

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4217616号
(P4217616)

(45) 発行日 平成21年2月4日(2009.2.4)

(24) 登録日 平成20年11月14日(2008.11.14)

(51) Int.Cl. F I
G 1 O L 11/04 (2006.01) G 1 O L 11/04
G 1 O G 3/04 (2006.01) G 1 O G 3/04

請求項の数 13 (全 11 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2003-522079 (P2003-522079) (86) (22) 出願日 平成14年7月26日(2002.7.26) (65) 公表番号 特表2005-503580 (P2005-503580A) (43) 公表日 平成17年2月3日(2005.2.3) (86) 国際出願番号 PCT/KR2002/001423 (87) 国際公開番号 W02003/017250 (87) 国際公開日 平成15年2月27日(2003.2.27) 審査請求日 平成17年5月25日(2005.5.25) (31) 優先権主張番号 2001-0045563 (32) 優先日 平成13年7月27日(2001.7.27) (33) 優先権主張国 韓国 (KR)</p>	<p>(73) 特許権者 501348243 アミューズテック カンパニー リミテッ ド 大韓民国, ソウル 156-010, トン ジャーク, シンデバンードン 395- 73, ウーソン キャラクター 312 (74) 代理人 100080034 弁理士 原 謙三 (74) 代理人 100113701 弁理士 木島 隆一 (74) 代理人 100116241 弁理士 金子 一郎</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 二段階ピッチ判断方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外部から入力されるデジタル信号を周波数成分に分解した後、該周波数成分値に基づいて第1のピッチ候補を導出する第1のステップと、

前記第1のピッチ候補の誤差範囲と前記第1のピッチ候補の誤差範囲により算出された自己相関範囲に対する自己相関結果の誤差範囲とを比較する第2のステップと、

前記比較の結果、自己相関結果の誤差範囲がピッチ候補の誤差範囲以下である場合、前記デジタル信号の所定の時間領域に対する自己相関を行ってピッチを導出する第3のステップと、

を含むことを特徴とする二段階ピッチ判断方法。

10

【請求項 2】

第1項において、前記第2のステップは、

前記第1のピッチ候補の誤差範囲を算出する第2-1のステップと、

前記第1のピッチ候補の誤差範囲によって前記デジタル信号に対する自己相関範囲を算出する第2-2のステップと、

前記自己相関範囲に対する自己相関結果の誤差範囲を算出する第2-3のステップと、前記第1のピッチ候補の誤差範囲と前記自己相関結果の誤差範囲とを比較する第2-4のステップと、

を含むことを特徴とする二段階ピッチ判断方法。

【請求項 3】

20

第 1 項または第 2 項において、前記第 2 のステップは、

予め計算されて分類格納された情報に基づいて、周波数分析により決定された全ての周波数に対する誤差範囲と、該誤差範囲による自己相関範囲および自己相関結果値を導出することを特徴とする二段階ピッチ判断方法。

【請求項 4】

第 1 項において、前記第 3 のステップは、

前記第 2 のステップで算出された自己相関範囲により決定された前記デジタル信号の所定の時間領域に対する自己相関を行う第 3 - 1 の過程と、

前記自己相関の結果、自己相関係数が最高であるラグ (L a g) を導出する第 3 - 2 のステップと、

前記ラグにより当該デジタル信号に対する第 2 のピッチ候補を導出した後、該第 2 のピッチ候補からピッチを導出する第 3 - 3 のステップと、

を含むことを特徴とする二段階ピッチ判断方法。

【請求項 5】

第 4 項において、前記第 3 - 1 のステップは、

前記デジタル信号に対する自己相関のための時間領域を所定の範囲内で変化させて適用することを特徴とする二段階ピッチ判断方法。

【請求項 6】

第 4 項において、前記第 3 - 3 のステップは、

前記第 3 - 2 のステップで導出されたラグが前記第 2 のステップで算出された自己相関範囲の上限値または下限値である場合、前記第 2 のピッチ候補の誤差範囲と前記第 1 のピッチ候補の誤差範囲との交差領域でピッチを決定し、そうでない場合は、前記第 2 のピッチ候補の誤差範囲でピッチを決定することを特徴とする二段階ピッチ判断方法。

