消音時間に達していない場合には、iの値を1つインクリメントする(ステップSK4)。このとき、iの値が最大値iMAXを超えたか否かを判別し(ステップSK5)、iの値が最大値以内である場合には、ステップSK2においてONBUF(i)がNULLであるか否かを判別する。

#### 【0065】

NOWTIMEの時刻がOFFTIMEの消音時間に達したときは、ONBUF(i)のPITCHおよび消音指令のMIDIデータを電子楽器1に出力する(ステップSK6)。次に、ONBUF(i+1)のデータをONBUF(i)のエリアに上書きして更新する(ステップSK7)。そして、iの値をインクリメントして(ステップSK8)、ONBUF(i+1)がNULLであるか否かを判別する(ステップSK9)。ONBUF(i+1)がNULLでない場合には、ステップSK7～ステップSK9のループ処理を繰り返し、ONBUF(i+1)のデータを順次ONBUF(i)のエリアに上書きする。ステップSK9において、ONBUF(i+1)がNULLである場合には、バッファのエリアの上書きがすべて終了したので、図26のフローに戻り、ステップSH8の表示処理に移行する。

#### 【0066】

この再生処理において、模範演奏として作成した曲データを再生して電子楽器1で演奏した結果、演奏練習として適切でない部分は修正される。図29および図30は、データ修正のフローチャートであり、図31は、データ修正処理における表示部15の画面を示す図である。図29において、まず、表示部15に補正画面を表示して(ステップSL1)、現在の設定データの読み込みを行う(ステップSL2)。次に、修正項目が指定されたか否かを判別する(ステップSL3)。例えば、図31に示すように、表示された楽譜31において修正対象として点線で囲まれた音符32のデータを修正する場合には、鍵盤の画像33、手の画像34とともに、手の位置、手の傾き、手の幅をそれぞれ修正するための複数のアイコン35を表示し、読み込んだ補正対象のデータをRAM13のエリアNOTE(i)にストアする。NOTE(i)のエリアは、指を指定するFIGO(i)、手の位置を指定するPXO(i)およびPYO(i)、手の傾きを指定するGDO(i)、手の幅を指定するWDO(i)の項目別エリアで構成されている。また、修正したデータを不揮発性メモリ18に保存するための確定のアイコン36を表示する。

#### 【0067】

項目別エリアの指定によって設定項目が指定されたときは、設定値が入力されたか否かを判別する(ステップSL4)。設定値が入力されたときは、指定された項目に応じた処理を行う。FIGO(i)が指定されたか否かを判別し(ステップSL5)、この項目が指定されたときは、入力された設定値をFIGO(i)にストアする(ステップSL6)。PXO(i)が指定されたか否かを判別し(ステップSL7)、この項目が指定されたときは、入力された設定値をPXO(i)にストアする(ステップSL8)。PYO(i)が指定されたか否かを判別し(ステップSL9)、この項目が指定されたときは、入力された設定値をPYO(i)にストアする(ステップSL10)。図30において、GD

10

20

30

40

50

O(i)が指定されたか否かを判別し(ステップSL11)、この項目が指定されたときは、入力された設定値をGDO(i)にストアする(ステップSL12)。WDO(i)が指定されたか否かを判別し(ステップSL13)、この項目が指定されたときは、入力された設定値をWDO(i)にストアする(ステップSL14)。

#### 【0068】

何らかのデータ修正がされたときは、図31の画面において表示画像を変更する(ステップSL15)。この後、アイコン36によって修正されたデータを確定するか否かを判別し(ステップSL16)、確定されない場合には、図29のステップSL3に移行して次の修正項目が指定されたか否かを判別する。次の修正項目が指定され、ステップSL4において設定値が入力されるたびに、ステップSL5ないしステップSL15の処理を繰り返す。ステップSL3において修正項目が指定されない場合、又は、ステップSL4において設定値が入力されない場合には、ステップSL16においてデータを確定するか否かを判別する。アイコン36の選択によって修正データが確定されたときは、NOTE(i)のデータを不揮発性メモリ16に保存して(ステップSL17)、メインルーチンに戻る。

#### 【0069】

以上のように、上記実施形態によれば、パソコン1は、電子楽器1で演奏された楽曲の演奏データを入力し、カメラ5は、電子楽器1の鍵盤1の画像2iおよび鍵盤2を演奏中の右手の画像7iおよび左手の画像8iを撮像する。CPU11は、楽曲に対する演奏練習用の曲データを作成する際に、入力された演奏データ並びにカメラ5によって撮像された鍵盤の画像2i、演奏中の右手および左手の画像7iおよび8iに基づいて、表示部15に表示して演奏する手の動きを練習するための画像データを含めて作成する。

したがって、ネットワークを利用した遠隔の音楽教育やその他の音楽教育を利用する演奏練習用のデータを作成する場合に、楽譜データだけでなく演奏する手の位置や手の傾きなどの画像データを含めて、きめ細かな音楽教育を実現できる。

#### 【0070】

この場合において、CPU11は、鍵盤2の画像2iおよび手の画像7i、8iに基づいて手の位置および傾きを検出することによって、演奏練習用の画像データを作成する。この場合において、CPU11は、手の甲の5箇所に貼付された異なる色彩のシールに基づいて手の位置および傾きを検出する。

したがって、演奏中の微妙な手の動きを画像でガイドすることによって、きめ細かな音楽教育を実現できる。

また、CPU11は、各指先に施された異なる色彩のシールを検出することによって、演奏練習用の運指の画像データを作成する。

したがって、正確な運指を画像でガイドすることによって、きめ細かな音楽教育を実現できる。

#### 【0071】

CPU11は、作成した演奏練習用の画像データが表示部15に表示された場合において、スイッチ部14から入力された修正データに応じて、その画像データを修正する。

したがって、作成した演奏練習用の画像データを固定化することなく、教師と生徒との間のコミュニケーションや優れた教師を確保することで、作成した演奏練習用の画像データを修正して、より優れた教材データを生徒に提供することができる。

