

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7228497号
(P7228497)

(45)発行日 令和5年2月24日(2023.2.24)

(24)登録日 令和5年2月15日(2023.2.15)

(51)国際特許分類	F I
G 0 1 H 3/00 (2006.01)	G 0 1 H 3/00 Z
G 0 1 H 17/00 (2006.01)	G 0 1 H 17/00 Z
G 0 1 M 99/00 (2011.01)	G 0 1 M 99/00 Z
H 0 4 R 3/00 (2006.01)	H 0 4 R 3/00 3 2 0

請求項の数 9 (全14頁)

(21)出願番号	特願2019-176601(P2019-176601)	(73)特許権者	000006208 三菱重工業株式会社 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
(22)出願日	令和1年9月27日(2019.9.27)	(74)代理人	100149548 弁理士 松沼 泰史
(65)公開番号	特開2021-56014(P2021-56014A)	(74)代理人	100162868 弁理士 伊藤 英輔
(43)公開日	令和3年4月8日(2021.4.8)	(74)代理人	100161702 弁理士 橋本 宏之
審査請求日	令和4年4月21日(2022.4.21)	(74)代理人	100189348 弁理士 古都 智
		(74)代理人	100196689 弁理士 鎌田 康一郎
		(72)発明者	高須 素志 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 信号処理装置、信号処理方法およびプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

音響信号を取得する取得部と、
 予め設定された第1帯域幅に係る複数の周波数帯域である第1周波数帯域毎に、前記音響信号の音響レベルを測定する測定部と、
 前記第1周波数帯域に係る複数の前記音響レベルに基づいて、前記第1帯域幅より広い第2帯域幅に係る複数の周波数帯域である第2周波数帯域に係る音響レベルの正常値からの離れ度合いを示す音響特徴量を特定する演算部と、
 前記第1周波数帯域毎に測定された音響レベルが、第1閾値以上であるか否かの判定を行う第1判定部と、
 前記音響特徴量が、第2閾値以上であるか否かの判定を行う第2判定部と、
 を備える信号処理装置。

【請求項2】

前記第1判定部は、異常の有無によって音響レベルの有意な変化がない周波数帯域である第3周波数帯域外各音響レベルが、前記第1閾値以上であるか否かの判定を行い、
 前記第2判定部は、前記第3周波数帯域外の音響特徴量が、前記第2閾値以上であるか否かの判定を行う

請求項1に記載の信号処理装置。

【請求項3】

前記演算部は、測定された前記複数の前記音響レベルのうち前記第2周波数帯域に含ま

れるものと、当該音響レベルの正常値との差に基づいて生成されたベクトルの長さを、前記音響特徴量と特定する

請求項 1 または請求項 2 に記載の信号処理装置。

【請求項 4】

前記演算部は、前記音響レベルと正常値との差を正規化したものを要素とするベクトルの長さを前記音響特徴量と特定する

請求項 3 に記載の信号処理装置。

【請求項 5】

測定された少なくとも 1 つの前記音響レベルが前記第 1 閾値以上であり、または少なくとも 1 つの前記音響特徴量が前記第 2 閾値以上である場合、異常と判定する異常判定部、
を備える請求項 1 から請求項 4 の何れか 1 項に記載の信号処理装置。

10

【請求項 6】

前記取得部はマイクロホンアレイから前記音響信号を取得し、

前記測定部は、前記マイクロホンアレイを構成する各マイクの音響信号に基づいて複数の方向毎の前記音響レベルを測定し、

前記第 1 判定部は、複数の方向毎の前記音響レベルについて、前記第 1 閾値以上であるか否かの判定を行い、

前記異常判定部が異常と判定した場合、前記第 1 閾値以上であると判定された音響レベルに係る方向に基づいて、当該異常に係る位置を特定する位置特定部を備える

請求項 5 に記載の信号処理装置。

20

【請求項 7】

前記取得部は、プラントで発生する音響信号を取得する

請求項 1 から請求項 6 の何れか 1 項に記載の信号処理装置。

【請求項 8】

音響信号を取得し、

予め設定された第 1 帯域幅に係る複数の周波数帯域である第 1 周波数帯域毎に、前記音響信号の音響レベルを測定し、

前記第 1 周波数帯域に係る複数の前記音響レベルに基づいて、前記第 1 帯域幅より広い第 2 帯域幅に係る複数の周波数帯域である第 2 周波数帯域に係る音響レベルの正常値からの離れ度合いを示す音響特徴量を特定し、

30

前記第 1 周波数帯域毎に測定された音響レベルが、第 1 閾値以上であるか否かの判定を行い、

前記音響特徴量が、第 2 閾値以上であるか否かの判定を行う

信号処理方法。

【請求項 9】

コンピュータを、

音響信号を取得する取得部、

予め設定された第 1 帯域幅に係る複数の周波数帯域である第 1 周波数帯域毎に、前記音響信号の音響レベルを測定する測定部、

前記第 1 周波数帯域に係る複数の前記音響レベルに基づいて、前記第 1 帯域幅より広い第 2 帯域幅に係る複数の周波数帯域である第 2 周波数帯域に係る音響レベルの正常値からの離れ度合いを示す音響特徴量を特定する演算部、

40

前記第 1 周波数帯域毎に測定された音響レベルが、第 1 閾値以上であるか否かの判定を行う第 1 判定部、

前記音響特徴量が、第 2 閾値以上であるか否かの判定を行う第 2 判定部、

として機能させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、信号処理装置、信号処理方法およびプログラムに関する。