【請求項 7】

第 1 項または第 4 項または第 5 項または第 6 項において、前記第 3 のステップは、

前記第 2 のステップでの比較結果、自己相関結果の誤差範囲が第 1 のピッチ候補の誤差範囲より大きな場合、前記第 1 のピッチ候補の誤差範囲領域でピッチを決定することを特徴とする二段階ピッチ判断方法。

【請求項 8】

外部から入力されるデジタル信号を周波数成分に分解した後、該周波数成分値に基づいて第 1 のピッチ候補を導出する周波数分析部と、

前記第 1 のピッチ候補の誤差範囲と前記第 1 のピッチ候補の誤差範囲により算出された自己相関範囲に対する自己相関結果の誤差範囲とを比較する誤差範囲比較部と、

前記誤差範囲比較部の比較結果、前記自己相関結果の誤差範囲が前記第 1 のピッチ候補の誤差範囲以下である場合、前記デジタル信号の所定の時間領域に対する自己相関を行って第 2 のピッチ候補を導出する自己相関計算部と、

前記第 1 のピッチ候補の誤差範囲および前記第 2 のピッチ候補の誤差範囲に基づいてピッチを決定するピッチ決定部と、

前記ピッチ決定部で決定されたピッチを出力する結果出力部と、

を備えることを特徴とする二段階ピッチ判断装置。

【請求項 9】

第 8 項において、前記誤差範囲比較部は、

予め計算されて分類格納された情報に基づいて、周波数分析により決定された全ての周波数に対する誤差範囲と、該誤差範囲による自己相関範囲および自己相関結果値を導出することを特徴とする二段階ピッチ判断装置。

【請求項 10】

第 8 項において、前記自己相関計算部は、

前記誤差範囲比較部で算出された自己相関範囲により決定された前記デジタル信号の所定の時間領域に対する自己相関を行って自己相関係数が最高であるラグを導出した後、該ラグにより当該デジタル信号に対する第 2 のピッチ候補を導出することを特徴とする二段

10

20

30

40

50

階ピッチ判断装置。

【請求項 1 1】

第 1 0 項において、前記自己相関計算部は、

前記デジタル信号の自己相関範囲を所定の範囲内で変化させて適用することを特徴とする二段階ピッチ判断装置。

【請求項 1 2】

第 8 項において、前記ピッチ決定部は、

前記誤差範囲比較部の比較結果、前記自己相関結果の誤差範囲が前記第 1 のピッチ候補の誤差範囲以下である場合、前記第 1 のピッチ候補および第 2 のピッチ候補に基づいてピッチを決定し、

10

前記誤差範囲比較部の比較結果、前記自己相関結果の誤差範囲が前記第 1 のピッチ候補の誤差範囲より大きな場合、前記第 1 のピッチ候補の誤差範囲内でピッチを決定することを特徴とする二段階ピッチ判断装置。

【請求項 1 3】

第 8 項または第 1 0 項または第 1 2 項において、前記ピッチ決定部は、

自己相関係数が最高であるラグが前記誤差範囲比較部で算出された自己相関範囲の上限值または下限値である場合、前記第 2 のピッチ候補の誤差範囲と前記第 1 のピッチ候補の誤差範囲との交差領域でピッチを決定し、そうでない場合は、前記第 2 のピッチ候補の誤差範囲でピッチを決定することを特徴とする二段階ピッチ判断装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、ピッチ判断方法および装置に関し、特に、外部から入力されるデジタル信号に対する周波数分析および自己相関を順に行うことにより、ピッチ判断結果の誤差範囲を減らすことを特徴とする二段階ピッチ判断方法および装置に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

リアルタイムで演奏される楽器の演奏音または人の声に関するピッチ（周波数）を判断する技術は、その楽器の演奏音または人の声に関する演奏情報データを抽出し、または、リアルタイム音楽との合奏などのために継続して研究が行われている。