#### 【0072】

なお、上記実施形態においては、パソコン6と接続する鍵盤装置として、電子楽器1を例に採って本発明の演奏データ作成システムを説明したが、本発明の演奏データ作成システムに使用する鍵盤装置は電子楽器1に限定するものではない。例えば、外部音源と接続して楽音を発音するキーボード装置をパソコン6と接続することも可能である。

#### 【0073】

上記実施形態においては、手の爪に異なる色彩のシールを貼付することによって、シールの画像とそれ以外の画像とを識別して、演奏する指を判定する構成にしたが、実施形態

の変形例として、手の爪にシールを貼付しない構成について説明する。

図32は、カメラ5で撮像された右手の画像と、その画像に対して上下位置yを変えながら、x方向にスキャンした信号を示す図である。なお、左手の画像は、右手の画像と対称になることと、指番号が異なるだけであるので、説明および図面は省略する。

#### 【0074】

図32(A)に示すように、親指くぐりや親指越えがない場合には、手が存在する部分を「1」存在しない部分を「0」に2値化した信号は、y1の位置では指の画像がないMODE=0のパターンになる。y2の位置になると、親指(0)の画像のみが現れ、他の指の画像はまだ現れないMODE=1のパターンになる。y3の位置になると、親指の画像はなくなり、人差し指(1)、中指(2)、薬指(3)、小指(4)の画像が現れるMODE=3のパターンになる。ここで、1又は0に2値化した信号における親指(0)、人差し指(1)、中指(2)、薬指(3)、小指(4)の画像信号を、FIG(0)、FIG(1)、FIG(2)、FIG(3)、FIG(4)と定義する。

#### 【0075】

一方、図32(B)に示すように、親指くぐりや親指越えがある場合には、y1の位置では、図32(A)の場合と同じように、指の画像がないMODE=0のパターンになるが、y2の位置においては、図32(A)の場合と異なり、指の画像がないMODE=0のパターンになる。そして、y3の位置になると、再び図32(A)の場合と同じように、親指の画像はなくなり、人差し指(1)、中指(2)、薬指(3)、小指(4)の画像が現れるMODE=3のパターンになる。

#### 【0076】

この変形例では、上記の実施形態における図14の画像処理(ステップSD22)が異なり、他の処理については実施形態と同じである。図33ないし図35は、変形例における画像処理のフローチャートである。

図33において、まず、押鍵された鍵の座標であるx(KEY)を変数jにストアし、y(KEY)を変数kにストアする(ステップSM1)。次に、鍵盤の画像を消去する(ステップSM2)。実際には、RAM13に鍵盤の画像のエリア、手の画像のエリア、座標のエリアを設けて、図18に示したように、各白鍵および各黒鍵において押鍵する指が接触する範囲の領域AR(0)、AR(1)、AR(2)、AR(3)…を確定した後は、鍵盤の画像のエリアを消去するか、又は画像処理の対象から外す。

#### 【0077】

次に、上下方向の位置であるyの値をy1にセットして(ステップSM3)、その位置でスキャンした信号のパターンがMODE=0であるか否かを判別する(ステップSM4)。信号のパターンがMODE=0でない場合には、鍵盤上に手がない状態であるのでこのフローを終了するが、信号のパターンがMODE=0の場合には、yの値を所定値であるだけインクリメントする(ステップSM5)。yの値は実像における数ミリ程度、例えば、5ミリとする。次に、その位置でスキャンした信号のパターンがMODE=0からMODE=1に変化したか否かを判別する(ステップSM6)。

#### 【0078】

信号のパターンがMODE=1に変化したときは、さらにyの値をだけインクリメントする(ステップSM7)。そして、その位置でスキャンした信号のパターンにおいて、FIG(0)が1から0に変化したか否かを判別する(ステップSM8)。すなわち、親指の画像が消えたか否かを判別する。FIG(0)が0に変化したときは、yの値をだけデクリメントして(ステップSM9)、親指の画像が存在する位置まで戻る。そして、FIG(0)の位置を取得する(ステップSM10)。具体的には、図32(C)に示すように、親指の画像の左端および右端のx座標であるx1およびx2を検出して、中点の座標 $x = (x_1 + x_2) / 2$ の演算式で求めて、FIG(0)の座標P0(x,y)を取得する。

#### 【0079】

次に、再びyの値をだけインクリメントして(ステップSM11)、その位置でスキ

10

20

30

40

50

ヤンした信号のパターンが MODE = 3 に変化したか否かを判別する（ステップ L 12）。MODE = 3 に変化しない場合には、ステップ SM 11においてさらに y の値を だけインクリメントする。すなわち、親指以外の 4 本の指の画像が現れる状態、すなわち、FIG(1) = FIG(2) = FIG(3) = FIG(4) = 1 の信号のパターンになるまで y の値をインクリメントする。

#### 【0080】

ステップ SM 5 における y の値のインクリメントによって、ステップ SM 6 で MODE = 1 に変化しない場合には、MODE = 2 に変化したか否かを判別する（ステップ SM 13）。MODE = 2 に変化しない場合、すなわち、MODE = 0 の状態が続いている場合には、ステップ SM 5 における y の値のインクリメントを繰り返す。ステップ SM 13 において MODE = 2 に変化した場合、すなわち、ステップ SM 5 における y の値のインクリメントによって、MODE = 0 から MODE = 1 を経ることなく MODE = 2 に変化した場合は、図 32(B) に示した親指くぐり又は親指越えの場合である。

#### 【0081】

この場合には、親指くぐりでの親指による押鍵であるか、又は親指越えでの中指による押鍵であるかを判別する必要がある。したがって、上記の実施形態の場合と同様に、前回の押鍵の指番号である FPREV が 0 (親指) でないか否かを判別して（ステップ SM 14a）、 FPREV が 0 でない場合には、FIGP に 0 をストアする（ステップ SM 14b）。すなわち、前回の押鍵が親指でない場合には、図 32(B) に示した画像は親指くぐりであるので、今回の押鍵の指番号を 0 (親指) とする。FIGP に 0 をストアした後は、このフローを終了して判定処理に移行する。