50

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、背景ノイズを含む音声をオクターブバンドレベル分析し、背景ノイズと音声の差が大となる所定の帯域の出力に基づいて閾値を決定し、当該閾値を用いて、騒音環境から音声を抽出する音声抽出方法およびその装置が開示されている。

特許文献2には、音波に対応する信号に対するウェーブレット変換により、当該信号を低周波成分と高周波成分に分離し、低周波成分に特徴音が含まれなくなった時点の周波数帯域を抽出し、当該周波数帯域フィルタに信号を入力させることにより、特徴音に関わる周波数成分のみの抽出を可能にする技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2003-255971号公報

特開2005-140707号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1に記載の音声抽出方法では、オクターブバンド分析により音声を抽出するので、オクターブバンドの帯域毎の閾値を超えないが、複数の当該帯域において、背景ノイズとの差を有する音声が抽出できないとの問題がある。

また、特許文献2では、低周波成分に特徴音が含まれた場合に音を抽出することができるので、高周波成分に特徴音が含まれた場合に音声を抽出できないとの問題がある。

本開示は、上記課題を解決するためになされたものであって、取得した音響信号に異音が含まれているか否かを判定できる信号処理装置、信号処理方法およびプログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本開示に係る信号処理装置は、音響信号を取得する取得部と、予め設定された第1帯域幅に係る複数の周波数帯域である第1周波数帯域毎に、前記音響信号の音響レベルを測定する測定部と、前記第1周波数帯域に係る複数の前記音響レベルに基づいて、前記第1帯域幅より広い第2帯域幅に係る複数の周波数帯域である第2周波数帯域に係る音響レベルの正常値からの離れ度合いを示す音響特徴量を特定する演算部と、前記第1周波数帯域毎に測定された音響レベルが、第1閾値以上であるか否かの判定を行う第1判定部と、前記音響特徴量が、第2閾値以上であるか否かの判定を行う第2判定部を備える。

本開示に係る信号処理方法は、音響信号を取得し、予め設定された第1帯域幅に係る複数の周波数帯域である第1周波数帯域毎に、前記音響信号の音響レベルを測定し、前記第1周波数帯域に係る複数の前記音響レベルに基づいて、前記第1帯域幅より広い第2帯域幅に係る複数の周波数帯域である第2周波数帯域に係る音響レベルの正常値からの離れ度合いを示す音響特徴量を特定し、前記第1周波数帯域毎に測定された音響レベルが、第1閾値以上であるか否かの判定を行い、前記音響特徴量が、第2閾値以上であるか否かの判定を行う。

本開示に係るプログラムは、コンピュータを、音響信号を取得する取得部、予め設定された第1帯域幅に係る複数の周波数帯域である第1周波数帯域毎に、前記音響信号の音響レベルを測定する測定部、前記第1周波数帯域に係る複数の前記音響レベルに基づいて、前記第1帯域幅より広い第2帯域幅に係る複数の周波数帯域である第2周波数帯域に係る音響レベルの正常値からの離れ度合いを示す音響特徴量を特定する演算部、前記第1周波数帯域毎に測定された音響レベルが、第1閾値以上であるか否かの判定を行う第1判定部、前記音響特徴量が、第2閾値以上であるか否かの判定を行う第2判定部として機能させる。

【発明の効果】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

本開示の信号処理装置及び信号処理方法によれば、取得した音響信号に異音が含まれているか否かを判定できる信号処理装置、信号処理方法およびプログラムを提供することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 7 】

【 図 1 】 本開示の実施形態に係る信号処理装置の構成を示す図である。

【 図 2 】 本開示の実施形態に係る信号処理装置の動作を示すフローチャートである。

【 図 3 】 本開示の実施形態に係る信号処理装置の具体例を示す図である。

【 図 4 】 少なくとも 1 つの実施形態に係るコンピュータの構成を示す概略ブロック図である。

10

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 0 8 】

第 1 の実施形態

以下、図面を参照しながら、第 1 の実施形態に係る信号処理装置 1 0 0 について説明する。第 1 の実施形態に係る信号処理装置 1 0 0 は、プラントなどの監視対象装置の音響信号を收音し、当該音響信号に基づいて監視対象装置の異常の有無を判定する。

【 0 0 0 9 】

《 信号処理装置の構成 》

信号処理装置 1 0 0 は、マイクロホンアレイ 1 1 0 と、取得部 1 2 0 と、測定部 1 3 0 と、演算部 1 4 0 と、第 1 判定部 1 5 0 と、第 2 判定部 1 6 0 と、異常判定部 1 7 0 と、位置特定部 1 8 0 と、種別情報特定部 1 9 0 を備える。

20

【 0 0 1 0 】

マイクロホンアレイ 1 1 0 は、複数のマイクを並列に並べた收音装置である。マイクロホンアレイ 1 1 0 を構成する複数のマイクが收音した音響信号を用いることで、方向毎の音響信号を特定することができる。マイクロホンアレイは、図 1 ではマイクを 8 個備えるが、異なる数のマイクを備えても良い。

取得部 1 2 0 は、マイクロホンアレイ 1 1 0 が収集した音響信号を取得する。また、取得部 1 2 0 は、取得した各アレイの音響信号の位相およびゲインを操作して合成することで、複数の方向毎の音響信号を算出する。

