

(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2019-134405

(P2019-134405A)

(43) 公開日 令和1年8月8日 (2019.8.8)

(51) Int.Cl.  
H04R 25/00 (2006.01)F I  
H04R 25/00

テーマコード (参考)

Z

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L 外国語出願 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2018-220266 (P2018-220266)  
 (22) 出願日 平成30年11月26日 (2018.11.26)  
 (31) 優先権主張番号 17204326.7  
 (32) 優先日 平成29年11月29日 (2017.11.29)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関  
 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 503021401  
 ジーエヌ ヒアリング エー/エス  
 GN Hearing A/S  
 デンマーク 2750 バレルブ ラウト  
 ルップビェアウ 7  
 Lautrupbjerg 7, 275  
 O Ballerup, Denmark  
 (74) 代理人 110000110  
 特許業務法人快友国際特許事務所  
 (72) 発明者 アルバート デ フリース  
 デンマーク、2750、バレルブ ラ  
 ウトルップビェアウ 7、ジーエヌ ヒ  
 アリング エー/エス、アイピーアール  
 グループ 内

最終頁に続く

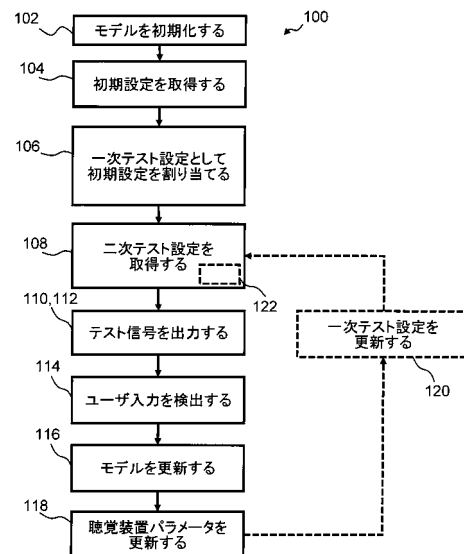
(54) 【発明の名称】 聴覚装置パラメータをチューニングする聴覚装置及び方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】聴覚装置パラメータをチューニングした効果が  
 実感できるチューニング方法を提供する。

【解決手段】方法は、モデルを初期化し (102)、初  
 期テスト設定を取得し (104)、一次テスト設定とし  
 て初期設定を割り当て (106)、二次テスト設定を取  
 得し (108)、一次テスト信号と二次テスト信号を出  
 力し (110、112)、一次テストと二次テストの結  
 果でいずれか好ましい方をユーザ入力し (114)、こ  
 れに基づいてモデルを更新する (116)。チューン  
 グ基準が満たされているという決定に従って、好ましい  
 テスト設定の聴覚装置パラメータに基づいて聴覚装置パ  
 ラメータを更新する (118)。

【選択図】図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

聴覚装置の聴覚装置パラメータをチューニングする方法であって、

目的関数の第 1 の仮定及び第 2 の仮定に基づいて、パラメータ化された前記目的関数を含むモデルを初期化することと、

1 つ又は複数の初期テスト聴覚装置パラメータにより定義された初期テスト設定を取得することと、

前記初期テスト設定を、一次テスト設定として割り当てることと、

前記モデルに基づいて、1 つ又は複数の二次テスト聴覚装置パラメータにより定義される二次テスト設定を取得することと、

前記一次テスト設定に応じて一次テスト信号を出力することと、

前記二次テスト設定に応じて二次テスト信号を出力することと、

前記一次テスト設定又は前記二次テスト設定のいずれか好ましい方を示す、好ましいテスト設定のユーザ入力を検出することと、

前記一次テスト設定と、前記二次テスト設定と、前記好ましいテスト設定とに基づいて、前記モデルを更新することと、

チューニング基準が満たされているという決定に従って、前記好ましいテスト設定の聴覚装置パラメータに基づいて前記聴覚装置の聴覚装置パラメータを更新することと、を備える方法。

## 【請求項 2】

前記好ましいテスト設定により前記一次テスト設定を更新することと、

前記更新されたモデルに基づいて、1 つ又は複数の二次テスト聴覚装置パラメータにより定義される前記二次テスト設定を更新することと、

前記一次テスト設定に応じて前記一次テスト信号を出力することと、

前記二次テスト設定に応じて前記二次テスト信号を出力することと、

前記一次テスト設定又は前記二次テスト設定のいずれか好ましい方を示す、好ましいテスト設定のユーザ入力を検出することと、

前記一次テスト設定と、前記二次テスト設定と、前記好ましいテスト設定とに基づいて、前記モデルを更新することと、を備える請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 3】

最適化継続基準が満たされているかを決定することをさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記最適化継続基準が満たされていることに従って、

前記好ましいテスト設定により前記一次テスト設定を更新することと、

前記更新されたモデルに基づいて、1 つ又は複数の二次テスト聴覚装置パラメータにより定義される前記二次テスト設定を更新することと、

前記一次テスト設定に応じて前記一次テスト信号を出力することと、

前記二次テスト設定に応じて前記二次テスト信号を出力することと、

前記一次テスト設定又は前記二次テスト設定のいずれか好ましい方を示す、好ましいテスト設定のユーザ入力を検出することと、を繰り返すことをさらに備える、請求項 3 に記載の方法。

## 【請求項 5】

前記第 1 の仮定とは、前記目的関数が滑らかな関数であることである、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の方法。

## 【請求項 6】

前記第 2 の仮定とは、前記目的関数が単峰性であることである、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

