

(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2009-48044

(P2009-48044A)

(43) 公開日 平成21年3月5日(2009.3.5)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
G 1 0 H 1/00	(2006.01)	G 1 0 H 1/00	1 0 2 Z	5 D 0 8 2
G 1 0 G 1/00	(2006.01)	G 1 0 H 1/00	Z	5 D 3 7 8
G 0 9 B 19/00	(2006.01)	G 1 0 G 1/00		
G 0 9 B 15/00	(2006.01)	G 0 9 B 19/00	H	
		G 0 9 B 15/00	Z	
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 18 頁)				

(21) 出願番号 特願2007-215562 (P2007-215562)
 (22) 出願日 平成19年8月22日 (2007.8.22)

(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
 (74) 代理人 100096699
 弁理士 鹿嶋 英實
 (72) 発明者 出島 達也
 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 AA03 AA04 AA18 AA27
 5D378 MM13 MM14 NN16 NN20

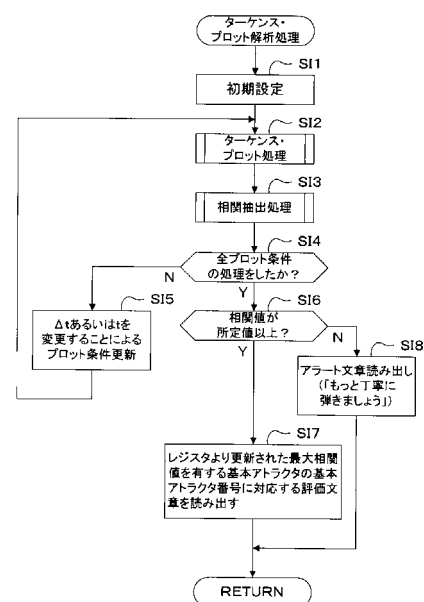
(54) 【発明の名称】 演奏評価装置および演奏評価処理のプログラム

(57) 【要約】

【課題】 ユーザの演奏状況を診断できる演奏評価装置を実現する。

【解決手段】 ユーザ演奏タイミングから派生させた時系列データ（キーオン間隔データ $L_0 \sim L_n$ ）にターケンス・プロット解析処理を施し、これにより得られるアトラクタと、予め記憶されている演奏状況を判定する基本アトラクタとの比較によりユーザの演奏状況、例えば「ピアニストA氏に近い演奏である」、「荒い演奏である」などの診断をする。これにより、ユーザの演奏状況を熟練した評価者のように評価をすることが出来、しかも演奏練習上でのアドバイスを与えることが可能になる

【選択図】 図11



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

連続して行なわれる演奏者の演奏操作の形態を表現した時系列データを生成する時系列データ生成手段と、

前記時系列データ生成手段により生成される時系列データにターケンス・プロット処理を施すことによってアトラクタデータを作成するターケンス・プロット処理手段と、

基本アトラクタデータが予め記憶された記憶手段と、
ターケンス・プロット処理手段によって作成されたアトラクタデータと前記記憶手段に記憶される基本アトラクタデータとを比較し、この比較結果に基づいて前記ユーザの演奏を評価する演奏評価手段と

を具備することを特徴とする演奏評価装置。

【請求項 2】

前記時系列データ発生手段は時系列データとして、前記演奏者の演奏操作の操作間隔を表す操作間隔データを生成することを特徴とする請求項 1 記載の演奏評価装置。

【請求項 3】

前記時系列データ発生手段は時系列データとして、前記演奏者の演奏操作毎にその演奏操作の速度を表わすベロシティデータを生成することを特徴とする請求項 1 記載の演奏評価装置。

【請求項 4】

前記ターケンス・プロット処理手段は、入力された 2 次元相空間の原音高データの時間軸上に夫々プロットスケール値 t の間隔をおいた n 個のサンプリング位置を指定し、当該 n 個のサンプリング位置の音高値夫々を n 次元相空間上の各軸上の位置に対応させることによって最初の座標位置を決定し、その後前記 n 個のサンプリング位置を同時にリサンプリング時間 Δt だけ時間軸上を順次シフトしていくことにより前記 n 次元相空間上のアトラクタの座標位置を順次決定することを特徴とする請求項 1 記載の演奏評価装置。

【請求項 5】

基本アトラクタデータが予め記憶された記憶手段を有するコンピュータに、
連続して行なわれる演奏者の演奏操作の形態を表現した時系列データを生成する時系列データ生成ステップと、

この生成される時系列データにターケンス・プロット処理を施すことによってアトラクタデータを作成するターケンス・プロット処理ステップと、

この作成されたアトラクタデータと前記記憶手段に記憶される基本アトラクタデータとを比較し、この比較結果に基づいて前記ユーザの演奏を評価する演奏評価ステップと、
を実行させる演奏評価装置のプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、演奏者の演奏を評価する演奏評価装置および演奏評価処理のプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、ある演奏者の演奏を評価する場合は、予め用意された曲を演奏させ、この演奏と模範の演奏とを比較する、という手法がとられる。この比較結果に基づいて評価・診断する最も簡単な手法は、模範の演奏とのずれがどれだけ少ないか、ということに着目することである。つまり実演奏と模範演奏との間で音高あるいはタイミングが異なっていないか、ということを一判断し、両者の相違が少なければ少ないほど、評価を高くする手法である。例えば特許文献 1 には、演奏された音の演奏タイミングを手本となる演奏データとのタイミング差を毎回評価して類型得点を累算し、グレードを星の数で表示する演奏評価装置が開示されている。

【0003】

【特許文献1】特開2001-083968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、この特許文献1に示されるような手法は、単に模範演奏と実演奏がぴったり一致しているかどうか判断されるだけであり、演奏をひとつの方向から見た評価・診断でしかない。なぜなら、ひとつの曲に対して模範演奏というものは唯一絶対というものはなく、有名演奏家毎に多種多様にあるものであり、その中のひとつの模範演奏と比較して一致しないからといって低い評価を与えることは、はたして妥当であるか疑問が残る。

【0005】

こうした場合、熟練した演奏の評価者であれば、別の面から見た評価・診断を行う場合が多い。これら熟練した評価者は、ひとつの曲に対する複数の有名演奏家による名演奏を聞く経験をしており、これらの経験から、評価を下している。

【0006】

これらの人々が評価を行う場合、特に注目するのは「発音タイミングの変化の印象」や、「発音強度の変化の印象」がどうであったかということである。「発音タイミングの変化の印象」や「発音強度の変化の印象」の印象とは「人の心に残るような特性」のことであり、これを先生は長年の経験に基づいてこの特性を感覚的に抽出し生徒の演奏と過去の名演奏とを比較して評価を行うのである。従って演奏を評価する場合、ひとつの模範演奏と合ってなくとも単に「模範演奏と合っていない」という機械的な評価・診断を下さずに、経験と感性に基づいて「〇〇風だから△△だ・・・」という評価・診断を下すことが可能となる。しかしながらこの「発音タイミングの変化の印象」や、「発音強度の変化の印象」を抽出することは、一般的な手法として確立されたものでなく、熟練した先生の経験と感性に頼る部分が多い。