#### 【0082】

ステップ SM 12 において MODE = 2 に変化した場合、又は、ステップ SM 24a において FPREV が 0 である場合には、図 34 のフローにおいて、人差し指、中指、薬指、小指の信号 FIG(1)、FIG(2)、FIG(3)、FIG(4) が 1 であるか 0 であるかを判別するフラグ f(1)、f(2)、f(3)、f(4) をすべて 1 にセットし、指の画像の数を示す変数 M を 4 にセットする（ステップ SM 15）。次に、指を指定する変数 i を 1 にセットして（ステップ SM 16）、y の値を だけインクリメントする（ステップ SM 17）。次に、指(i)に対応する f(i) が 1 であるか否かを判別する（ステップ SM 18）。f(i) が 1 である場合には、信号 FIG(i) = 0 であるか否かを判別する（ステップ SM 19）。図 32(A)、(B) に示すように、信号のパターンが MODE = 2 になった最初は、人差し指、中指、薬指、小指のすべてについて、信号 FIG(i) = 1 である。したがって、i の値を 1 つインクリメントして（ステップ SM 20）、i の値が 4 を超えたか否かを判別する（ステップ SM 21）。i の値が 4 以下である場合には、ステップ SM 18 において f(i) が 0 であるか否かを判別する。i の値が 4 を超えた場合には、ステップ SM 16 に移行して再び i を 1 に戻して、ステップ SM 17 以下の処理を繰り返す。

#### 【0083】

y の値を 単位でインクリメントしていった結果、ある指(i)の信号 FIG(i) = 0 になったときは、f(i) を 0 にリセットして（ステップ SM 22）、y の値を だけデクリメントして（ステップ SM 23）、FIG(i) = 1 の位置に戻る。そして、図 32(C) に示すように、その指の位置である座標 Pi(x, y) を取得する（ステップ SM 24a）。次に、y の値を だけインクリメントして元の位置に戻る（ステップ SM 24b）。この後、M の値を 1 つデクリメントする（ステップ SM 25）。このとき、M の値が 0 になったか否かを判別し（ステップ SM 26）、M の値が 1 以上である場合には、ステップ SM 20 に移行して i の値を 1 つインクリメントする。

#### 【0084】

このように、y の値を だけインクリメントしながら、任意の指の FIG(i) が 1 から 0 に変化する位置、すなわち、その指の先端部を検出するたびに、その指の座標 Pi(x, y) を取得する。そして、1 つの指の座標 Pi(x, y) を取得するごとに M の値を

10

20

30

40

50

デクリメントする。ステップSM26においてMの値が0になった場合、すなわち、人差し指、中指、薬指、小指のすべてについて座標P<sub>i</sub>(x, y)(i=1~4)を取得したときは、図35のフローにおいて、iを0にセットして(ステップSM27)、iの値を変化させながら押鍵した指を検出する処理を行う。

#### 【0085】

すなわち、P<sub>i</sub>(x, y)がAR(KEY)の位置であるか否かを判別し(ステップSM28)、P<sub>i</sub>(x, y)がAR(KEY)とは異なる位置である場合には、iの値をインクリメントする(ステップSM29)。このとき、iの値が4を超えたか否かを判別する(ステップSM30)。iの値が4以下である場合には、ステップSM28においてP<sub>i</sub>(x, y)がAR(KEY)の位置であるか否かを判別する。P<sub>i</sub>(x, y)がAR(KEY)の位置である場合には、FIGPにiの値をストアする(ステップSM31)。そして、PPREVにFIGPの値をストアして(ステップSM32)、このフローを終了してメインフローに戻る。ステップSM30においてiの値が4を超えたときは、正常な演奏ではないので、FIGPにNULLをストアして(ステップSM33)、このフローを終了してメインフローに戻る。

#### 【0086】

以上のように、この変形例においては、CPU11は、各指にシールが貼付されない場合でも、鍵盤の画像および手の画像に基づいて、図33ないし図35の画像処理を行って、各鍵の位置および演奏中の各指の位置を検出することによって、演奏中の運指の画像処理を行うことができる。

10

20

#### 【0087】

さらに、上記実施形態においては、図2に示したように、右手および左手の甲において、中央、中指(根元)、手首、親指(根元)、小指(根元)に異なる色彩のシールを貼付して、手の位置、手の傾き、手の幅を検出する構成を説明したが、図33ないし図35のフローを応用して、シールを貼付しない場合でも、手の位置、手の傾き、手の幅を検出することができる。

#### 【0088】

例えば、図32(A)の場合において、yの値をだけインクリメントしたときに、MODE=0からMODE=1に変化した場合には、MODE=1の信号において、手の甲に対応する信号の左右両端のx座標であるx1およびx2を取得し、その中点である(x1+x2)/2のx座標とy座標によって手の中央の位置PXおよびPYを検出できる。

30

#### 【0089】

さらに、yの値をだけデクリメントして、MODE=0に戻した場合において、MODE=0の信号における左端のx座標を取得すれば、親指(根元)の位置のx座標を検出できる。この後、yの値をインクリメントしていく、MODE=1の信号が変形したときは、そのときのyの位置が手の甲と親指以外の4本の指との境界と見なせるので、信号における右端のx座標を取得すれば、小指(根元)の位置のx座標を検出できる。したがって、小指(根元)の位置のx座標から親指(根元)の位置のx座標を減算すれば、右手の幅WD(0)のデータが得られる。

40

#### 【0090】

さらに、yの値をインクリメントして、MODE=2の信号に変化したとき、中指の信号FIG(2)における中心位置のx座標を図32(C)によって算出すれば、中指(根元)の座標を検出できる。最後に、中指の先端における中心位置のx座標を図32(C)によって算出すれば、中指の指先の位置のx座標を検出できる。上記実施形態においては、手首の位置と中指(根元)の位置によって手の傾きを算出したが、中指の根元の位置と中指の先端の位置によっても手の傾きを算出することができる。その算出方法は、図11のステップSB21およびステップSB22の処理と同じである。すなわち、逆正接関数を用いた演算によって、この2つの位置の角度すなわち右手の傾きGD(0)を検出できる。