30

【 0 0 1 1 】

測定部 1 3 0 は、予め設定された第 1 帯域幅に係る複数の周波数帯域である第 1 周波数帯域毎に、取得部 1 2 0 が取得した音響信号の音圧レベルを測定する。また、測定部 1 3 0 は、複数の方向毎に、各音響信号の音圧レベルを測定する。音圧レベルは、音響レベルの一例である。

第 1 帯域幅の例としては、1 / 3 オクターブが挙げられる。音圧レベルとは、音響信号に含まれる音圧変動量を対数表記した値である。

【 0 0 1 2 】

測定部 1 3 0 は、取得部 1 2 0 が取得した音響信号のフーリエ変換により複数の周波数の音圧レベルを特定し、各第 1 周波数帯域について、当該第 1 周波数帯域に含まれる複数の周波数の音圧レベルの最大値をとることで、第 1 周波数帯域毎の音響信号の音圧レベルを測定する。

40

【 0 0 1 3 】

演算部 1 4 0 は、第 1 周波数帯域に係る複数の音圧レベルに基づいて、第 1 帯域幅より広い第 2 帯域幅に係る複数の周波数帯域である第 2 周波数帯域に係る音響特徴量を特定する。演算部 1 4 0 は、例えば第 1 周波数帯域に係る複数の音圧レベルとその正常値との差に基づいて合ベクトルを生成し、当該合ベクトルの長さを音響特徴量と特定する。

【 0 0 1 4 】

第 2 周波数帯域の例としては、4 / 3 オクターブが挙げられる。すなわち、第 1 の実施形態において、4 / 3 オクターブに係る第 2 周波数帯域の中には、1 / 3 オクターブに係

50

る第1周波数が4つ存在する。すなわち、第2帯域幅は、第1帯域幅の整数倍である。

上記の正常値は、信号処理装置100が存在するプラントにおいて、通常発生する音響信号の音圧レベルである。正常値は、例えば正常に動作するプラントにおいて収録された音響信号の平均値などによって得ることができる。

【0015】

第2周波数帯域が4/3オクターブであり、第1周波数帯域が1/3である場合、演算部140は、以下のように音響特徴量を特定する。

【0016】

演算部140は、測定部130から、第1周波数帯域に係る音圧レベルを小さい方から順に4つずつ取得する。

演算部140は、各音圧レベルと正常値との差を要素とする4次元のベクトルに変換する。演算部140は、当該変換されたベクトルのユークリッドノルムを演算することにより、音響特徴量を特定する。

【0017】

第1判定部150は、第1周波数帯域毎に測定された音圧レベルのうち、通常音の周波数帯域である第3周波数帯域に係る音圧レベル以外の少なくとも1つの音圧レベルが、第1閾値以上であるか否かの判定を行う。

通常音の例としては、信号処理装置100が存在する環境であるプラントで通常発生する音で、200Hzから2000Hzまでの周波数を有する音が挙げられる。なお、第3周波数帯域は、異常の有無によって音圧レベルの有意な変化が観測されない周波数帯域である。

第1閾値は複数の値であり、当該複数の値のうち1つの値が、1つの第1周波数帯域に関連付けられている。第1閾値が複数の値であり、当該複数の値のうち1つの値が、1つの第1周波数帯域または複数の第1周波数帯域に関連付けられても良い。また、第1閾値が1つの値であり、当該1つの値が、全ての第1周波数帯域に関連付けられても良い。

【0018】

第2判定部160は、演算部140が特定した音響特徴量のうち、第3周波数帯域に係る音圧レベル以外の少なくとも1つの音圧レベルが、第2閾値以上であるか否かの判定を行う。音響特徴量に係る当該第2閾値は、第2判定部160の判定が第1判定部の判定より敏感な検知となるように、第1判定部の判定に係る第1閾値に比べ、正常値に離れていない値で設定される。

第2閾値は複数の値であり、1つの上記の音圧レベルは、当該複数の値の第2閾値うち、1つの値の第2閾値と関連付けられている。第2閾値が1つの値であり、全ての上記の音圧レベルが、当該1つの値の第2閾値に関連付けられても良い。

【0019】

異常判定部170は、少なくとも第1判定部150の判定と第2判定部160の判定の何れかが、閾値以上であるとの判定である場合、監視対象装置が異常であると判定する。つまり、異常判定部170は、第1判定部150の判定が第1閾値以上および第2判定部160の判定が第2閾値以下である場合、第1判定部150の判定が第1閾値以下および第2判定部160の判定が第2閾値以上である場合、第1判定部150の判定が第1閾値以上および第2判定部160の判定が第2閾値以上である場合に、監視対象装置が異常であると判定する。

【0020】

位置特定部180は、異常判定部170によって監視対象装置が異常であると判定された場合、閾値を超える音圧レベルまたは音響特徴量を有する音響信号に係る方向に基づいて、当該異常に係る位置情報を特定する。つまり、位置特定部180は、異常判定部170が異常と判定した場合、当該異常判定に関わる音響信号に係る方向を、当該異常に係る方向として特定する。