## 【請求項 7】

前記目的関数  $f_{x, \lambda, \Lambda}(X)$  は以下の式で与えられ、

10

20

30

40

50

$$f_{x^{\wedge}, \Lambda}(X) = - \left( (X - X^{\wedge})^T \Lambda (X - X^{\wedge}) \right)^p$$

ここでの、 $X$ は、装置の $(D)$ 個の聴覚装置パラメータを表す超立方体 $[0, 1]^D$ の $D$ 次元ベクトルであり、 $X^{\wedge}$ は $f_{x^{\wedge}, \Lambda}$ の最大化引数であり、 $\Lambda$ は $D \times D$ 正定値スケーリング行列であり、 $D$ は20未満の整数であり、 $p$ は0.01から0.99の範囲の実数値の指数である、請求項1から6のいずれか一項に記載の方法。

【請求項8】

前記目的関数 $f_{x^{\wedge}, \Lambda}(X)$ は、

$$f_{x^{\wedge}, \Lambda}(X) = - \sqrt{\left\{ (X - X^{\wedge})^T \Lambda (X - X^{\wedge}) \right\}}$$

により与えられる、請求項7に記載の方法。

【請求項9】

10

前記最大化引数 $X^{\wedge}$ は、前記目的関数 $f_{x^{\wedge}, \Lambda}$ に対する以下の前提により制限を受け、

$$Z^{\wedge} \sim N(\mu, \Sigma) \text{ による } X^{\wedge} = \Phi(Z^{\wedge})$$

ここでの、 $\Phi(Z^{\wedge}) = \int_{-\infty}^{Z^{\wedge}} N(x | 0, 1) dx$ は標準正規分布の累積密度関数であり、 $Z^{\wedge}$ は平均ベクトル $\mu$ 及び共分散行列 $\Sigma$ による正規分布からのサンプルである、請求項8に記載の方法。

【請求項10】

前記正定値スケーリング行列 $\Lambda$ は、以下の前提により制限を受け、

$$\Lambda = \text{diagm}([\lambda_1, \dots, \lambda_D]), \quad \lambda_d \sim \text{Gamma}(k_d, \theta_d)$$

ここでの、 $\lambda_d$ は形状パラメータ $k_d$ 及び寸法パラメータ $\theta_d$ によるガンマ分布からのサンプルである、請求項7から9のいずれか一項に記載の方法。

20

【請求項11】

初期テスト設定を取得することは、前記1つ又は複数の初期テスト聴覚装置パラメータの第1の初期テスト聴覚装置パラメータをランダムに選択するか、前記1つ又は複数の初期テスト聴覚装置パラメータとして1つ又は複数の現在の聴覚装置パラメータを選択することを含む、請求項1から10のいずれか一項に記載の方法。

【請求項12】

前記モデルに基づいて二次テスト設定を取得することは、前記目的関数の前記最大化引数についての事後分布 $p(X^{\wedge} | \text{data})$ からのサンプリングとして、前記二次テスト設定を取得することを含んでおり、前記事後分布は取得済みの全てのユーザ入力に対して条件付けされている、請求項1から11のいずれか一項に記載の方法。

30

【請求項13】

前記一次テスト設定又は前記二次テスト設定のいずれか好ましい方を示す、好ましいテスト設定のユーザ入力を検出することは、前記ユーザ入力をユーザに促すことを含む、請求項1から12のいずれか一項に記載の方法。

【請求項14】

前記モデルを更新することは、ベイズ推論又は近似ベイズ推論に基づく、請求項1から13のいずれか一項に記載の方法。

【請求項15】

第1のマイクロホン入力信号を提供する第1のマイクロホンを含むマイクロホンセットと、

40

1つ又は複数の聴覚装置パラメータに応じて入力信号を処理し、入力信号に基づいて電気出力信号を提供するプロセッサと、

ユーザインタフェースと、

前記電気出力信号を音響出力信号に変換するレシーバと、を備え、

前記プロセッサは、

目的関数の第1の仮定及び第2の仮定に基づいて、パラメータ化された前記目的関数を含むモデルを初期化することと、

1つ又は複数の初期テスト聴覚装置パラメータにより定義された初期テスト設定を取得することと、

50

前記初期テスト設定を、一次テスト設定として割り当てることと、

前記モデルに基づいて、1つ又は複数の二次テスト聴覚装置パラメータにより定義された二次テスト設定を取得することと、

前記レシーバを介して前記一次テスト設定に応じて一次テスト信号を出力することと、

前記レシーバを介して前記二次テスト設定に応じて二次テスト信号を出力することと、

前記一次テスト設定又は前記二次テスト設定のいずれか好ましい方を示す、好ましいテスト設定のユーザ入力を検出することと、

前記一次テスト設定と、前記二次テスト設定と、前記好ましいテスト設定とに基づいて、前記モデルを更新することと、

チューニング基準が満たされているという決定に従って、前記好ましいテスト設定の聴覚装置パラメータに基づいて前記聴覚装置の前記聴覚装置パラメータを更新することと、  
を実行するように構成されている、聴覚装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、聴覚装置及び関連する方法、特に聴覚装置パラメータを設定する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ユーザが聴覚装置プログラム／聴覚装置パラメータを調整可能として、満足するリスニング体験を実現可能とする、ユーザ選択可能プログラムを有する聴覚装置が知られている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

聴覚装置ユーザに、改良されたリスニング体験を提供することが切望されている。さらに、聴覚装置の1つ又は複数の聴覚装置パラメータを構成するための簡単且つ効果的な方法も必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【0004】