【0007】

しかし、近年になってターケンス・プロットとよばれる、脳で行われる情報の処理と類似していると見られる手法を用いることにより、ある音の発音タイミングや発音強度の並びからアトラクタを生成すると、このアトラクタは「発音タイミングの変化の印象」や「発音強度の変化の印象」を表わすものであることがわかってきた。このアトラクタはあるデータに対して、時間的に他のデータがどうであったかを同時に空間に表示するものであり、このアトラクタが表現する軌跡が脳の「変化の印象」であることは、人間の脳のメカニズムを知ることによって理解することが可能となってきた。

【0008】

まず人間の脳は、外部からうけた刺激を情報として取り込み、これが何であることを認識（特徴を抽出）して記憶している。この認識は入力された情報のみで行うのではなく、過去にうけた刺激により記憶された情報を参考にして認識していると考えられる。たとえば、映画で見たあるシーンが過去の自分の経験と重なっていると、大きな感動を憶えることである。これは脳が映画のシーンを認識する際、過去に記憶された経験の記憶を参考にして認識し、同じ特徴を有する経験があればそれが強い刺激として認識されるため感動が大きくなっていると考えられる。また、過去にどこかで聞いた曲を再び聞いた場合、それについて親しみを感じるということも同様である。

【0009】

さらに、この脳の認識の手法においては、このように遠い過去の記憶まで参照して認識するものだけでなく、もっと短時間での過去も多大な影響を与えていると考えられる。そして聴覚に関する発音や消音の情報である「発音タイミングの変化の印象」や「発音強度の変化の印象」についても、より短時間の直前の発音タイミングと照らし合わせて認識していると考えられる。よりわかりやすくいうならば、一瞬ごとに物事を認知しているのではなく、あるまとまった時間についてどのようなになっているのかを認知していると考えられる。

【0010】

このことから、ターケンス・プロットで「現時点での発音タイミングや発音強度を所定のプロットスケール幅によって複数同時に選択している作業」は、脳で行われている「現時点の情報を認識するときに同時に過去の情報も参考にしている」という脳内の情報認識における作業ときわめて類似したものであるといえる。このため、演奏されたタイミングや演奏強度の時系列データからターケンス・プロットによってアトラクタを描画する作業は、脳にとっては、その曲を認識するに必要な「発音タイミングの変化の印象」や「発音強度の変化の印象」を抽出する作業に他ならない。

【0011】

すなわち、ターケンス・プロットを用いて表示されたアトラクタは、その音の「発音タイミングの変化の印象」や「発音強度の変化の印象」という特徴の部分が視覚的に表現されているといえる。

10

【0012】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、教習者が演奏した曲の「発音タイミングの変化の印象」や「発音強度の変化の印象」などの発音操作形態を表現する時系列データをアトラクタの特徴として抽出し、このアトラクタの特徴に基づいて演奏診断を行う演奏評価装置および演奏評価プログラムを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明では、連続して行なわれる演奏者の演奏操作の形態を表現した時系列データを生成する時系列データ生成手段と、前記時系列データ生成手段により生成される時系列データにターケンス・プロット処理を施すことによってアトラクタデータを作成するターケンス・プロット処理手段と、基本アトラクタデータが予め記憶された記憶手段と、ターケンス・プロット処理手段によって作成されたアトラクタデータと前記記憶手段に記憶される基本アトラクタデータとを比較し、この比較結果に基づいて前記ユーザの演奏を評価する演奏評価手段とを具備することを特徴とする。

20

【0014】

請求項2に記載の発明では、前記時系列データ発生手段は時系列データとして、前記演奏者の演奏操作の操作間隔を表す操作間隔データを生成することを特徴とする。

【0015】

請求項3に記載の発明では、前記時系列データ発生手段は時系列データとして、前記演奏者の演奏操作毎にその演奏操作の速度を表わすベロシティデータを生成することを特徴とする。

30

【0016】

請求項4に記載の発明では、前記ターケンス・プロット処理手段は、入力された2次元相空間の原音高データの時間軸上に夫々プロットスケール値 t の間隔をおいた n 個のサンプリング位置を指定し、当該 n 個のサンプリング位置の音高値夫々を n 次元相空間上の各軸上の位置に対応させることによって最初の座標位置を決定し、その後前記 n 個のサンプリング位置を同時にリサンプリング時間 Δt だけ時間軸上を順次シフトしていくことにより前記 n 次元相空間上のアトラクタの座標位置を順次決定することを特徴とする。

【0017】

請求項5に記載の発明では、基本アトラクタデータが予め記憶された記憶手段を有するコンピュータに、連続して行なわれる演奏者の演奏操作の形態を表現した時系列データを生成する時系列データ生成ステップと、この生成される時系列データにターケンス・プロット処理を施すことによってアトラクタデータを作成するターケンス・プロット処理ステップと、この作成されたアトラクタデータと前記記憶手段に記憶される基本アトラクタデータとを比較し、この比較結果に基づいて前記ユーザの演奏を評価する演奏評価ステップと、を実行させることを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0018】

本発明では、ユーザの演奏状況を熟練した評価者のように評価をすることが出来、しか

50

も演奏練習上でのアドバイスを与えることが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

[第1実施形態]

A. 構成

図1は本発明の第1実施形態による演奏評価装置100の構成を示すブロック図である。この図において、鍵盤10は、押離鍵操作（演奏操作）に応じたキーオン／キーオフ信号やキーナンバ（音高）、ベロシティ（発音強度）等の演奏情報を発生する。押鍵ガイド部20は、CPU50の制御の下に押鍵案内する。すなわち、押鍵ガイド部20は、例えば半透明樹脂材等で形成された各鍵下部に対向配置される発光素子と、これら各鍵毎に配設される発光手段を点灯駆動するドライバと備え、後述するCPU50から供給される駆動制御信号に従って、押鍵すべき鍵に対応して配設される発光手段を点灯あるいは点滅させて演奏者に弾くべき鍵の位置および押鍵するタイミングを案内するように構成されている。

10

【0020】

パネルスイッチ30は、装置電源をパワーオン・オフする電源スイッチの他、ファクトリープリセットされる練習曲目を選択する曲選択スイッチ、演奏教習の開始および停止を指示するスタートスイッチ、押鍵案内を行うか否かを設定するガイドスイッチおよび診断モード（後述する）を選択する診断モード選択スイッチ等が設けられ、これらスイッチの操作に応じたスイッチイベントを発生する。パネルスイッチ30から出力されるスイッチイベントは、後述するCPU50に取り込まれる。

20

【0021】

表示部40は、LCDパネル等から構成され、CPU50から供給される表示制御信号に応じて装置各部の設定状態などを表示する。CPU50は、パネルスイッチ30から供給されるスイッチイベントに応じて装置各部を制御する。具体的には、は鍵盤10から供給される演奏情報に応じて音源80に楽音発生を指示し、診断モード選択スイッチ操作により選択される診断モードでユーザの演奏状況を診断する。本発明の要旨に関わるCPU50の特徴的な処理動作については追って詳述する。