【0021】

種別情報特定部190は、異常判定部170によって監視対象装置が異常であると判定

10

20

30

40

50

された場合、閾値を超える音圧レベルまたは音響特徴量に係る周波数帯に基づいて、当該異常に係る音響信号の種別を特定する。例えば、種別情報特定部 190 は、異常判定部 170 が異常と判定した場合、予め周波数帯域毎に定められた異常の種別情報に当該異常に係る音響信号の周波数を照らし合わせて、当該異常に係る音響信号の種別を特定する。種別情報の例としては、低周波音である 40 Hz ~ 80 Hz に安全弁の作動や低サイクル燃焼振動などの異常が関連付けられ、うなり音である 100 Hz ~ 200 Hz にスリップ等による回転数の変動などの異常が関連付けられる。また、種別情報の例としては、高周波音である 2000 Hz ~ 4000 Hz に噴流音の発生や摺動音の発生などの異常が関連付けられ、衝撃音である 5000 Hz ~ 10000 Hz に配管の流体ハンマー音、機械が損傷する音、保温や付属物の落下音、弁等の急速な閉止音などの異常音が関連付けられる。

10

上記の噴流音の例としては、配管等からの空気漏れ時の音、ある程度人間が認識できるようになった蒸気漏洩音が挙げられる。上記の摺動音の例としては、回転補機等の軸とシール部の接触音、ファン翼先端とケーシングの接触音が挙げられる。上記の機械が損傷する音の例としては、機械の割れによる音、機械の破裂による音、機械の爆発による音が挙げられる。

【0022】

《信号処理装置の動作》

以下、図面を参照しながら、信号処理装置 100 の動作について説明する。

図 2 は、信号処理装置 100 の動作を示すフローチャートである。

【0023】

マイクロホンアレイ 110 は、プラントから音響信号を収集する（ステップ S11）。

取得部 120 は、マイクロホンアレイ 110 が収集した音響信号を取得し、方向毎の音響信号を生成する（ステップ S12）。

20

【0024】

測定部 130 は、予め設定された第 1 帯域幅に係る複数の周波数帯域である第 1 周波数帯域毎に、ステップ S12 で取得した音響信号の音圧レベルを測定する（ステップ S13）。

演算部 140 は、第 1 周波数帯域に係る複数の音圧レベルに基づいて、第 1 帯域幅より広い第 2 帯域幅に係る複数の周波数帯域である第 2 周波数帯域に係る音圧レベルの正常値との差をベクトルに変換し、当該ベクトルの長さを音響特徴量と特定する（ステップ S14）。

30

【0025】

第 1 判定部 150 は、ステップ S13 で測定された音圧レベルのうち、通常音の周波数帯域である第 3 周波数帯域に係る音圧レベル以外の音圧レベルの少なくとも 1 つが、第 1 閾値以上であるか否かの判定を行う（ステップ S15）。

第 2 判定部 160 は、演算部 140 が特定した音響特徴量のうち、第 3 周波数帯域に係る音圧レベル以外の音圧レベルの少なくとも 1 つが、第 2 閾値以上であるか否かの判定を行う（ステップ S16）。

【0026】

異常判定部 170 は、S15 での判定および S16 での判定がいずれも閾値未満であるか否かを判別する（ステップ S17）。異常判定部 170 は、S15 での判定および S16 での判定のいずれもが閾値未満であると判別した場合は（ステップ S17：YES）、信号処理装置 100 の動作を終了させる。他方、異常判定部 170 は、少なくとも S15 での判定と S16 での判定の何れかが閾値以上であると判別した場合は（ステップ S17：NO）、異常であると判定する（ステップ S18）。

40

【0027】

ステップ S18 において異常と判定された場合、位置特定部 180 は、当該異常判定部 170 に係る位置情報を特定する（ステップ S19）。

ステップ S18 において異常と判定された場合、種別情報特定部 190 は、当該異常に係る種別情報を特定する（ステップ S20）。

50

【 0 0 2 8 】

《 具体例 》

以下、図面を参照しながら、第 1 の実施形態に係る信号処理装置 1 0 0 の具体例を説明する。

図 3 は、第 1 の実施形態に係る信号処理装置 1 0 0 の具体例を示す図である。

【 0 0 2 9 】

表示装置 2 0 0 は、信号処理装置 1 0 0 により判定された異常情報、位置情報、種別情報を表示する装置である。表示装置 2 0 0 の例としては、ディスプレイ装置やタブレット端末が挙げられる。

監視対象装置である機械 3 0 0 は、物体を組み合わせ、動力によって一定の運動を起こし、その結果、有用な仕事をするものである。

プラント 5 0 0 は、機械 3 0 0 が存在し、物体の生産に関わる設備である。

【 0 0 3 0 】

ユーザ 4 0 0 は、信号処理装置 1 0 0 のマイクロホンアレイ 1 1 0 を用いて、プラント 5 0 0 の音響情報及び当該音響情報に係る位置情報を取得する。ユーザ 4 0 0 は、据え置きマイクロホンアレイ 1 1 0 を含めた信号処理装置 1 0 0 を用いて、プラント 5 0 0 の音響信号と位置情報を取得する。

プラント 5 0 0 から通常発生する音は通常音であり、当該通常音に係る周波数は第 1 判定部 1 5 0 や第 2 判定部 1 6 0 の判定対象から除外される。

【 0 0 3 1 】

機械 3 0 0 A が正常な状態で、機械 3 0 0 B が異常な状態で、内部部品故障による部品間の衝突による異音を出している場合、信号処理装置 1 0 0 の異常判定部 1 7 0 が異常と判定する。ユーザ 4 0 0 は、当該異常情報、位置情報、種別情報を、表示装置 2 0 0 を通じて確認することができる。