30

【0 0 0 3】

かかるピッチ判断のために通常使用される方法としては、デジタル信号に変換された演奏音または声に関する周波数を分析する方法、繰り返されるウェーブの周期計算のためのウェーブ波形のピーク（peak）またはゼロ交差（zero-crossing）周期計算方法、ウェーブ波形の自己相関を用いる方法などがある。

【0 0 0 4】

ここで、前記周波数分析方法では、高周波帯域および低周波帯域における誤差は同じであるが、これを楽器のピッチ導出に用いる場合、音間周波数間隔が相対的に近い低周波帯域において誤差によるピッチ判断のエラー確率が大きくなるという短所がある。また、自己相関を用いる方法では、その計算の特性上、高周波帯域における誤差が大きいという問題点がある。

40

【0 0 0 5】

なお、ピークまたはゼロ交差周期計算方法は、雑音（noise）などによって正確な周期を算出することが難しく、その結果が正確でないという問題点がある。

【発明の開示】

【0 0 0 6】

本発明は、前述のような従来の問題点を解決するためになされたものであって、本発明の目的は、外部から入力されるデジタル信号に対して周波数分析を行った後、その周波数分析の結果に応じて選択された所定の時間領域に対する自己相関を行うことにより、より正確なピッチを導出することを特徴とする二段階ピッチ判断方法および装置を提供するこ

50

とにある。

【 0 0 0 7 】

前述の目的を達成するための本発明に係る二段階ピッチ判断方法は、外部から入力されるデジタル信号を周波数成分に分解した後、該周波数成分値に基づいて第1のピッチ候補を導出する第1のステップと、前記第1のピッチ候補の誤差範囲と前記第1のピッチ候補の誤差範囲により算出された自己相関範囲に対する自己相関結果の誤差範囲とを比較する第2のステップと、前記比較の結果、自己相関結果の誤差範囲がピッチ候補の誤差範囲以下である場合、前記デジタル信号の所定の時間領域に対する自己相関を行ってピッチを導出する第3のステップとを含むことを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

また、前述の目的を達成するための本発明に係る二段階ピッチ判断装置は、外部から入力されるデジタル信号を周波数成分に分解した後、該周波数成分値に基づいて第1のピッチ候補を導出する周波数分析部と、前記第1のピッチ候補の誤差範囲と前記第1のピッチ候補の誤差範囲により算出された自己相関範囲に対する自己相関結果の誤差範囲とを比較する誤差範囲比較部と、前記前記誤差範囲比較部の比較結果、前記自己相関結果の誤差範囲が前記第1のピッチ候補の誤差範囲以下である場合、前記デジタル信号の所定の時間領域に対する自己相関を行って第2のピッチ候補を導出する自己相関計算部と、前記第1のピッチ候補の誤差範囲および前記第2のピッチ候補の誤差範囲に基づいてピッチを決定するピッチ決定部と、前記ピッチ決定部で決定されたピッチを出力する結果出力部とを備えることを特徴とする。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 0 9 】

以下、本発明に係る二段階ピッチ判断方法および装置に係る好適な実施例を、添付の図面に基づいて詳細に説明する。

【 0 0 1 0 】

図1は、本発明の一実施例に係る二段階ピッチ判断装置を示す概略的なブロック図である。同図に示されたように、本発明の実施例に係る二段階ピッチ判断装置は、音楽情報入力部(10)、音有無判別部(20)、周波数分析部(30)、誤差範囲比較部(40)、自己相関計算部(50)、ピッチ決定部(60)、結果出力部(70)を備えてなる。

【 0 0 1 1 】

音楽情報入力部(10)は、マイクを介して入力されるアナログ信号をデジタル信号に変化し、または、既に変換過程を経て生成されたデジタル信号を受け取る。

【 0 0 1 2 】

音有無判別部(20)は、音楽情報入力部(10)を介して受け取られた信号の強さを感知して音の有無を判断する。即ち、音楽情報入力部(10)を介して受け取られた信号の強さが、周辺環境などを考慮し、既に設定された雑音の強さより大きな場合は、音楽音の信号が入力されたものと判断する。