【0022】

ROM60は、プログラムエリアおよびデータエリアを備える。ROM60のプログラムエリアには、CPU50にロードされる各種制御プログラムが記憶される。各種制御プログラムとは、後述するメインルーチン、スイッチ処理、演奏ガイド処理、鍵盤処理および演奏診断処理を含む。ROM60のデータエリアは、更に基本アトラクタデータエリアと曲データエリアとに分かれる。ROM60の基本アトラクタデータエリアには、後述する診断モード用の基本アトラクタデータが記憶される。この参照データが意図するところについては追って述べる。

30

【0023】

ROM60の曲データエリアに記憶される曲データの構成について図2を参照して説明する。曲データエリアには、複数の曲データ(1)～(n)がプリセットされており、それらの内のいずれかが曲選択スイッチの操作に応じて選択される。ガイド曲を形成する曲データは、曲進行順にアドレッシングされたイベントEVT(1)～(n)と、曲の終わりを表わす終了データENDとから形成され、曲進行に応じて歩進されるポインタレジスタADの値（読み出しアドレス）に応じて順次読み出される。

40

【0024】

これらイベントEVT(1)～(n)は、いわゆる、相対時間方式によるデータ形式をなしており、ノートオンイベントは発音を示すノートオンNON、その音高を示すノートナンバNN、音量を表すベロシティVEL、発音タイミングを示すステップタイムSTおよび発音期間（音符長）を示すゲートタイムGTから形成され、一方、ノートオフイベントは消音を示すノートオフNOFおよび消音すべき音高を示すノートナンバNNから形成さ

50

れる。

【0025】

図1に戻り、再び構成の説明を進める。図1において、RAM70は、ワークエリアおよびデータエリアを備える。RAM70のワークエリアには、CPU50の処理に用いる各種レジスタ・フラグデータが一時記憶される。RAM70のデータエリアには、鍵盤10から出力される演奏情報と曲データとから派生される演奏診断用の各種データが一時記憶される。

【0026】

図10は後述するターケンス・プロット処理を行うために使用する演奏情報を一時的に記憶するキーオン間隔データエリア（同図（a））とアトラクタデータエリア（同図（b））である。

10

【0027】

図1に戻り、音源80は、周知の波形メモリ読み出し方式によって構成され、時分割動作する複数の発音チャンネルを備える。この音源80は、各種音色の波形データを記憶しており、これらの内、CPU50が供給する楽音パラメータに応じた波形データを読み出して楽音波形を形成する。サウンドシステム90は、音源80から出力される楽音波形をアナログ波形信号に変換した後、このアナログ波形信号に対して不要ノイズを除去する等のフィルタリングを施してから増幅してスピーカから発音する。

【0028】

B. 動作

20

次に、図3～図16を参照して上記構成による第1実施形態の動作について説明する。以下では、最初に全体動作としてメインルーチンの動作を説明した後、メインルーチンからコールされるスイッチ処理、演奏ガイド処理、鍵盤処理および演奏診断処理の各動作について述べる。

【0029】

（1）メインルーチンの動作

電源スイッチ操作により装置電源がパワーオンされると、CPU50は図3に図示するメインルーチンのステップSA1に処理を進め、RAM70のワークエリアに設けられる各種レジスタやフラグ類をリセットしたり初期値をセットするイニシャライズを行う。続いて、ステップSA2では、ユーザのスイッチ操作に応じてパネルスイッチ30が発生する

30

【0030】

スイッチイベントに基づき、対応するスイッチ処理を実行する。例えば、曲選択スイッチ操作に応じて演奏教習する曲を選択したり、スタートスイッチのオン操作に応じて教習開始を指示したり、診断スイッチをオン操作して演奏診断処理を実行する。

【0031】

（2）タイマインタラプト処理の動作

40

次に、図4を参照してタイマインタラプト処理の動作を説明する。スタートスイッチがオン操作された場合、後述するスイッチ処理により割り込みマスクが解除される。割り込みマスクが解除されると、CPU50は図4に図示するタイマインタラプト処理を一定周期毎に実行し、ステップSB1においてタイマカウンタTを歩進させてタイマクロックを計時（累算）する。

【0032】

（3）スイッチ処理の動作

次に、図5を参照してスイッチ処理の動作を説明する。上述したメインルーチンのステップSA2（図3参照）を介して図5に図示するスイッチ処理が実行される。

【0033】

50

ステップ S C 1 では、スタートスイッチのオン操作の有無を判断する。スタートスイッチがオン操作されると、判断結果は「Y E S」となり、ステップ S C 2 に進む。ステップ S C 2 では、スタートフラグ S T F をビット反転する。このスタートフラグ S T F とは、演奏教習動作を開始させるか否を表わすものであって、「1」の時に開始を表わし、「0」の時に終了を表わす。

【0034】

続いて、ステップ S C 3 では、ビット反転されたスタートフラグ S T F が「1」、つまり演奏教習動作の開始を表わしているか否かを判断する。ここで、ビット反転されたスタートフラグ S T F が「1」であると、上記ステップ S C 3 の判断結果が「Y E S」となり、ステップ S C 4 に進み、ポインタレジスタ A D をゼロリセットした後、続くステップ S C 5 においてポインタレジスタ A D の値に応じて R O M 6 0 から曲データ (A D)、すなわち先頭のイベント E V T を読み出してテンポラリレジスタにストアする。

【0035】

次いで、ステップ S C 6 では、タイマカウンタ T をゼロリセットした後、ステップ S C 7 でレジスタ n を 1 にし、ステップ S C 8 では K O N T (n) をクリアする。続くステップ S C 9 にてタイマインタラプト禁止を解除する。これにより、前述したタイマインタラプト処理 (図 4 参照) が一定周期毎に実行される。必要に応じて、曲データ (A D) のデータは前記表示部 4 0 もしくは鍵盤 1 0 の裏側に配設されるガイド機能 (図示せず) で確認が可能となっている。

【0036】

これに対し、ビット反転されたスタートフラグ S T F が「0」であると、上述したステップ S C 3 の判断結果が「N O」になり、ステップ S C 1 0 に進む。ステップ S C 1 0 では、割込みマスクをかけて前述したタイマインタラプト処理 (図 4 参照) を禁止させ、続くステップ S C 1 1 では押鍵ガイド部 2 0 に対し発光素子の消灯を指示して演奏教習動作を終了させる。

【0037】

さて一方、スタートスイッチがオン操作されていない場合には、上述したステップ S C 1 の判断結果が「N O」になり、ステップ S C 1 2 に進み、S T F フラグが 1 であれば、ステップ S C 1 5 に進み、その他のスイッチ操作に関わる処理を実行して本処理を終える。

ステップ S C 1 2 で S T F フラグが 0 であって、ステップ S C 1 3 で診断スイッチがオンされていない場合もステップ S C 1 5 に進み、その他のスイッチ操作に関わる処理を実行して本処理を終える。ステップ S C 1 2 で S T F が 0 であって、ステップ S C 1 3 で診断スイッチがオンされている場合はステップ S C 1 4 へと進み演奏診断を指示するフラグ S H F を反転させる。