ユーザ 4 0 0 は、異常に係る音響信号を收音したときの位置情報と、異常に係る音響信号の方位とに基づいて、機械 3 0 0 A と機械 3 0 0 B のうち、機械 3 0 0 B が異常情報に係るものであることを確認することができる。さらに、ユーザ 4 0 0 は、当該異常情報に係る種別情報を通じて、当該機械 3 0 0 B の異常が、衝撃音に係るものであることを確認できる。

【 0 0 3 2 】

《 作用・効果 》

本開示に係る信号処理装置 1 0 0 は、音響信号を取得する取得部 1 2 0 と、予め設定された第 1 帯域幅に係る複数の周波数帯域である第 1 周波数帯域毎に、音響信号の音響レベルを測定する測定部 1 3 0 を備える。また、信号処理装置 1 0 0 は、第 1 周波数帯域に係る複数の前記音響レベルに基づいて、第 1 帯域幅より広い第 2 帯域幅に係る複数の周波数帯域である第 2 周波数帯域に係る音響レベルの正常値からの離れ度合いを示す音響特徴量を特定する演算部 1 4 0 と、第 1 周波数帯域毎に測定された音響レベルが、第 1 閾値以上であるか否かの判定を行う第 1 判定部 1 5 0 と、音響特徴量が、第 2 閾値以上であるか否かの判定を行う第 2 判定部 1 6 0 を備える。

これにより、信号処理装置 1 0 0 は、取得した音響信号のうち、特定の周波数帯域において異常に高い音響レベルを有する異音や複数の周波数帯域に関わり、正常値との差を有する音響レベルに係る異音を判定できる。そのため、信号処理装置 1 0 0 のユーザ 4 0 0 は、取得した音響信号に異音が含まれているか否かを判定できる。

【 0 0 3 3 】

本開示に係る信号処理装置 1 0 0 の第 1 判定部 1 5 0 は、異常の有無によって音響レベルの有意な変化がない周波数帯域である第 3 周波数帯域外各音響レベルが、第 1 閾値以上であるか否かの判定を行い、第 2 判定部 1 6 0 は、第 3 周波数帯域外の音響特徴量が、前記第 2 閾値以上であるか否かの判定を行う。これにより、信号処理装置 1 0 0 は、当該信号処理装置 1 0 0 が存在する環境で通常発生する音である通常音を除外し、取得した音響信号に異音が含まれているか否かと判定する。そのため、信号処理装置 1 0 0 のユーザ 4

10

20

30

40

50

00は、より精度高く、音響信号に異音が含まれているか否かを判断できる。

【0034】

本開示に係る信号処理装置100の演算部140は、測定された複数の音響レベルのうち第2周波数帯域に含まれるものと、音響レベルの正常値との差に基づいて生成されたベクトルの長さを、音響特徴量と特定する。これにより、信号処理装置100は、特定の周波数に係る音響レベルが閾値未満の異音についても、複数の音響レベルの合計ベクトルの長さにより判定を行うことで、異音を判定する。そのため、信号処理装置100は、より多くの異音を検知できる。

【0035】

本開示に係る信号処理装置100は、測定された少なくとも1つの音響レベルが第1閾値以上であり、または少なくとも1つの音響特徴量が第2閾値以上である場合、異常と判定する異常判定部170を備える。これにより、信号処理装置100のユーザ400は、音響信号のうち、異音が含まれているか否かをより容易に判別できる。

10

【0036】

本開示に係る信号処理装置100の取得部120はマイクロホンアレイ110から音響信号を取得する。また、信号処理装置100の測定部130は、マイクロホンアレイ110を構成する各マイクの音響信号に基づいて複数の方向毎の前記音響レベルを測定し、信号処理装置100の第1判定部150は、複数の方向毎の前記音響レベルについて、前記第1閾値以上であるか否かの判定を行う。さらに、信号処理装置100は、異常判定部170が異常と判定した場合、第1閾値以上であると判定された音響レベルに係る方向に基づいて、当該異常に係る位置を特定する位置特定部180を備える。

20

これにより、信号処理装置100は、音響信号に係る位置情報も取得し、異常に係る音響信号の位置情報もユーザ400に提供できる。そのため、信号処理装置100のユーザ400は、音響信号のうち、異常に係る位置情報を容易に把握することができる。

【0037】

本開示に係る信号処理装置100の取得部120は、プラントで発生する音響信号を取得する。これにより、信号処理装置100のユーザ400は、プラント500で発生する異常に係る音響信号を判別できる。

【0038】

第2の実施形態

30

《信号処理装置の構成》

第2の実施形態に係る信号処理装置100の構成は、第1の実施形態に係る信号処理装置100の構成と同じである。

【0039】

演算部140は、音圧レベルと正常値との差を正規化したものを要素とするベクトルの長さを音響特徴量と特定する。

正規化の例としては、第1周波数帯域に係る複数の前記音圧レベルに基づいて、第2周波数帯域に係る音圧レベルの正常値との差を、当該周波数帯域に関わる一定期間の上記通常音の平均音圧レベルで除算する方法が挙げられる。また、演算部140は、上記通常音の平均音圧レベルの代わりに、ユーザ400が周波数帯域毎に任意で設定した値を用いても良い。