【 0 0 1 3 】

周波数分析部(30)は、音有無判別部(20)を介して入力されるデジタル音響を周波数成分に分解した後、該周波数成分値に基づいて第1のピッチ候補を導出する。この時、周波数分析によるピッチ導出方法は、公知の技術であって、多様な方法の適用が可能であるが、例えば、周波数成分値を分析してピッチの位置を抽出した後、それらのピッチ間の間隔をピッチ候補として導出する方法や多数のピークのうち最大ピークの位置をピッチ候補として導出する方法などを適用することが可能である。なお、デジタル音響を周波数成分に分解する方法としては、一般に高速フーリエ変換(FFT)を用いるが、ウェーブレット(wavelet)変換のような他の方法を用いることも可能である。

【 0 0 1 4 】

誤差範囲比較部(40)は、周波数分析部(30)を介して導出された第1のピッチ候補の誤差範囲(R1)と、該誤差範囲(R1)により算出された自己相関範囲(L1)に対する自己相関結果の誤差範囲(R2)とを比較する。この時、第1のピッチ候補の誤差

10

20

30

40

50

範囲 (R 1)、自己相関範囲 (L 1)、自己相関範囲 (L 1) に対する自己相関結果の誤差範囲 (R 2) は、リアルタイムで算出されるか、または、予め計算されて分類格納された値を用いることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

自己相関計算部 (5 0) は、誤差範囲比較部 (4 0) の比較結果、自己相関結果の誤差範囲 (R 2) が第 1 のピッチ候補の誤差範囲 (R 1) 以下である場合、デジタル信号の所定の時間領域に対する自己相関を行って第 2 のピッチ候補を導出する。なお、所定の時間領域とは、誤差範囲比較部 (4 0) で算出された自己相関範囲によって決定され、所定の範囲内で前記自己相関範囲を変化させて適用することも可能である。即ち、デジタル信号の根元 (例えば、楽器の種類または人の音) や目的に応じて自己相関範囲を変化させて適用することができる。

10

【 0 0 1 6 】

前述のように自己相関範囲が決定されると、自己相関計算部 (5 0) は、当該範囲に対して自己相関を行った後、その自己相関係数が最高であるラグ (L a g) を導出し、該ラグにより当該デジタル信号に対する第 2 のピッチ候補を導出する。

【 0 0 1 7 】

ピッチ決定部 (6 0) は、第 1 のピッチ候補の誤差範囲および第 2 のピッチ候補の誤差範囲に基づいてピッチを決定するが、誤差範囲比較部 (4 0) の比較結果を参照する。即ち、誤差範囲比較部 (4 0) の比較結果、自己相関結果の誤差範囲が第 1 のピッチ候補の誤差範囲以下である場合、第 2 のピッチ候補の誤差範囲内でピッチを決定し、そうでない場合は、第 1 のピッチ候補の誤差範囲内でピッチを決定する。なお、前記第 2 のピッチ候補を導出するためのラグ (L a g) 値が前記第 1 の候補の誤差範囲により算出された自己相関範囲の上限値または下限値である場合は、前記第 1 のピッチ候補の誤差範囲と第 2 のピッチ候補の誤差範囲との交差領域内でピッチを決定する。

20

【 0 0 1 8 】

結果出力部 (7 0) は、ピッチ決定部 (6 0) で決定されたピッチを出力する。

【 0 0 1 9 】

また、図 2 は、本発明の一実施例に係る二段階ピッチ判断方法を示す処理フローチャートであり、以下、同図を参照して本発明の一実施例に係る二段階ピッチ判断方法を説明する。

30

【 0 0 2 0 】

先ず、外部からデジタル信号が入力されると (S 2 1 0)、該信号のレベルと周辺環境などにより予め設定された雑音 (n o i s e) のレベルとを比較し、信号のレベルが雑音のレベルより高い場合、信号が入力されたものとみなして周波数分析を行う (S 2 2 0)。即ち、入力されたデジタル信号に対する周波数分析を行って第 1 のピッチ候補を導出する。なお、周波数分析によりピッチ候補を導出するための具体的な方法および周波数変換方法は、公知の技術であり、図 1 の「周波数分析部 (3 0)」に関連した部分で説明されているため、具体的な説明は、省略する。