【0038】

(4) 鍵盤処理の動作

次に、図 6 を参照して鍵盤処理の動作について説明する。前述したメインルーチンのステップ S A 3 (図 3 参照) を介して鍵盤処理が実行されると、C P U 5 0 は図 6 に図示するステップ S E 1 に処理を進め、キーイベントを検出する鍵走査を行い、続くステップ S E 2 では、この鍵走査の結果に基づきキーイベント (鍵変化) の有無を判別する。ここで、キーイベントが発生していない時、つまり鍵操作が行われておらず、鍵変化が無い場合には本処理を終了させる。一方、押鍵操作によるキーオンイベントが発生した場合には、ステップ S E 3 以降のオンイベント処理を実行し、離鍵操作によるキーオフイベントが発生した場合には、ステップ S E 8 以降のオフイベント処理を実行する。以下、オンイベント処理およびオフイベント処理について説明する。

【0039】

<オンイベント処理>

押鍵操作によるキーオンイベントが発生すると、ステップ S E 3 に進み、押鍵された鍵のキーナンバをレジスタ K N にストアする。続いて、ステップ S E 4 では、キーオンイベン

10

20

30

40

50

トが発生した時点のタイマカウンタTの値をキーオンタイミングとして、レジスタKONT(n)にストアする。なお、レジスタKONT(n)とは、タイマカウンタTがストアされる毎に、引数nが更新されるレジスタである。次いで、ステップSE5ではnがインクリメントされる。

【0040】

その後、ステップSE7に進み、キーナンバKNに対応する音高の楽音を、押鍵操作に応じて発生したベロシティに従った音量で発音するよう音源80に指示して本処理を終える。

【0041】

<オフイベント処理>

10

離鍵操作によるキーオフイベントが発生すると、ステップSE8に進み、離鍵された鍵のキーナンバをレジスタKNにストアし、続くステップSE9ではレジスタKNに格納したキーナンバに対応する音高の楽音を消音するよう音源80に指示して本処理を終える。

【0042】

(5) 演奏診断処理の動作

次に、図7を参照して演奏診断処理の動作について説明する。前述したメインルーチンのステップSA4(図3参照)を介して演奏診断処理が実行されると、CPU50は図7に図示するステップSF1に進み、診断フラグSHFが「1」、つまり、演奏診断中であるかを判断する。演奏診断中ならば、判断結果は「NO」になり、本処理を完了する。

【0043】

20

一方、演奏診断が開始していると、上記ステップSF1の判断結果が「YES」になり、ステップSF2に進み、KONT()に入力されたデータがあるかを確認し、データがない場合は、本処理を終了する。データがある場合はステップSF3に進み診断モード処理を実行する。

【0044】

(6) 診断モード処理の動作

次に、図8～図10を参照して診断モード処理の動作について説明する。上述した演奏診断処理が実行されると、CPU50は図8に図示するステップSG1に処理を進める。

【0045】

30

ステップSG1では、レジスタKONT()によりキーオン間隔 $L_0 \sim L_n$ を算出する。キーオン間隔 $L_0 \sim L_n$ の定義は、図9(a)に図示する通り、曲スタート時点から最初のキーオンまでの間隔が L_0 、以降は前キーオンと後続のキーオンとの間隔 L_1 、 L_2 、 L_3 、…、 L_n を指す。

【0046】

そして、ステップSG2では、キーオン間隔 $L_0 \sim L_n$ に基づきデータ補完を行うことによりデータがない時間上においても新たなキーオン間隔データとして生成させる。すなわち図9(b)の各点と点との間の破線にて示すように、レジスタKONT()のキーオンタイミングと、キーオン間隔 $L_0 \sim L_n$ とから補間された新しい時系列のキーオン間隔データ $L_0 \sim L_n$ を生成して図10(a)に示すRAM70のキーオン間隔データエリアに保存する。

40

【0047】

次に、図8のステップSG3では、生成されたキーオン間隔データ $L_0 \sim L_n$ についてターケンス・プロット解析処理を施す。すなわち、キーオン間隔データ $L_0 \sim L_n$ を後述するターケンス・プロット処理を用いて3次元空間に埋め込み、アトラクタを生成し、あらかじめROM60の参照データエリアに記憶していた複数の基本アトラクタデータ(図10(c))との相関値を抽出することで演奏の評価結果を決定する。

【0048】

図10(b)はRAM内のアトラクタデータエリアを示す図であり、後述するターケンス・プロット解析処理で用いられる3次元の座標を記録するエリアである。また図10(c)に示すROM60内の基本アトラクタデータエリアには、図10(b)のアトラクタ

50

データエリアと同じように3次元の座標を記録しておくための基本アトラクタデータが記録される基本アトラクタデータエリアが設けられている。

【0049】

この基本アトラクタデータは基本アトラクタデータ番号が付番されており、さらに評価文章が記憶されている、この基本アトラクタデータは、この演奏を行った演奏家に対応して「〇〇風な演奏です・・・」という文章が対応づけられて記憶されている。また、こうした診断モード処理用の基本アトラクタデータとユーザの演奏から作成したアトラクタデータとを比較判定して、ユーザの演奏に最も相関値が高い、基本アトラクタデータを探し出し、これに基づいた評価文章を選択し、ステップSG4では、表示部40に表示出力して本処理を終える。

10

【0050】

a. ターケンス・プロット解析処理の動作

診断モード処理のステップSG3（図8参照）を介して本処理が実行されると、CPU50は図11に図示するターケンス・プロット解析処理のステップSI1に処理を進め、初期設定を行う。初期設定では、本処理に必要なイニシャライズ処理の他、後述のステップSI2において実行するターケンス・プロット処理に必要なプロット条件（評価区間長Stime、プロットスケール幅tおよびリサンプリング周期Δt）をユーザ操作に応じて設定する。

【0051】

ステップSI2では、上記ステップSI1において初期設定されたプロット条件（評価区間長Stime、プロットスケール幅tおよびリサンプリング周期Δt）に基づき、RAM70のキーオン間隔データエリアに格納されるキーオン間隔データにターケンス・プロット処理を施す。ターケンス・プロット処理は、キーオン間隔データからアトラクタを生成するものであり、その動作について図12を参照して説明する。

20

【0052】

図12は、ターケンス・プロット処理の概要を説明するための図である。ターケンス・プロットでは、RAM70のキーオン間隔データエリアに格納されるキーオン間隔データをリサンプリングするプロットスケールが用いられる。図12に図示する一例は、2次元のキーオン間隔データから3次元のアトラクタを生成する場合のプロットスケールを例示している。プロットスケールは、プロットスケール幅tを隔てた3点（x成分およびz成分）におけるキーオン間隔データの音間値T（x，y，z）を指定する。

30

【0053】

キーオン間隔データの音間値T（x，y，z）を指定するプロットスケールは、リサンプリング周期Δt毎に時系列順に移動する。リサンプリング周期Δtは、キーオン間隔データのサンプリング周期以上の時間幅を有する。リサンプリング周期Δt毎に、時系列順に移動するプロットスケールによって、音間値T1（x，y，z）～音間値Tn（x，y，z）が得られる。音間値T1（x，y，z）～音間値Tn（x，y，z）の数は、上記ステップSI1で設定される評価区間長Stimeで決まる。このStimeは評価したい区間であるが、通常は曲の最初から最後までになる。また、曲の途中で評価したい場合は、Stimeは短く設定してもかまわない。また、このリサンプリングを行う前に、キーオン間隔データが荒すぎてその時間にデータがない場合は、もっともサンプリング点に近いデータを使用しても構わない。