開示されている聴覚装置は、第1のマイクロホン入力信号を提供する第1のマイクロホンを含むマイクロホンセットと、1つ又は複数の聴覚装置パラメータに応じて入力信号を処理し、入力信号に基づいて電気出力信号を提供するプロセッサと、ユーザインタフェースと、電気出力信号を音響出力信号に変換するレシーバとを備える。聴覚装置、例えばプロセッサは、例えば目的関数の第1の仮定及び／又は第2の仮定に基づいて、パラメータ化された目的関数を含むモデルを初期化することと、1つ又は複数の初期テスト聴覚装置パラメータにより定義された初期テスト設定を取得することと、初期テスト設定を、一次テスト設定として割り当てることと、モデルに基づいて、1つ又は複数の二次テスト聴覚装置パラメータにより定義された二次テスト設定を取得することと、レシーバを介して一次テスト設定に応じて一次テスト信号を出力することと、レシーバを介して二次テスト設定に応じて二次テスト信号を出力することと、一次テスト設定又は二次テスト設定のいずれか好ましい方を示す、好ましいテスト設定のユーザ入力を検出することと、一次テスト設定と、二次テスト設定と、好ましいテスト設定とに基づいて、モデルを更新することと、任意選択で、チューニング基準が満たされているという決定に従って、好ましいテスト設定の聴覚装置パラメータに基づいて聴覚装置の聴覚装置パラメータを更新することと、を実行するように構成されている。

【0005】

さらに、開示されている聴覚装置の聴覚装置パラメータをチューニングする方法は、例えば目的関数の第1の仮定及び／又は第2の仮定に基づいて、パラメータ化された目的関数を含むモデルを初期化することと、1つ又は複数の初期テスト聴覚装置パラメータによ

10

20

30

40

50

り定義された初期テスト設定を取得することと、初期テスト設定を、一次テスト設定として割り当てることと、モデルに基づいて、1つ又は複数の二次テスト聴覚装置パラメータにより定義された二次テスト設定を取得することと、一次テスト設定に応じて一次テスト信号を出力することと、二次テスト設定に応じて二次テスト信号を出力することと、一次テスト設定又は二次テスト設定のいずれか好ましい方を示す、好ましいテスト設定のユーザ入力を検出することと、少なくともすべての一次テスト設定と、二次テスト設定と、好ましいテスト設定とに基づいて、モデルを更新することと、任意選択で、チューニング基準が満たされているという決定に従って、好ましいテスト設定の聴覚装置パラメータに基づいて聴覚装置の聴覚装置パラメータを更新することとを備える。この方法は、聴覚装置、及び/又はアクセサリ装置を有する聴覚装置システムにおいて実行されてもよい。

【0006】

本開示の利点は、聴覚装置パラメータが通常の動作状況の間、及び/又は少数のユーザ入力/ユーザインタラクションを用いて構成可能であることである。したがって、簡単で且つスムーズな聴覚装置のユーザ体験が提供される。

【0007】

上述の本発明の特徴及び利点と、他の特徴及び利点は、添付の図面を参照しつつ、以下の例示的な実施形態の詳細な記載によって当業者には容易に明らかになるだろう。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本開示による例示的な聴覚装置及びアクセサリ装置を概略的に示す。

【図2】本開示による例示的な方法のフローチャートである。

【図3】本開示による例示的な方法のフローチャートである。

【図4】本開示による例示的な方法のフローチャートである。

【図5】本開示による例示的な方法のフローチャートである。

【図6】異なる目的関数による最適化の結果を示す。

【発明を実施するための形態】

【0009】

関連するときは図面を参照しつつ、本明細書で以下に種々の例示的な実施形態及び詳細を記載する。図面は、縮尺通りに描かれている事もあれば、描かれていない事もあり、同様の構造又は機能をもつ要素は、図面全体で同様の参照番号によって表されることを注記しておくべきである。図面は、実施形態の説明を容易にすることだけを意図していることも注記しておくべきである。図面は、発明の包括的な記載であることは意図しておらず、又は特許請求の範囲に記載された発明の範囲を限定するものであることは意図していない。これに加え、図示されている実施形態は、示されている全ての態様又は利点を有する必要はない。特定の実施形態と関連して記載される態様又は利点は、必ずしもその実施形態に限定されず、図示されていない場合であっても、又はそのように明確に記載されていない場合であっても、任意の他の実施形態で実施することができる。

【0010】

本開示は、聴覚システムと、そのユーザアクセサリ装置及び聴覚装置、さらに関連する方法に関する。ユーザアクセサリ装置は、聴覚装置に対するアクセサリ装置を形成する。ユーザアクセサリ装置は、典型的には聴覚装置にペアリングされるか、無線接続される。聴覚装置は、例えば、耳掛け(BTE)型、耳穴(ITE)型、外耳道内(ITC)型、外耳道内レシーバ(RIC)型、又は耳穴内レシーバ(RITE)型の補聴器であってよい。典型的には、聴覚装置システムは聴覚装置ユーザに所有されており、当該ユーザに制御される。ユーザアクセサリ装置は、スマートフォン、スマートウォッチ、特定用途向け装置、又はタブレットコンピュータのような、ハンドヘルド型装置である。

【0011】

聴覚システムは、サーバ装置、及び/又はフィッティング装置を有してもよい。フィッティング装置はディスペンサにより制御されるもので、フィッティングパラメータ等の構成データを決定するように構成される。サーバ装置は聴覚装置メーカーにより制御されて