【 0 0 2 1 】

前述のように周波数分析による第 1 のピッチ候補が導出されると、該第 1 のピッチ候補に対する誤差範囲 (R 1) を算出し (S 2 3 0)、該誤差範囲による自己相関範囲 (L a g 範囲) (L 1) を算出した後 (S 2 4 0)、該自己相関範囲 (L a g 範囲) に対する自己相関結果の誤差範囲 (R 2) を算出する (S 2 5 0) の一連の過程を行う。なお、前記第 1 のピッチ候補に対する誤差範囲 (R 1)、自己相関範囲 (L 1) および自己相関結果の誤差範囲 (R 2) は、予め計算された値を用いることもできる。この場合、前記ステップ (S 2 3 0 乃至 S 2 5 0) は、省略することができる。

40

【 0 0 2 2 】

また、第 1 のピッチ候補の誤差範囲 (R 1) と自己相関結果の誤差範囲 (R 2) とを比較し (S 2 6 0)、自己相関結果の誤差範囲 (R 2) がピッチ候補の誤差範囲 (R 1) 以下の値である場合、該自己相関範囲 (L 1) により決定された所定の時間領域に対するデ

50

デジタル信号の自己相関を行って第2のピッチ候補を導出する(S270)。また、第1のピッチ候補の誤差範囲と第2のピッチ候補の誤差範囲との交差領域でピッチを判断する(S280)。そうでない場合、即ち、自己相関結果の誤差範囲(R2)がピッチ候補の誤差範囲(R1)より大きな場合、周波数分析により導出された第1のピッチ候補をピッチと決定する(S290)。

【0023】

ここで、前記第1のピッチ候補の誤差範囲と第2のピッチ候補の誤差範囲との交差領域は、一般の場合は別に計算する必要がないが、前記第2のピッチ候補を導出するためのラグ値が、前記ステップS240により算出された自己相関範囲(Lag範囲)の上限値または下限値である場合、前記交差領域を別に計算するステップを経る必要がある。

本発明は、前述のように当該デジタル信号に対する周波数分析と自己相関を順に行うことにより、より正確なピッチを導出することが可能となる。

10

【0024】

以下、サンプリングレート(Sampling Rate)が22,050Hzで、FFT変換のためのウィンドーサイズ(Window Size)が1024である場合、本発明によってピッチを導出するための処理過程を数式を参照して説明すると、次の通りである。

【0025】

先ず、前記条件により周波数分析を行う場合、FFT変換のための単位区間(以下、「index」という)内での周波数導出方法は、[数式1]で求められる。この時、FFT変換のためのindexは、FFT変換のためのウィンドーサイズにより決定され、FFT変換のためのウィンドーサイズが1024である場合、indexは、1~1024内で決定される。

20

【0026】

【数1】

$$FFT(F) = \frac{SamplingRate}{FFTWindowSize} \times \frac{index + (index - 1)}{2} \quad \dots [数式1]$$

【0027】

この時、実際周波数の範囲(FR)は、[数式2]により決定される。

【0028】

30

【数2】

$$FR = \frac{SamplingRate}{FFTWindowSize} \times (index - 1) \sim \frac{SamplingRate}{FFTWindowSize} \times (index) \quad \dots [数式2]$$

【0029】

従って、ピアノのC3ノートをFFT分析した結果、基本周波数に対するピークのindexが「7」である場合、その値と前記条件を[数式1]および[数式2]に代入してindexが「7」である場合、即ち、7番目周波数に対する周波数変換結果および実際周波数の範囲を求めると[数式3]および[数式4]となる。

【0030】

即ち、[数式3]は、周波数変換結果に対する計算結果を示し、[数式4]は、当該誤差範囲に対する計算結果を示す。

40

【0031】

【数3】

$$\begin{aligned} FFT(F) &= \frac{22050}{1024} \times \frac{7 + (7 - 1)}{2} \\ &= \frac{22050}{1024} \times 6.5 \quad \dots [数式3] \\ &= 139.96(\text{Hz}) \end{aligned}$$