40

【0054】

図13はターケンス・プロット処理を示すフローチャートである。まず、変数mを0にリセットし（ステップSF1）、次にステップSF2において、プロットを行うためにプロットスケール幅tを隔てた3点がキーオン間隔の時間軸上での位置関係を設定する。すなわち最初の点であるt₀が0と決まると、tの幅だけ時間を隔てた点t₁、そしてさらにtの幅だけ時間を隔てたt₂が設定されるようになっている。

【0055】

次に、CPU50は、RAM70のアトラクタデータエリア内のxnに、時間t₀におけ

50

る位置での音間値 $L(t_0)$ を格納する (ステップ S F 3)。そして y_n には、時間 t_1 における音間値 $L(t_1)$ を格納する (ステップ S F 4)。さらに z_n には時間 t_2 における音間値 $L(t_2)$ を格納する (ステップ S F 5)。この処理によって、表示部 30 の画面上に表示されるアトラクタの最初の 3 次元座標 T_1 (図 12 参照) が決定する。その後、 m をインクリメントし (ステップ S F 6)、時間軸上の各プロットスケール位置 t_0 、 t_1 、 t_2 を Δt だけシフトさせる (ステップ S F 7)。

【0056】

続いて、時間 t_2 が $S t i m e$ を越えたか否か判断し (ステップ S F 8) し、超えていなければステップ S F 3 の処理に戻って再び x 成分、 y 成分、 z 成分の値を順次読み出し、R A M 70 内のアトラクタデータエリアへの書き込みを行う。この動作は、時間 t_2 が $S t i m e$ を越えるまで繰り返す。これにより、音間値 $T_1(x, y, z) \sim$ 音間値 $T_n(x, y, z)$ が全て格納され、ターケンス・プロット処理の動作を終了する。

図 14 にはこのアトラクタデータエリアのデータを実際に 3 次元の空間に軌道として表したものである。

【0057】

次に、図 11 に図示するステップ S I 3 では、得られた音間値 $T_1(x, y, z) \sim$ 音間値 $T_n(x, y, z)$ についてのアトラクタが、あらかじめ記憶されている基本アトラクタと比較され、相関抽出処理が行われる。図 15 は相関抽出処理のフローチャートである。ここでは、予め R O M 60 の基本アトラクタデータエリアに記録されている基本アトラクタデータが、前述のターケンス・プロット処理により得られたアトラクタとの 3 次元相空間内での相関関係を調べて、もっとも高い相関性が得られた基本アトラクタデータを検出するための処理を行う。図 16 には基本アトラクタの識別番号である基本アトラクタデータ番号と、アトラクタの 3 次元空間での形状 (軌跡) と、これに対応した評価文章を示す。

【0058】

図 15 の相関抽出処理では、まず最初に、記録されている複数の基本アトラクタの中からひとつの基本アトラクタデータを R O M 60 から呼び出す (ステップ S H 1)。次に、図 13 のターケンス・プロット処理により得られたアトラクタデータを呼び出す (ステップ S H 2)。そしてこれら呼び出された二つのアトラクタの形状の比較を行う (ステップ S H 3)。

【0059】

この図形の比較は、指紋認証を行うように二つの図形の位置やスケール、角度などを調整して多面的に比較することが好ましいが、特にこれに限定されるものでなく、別の 3 次元相空間における図形の比較の方式を用いてもよい。

【0060】

次に、この二つの図形の比較によってその相関性を定量的に示すべく相関値を決定する (ステップ S H 4)。例えばこの方法は、画像処理で行われるピクセルマッチングなどの方法がある。そして算出された相関値を R A M のワークエリアにあらかじめ確保された相関値レジスタの値と比較し、大きい場合は算出された相関値と対応するプロット条件をストアする (ステップ S H 5)。続いて、記憶されている基本アトラクタデータを全部参照し終えたか否か判断し (ステップ S H 6)、参照し終えていないなら、別の基本アトラクタデータを順次指定してステップ S H 2 $\sim$ S H 7 の処理を繰り返す。

【0061】

全ての基本アトラクタとの参照が終われば、基本アトラクタデータのどれかに最も高い相関性をもった相関値と基本アトラクタ番号が R A M 内のワークエリアのレジスタに記録される。

【0062】

尚、世の中には著名な演奏家に限らず、優秀な演奏は新たに次々と発見されている。このため新たに発見した演奏データを新たな基本アトラクタデータとして、その演奏家の名前や、評価文章として R A M 70 に追加し相関値の比較ができるような構成にしてもよい。

【0063】

次に、図11において、ステップS I 4では、全てのプロット条件の処理を実行したか否かを判断する。まだ全てのプロット条件についてターケンス・プロットと相関抽出処理を行っていない場合は、判断結果が「NO」になり、ステップS I 5に進み、プロット条件更新を実行した後、再び上記ステップS I 2～S I 5を繰り返す。

【0064】

プロット条件更新は評価区間長 $S t i m e$ の範囲において、複数のプロットスケール幅 t と複数のリサンプリング周期 Δt によって作り出される組み合わせが新しいプロット条件となるように更新するものである。この処理によって、多数のプロット条件を用いターケンス・プロットを自動で効率よく行えるようになる。

10

【0065】

尚、このプロット条件の組み合わせは、 t および Δt がどれくらいのステップ量の細かさで組み合わせを作るのかによって増減するが、そのステップ量はCPUの処理能力によってユーザが自由に設定できるようにしてよい。また最初から実験値によって得られた適当な値を設定しておくことも可能である。

【0066】

さらに第1実施形態においては、プロットスケール t の各成分毎の間隔 (x 成分から y までの t と y から z までの t) を別々に変更することによりプロット条件を増加させて比較処理の回数を増やし、相関値算出精度をアップすることも可能である。

【0067】

第1実施形態においては、ターケンス・プロット処理におけるプロット条件を自動的に種々変更して最適なプロット条件とアトラクタ抽出ができるようになっている。このため、操作する人の手間がかからず、簡単に最適なアトラクタの生成が可能になる。もちろん、第1実施形態の如く自動的に最適なアトラクタを抽出するのではなく、ユーザが任意の値を設定しながら、最適と思われるアトラクタを抽出するようにしてもよい。

20

【0068】

さらに第1実施形態では、基本アトラクタとキーオン間隔のアトラクタの比較による相関値をみてアトラクタの特徴を抽出しているが、データ同士の相関値の抽出方法は多数あり、この方法の限りではない。

【0069】

再び図11に戻り、全てのプロット条件でターケンス・プロット処理とその相関抽出が終わると、ステップS I 4の判断結果が「YES」となる。そして、ステップS I 6に進み、図15のステップS H 5においてレジスタに記憶された相関値が所定値以上であるかどうかを判断する。これが所定値以上であるとステップS I 7に進みこの相関値を記録した基本アトラクタデータ番号に対応する評価文章を読み出し、これらのデータでRAM 70のワークエリアに設けられた評価用番号記録レジスタと表示用の評価文章レジスタを更新し、表示用に用いる基本アトラクタ番号を決定する。またステップS I 6で相関値が所定値以下になった場合は、ステップS I 8に進み、ROM 60にあらかじめ記憶させておいたアラート文章「もっとていねいに弾きましょう」という文章を読み出す。尚、この文章の内容は「もっと滑らかに引きましょう」など他の文章を使用してもかまわない。