もよい。

【0012】

聴覚システムは、一次テスト設定又は二次テスト設定のいずれか好ましい方を示す、好ましいテスト設定のユーザ入力を、受信及び検出するように構成される。したがって、聴覚システムは、ユーザ入力を受信及び／又は検出する1つ又は複数のユーザインタフェースを有してもよい。例えば、聴覚装置はユーザ入力を受信するユーザインタフェースを有してもよい。聴覚装置のユーザインタフェースは、1つ又は複数のボタン、加速度計、及び／又は音声制御ユニットを有してもよい。アクセサリ装置は、ユーザインタフェースを有してもよい。アクセサリ装置のユーザインタフェースは、例えばタッチディスプレイのように、タッチセンサ表面を有してもよく、さらに／あるいは1つ又は複数のボタンを有してもよい。アクセサリ装置のユーザインタフェースは音声制御ユニットを有してもよい。聴覚装置のユーザインタフェースは、1つ又は複数の物理的スライダ、ノブ、及び／又はプッシュボタンを有してもよい。アクセサリ装置のユーザインタフェースは、1つ又は複数の物理的、又は仮想の（スクリーン上の）スライダ、ノブ、及び／又はプッシュボタンを有してもよい。

10

【0013】

聴覚装置の聴覚装置パラメータをチューニングする例示的な方法は、目的関数の第1の仮定及び第2の仮定に基づいて、パラメータ化された目的関数を含むモデルを初期化することと、1つ又は複数の初期テスト聴覚装置パラメータにより定義された初期テスト設定を取得することと、初期テスト設定を、一次テスト設定として割り当てることと、モデルに基づいて、1つ又は複数の二次テスト聴覚装置パラメータにより定義される二次テスト設定を取得することと、一次テスト設定に応じて一次テスト信号を出力することと、二次テスト設定に応じて二次テスト信号を出力することと、一次テスト設定又は二次テスト設定のいずれか好ましい方を示す、好ましいテスト設定のユーザ入力を検出することと、一次テスト設定と、二次テスト設定と、好ましいテスト設定とに基づいて、モデルを更新することと、チューニング基準が満たされているという決定に従って、好ましいテスト設定の聴覚装置パラメータに基づいて聴覚装置の聴覚装置パラメータを更新することとを備える。

20

【0014】

方法、又は少なくともその方法の一部は、聴覚装置において実行されてもよい。方法は部分的にユーザアクセサリ装置において実行されてもよい。方法の一部をユーザアクセサリ装置において実行することは、よりスムーズなユーザ入力及びユーザ体験を提供するにあたって有利でありうる。さらに、方法の一部をユーザアクセサリ装置において実行することは、聴覚装置側にしてみれば、より電力効率の良い方法を提供するのに有利でありうる。

30

【0015】

聴覚装置の聴覚装置パラメータをチューニングする例示的な方法は、アクセサリ装置において目的関数の第1の仮定及び第2の仮定に基づいて、パラメータ化された目的関数を含むモデルを初期化することと、アクセサリ装置において1つ又は複数の初期テスト聴覚装置パラメータにより定義された初期テスト設定を取得することと、アクセサリ装置において、初期テスト設定を、一次テスト設定として割り当てることと、アクセサリ装置において、モデルに基づいて、1つ又は複数の二次テスト聴覚装置パラメータにより定義される二次テスト設定を取得することと、アクセサリ装置からの一次テスト設定及び二次テスト設定を示す制御信号に応じて、聴覚装置により一次テスト設定に応じた一次テスト信号と、二次テスト設定に応じた二次テスト信号とを出力することと、アクセサリ装置において、一次テスト設定又は二次テスト設定のいずれか好ましい方を示す、好ましいテスト設定のユーザ入力を検出することと、アクセサリ装置において、一次テスト設定と二次テスト設定と好ましいテスト設定とに基づいてモデルを更新することと、チューニング基準が満たされているという決定に従って、例えば、好ましいテスト設定の聴覚装置パラメータを示す制御信号を、アクセサリ装置から聴覚装置に送信することによって、好ましいテス

40

50

ト設定の聴覚装置パラメータに基づいて聴覚装置の聴覚装置パラメータを更新することと、を備える。

【0016】

方法において、モデルを初期化することは、聴覚装置又はユーザアクセサリ装置において実行されてもよい。

【0017】

第1の仮定は、目的関数が滑らかな関数であることであってもよい。

【0018】

第2の仮定は、目的関数が単峰性 (unimodal) であることであってもよい。

【0019】

目的関数は  $f_{x^{\wedge}, \Lambda}(X)$  として示されてよい。ここで、 $X$  は、装置の ( $D$ ) 個の聴覚装置パラメータを示す超立方体  $[0, 1]^D$  の  $D$  次元ベクトルであり、 $X^{\wedge}$  は  $f_{x^{\wedge}, \Lambda}$  の最大化引数 (maximizing argument) であり、 $\Lambda$  はスケーリング行列である。聴覚装置パラメータの数  $D$  は1であるか、あるいは2から15の範囲等、20未満の整数であってもよい。

【0020】

目的関数は  $f_{x^{\wedge}, \Lambda}(X)$  以下の式で与えられてもよい。

$$f_{x^{\wedge}, \Lambda}(X) = -(\alpha(X - X^{\wedge})^T \Lambda (X - X^{\wedge}))^p$$