【0032】

【数4】

$$FR_{FFT} = \frac{22050}{1024} \times (7-1) \sim \frac{22050}{1024} \times 7 \quad \dots [数式4]$$

$$= 129.19 \sim 150.73$$

【0033】

従って、上記の条件により任意のデジタル信号に対するFFT変換結果、第1のピッチ候補は、139.96 Hz (129.19 ~ 150.73) となり、該第1のピッチ候補の誤差範囲(R1)は、その周波数範囲(FR_{FFT})により21.53 Hz ((150.73 - 129.19))となる。

【0034】

なお、かかる誤差範囲(R1)による自己相関範囲(L1)は、次の[数式5]により計算可能である。

【0035】

【数5】

$$L1 = \frac{SamplingRate}{Maximumfrequency} \sim \frac{SamplingRate}{Minimumfrequency} \quad \dots [数式5]$$

【0036】

上記の例では、周波数範囲の最大周波数(Maximum frequency)は、150.73であり、最小周波数(Minimum frequency)は、129.19 Hzであるため、これらの値を[数式5]に適用して計算する場合、上記の例に対する自己相関範囲(L1)は、次の[数式6]となる。

【0037】

【数6】

$$L1 = \frac{22050}{150.73} \sim \frac{22050}{129.19} \quad \dots [数式6]$$

【0038】

=146.29~170.67

147~171

即ち、上記の例では、自己相関範囲は、147 ~ 171となる。

【0039】

なお、自己相関による誤差範囲(R2)は、ラグ値により変動するが、自己相関により導出される周波数の範囲(FR_{COR})は、[数式7]により計算することができる。

【0040】

【数7】

$$FR_{COR} = \frac{SamplingRate}{Lag-0.5} \sim \frac{SamplingRate}{Lag+0.5} \quad \dots [数式7]$$

【0041】

従って、前記自己相関範囲に相当するラグ値(147 ~ 171)のうち最も低いラグ値が、最も大きな周波数範囲を有することとなる。ラグが147である時の周波数範囲は、[数式8]の通りである。

【0042】

【数8】

$$FR_{COR} = \frac{22050}{147-0.5} \sim \frac{22050}{147+0.5} \quad \dots [数式8]$$

$$= 150.51 \sim 149.49$$

【0043】

従って、上記の条件によりラグが147 ~ 171である時のデジタル信号に対する自己相関結果導出される最も大きな誤差を有する周波数範囲は、(150.51 ~ 149.49) Hzとなり、周波数の誤差範囲(R2)は、周波数の範囲(FR_{COR})により1.02 Hz (150.51 ~ 149.49)となる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 4 】

即ち、自己相関結果の誤差範囲 (R 2、 1 . 0 2 H z) が周波数変換結果の誤差範囲 (R 1、 2 1 . 5 3 H z) 以下であることがわかる。従って、この場合、自己相関を適用してピッチを導出することとなる。

【 0 0 4 5 】

たとえ、自己相関結果の誤差範囲 (R 2) が周波数変換結果の誤差範囲 (R 1) より大きな場合は、自己相関を行うことなく周波数変換値をピッチと決定する。換言すると、周波数変換結果の誤差範囲内でピッチ周波数を決定する。

【 0 0 4 6 】

これらの値は、新しい音が入力され、これらに対するピッチ検出が要求される度にリアルタイムで算出することができ、予め設定されたサンプリングレート (S a m p l i n g R a t e) および F F T 変換のためのウィンドーサイズ (F F T W i n d o w S i z e) により予め計算して別の格納装置に格納することもできる。

10

【 0 0 4 7 】

図 3 A 乃至図 3 D は、本発明の二段階ピッチ判断方法を説明するための例示的な波形図である。

【 0 0 4 8 】

図 3 A は、外部から入力されるウェーブ (w a v e) 波形を示し、図 3 B は、図 3 A に示されたウェーブ波形を自己相関して示す結果を示し、図 3 C は、図 3 A に示されたウェーブ波形に対する周波数分析結果を示し、図 3 D は、図 3 A に対する周波数分析結果決定された自己相関範囲に対する自己相関結果を示す。