30

40

【0070】

以上でターケンス・プロット解析処理を終え、図8のステップS G 4ではRAM 70内の表示用のワーキングエリアの評価文章を表示部40に表示させる。

【0071】

以上のように、第1実施形態では、ユーザ演奏タイミングから派生させた時系列データ (キーオン間隔データ $L_0(t) \sim L_n(t)$)、にターケンス・プロット解析を施し、これにより得られるアトラクタと、予め記憶されているデータであって、演奏状況を判定する基本アトラクタデータとの比較によりユーザの演奏状況を判定して評価文章を出力するようになっている。

【0072】

50

尚、本発明では、「音のタイミングの印象」について押鍵におけるオンタイミングの間隔を仕様しているが、タイミングに関係するデータ、例えば、オフタイミングの間隔や、オフしてからオンまでのタイミングをキーオン間隔データとして用いても構わない。この場合は基本アトラクタデータの内容もこれに準じて変更する必要がある。また、本発明では、「音のタイミングの印象」としたが、本発明でユーザ演奏タイミングから派生させた時系列データ（キーオン間隔データ $L_0(t) \sim L_n(t)$ ）をタイミングでなく演奏強弱（ベロシティ）に替えれば、「音の強弱（タッチ）の印象」の評価が行えることになる。この場合の実施例は後述する第2実施例にて説明を行う。

【0073】

尚、本発明では評価文章やアラートを表示させているが、演奏データから生成されたアトラクタや、基本アトラクタおよびこれに関する情報を表示部40に表示させることでユーザの使い勝手はさらに向上する。

【0074】

続いて、本発明における第2実施例の説明を行う。第2実施例では演奏診断処理はキーオン間隔の変わりにベロシティを用いる。基本的には第1実施例のキーオン間隔データをベロシティデータにすりかえただけであり、他の部分のフローは同じである。このため異なっている部分の説明のみを行う。

[第2実施形態]

【0075】

図17は本発明における第2実施例の鍵盤処理を示す。

ステップSE1で鍵走査を行い、そのキーオンがあった場合はステップSE3へ移行し、キーナンバをレジスタKNに格納した後ステップSJ1に移行しベロシティを格納するレジスタV(t)にベロシティをストアする。この他の処理は第1実施例と同じである。すなわちこのフローにおいては、ターケンス・スプロットに使用するためのベロシティデータを順次記録する処理が追加されている。

【0076】

図18においてステップSG1では各時間ごとのベロシティデータを作成すべく、KONT()よりベロシティデータを作成する。このデータは図10におけるキーオン間隔データエリアと同じ構成のベロシティデータエリアにストアされる。

【0077】

図19は(a)はユーザが演奏したときの各時間ごとのベロシティを棒グラフにして示したものである。図19は(b)はこれを波形化したものである。各前後のデータ間は補完されたデータが新たに生成され、公知のスプライン処理を用いたデータの補間によるデータ生成が行われる。これによって前述のターケンス・プロット処理でリサンプリングされる時間に対応したベロシティが使用される。

【0078】

さらに図16の基本アトラクタデータも第2実施例では、ベロシティのデータからターケンス・プロットで作成したアトラクタを記憶させておく。

【0079】

以上の構成を用いると、図18の診断モード処理はベロシティ、すなわちタッチの強度（音の強度）を診断していることになる。このため、図16のアトラクタデータ番号に対応する評価文章をタイミングでなくタッチに見立てることにより、演奏者の演奏を「○○風タッチの演奏だ」、「△△風のタッチの演奏だ」、と具体的に評価することが可能となる。

【0080】

尚、本発明の第2実施例では、ベロシティをそのままターケンス・プロット処理に用いているが、解析に使用する波形化したベロシティは前後の変化量（差分値）を用いてもよい。さらに、和音が演奏される場合を想定して、一定時間内に音が重なる場合はベロシティは平均したものを用いるようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0081】