ここで、 $X$  は、装置の ( $D$ ) 個の聴覚装置パラメータを示す超立方体  $[0, 1]^D$  の  $D$  次元ベクトルであり、 $X^{\wedge}$  は  $f_{x^{\wedge}, \Lambda}$  の最大化引数であり、 $\Lambda$  は  $D \times D$  正定値スケーリング行列であり、 $D$  は20未満の整数であり、 $p$  は0.01から0.99の範囲の実数値の指数である。実数値の指数  $p$  は、0.2から0.8の範囲であってもよい。一例として、実数値の指数  $p$  は1に設定されてもよい。なお、例えば  $\alpha$  は、1以上の実数値パラメータである。

【0021】

目的関数  $f_{x^{\wedge}, \Lambda}(X)$  は以下の式で与えられてもよい。

$$f_{x^{\wedge}, \Lambda}(X) = -\sqrt{\{(X - X^{\wedge})^T \Lambda (X - X^{\wedge})\}}$$

【0022】

目的関数  $f_{x^{\wedge}, \Lambda}(X)$  は以下の式で与えられてもよい。

$$f_{x^{\wedge}, \Lambda}(X) = \exp(-(X - X^{\wedge})^T \Lambda (X - X^{\wedge}))$$

【0023】

最大化引数  $X^{\wedge}$  は、目的関数  $f_{x^{\wedge}, \Lambda}$  の1つ又は複数の前提 (prior assumptions) により制約を受けてもよい。

【0024】

最大化引数  $X^{\wedge}$  は、目的関数  $f_{x^{\wedge}, \Lambda}$  に対する以下の前提により制約を受けてもよい。

$$X^{\wedge} = \Phi(Z^{\wedge})$$

ここで、 $\Phi(Z^{\wedge})$  は標準正規分布のような確率分布の累積密度関数 (cumulative density function) であり、 $Z^{\wedge}$  は別の確率分布からのサンプルである。

【0025】

1つ又は複数の例示的方法 / 聴覚システムにおいて、最大化引数  $X^{\wedge}$  は目的関数  $f_{x^{\wedge}, \Lambda}$  に対する以下の前提により制約を受けてもよい。

$$Z^{\wedge} \sim N(\mu, \Sigma) \text{ による } X^{\wedge} = \Phi(Z^{\wedge})$$

ここで、 $\Phi(Z^{\wedge}) = \int_{-\infty}^{Z^{\wedge}} N(x | 0, 1) dx$  は標準正規分布の累積密度関数であり、 $Z^{\wedge}$  は平均ベクトル  $\mu$  及び共分散行列  $\Sigma$  による正規分布からのサンプルである。平均及び共分散値は、ユーザ応答から学習される。

【0026】

スケーリング行列  $\Lambda$  は、例えば以下の前提により制約を受ける正定値スケーリング行列  $\Lambda$  であってもよい。

10

20

30

40

50

$$\Lambda = \text{diagm}([\lambda_1, \dots, \lambda_D]), \quad \lambda_d \sim \text{Gamma}(k_d, \theta_d)$$

ここで、 $\lambda_d$  は形状パラメータ  $k_d$  及び寸法パラメータ  $\theta_d$  によるガンマ分布からのサンプルである。形状パラメータ及び寸法パラメータの値は、ユーザ応答から学習される。

【0027】

スケーリング行列  $\Lambda$  は2つの機能がある。第1に、 $\Lambda$  の対角要素は、各聴覚装置パラメータのスケール因子であり、第2に、非対角値は、聴覚装置パラメータ間の相関関係をモデリング可能とする。1つ又は複数の例示的方法／聴覚装置において、聴覚装置パラメータ間の相関関係は、前提（ $\Lambda$  が対角である）によって、モデル化されない。

【0028】

スケーリング行列  $\Lambda$  は、対角行列でなくてもよい。スケーリング行列  $\Lambda$  は、 $\Lambda = L' * L$  として選択されてもよい。ここで、 $L$  は下三角行列（ $\Lambda$  のコレスキー分解としても知られる）であってもよい。ガウス事前分布（*Gaussian priors*）は、各要素  $L$  に対して適用されてもよい（即ち、 $L_{ij} \sim N(\mu_{ij}, \sigma_{ij}^2)$ ）。

【0029】

1つ又は複数の例示的方法／聴覚システムにおいて、最大化引数  $X^\wedge$  は以下の前提により制約を受けてもよい。

$$p(X^\wedge) = \prod_{d=1}^D \text{Beta}(X^\wedge | a_d, b_d)$$

ここで、 $\text{Beta}()$  は、形状パラメータ  $a$  及び  $b$  によるベータ分布である。形状パラメータの値は、ユーザ応答から学習される。

【0030】

方法は、好ましいテスト設定により一次テスト設定を更新することと、例えば更新されたモデルに基づいて、1つ又は複数の二次テスト聴覚装置パラメータにより定義された二次テスト設定を更新することと、一次テスト設定に応じて一次テスト信号を出力することと、二次テスト設定に応じて二次テスト信号を出力することと、一次テスト設定又は二次テスト設定のいずれか好ましい方を示す、好ましいテスト設定のユーザ入力を検出することと、任意で一次テスト設定と、二次テスト設定と、好ましいテスト設定とに基づいて、又は一次テスト設定、二次テスト設定、好ましいテスト設定のうちの少なくとも1つに基づいて、モデルを更新することと、を備えていてもよい。