20

【 0 0 4 9 】

即ち、図 3 B は、外部から入力された波形全体に対する自己相関結果を示す図であって、この場合、ラグタイムが 1 0 0 ~ 2 0 0 である地点の最高ピーク位置が実際ピッチであるにもかかわらず、ラグタイムが 0 ~ 1 0 0 の地点で最高ピーク値を示す地点またはラグタイムが 3 0 0 ~ 4 0 0 の地点で最高ピーク値を示す地点をピッチとして判別する間違いを犯すようになる。

【 0 0 5 0 】

なお、図 3 C は、外部から入力された波形に対する周波数分析結果を示す図であって、この場合は、二番目ピークがピッチであるにもかかわらず、当該ピッチの二倍数ハーモニック周波数である 4 番目ピークをピッチと判読する間違いを犯すようになる。

30

図 3 D は、本発明の実施例において周波数分析結果により決定された自己相関範囲 (即ち、ラグタイム) に対して自己相関を行った結果を示す図であって、この場合、正確なピッチを判読することが可能である。

【 0 0 5 1 】

特に、図 3 C および図 3 D に示されたように、ピアノの C 3 音である場合に最も大きなピークの F F T i n d e x は、7 であり、ラグが 1 7 1 である場合に最も大きな自己相関値を有し、そのラグ値を [数式 7] に代入すると、当該周波数範囲は、1 2 8 . 5 7 ~ 1 2 9 . 3 2 H z であることがわかる。なお、[数式 3] により前記ピアノ C 3 音に対する F F T 結果による周波数範囲は、1 2 9 . 1 9 ~ 1 5 0 . 7 3 H z である。従って、ピアノ C 3 音に対する F F T 結果の周波数範囲と自己相関結果の周波数範囲との交差領域を求めると、最終ピッチの範囲は、1 2 9 . 1 9 ~ 1 2 9 . 3 2 H z となる。

40

【 0 0 5 2 】

この時、F F T 結果の周波数範囲と自己相関結果の周波数範囲に対する交差領域を求めることは、自己相関の時に参照されたラグ値が、ラグ範囲 (1 4 7 ~ 1 7 1) の上限値であるためである。

【 0 0 5 3 】

前述の例では、ミディノート C 3 での基本周波数が 1 3 0 . 8 H z である点から、使用されたピアノのチューニングが少し低くなっていることがわかり、通常、かかるピアノのチューニング状態での誤差により、ピアノのノートの基本周波数とミディノートの基本周

50

波数とがある程度差異が出るのが一般である。従って、本発明によるピッチ導出において正確な結果値が得られる。

【0054】

以上、図面を参照して本発明の実施例を説明したが、これは、一例にすぎず、本発明の保護範囲は、前述の実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲を逸脱しない範囲内で種々の変更が可能である。例えば、本発明の実施例において具体的に示された各構成要素の形状および構造は、変更して実施することが可能である。

【産業上の利用可能性】

【0055】

以上のように、本発明によれば、外部から入力されるデジタル信号に対して周波数分析を行った後、該周波数分析の結果により選択された所定の時間領域に対する自己相関を選択的に行うことにより、低周波帯域において誤差によるピッチ導出の誤りが大きいという周波数分析方法の問題点および高周波帯域において誤差が大きいという自己相関方法の問題点を解決することができる。従って、本発明は、より正確なピッチを導出することができるという効果を奏する。

10

【0056】

また、自己相関を行う時、サンプルサイズの全体デジタル信号に対する自己相関係数を全て求めてその値を比較するのではなく、周波数分析結果により選択された所定の時間領域に対する自己相関係数を求めた後、その値を比較することで、自己相関係数を求め、それらのうちの最大値を求めることにかかる時間を減らすことができるという効果も得られる