【図1】本発明による第1実施形態の構成を示すブロック図である。

【図2】曲データの構成を示す図である。

【図3】メインルーチンの動作を示すフローチャートである。

【図4】タイマインタラプト処理の動作を示すフローチャートである。

【図5】スイッチ処理の動作を示すフローチャートである。

【図6】鍵盤処理の動作を示すフローチャートである。

【図7】演奏診断処理の動作を示すフローチャートである。

【図8】診断モード処理の動作を示すフローチャートである。

【図9】時間軸上のキーオンとキーオン間隔を縦軸にとった2次元波形を示す図である。 10

【図10】RAM内キーオン間隔データエリアおよびアトラクタデータエリアとROM内の基本アトラクタデータエリアを示す図である。

【図11】ターケンス・プロット解析処理の動作を示すフローチャートである。

【図12】ターケンス・プロットのイメージを示す図である。

【図13】ターケンス・プロット処理の動作を示すフローチャートである。

【図14】アトラクタの軌跡を示す図である。

【図15】相関抽出処理の動作を示すフローチャートである

【図16】基本アトラクタデータ番号と基本アトラクタデータの形状および評価文章との関係を示す図である。

【図17】本発明による第2実施形態の鍵盤処理の動作を示すフローチャートである。 20

【図18】本発明による第2実施形態の診断モード処理の動作を示すフローチャートである

【図19】本発明による第2実施形態の時間軸上のベロシティとベロシティを縦軸にとった2次元波形を示す図である。

【0082】

10 鍵盤

20 押鍵ガイド部

30 パネルスイッチ

40 表示部

50 CPU

60 ROM

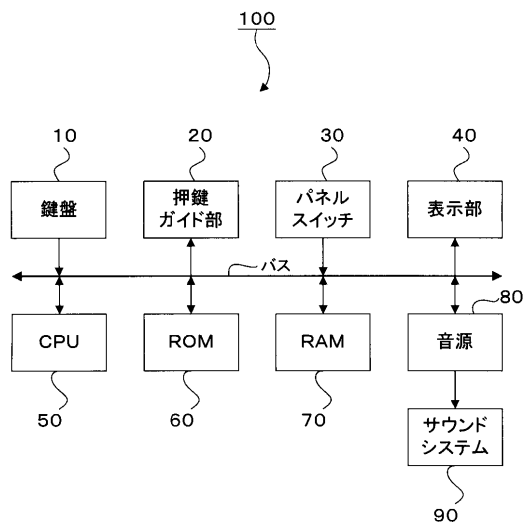
70 RAM

80 音源

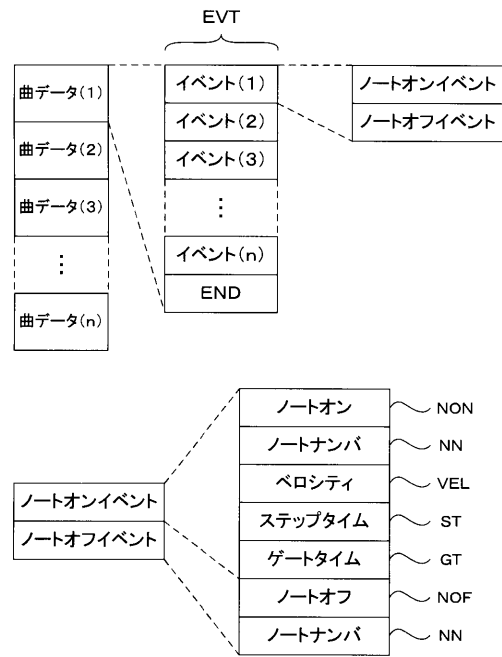
90 サウンドシステム

100 演奏評価装置

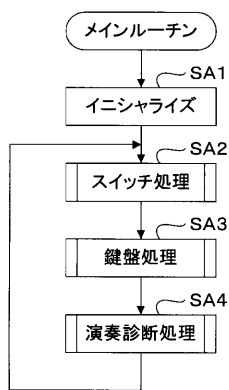
【図 1】



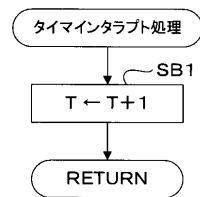