【0031】

方法は、最適化継続基準（*continue-optimization criterion*）が満たされたかを決定することを備え、任意で最適化継続基準が満たされなければ（言い換えると、停止基準が満たされたことに従って）、テスト信号を出力することや、好ましいテスト設定のユーザ入力を検出することを行わないことを備えていてもよい。最適化継続基準は、一次テスト設定と、二次テスト設定とに基づいてもよい。例示的最適化継続基準は、モデル更新が固定パラメータ設定に収束する場合に満たされる、あるいは少なくとも部分的に満たされてもよい。最適化継続基準は、ユーザ入力の数のカウントに基づいてもよい。例示的継続最適化基準は、所与の最適化シーケンスにおけるユーザ入力の数、2から8の範囲等、10未満であれば満たされる、又は少なくとも部分的に満たされてもよい。

【0032】

方法は、最適化継続基準が満たされたことに従って、好ましいテスト設定により一次テスト設定を更新することと、更新されたモデルに基づいて、1つ又は複数の二次テスト聴覚装置パラメータにより定義される二次テスト設定を更新することと、一次テスト設定に応じて一次テスト信号を出力することと、二次テスト設定に応じて二次テスト信号を出力することと、一次テスト設定又は二次テスト設定のいずれか好ましい方を示す、好ましいテスト設定のユーザ入力を検出することと、を繰り返すことを備えていてもよい。

【0033】

初期テスト設定を取得することは、1つ又は複数の初期テスト聴覚装置パラメータの第1の初期テスト聴覚装置パラメータをランダムに選択するか、1つ又は複数の初期テスト

10

20

30

40

50

聴覚装置パラメータとしての１つ又は複数の現在の聴覚装置パラメータを選択することを含んでもよい。

【００３４】

モデルに基づいて二次テスト設定を取得することは、目的関数の最大化引数についての事後分布 ( $p(X^{\wedge} | data)$ とも記載する) から、例えばトンプソンサンプリング (Thompson sampling) によるサンプリングとして、二次テスト設定を取得することを含んでもよい。事後分布は、１又は複数の、例えば全ての、取得済みのユーザ入力に条件付けされてもよい。本方法及び聴覚装置により、最大化引数に対する確率分布の明確な記載 (即ち  $p(X^{\wedge} | data)$ ) が可能である。ここで、 $data$  は後続のデータか、ユーザとのあらゆるインタラクションにより得られるデータを示す。

10

【００３５】

一次テスト設定又は二次テスト設定の好ましい方を示す、好ましいテスト設定のユーザ入力を検出することは、ユーザ入力をユーザに促すことを含んでもよい。ユーザ入力を検出することは、聴覚装置において、例えば、ユーザが聴覚装置のボタン、及び／又は加速度計を作動する (例えば、聴覚装置のハウジングをタップ、又はダブルタップする) ことで実現されてもよい。ユーザ入力を検出することは、アクセサリ装置において、ユーザが、好ましいテスト設定を示すユーザインタフェース要素を選択することで実現されてもよい。ユーザ入力を検出することは、アクセサリ装置において、ユーザが、タッチセンサディスプレイにおいて好ましいテスト設定を示すユーザインタフェース要素を選択することで実現されてもよい。

20

【００３６】

モデルを更新することは、ベイズ推論に基づいてもよい。モデルを更新することは、モデルの１つ又は複数のパラメータを更新することを含んでもよい。１つ又は複数の例示的方法／聴覚装置／アクセサリ装置において、モデルを更新することは、平均ベクトル  $\mu$ 、共分散行列  $\Sigma$ 、形状パラメータ  $k_d$  及び寸法パラメータ  $\theta_d$  の内の１つ又は複数の、例えば全てを更新することを含んでもよい。モデル又はそのパラメータを更新することは、変分最適化 (variational optimization)、ラプラス近似、又はモンテカルロサンプリングに基づいてもよい。

【００３７】

聴覚装置の聴覚装置パラメータを更新することは、好ましいテスト設定の聴覚装置パラメータに基づく。例えば、聴覚装置の聴覚装置パラメータは目的関数の最大化引数  $X^{\wedge}$  に設定されてもよい。１つ又は複数の例示的方法／聴覚装置において、聴覚装置の聴覚装置パラメータは各テストサイクル後、即ち各ユーザ入力後に更新されてもよい。但し、ユーザの混乱を避けるため、さらに／あるいは省電力のため、聴覚装置の聴覚装置パラメータはチューニング基準が満たされていることに従って更新されてもよい。１つ又は複数の例示的方法／聴覚装置において、最適化継続基準が満たされていない、即ち聴覚装置パラメータのチューニングが完了していれば、チューニング基準は満たされている。

30

【００３８】

聴覚装置は、第１のマイクロホン入力信号を提供する第１のマイクロホンを含むマイクロホンセットと、１つ又は複数の聴覚装置パラメータに応じて、第１のマイクロホン入力信号又は事前処理された第１のマイクロホン入力信号を含む入力信号を処理し、入力信号に基づいて電気出力信号を提供するプロセッサと、ユーザインタフェースと、電気出力信号を音響出力信号に変換するレシーバと、を備える。任意で、プロセッサは、ユーザの聴力損失を補償するように構成されている。

40

【００３９】

プロセッサは、目的関数の第１の仮定及び第２の仮定に基づいて、パラメータ化された目的関数を含むモデルを初期化することと、１つ又は複数の初期テスト聴覚装置パラメータにより定義された初期テスト設定を取得することと、初期テスト設定を、一次テスト設定として割り当てることと、モデルに基づいて、１つ又は複数の二次テスト聴覚装置パラメータにより定義される二次テスト設定を取得することと、レシーバを介して一次テスト