40

【0040】

《作用・効果》

本開示に係る信号処理装置100の演算部140は、音響レベルと正常値との差を正規化したものを要素とするベクトルの長さを音響特徴量と特定する。これにより、信号処理装置100は、周波数帯域毎に通常発生する音響レベルを反映させた音響特徴量を用いて、異音が含まれているか否かを判定する。そのため、信号処理装置100のユーザ400は、より精度高く、音響信号に異音が含まれているか否かを判断できる。

【0041】

その他の実施形態

50

以上、図面を参照して一実施形態について詳しく説明してきたが、具体的な構成は上述のものに限られることはなく、様々な設計変更等を行うことが可能である。

信号処理装置 100 は、マイクロホンアレイ 110 から取得した音響信号および位置情報が異常ではないと判定した場合、再度、マイクロホンアレイ 110 からより多くの音響信号および位置情報を取得して異常を判定しても良い。例えば、信号処理装置 100 は、マイクロホンアレイ 110 から取得した 7 方位の位置情報に係る音響信号と、位置情報が異常ではないと判定した場合、再度、マイクロホンアレイ 110 から 19 方位の位置情報に係る音響信号と、位置情報を取得して異常であるか否かを判定しても良い。

【0042】

信号処理装置 100 の演算部 140 は、第 1 周波数帯域に係る複数の音響レベルに基づいて、第 1 帯域幅より広い第 2 帯域幅に係る複数の周波数帯域である第 2 周波数帯域に係る音響レベルの正常値との差の平均値を音響特徴量として特定しても良い。

10

信号処理装置 100 の第 1 周波数帯域は 1 / 3 オクターブだけでなく、1 / 2 オクターブなどでも良い。また、信号処理装置 100 の第 2 周波数帯域は 4 / 3 オクターブだけでなく、1 / 1 オクターブなどでも良い。

【0043】

信号処理装置 100 は、異常判定部 170 を備えず、第 1 判定部 150 の判定と、第 2 判定部 160 の判定の結果をグラフとして、表示装置 200 に表示しても良い。

また、信号処理装置 100 は、マイクロホンアレイ 110 を備えず、マイクを備える構成であっても良い。この場合は、マイクを備える信号処理装置 100 は、据え置きのものであっても、ユーザ 400 が携帯できるものであっても良い。

20

【0044】

コンピュータ構成

図 4 は、少なくとも 1 つの実施形態に係るコンピュータの構成を示す概略ブロック図である。

コンピュータ 1100 は、プロセッサ 1110、メインメモリ 1120、ストレージ 1130、インタフェース 1140 を備える。

上述の信号処理装置 100 は、コンピュータ 1100 に実装される。そして、上述した各処理部の動作は、プログラムの形式でストレージ 1130 に記憶されている。プロセッサ 1110 は、プログラムをストレージ 1130 から読み出してメインメモリ 1120 に展開し、当該プログラムに従って上記処理を実行する。また、プロセッサ 1110 は、プログラムに従って、上述した各記憶部に対応する記憶領域をメインメモリ 1120 に確保する。

30

【0045】

プログラムは、コンピュータ 1100 に発揮させる機能の一部を実現するためのものであってもよい。例えば、プログラムは、ストレージ 1130 に既に記憶されている他のプログラムとの組み合わせ、または他の装置に実装された他のプログラムとの組み合わせによって機能を発揮させるものであってもよい。なお、他の実施形態においては、コンピュータ 1100 は、上記構成に加えて、または上記構成に代えて P L D (Programmable Logic Device) などのカスタム L S I (Large Scale Integrated Circuit) を備えてもよい。P L D の例としては、P A L (Programmable Array Logic)、G A L (Generic Array Logic)、C P L D (Complex Programmable Logic Device)、F P G A (Field Programmable Gate Array) が挙げられる。この場合、プロセッサ 1110 によって実現される機能の一部または全部が当該集積回路によって実現されてよい。

40

【0046】

ストレージ 1130 の例としては、磁気ディスク、光磁気ディスク、半導体メモリ等が挙げられる。ストレージ 1130 は、コンピュータ 1100 のバスに直接接続された内部メディアであってもよいし、インタフェース 1140 または通信回線を介してコンピュータに接続される外部メディアであってもよい。また、このプログラムが通信回線によってコンピュータ 1100 に配信される場合、配信を受けたコンピュータ 1100 が当該プロ

50

グラムをメインメモリ 1 1 2 0 に展開し、上記処理を実行してもよい。少なくとも 1 つの実施形態において、ストレージ 1 1 3 0 は、一時的でない有形の記憶媒体である。

【 0 0 4 7 】

また、当該プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよい。さらに、当該プログラムは、前述した機能をストレージ 1 1 3 0 に既に記憶されている他のプログラムとの組み合わせで実現するもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であってもよい。

【 0 0 4 8 】

付記

各実施形態に記載の信号処理装置 1 0 0 は、例えば以下のように把握される。

10

【 0 0 4 9 】

(1) 第 1 の態様に係る信号処理装置 1 0 0 は、音響信号を取得する取得部 1 2 0 と、予め設定された第 1 帯域幅に係る複数の周波数帯域である第 1 周波数帯域毎に、前記音響信号の音響レベルを測定する測定部 1 3 0 と、前記第 1 周波数帯域に係る複数の前記音響レベルに基づいて、前記第 1 帯域幅より広い第 2 帯域幅に係る複数の周波数帯域である第 2 周波数帯域に係る音響レベルの正常値からの離れ度合いを示す音響特徴量を特定する演算部 1 4 0 と、前記第 1 周波数帯域毎に測定された音響レベルが、第 1 閾値以上であるか否かの判定を行う第 1 判定部 1 5 0 と、前記音響特徴量が、第 2 閾値以上であるか否かの判定を行う第 2 判定部 1 6 0 を備える。