20

【図面の簡単な説明】

【0057】

【図1】図1は、本発明の一実施例に係る二段階ピッチ判断装置を示すブロック図である。

【図2】図2は、本発明の一実施例に係る二段階ピッチ判断方法を示す処理フローチャートである。

【図3A】図3Aは、本発明の二段階ピッチ判断方法を説明するための例示的な波形図である。

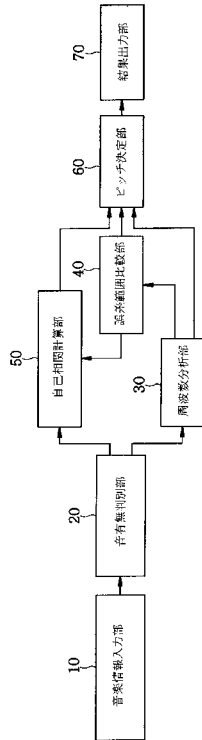
【図3B】図3Bは、本発明の二段階ピッチ判断方法を説明するための例示的な波形図である。

30

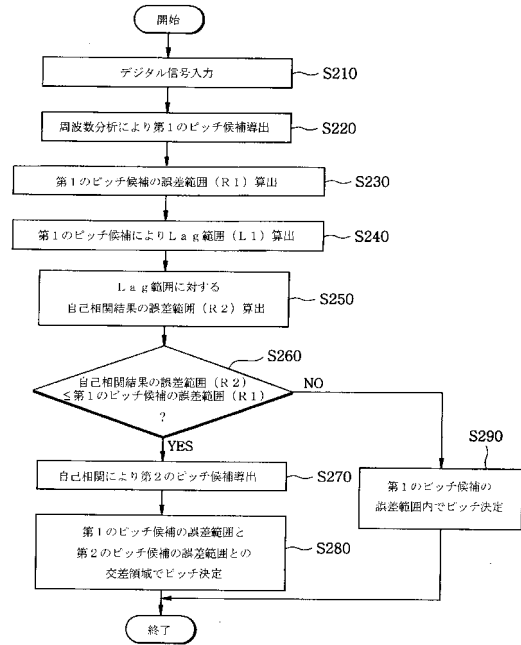
【図3C】図3Cは、本発明の二段階ピッチ判断方法を説明するための例示的な波形図である。

【図3D】図3Dは、本発明の二段階ピッチ判断方法を説明するための例示的な波形図である。

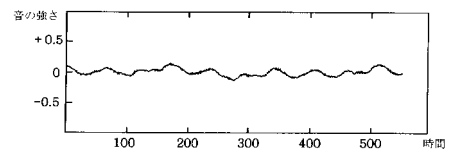
【図1】



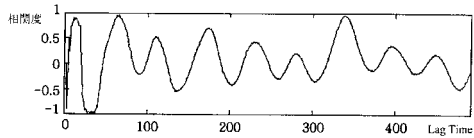
【図2】



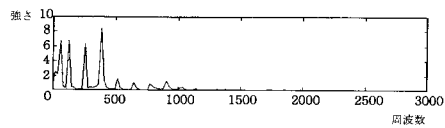
【図3A】



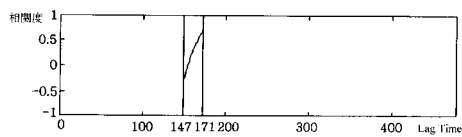
【図3B】



【図3C】



【図3D】



フロントページの続き

(72)発明者 ジョン, ドイル
大韓民国, ソウル 156-710, トンジャク-ク, シンデバン-2-ドン, ボラメ-ナサン-
スイート 3103

(72)発明者 ソ, ハンソック
大韓民国, ソウル 156-010, トンジャク-ク, シンデバン-ドン 565, ウースン ア
パートメント 14-1001

審査官 間宮 嘉誉

(56)参考文献 特開平8-211895(JP, A)
特開平9-212194(JP, A)
米国特許第5619004(US, A)
韓国公開特許第1999-0080416(KR, A)
特開平4-288600(JP, A)
韓国公開特許第1997-0061590(KR, A)
米国特許第6124544(US, A)
Lawrence R.RABINER, Michael J.CHENG, Aaron E.ROSENBERG, Carol A.MCGONEGAL, A Comparati
ve Performance Study of Several Pitch Detection Algorithms, IEEE Transactions on Acous
tics, Speech, and Signal Processing, 1976年10月, Vol.24, No.5, p.399-418

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G10G 1/00-7/02
G10L 11/00-11/06
G10L 19/00-19/14
IEEE
JSTPlus(JDreamII)
JST7580(JDreamII)