50

設定に応じて一次テスト信号を出力することと、レシーバを介して二次テスト設定に応じて二次テスト信号を出力することと、一次テスト設定又は二次テスト設定のいずれか好ましい方を示す、好ましいテスト設定のユーザ入力を検出することと、一次テスト設定と、二次テスト設定と、好ましいテスト設定とに基づいて、モデルを更新することと、チューニング基準が満たされているという決定に応じて、好ましいテスト設定の聴覚装置パラメータに基づいて聴覚装置の聴覚装置パラメータを更新することと、を実行するように構成されている。

【0040】

図1は、例示的な聴覚システムを示す。聴覚システム1は、聴覚装置2と、アクセサリ装置4とを有する。聴覚装置2は、アクセサリ装置4と、任意で(図1では不図示の)対側聴覚装置との(無線)通信用のトランシーバモジュール6を有する。トランシーバモジュール6は、アンテナ8と、トランシーバ10とを有し、アクセサリ装置4への無線接続11を通じて、無線信号を受信及び/又は送信するように構成されている。聴覚装置2は、第1のマイクロホン入力信号14を提供する第1のマイクロホン12を含むマイクロホンセットと、1つ又は複数の聴覚装置パラメータに応じて第1のマイクロホン入力信号14を含む入力信号を処理し、入力信号に基づいて電気出力信号18を提供するプロセッサ16と、プロセッサ16に接続されたユーザインタフェース20と、電気出力信号18を音響出力信号に変換するレシーバ22と、を備える。

【0041】

アクセサリ装置4はスマートフォンで、タッチディスプレイ26を含むユーザインタフェース24と、プロセッサ(不図示)とを有する。アクセサリ装置4は、聴覚装置2の1つ又は複数の聴覚装置パラメータの設定を調整するための、設定調整モードにある。

【0042】

聴覚装置2(プロセッサ16)又はアクセサリ装置4は、例えば開始基準が満たされたと判断されると、目的関数の第1の仮定及び第2の仮定に基づいて、パラメータ化された目的関数を含むモデルを初期化するように構成されている。開始基準は、例えばアクセサリ装置4の仮想スタートボタン28の作動のような、ユーザの最適化を開始したいという要求を示す、ユーザインタフェース20又はユーザインタフェース24に対するユーザ入力の検出をもって満たされるものとしてもよい。

【0043】

聴覚装置2又はアクセサリ装置4は、1つ又は複数の初期テスト聴覚装置パラメータにより定義された初期テスト設定を取得し、初期テスト設定を一次テスト設定として割り当て、モデルに基づいて、1つ又は複数の二次テスト聴覚装置パラメータにより定義された二次テスト設定を取得するように構成される。

【0044】

アクセサリ装置4を有する形態では、アクセサリ装置4は、一次テスト設定及び二次テスト設定を示す制御信号30を聴覚装置2に送信して、聴覚装置2がそれに応じたテスト信号を出力可能とするように構成されてもよい。

【0045】

聴覚装置2(プロセッサ16)は、レシーバ22を介して一次テスト設定に応じて一次テスト信号を出力し、レシーバ22を介して二次テスト設定に応じて二次テスト信号を出力するように構成されている。

【0046】

聴覚装置2(プロセッサ16)又はアクセサリ装置4は、一次テスト設定又は二次テスト設定の好ましい方を示す、好ましいテスト設定のユーザ入力を検出するように構成されている。これは例えば、ユーザインタフェース20に対するユーザ入力を検出するか、アクセサリ装置4のユーザインタフェース26上の一次仮想ボタン32及び二次仮想ボタン34のいずれかに対するユーザ選択を検出することで実現される。

【0047】

聴覚装置2(プロセッサ16)、及び/又はアクセサリ装置4は、一次テスト設定と、

10

20

30

40

50

二次テスト設定と、好ましいテスト設定とに基づいて、モデルを更新する、さらに、チューニング基準が満たされているという決定に従って、好ましいテスト設定の聴覚装置パラメータに基づいて聴覚装置の聴覚装置パラメータを更新するように構成される。チューニング基準は、最適化の停止を意図したユーザ入力をユーザ行ったことを示す、例えばアクセサリ装置4のユーザインタフェース26上の仮想停止ボタン（不図示）がユーザ選択された、及び/又は（1つ又は複数の）好ましいテスト設定が所定数ユーザ入力されたことを検出することをもって満たされてもよい。

#### 【0048】

アクセサリ装置4を有する形態では、アクセサリ装置4は好ましいテスト設定の聴覚装置パラメータを示す制御信号38を聴覚装置2に送信して、聴覚装置が聴覚装置の聴覚装置パラメータを更新できるようにするように構成されてもよい。

10

#### 【0049】

図2は、聴覚装置の聴覚装置パラメータをチューニングする例示定方法のフローチャートである。方法100は、目的関数の第1の仮定と、第2の仮定とに基づいて、パラメータ化された目的関数を含むモデルを初期化すること102を含んでもよい。目的関数  $f_{X^{\wedge}, \Lambda}(X)$  は以下の式で求められる。

$$f_{X^{\wedge}, \Lambda}(X) = - \left( (X - X^{\wedge})^T \Lambda (X - X^{\wedge}) \right)^p$$

ここで、 $X$  は、装置の ( $D$ ) 個の聴覚装置パラメータを示す超立方体  $[0, 1]^D$  の  $D$  次元ベクトルであり、 $X^{\wedge}$  は  $f_{X^{\wedge}, \Lambda}$  の最大化引数であり、 $\Lambda$  は  $D \times D$  正定値スケーリング行列であり、 $D$  は20未満の整数であり、 $p$  は0.5である。最大化引数  $X^{\wedge}$  は、目的関数  $f_{X^{\wedge}, \Lambda}$  の、以下の前提に基づいて制約を受ける。