【 0 0 5 0 】

信号処理装置 1 0 0 の取得部 1 2 0 は音響信号を取得する。また、信号処理装置 1 0 0 の測定部 1 3 0 は、当該音響信号をフーリエ変換し、第 1 周波数帯域毎の音響レベルを測定する。信号処理装置 1 0 0 の演算部 1 4 0 は、上記測定部 1 3 0 が測定した音響レベルに基づいて、音響特徴量を特定する。信号処理装置 1 0 0 の第 1 判定部 1 5 0 は、測定部 1 3 0 の音響レベルを用いて、音響信号に異音が含まれているか否かを判定する。信号処理装置 1 0 0 の第 2 判定部 1 6 0 は、演算部 1 4 0 の音響特徴量を用いて、音響信号に異音が含まれているか否かを判定する。

20

【 0 0 5 1 】

(2) 第 1 の態様に係る信号処理装置 1 0 0 の第 1 判定部 1 5 0 は、異常の有無によって音響レベルの有意な変化がない周波数帯域である第 3 周波数帯域外各音響レベルが、前記第 1 閾値以上であるか否かの判定を行う。信号処理装置 1 0 0 の第 2 判定部 1 6 0 は、前記第 3 周波数帯域外の音響特徴量が、前記第 2 閾値以上であるか否かの判定を行う。

30

【 0 0 5 2 】

信号処理装置 1 0 0 は、当該信号処理装置 1 0 0 が存在する環境で通常発生する音である通常音を除外し、取得した音響信号に異音が含まれているか否かと判定する。

【 0 0 5 3 】

(3) 第 1 の態様に係る信号処理装置 1 0 0 の演算部 1 4 0 は、測定された複数の音響レベルのうち第 2 周波数帯域に含まれるものと、音響レベルの正常値との差に基づいて生成されたベクトルの長さを、音響特徴量と特定する。

【 0 0 5 4 】

信号処理装置 1 0 0 は、特定の周波数に係る複数の音響レベルの合計ベクトルの長さにより判定を行うことで、異音を判定する。

40

【 0 0 5 5 】

(4) 第 1 の態様に係る信号処理装置 1 0 0 は、測定された少なくとも 1 つの音響レベルが第 1 閾値以上であり、または少なくとも 1 つの音響特徴量が第 2 閾値以上である場合、異常と判定する異常判定部 1 7 0 を備える。

【 0 0 5 6 】

信号処理装置 1 0 0 のユーザ 4 0 0 は、音響信号のうち、異音が含まれているか否かを判定する。

【 0 0 5 7 】

50

(5) 第1の態様に係る信号処理装置100の取得部120はマイクロホンアレイ110から音響信号を取得する。また、信号処理装置100の測定部130は、マイクロホンアレイ110を構成する各マイクの音響信号に基づいて複数の方向毎の前記音響レベルを測定し、信号処理装置100の第1判定部150は、複数の方向毎の前記音響レベルについて、前記第1閾値以上であるか否かの判定を行う。さらに、信号処理装置100は、異常判定部170が異常と判定した場合、第1閾値以上であると判定された音響レベルに係る方向に基づいて、当該異常に係る位置を特定する位置特定部180を備える。

【0058】

信号処理装置100は、音響信号に係る位置情報も取得し、異常に係る音響信号の位置情報もユーザ400に提供する。

10

【0059】

(6) 第1の態様に係る信号処理装置100の取得部120は、プラントで発生する音響信号を取得する。

【0060】

信号処理装置100のユーザ400は、プラント500で発生する異常に係る音響信号を判別する。

【0061】

(7) 第2の態様に係る信号処理装置100の演算部140は、音響レベルと正常値との差を正規化したものを要素とするベクトルの長さを音響特徴量と特定する。

【0062】

信号処理装置100は、周波数帯域毎に通常発生する音響レベルを反映させた音響特徴量を用いて、異音が含まれているか否かを判定する。

20

【0063】

(8) 信号処理方法は、音響信号を取得し、予め設定された第1帯域幅に係る複数の周波数帯域である第1周波数帯域毎に、前記音響信号の音響レベルを測定し、前記第1周波数帯域に係る複数の前記音響レベルに基づいて、前記第1帯域幅より広い第2帯域幅に係る複数の周波数帯域である第2周波数帯域に係る音響レベルの正常値からの離れ度合いを示す音響特徴量を特定し、前記第1周波数帯域毎に測定された音響レベルが、第1閾値以上であるか否かの判定を行い、前記音響特徴量が、第2閾値以上であるか否かの判定を行う。

【0064】

信号処理方法は、音響信号を取得し、当該音響信号をフーリエ変換し、第1周波数帯域毎の音響レベルを測定する。また、信号処理方法は、上記音響レベルに基づいて、音響特徴量を特定し、上記音響レベルを用いて、音響信号に異音が含まれているか否かを判定する。信号処理方法は、上記音響特徴量を用いて、音響信号に異音が含まれているか否かを判定する。