#### 【0091】

50

上記実施形態においては、ROM12にあらかじめ記憶された演奏データ作成処理のプログラムをCPU11が実行する装置の発明について説明したが、フレキシブルディスク(FD)、CD、MDなどの記憶媒体に記録されている演奏データ作成処理のプログラムをパソコン6の不揮発性メモリ18にインストールしたり、インターネットなどのネットワークからダウンロードした演奏データ作成処理のプログラムを不揮発性メモリ18にインストールして、そのプログラムをパソコン6のCPU11が実行することも可能である。この場合には、プログラムの発明やそのプログラムを記録した記録媒体の発明を実現できる。

#### 【0092】

すなわち、本発明による演奏データ作成処理のプログラムは、鍵盤装置で演奏された楽曲の演奏データを入力する第1のステップと、前記鍵盤装置の鍵盤の画像および当該鍵盤を演奏中の手の画像を所定の撮像手段によって撮像する第2のステップと、前記楽曲に対する演奏練習用の曲データを作成する際に、前記第1のステップによって入力された演奏データ並びに前記第2のステップによって撮像された鍵盤の画像および演奏中の手の画像に基づいて、所定の表示手段に表示して演奏する手の動きを練習するための画像データを含めて作成する第3のステップと、を実行する。

#### 【0093】

前記第3のステップは、前記鍵盤の画像および手の画像に基づいて手の位置および傾きを検出することによって演奏練習用の画像データを作成する。

前記第3のステップは、手の甲の複数箇所に施された異なる色彩に基づいて手の位置および傾きを検出する。

前記第3のステップは、各指先に施された異なる色彩を検出することによって演奏練習用の運指の画像データを作成する。

#### 【0094】

前記第3のステップによって作成された演奏練習用の画像データが前記表示手段に表示された場合において、所定の操作手段から入力された修正データに応じて当該画像データを修正する第4のステップをさらに有する。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0095】