【図 2】



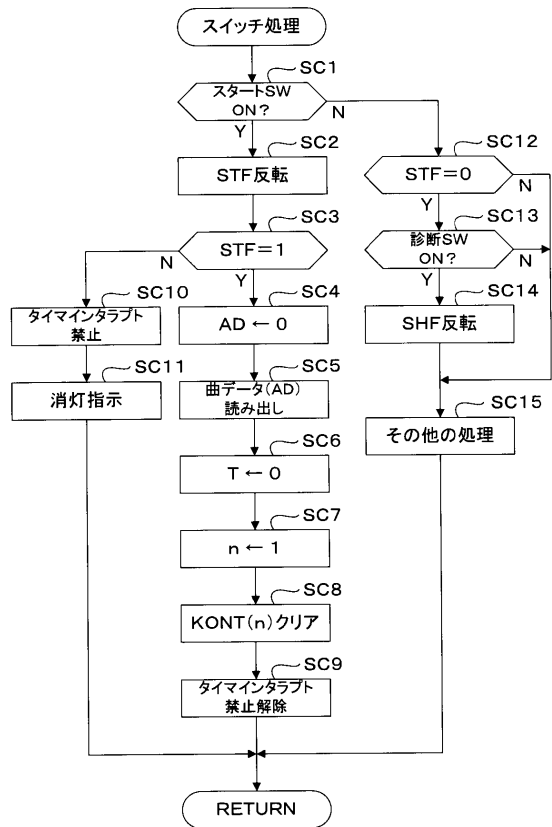
【図 3】



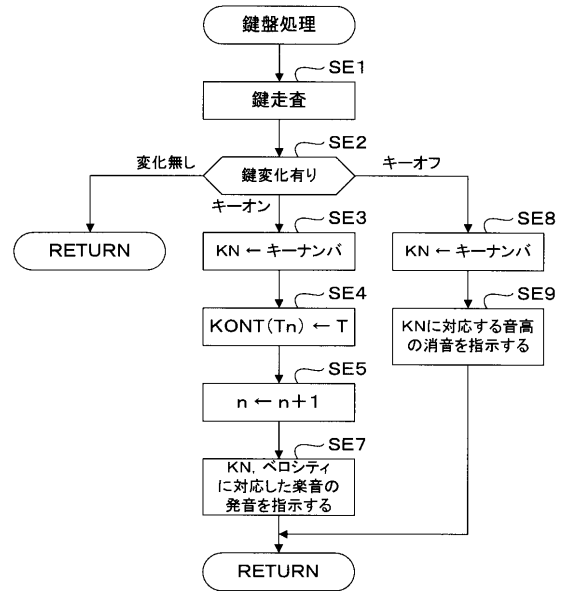
【図 4】



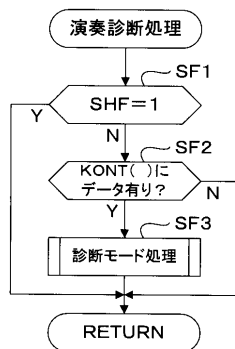
【図 5】



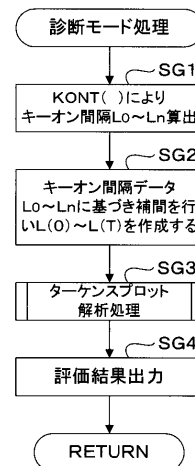
【図 6】



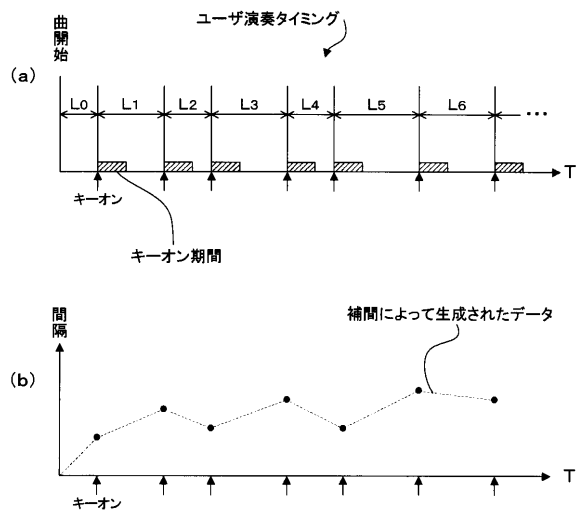
【図 7】



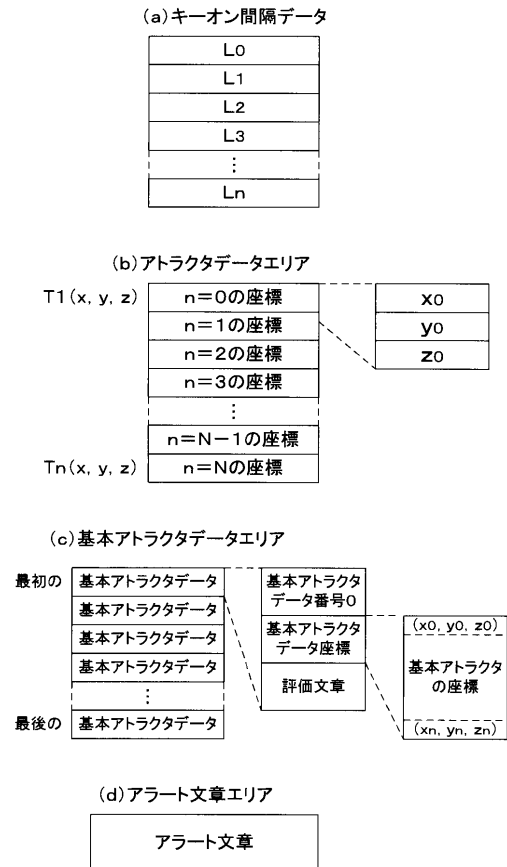
【図 8】



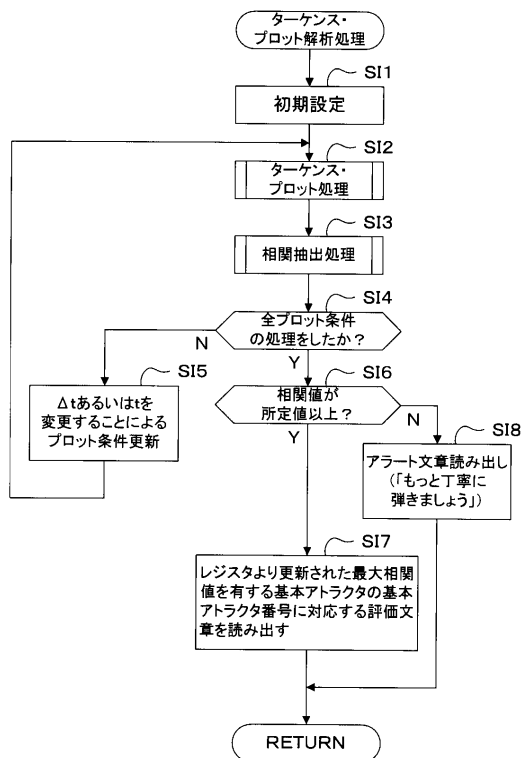
【図 9】



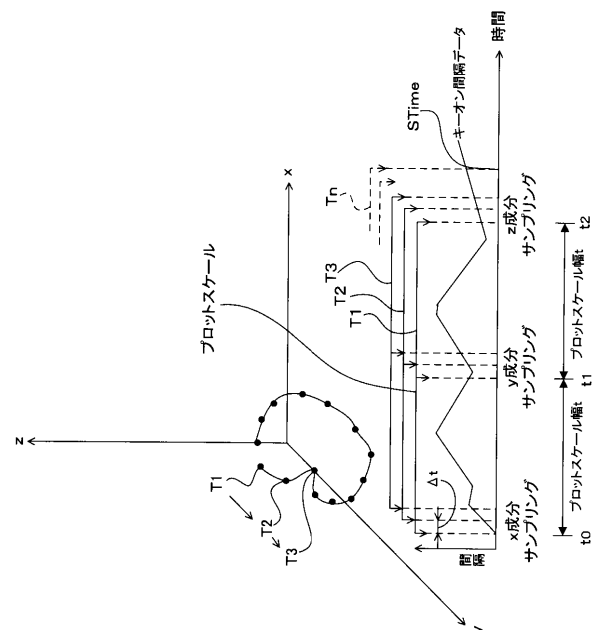
【図 10】



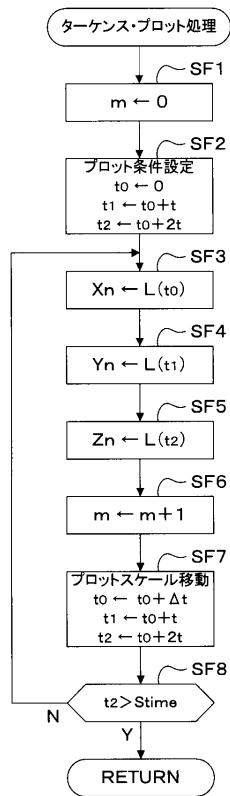
【図 11】



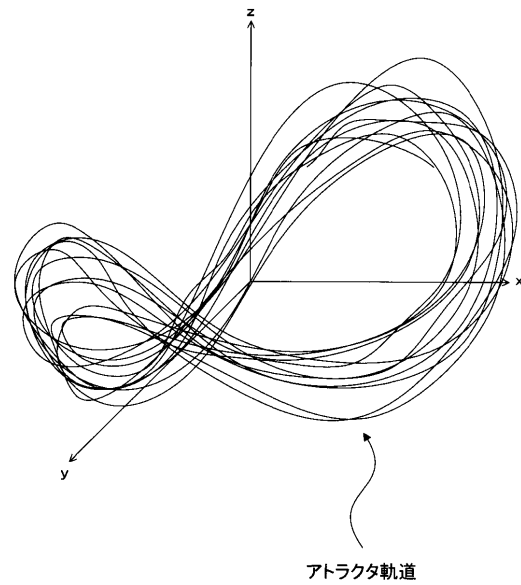
【図 12】



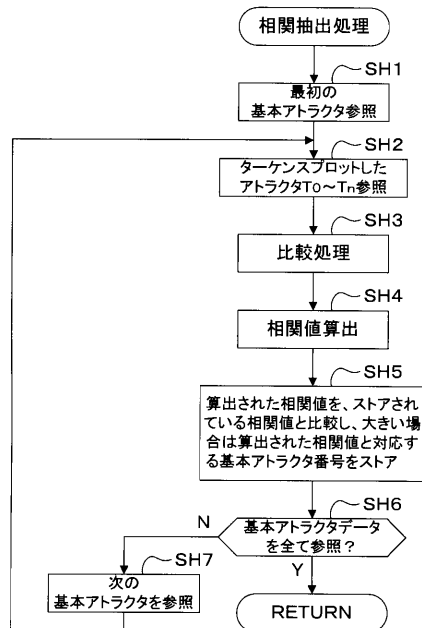
【図 13】



【図 14】



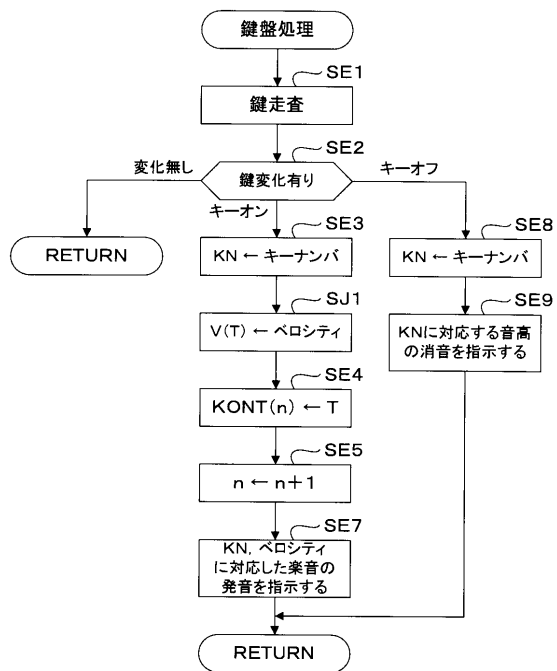
【図 15】



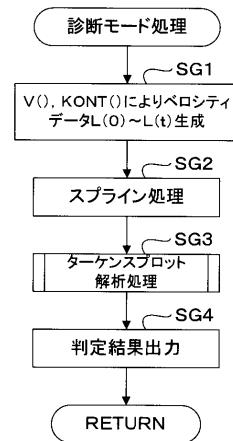
【図 16】

	基本アトラクタデータの形状	評価文章
基本アトラクタデータ番号1		あなたの演奏は、 力強い演奏で有名な ピアニスト〇〇氏の ような演奏です。 この調子で 頑張ってください。
基本アトラクタデータ番号2		あなたの演奏は、 優しい演奏で有名な ピアニスト△△氏の ような演奏です。 この調子で 頑張ってください。
基本アトラクタデータ番号10		あなたの演奏は、 ファンキーな演奏で有名 なピアニスト××氏の ような演奏です。 この調子で 頑張ってください。

【図 17】



【図 18】



【図 19】