30

【0065】

(9) プログラムは、コンピュータを、音響信号を取得する取得部、予め設定された第1帯域幅に係る複数の周波数帯域である第1周波数帯域毎に、前記音響信号の音響レベルを測定する測定部、前記第1周波数帯域に係る複数の前記音響レベルに基づいて、前記第1帯域幅より広い第2帯域幅に係る複数の周波数帯域である第2周波数帯域に係る音響レベルの正常値からの離れ度合いを示す音響特徴量を特定する演算部、前記第1周波数帯域毎に測定された音響レベルが、第1閾値以上であるか否かの判定を行う第1判定部、前記音響特徴量が、第2閾値以上であるか否かの判定を行う第2判定部として機能させる。

40

【0066】

プログラムは、音響信号を取得し、当該音響信号をフーリエ変換し、第1周波数帯域毎の音響レベルを測定する。また、信号処理方法は、上記音響レベルに基づいて、音響特徴量を特定し、上記音響レベルを用いて、音響信号に異音が含まれているか否かを判定する。信号処理方法、上記音響特徴量を用いて、音響信号に異音が含まれているか否かを判定する。

【0067】

50

第1帯域幅の例としては、1/3オクターブが挙げられる。音響レベルとは、音響信号の音響パワーレベルである。正常値は、例えば正常に動作するプラントにおいて収録された音響信号の平均値などによって得ることができる。

【符号の説明】

【0068】

100	信号処理装置	
110	マイクロホンアレイ	
120	取得部	
130	測定部	
140	演算部	10
150	第1判定部	
160	第2判定部	
170	異常判定部	
180	位置特定部	
190	種別情報特定部	
200	表示装置	
300	機械	
400	ユーザ	
500	プラント	
1100	コンピュータ	20
1110	プロセッサ	
1120	メインメモリ	
1130	ストレージ	
1140	インタフェース	

30

40

50

【図面】

【図 1】

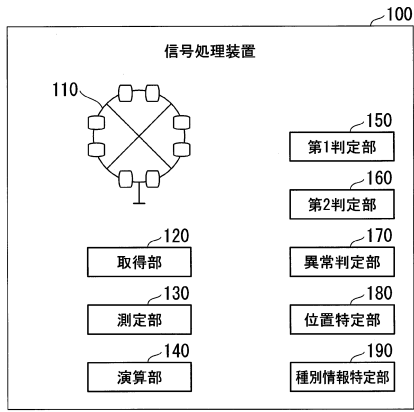


図 1

【図 2】

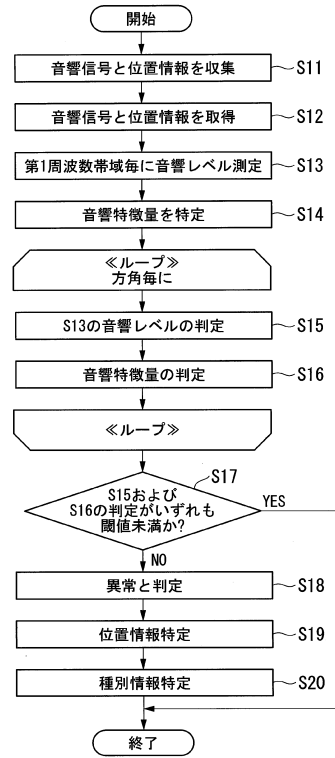


図 2

【図 3】

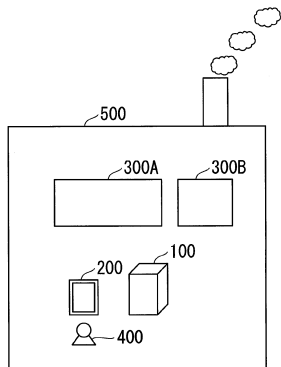


図 3

【図 4】

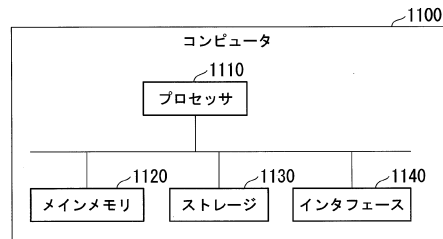


図 4

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 3 番 1 号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内
- (72)発明者 工藤 敏文
東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 濱地 義之
神奈川県横浜市中区錦町 1 2 番地 三菱日立パワーシステムズ株式会社横浜工場内 三菱日立パワーシステムズエンジニアリング株式会社内
- (72)発明者 幸王 貴則
神奈川県横浜市中区錦町 1 2 番地 三菱日立パワーシステムズ株式会社横浜工場内 三菱日立パワーシステムズエンジニアリング株式会社内
- 審査官 福田 裕司
- (56)参考文献 特開 2 0 1 9 - 1 1 7 0 8 3 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 1 6 3 4 0 8 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 1 3 3 1 1 5 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 0 2 0 1 9 3 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 1 7 7 3 5 9 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 2 1 5 8 3 3 (J P , A)
特開平 1 1 - 1 1 8 5 9 3 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- | | |
|---------|-----------|
| G 0 1 H | 3 / 0 0 |
| H 0 4 R | 3 / 0 0 |
| G 0 1 H | 1 7 / 0 0 |
| G 0 1 M | 9 9 / 0 0 |