【図1】本発明の実施形態における演奏データ作成システムの外観図。

【図2】図1の演奏データ作成システムにおける電子楽器の鍵盤の画像を示す図。

【図3】図1の演奏データ作成システムにおける電子楽器、パソコン、カメラの接続関係およびパソコンの内部構成を示すブロック図。

【図4】実施形態のCPUの演奏データ作成処理におけるメインルーチンのフローチャート。

【図5】実施形態において電子楽器から入力されて演奏データをストアするRAMのエリアを示す図。

【図6】実施形態において電子楽器から入力されて演奏データを一時的にストアするRAMのエリアを示す図。

【図7】実施形態においてカメラによって撮像された1画面の画素をストアしたRAMのエリアを示す図。

【図8】実施形態において手の甲に貼付された10個のシールの色データをストアしたRAMのエリアを示す図。

【図9】実施形態において両手の位置、傾き、幅のデータをストアしたRAMのエリアを示す図。

【図10】図4のメインルーチンにおける手の座標特定処理のフローチャート。

【図11】図10に続く手の座標特定処理のフローチャート。

【図12】実施形態において電子楽器から演奏データが入力された場合のMIDI・IN処理のフローチャート。

【図13】図12のMIDI・IN処理における押鍵処理のフローチャート。

10

20

30

40

50

【図14】図13に続く押鍵処理のフローチャート。

【図15】実施形態において演奏中の指が接触する鍵盤の領域を指定するデータをストアしたRAMのエリアを示す図。

【図16】図2における鍵盤の画像の一部を示す図。

【図17】図16における矩形の領域の1つの範囲を示す図。

【図18】図14の押鍵処理における画像処理のフローチャート。

【図19】図18に続く画像処理のフローチャート。

【図20】図19に続く画像処理のフローチャート。

【図21】図12における離鍵処理のフローチャート。

【図22】実施形態において作成された曲データをストアした不揮発性メモリのエリアを示す図。 10

【図23】実施形態において不揮発性メモリから読み込まれた曲データをストアしたRAMのエリアを示す図。

【図24】実施形態においてパソコンの表示部における演奏ガイドの画像を示す図。

【図25】実施形態において曲データを再生するメインルーチンのフローチャート。

【図26】図25における再生処理のフローチャート。

【図27】図26におけるノートオン処理のフローチャート。

【図28】図26におけるノートオフ処理のフローチャート。

【図29】実施形態におけるデータ修正処理のフローチャート。

【図30】図29に続くデータ修正処理のフローチャート。 20

【図31】実施形態におけるデータ修正の画面を示す図。

【図32】実施形態の変形例においてカメラで撮像された右手の画像および画像のスキャン信号を示す図。

【図33】変形例における画像処理のフローチャート。

【図34】図33に続く画像処理のフローチャート。

【図35】図34に続く画像処理のフローチャート。

#### 【符号の説明】

##### 【0096】

1 電子楽器

30

2 鍵盤

3 アングル

4 カメラ取り付け部

5 カメラ

6 パソコン

2 i 鍵盤の画像

7 i、8 i 手の画像

1 1 C P U

1 2 R O M

1 3 R A M

1 4 スイッチ部

40

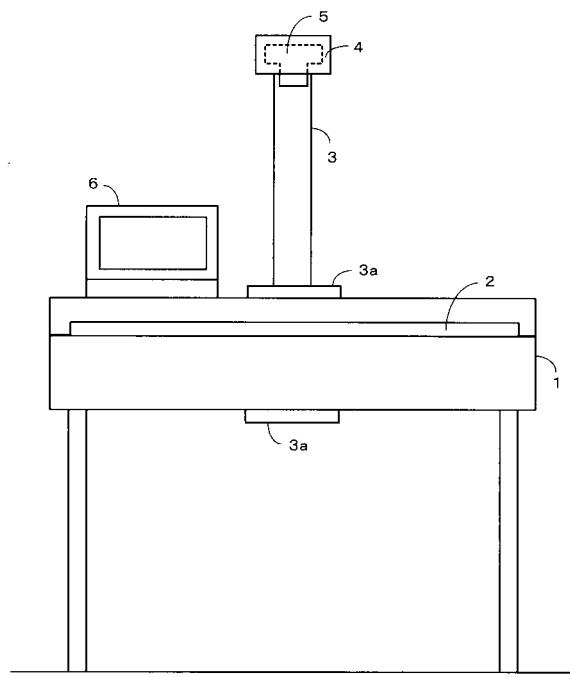
1 5 表示部

1 6 M I D I ・ インターフェース

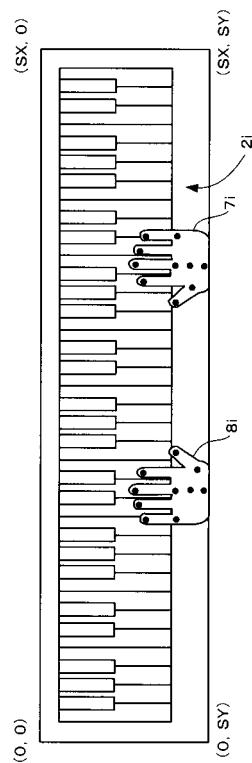
1 7 ビデオキャプチャ・インターフェース

1 8 不揮発性メモリ

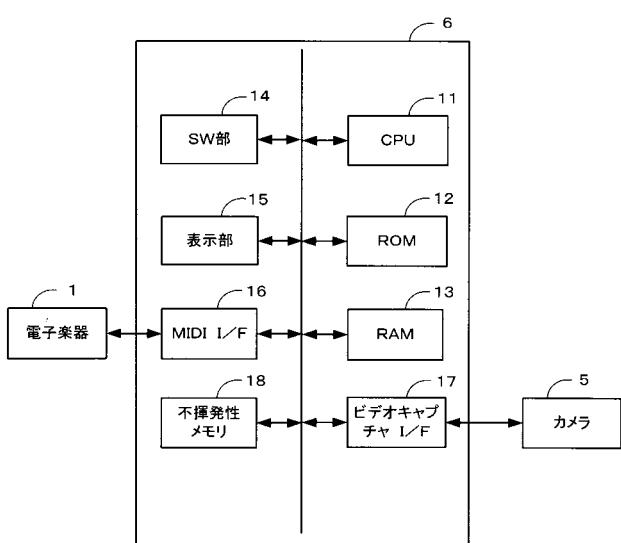
【図1】



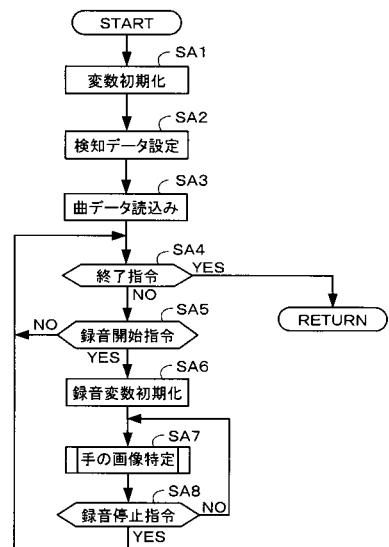
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

PLAY(0)
PLAY(1)
PLAY(2)
⋮
PLAY(X)

ONTIME
GATE
PITCH
pp
FIGP
FPREV
PX
PY
GD
WD
pr
pn

FIGP／FPREV	
右	0 親指
1	人差指
2	中指
3	薬指
4	小指
左	5 親指
6	人差指
7	中指
8	薬指
9	小指

PLBUF(0)
PLBUF(1)
PLBUF(2)
⋮
PLBUF(X)

ONTIME
pp
pq

【図7】

IMG(0, 0)
IMG(0, 1)
IMG(0, 2)
⋮
IMG(SX, SY)

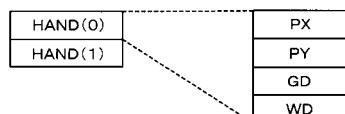
BVALUE
GVALUE
RVALUE

HANDC(0)
HANDC(1)
HANDC(2)
⋮
HANDC(9)

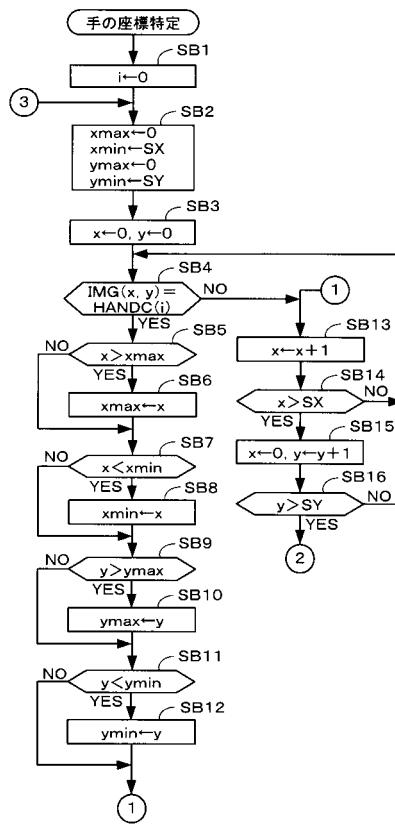
	右手	左手
中央	0	1
中指(根元)	2	6
手首	3	7
親指(根元)	4	8
小指(根元)	5	9

【図8】

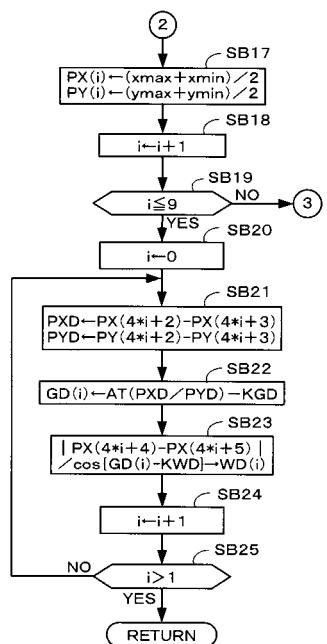
【図9】



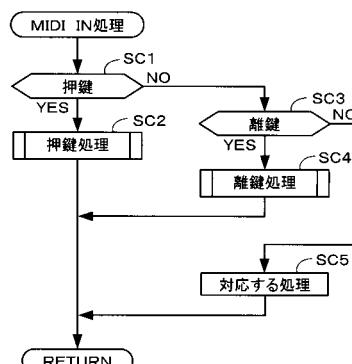
【図10】



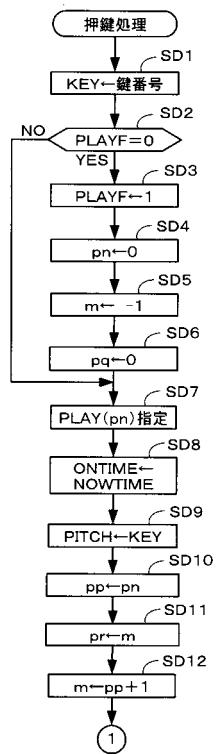
【図11】



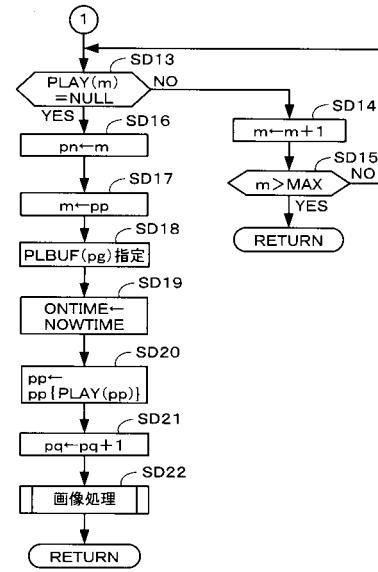
【図12】



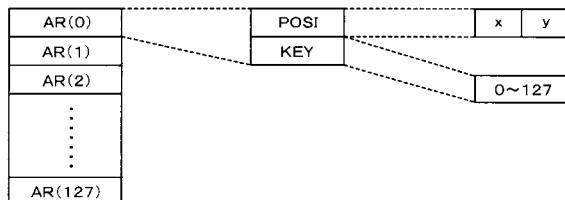
【図13】



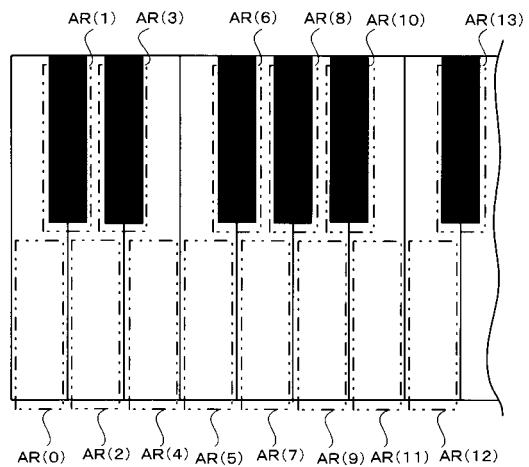
【図14】



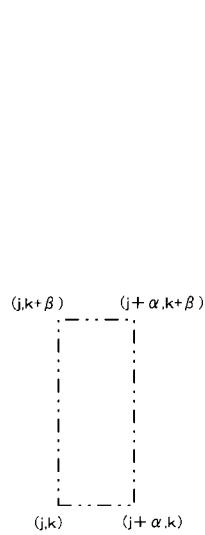
【図15】



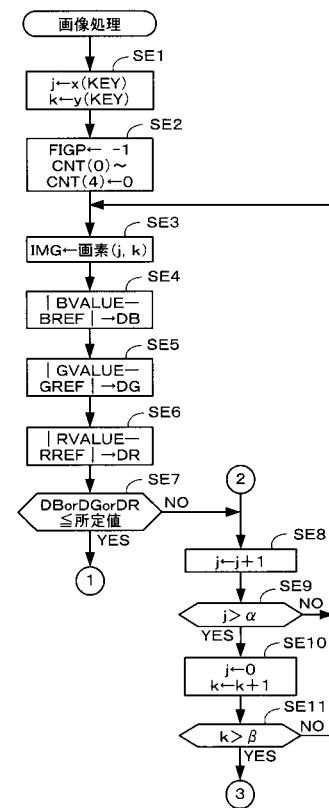
【図16】



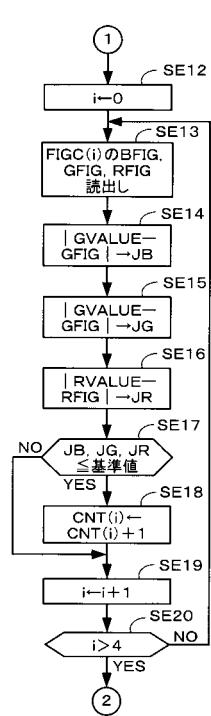
【図17】



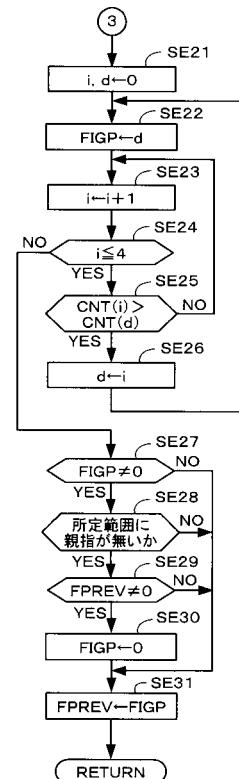
【図18】



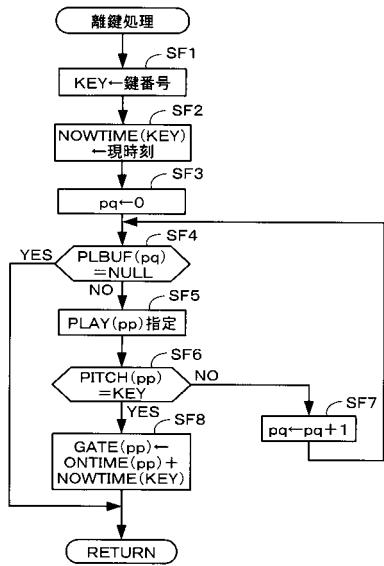
【図19】



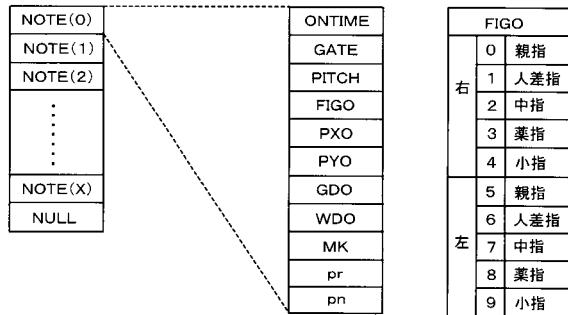
【図20】



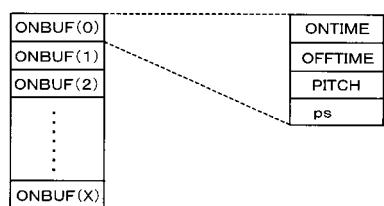
【図21】



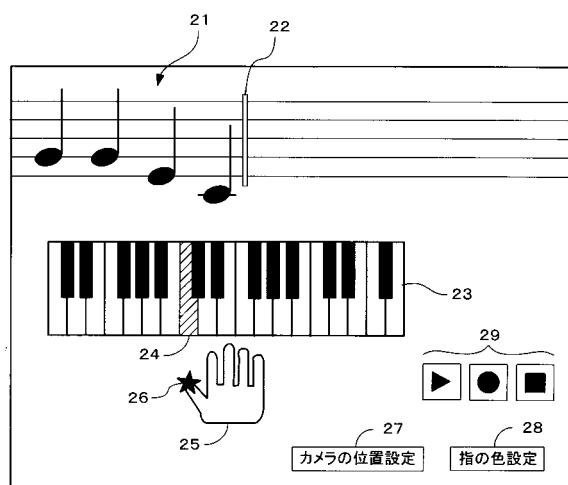
【図22】



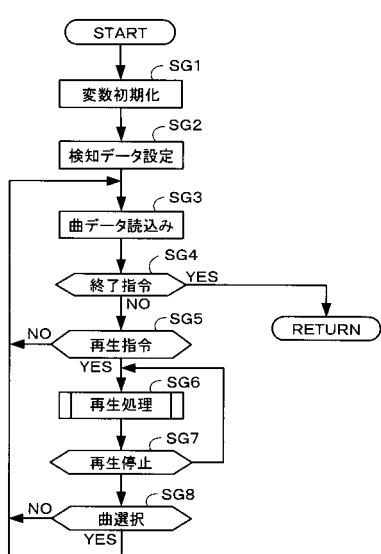
【図23】



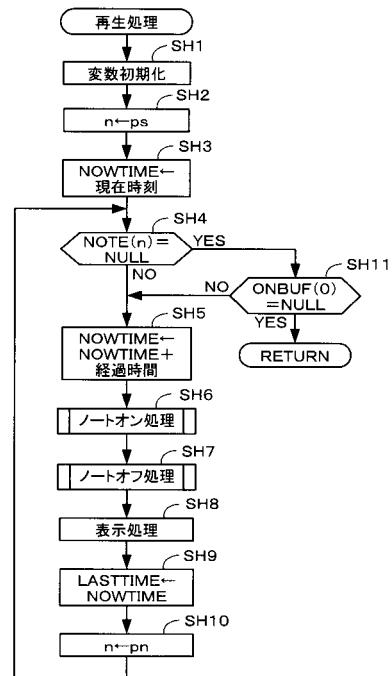
【図24】



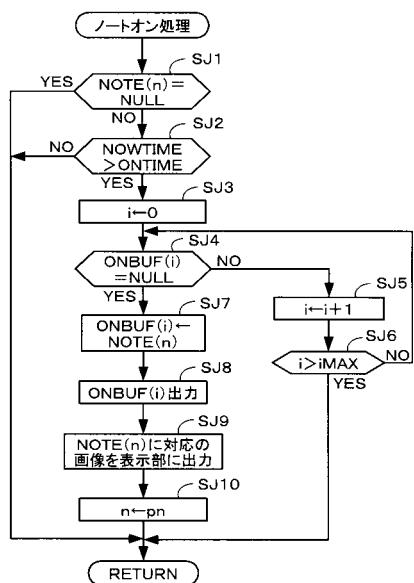
【図25】



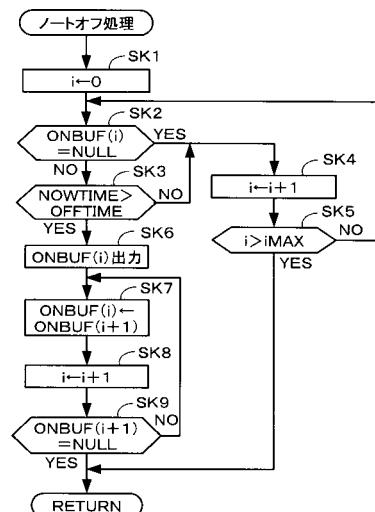
【図26】



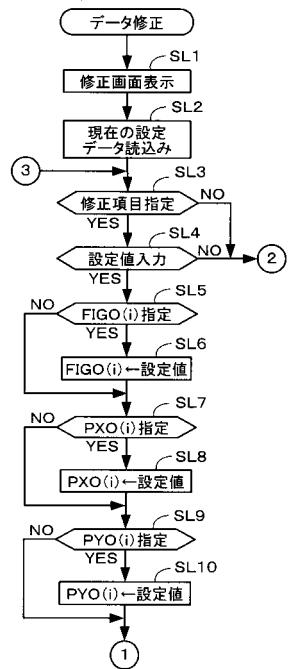
【図27】



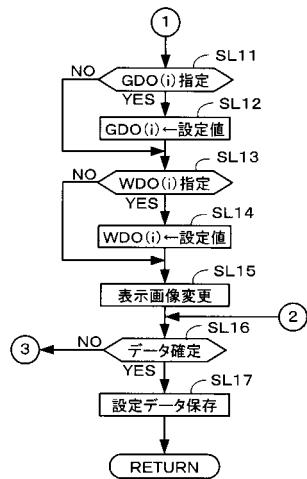
【図28】



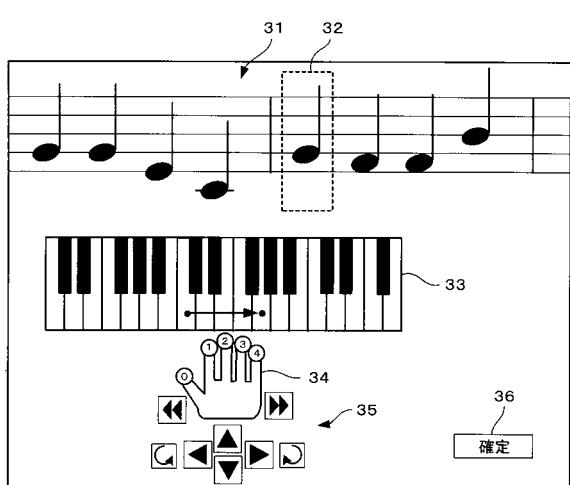
【 図 2 9 】



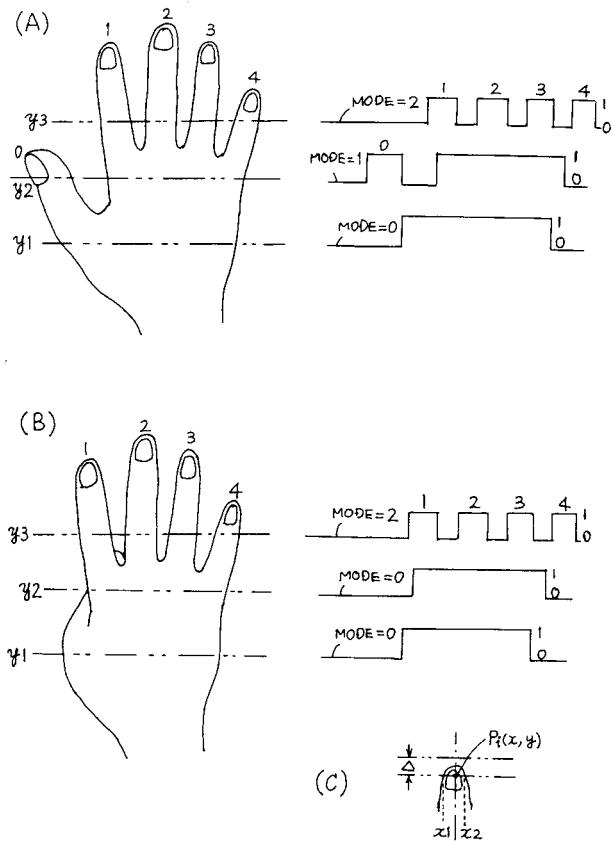
【図30】



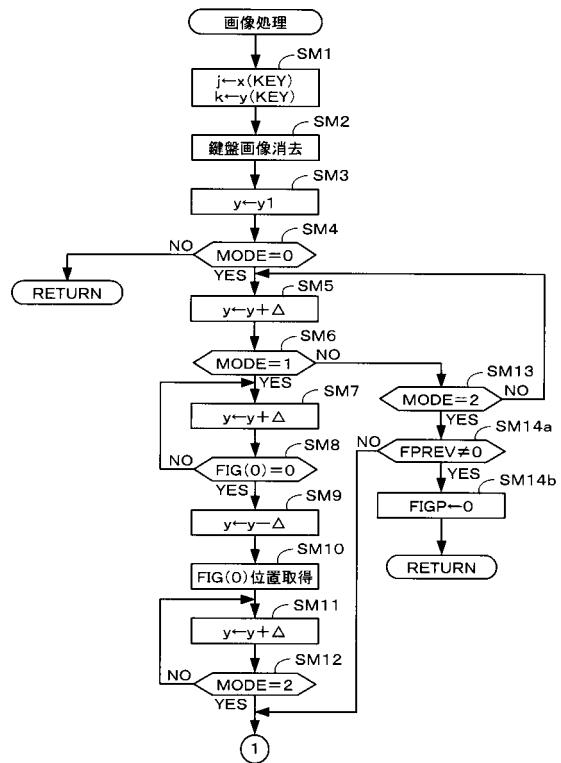
【 図 3 1 】



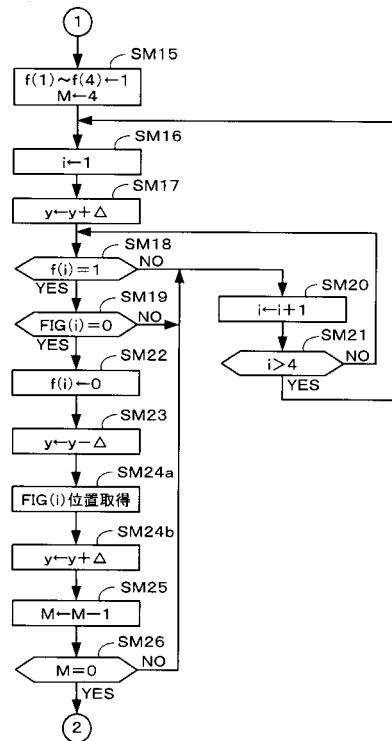
【図32】



【図3-3】



【図3-4】



【図3-5】