20

$$Z^{\wedge} \sim N(\mu, \Sigma) \text{ による } X^{\wedge} = \Phi(Z^{\wedge})$$

ここで、 $\Phi(Z^{\wedge}) = \int_{-\infty}^{\infty} Z^{\wedge} N(x | 0, 1) dx$  は標準正規分布の累積密度関数であり、 $Z^{\wedge}$  は平均ベクトル  $\mu$  及び共分散行列  $\Sigma$  による正規分布からのサンプルである。正定値スケーリング行列  $\Lambda$  は、以下の前提により制約を受ける。

$$\Lambda = \text{diag}([\lambda_1, \dots, \lambda_D]), \quad \lambda_d \sim \text{Gamma}(k_d, \theta_d)$$

ここで、 $\lambda_d$  は、形状パラメータ  $k_d$  及び寸法パラメータ  $\theta_d$  によるガンマ分布からのサンプルである。

#### 【0050】

方法100は、1つ又は複数の初期テスト聴覚装置パラメータにより定義された初期テスト設定を取得すること104と、初期テスト設定を一次テスト設定として割り当てること106とを含む。方法100は、目的関数の最大化引数に対する事後分布 ( $p(X^{\wedge} | \text{data})$ ) とも記載する)からのサンプリングにより、1つ又は複数の二次テスト聴覚装置パラメータにより定義された二次テスト設定をモデルに基づいて取得すること108を含む。

30

#### 【0051】

そして方法100は、聴覚装置により、一次テスト設定に応じて一次テスト信号を出力110し、聴覚装置により、二次テスト設定に応じて二次テスト信号を出力すること112に進む。

#### 【0052】

40

方法100は、一次テスト設定又は二次テスト設定のいずれか好ましい方を示す、好ましいテスト設定のユーザ入力を検出すること114と、一次テスト設定と、二次テスト設定と、好ましいテスト設定とに基づいて、モデルを更新すること116を備える。モデルを更新することは、変分最適化に基づいて、平均ベクトル  $\mu$  と、共分散行列  $\Sigma$  と、形状パラメータ  $k_d$  及び寸法パラメータ  $\theta_d$  とを更新することを含む。

#### 【0053】

方法100は、好ましいテスト設定の聴覚装置パラメータに基づいて、聴覚装置の聴覚装置パラメータを更新すること118を備える。

#### 【0054】

聴覚装置パラメータを更新すること118と、一次テスト設定を更新すること120と

50

は、単一の動作に統合されてもよい。即ち、例えば一次テスト設定を更新すること 1 2 0 は、聴覚装置パラメータを更新すること 1 1 8 の一部として実行されてもよい。

【0055】

モデルを更新すること 1 1 6 と、一次テスト設定を更新すること 1 2 0 とは、単一の動作に統合されてもよい。例えば、一次テスト設定を更新すること 1 2 0 は、モデルを更新すること 1 1 6 の一部として実行されてもよい。

【0056】

方法 1 0 0 は連続的な方法であってもよく、好ましいテスト設定により一次テスト設定を更新すること 1 2 0 と、任意で、二次テスト設定を取得すること 1 0 8 の一部として、更新されたモデルに基づいて二次テスト設定を更新すること 1 2 2 とを備えてもよい。

10

【0057】

図 3 は、聴覚装置の聴覚装置パラメータをチューニングする例示的方法のフローチャートである。方法 1 0 0 A は、聴覚装置の聴覚装置パラメータの条件付き更新を実現するものである。例えば、方法の動作 1 0 2、1 0 4、1 0 6、1 0 8、1 1 4、1 1 6 が少なくとも一部アクセサリ装置で実現されれば、更新すること 1 1 8 に関して必要となる、聴覚装置から / への受信 / 送信が低減できるという点で有利でありうる。方法 1 0 0 A は、チューニング基準が満たされているかを決定し、チューニング基準が満たされているという決定 1 3 0 に従って、好ましいテスト設定の聴覚装置パラメータに基づいて聴覚装置の聴覚装置パラメータを更新すること 1 1 8 を備える。さらに、好ましい設定が実現されるまで、聴覚装置の通常動作は影響されない。方法 1 0 0 A は、チューニング基準が満たされていないという決定 1 3 0 に従って、好ましいテスト設定により一次テスト設定を更新すること 1 2 0 と、任意で、二次テスト設定を取得すること 1 0 8 の一部として、更新されたモデルに基づいて二次テスト設定を更新すること 1 2 2 とを備えてもよい。

20

【0058】

図 4 は、聴覚装置の聴覚装置パラメータをチューニングする例示的方法のフローチャートである。方法 1 0 0 B は、最適化継続基準が満たされているかを決定し、最適化継続基準が満たされたこと 1 4 0 に従って、好ましいテスト設定により一次テスト設定を更新すること 1 2 0 と、更新されたモデルに基づいて、1 つ又は複数の二次テスト聴覚装置パラメータにより定義された二次テスト設定を更新すること 1 2 2 と、一次テスト設定に応じて一次テスト信号を出力すること 1 1 0 と、二次テスト設定に応じて二次テスト信号を出力すること 1 1 2 と、一次テスト設定又は二次テスト設定のいずれか好ましい方を示す、好ましいテスト設定のユーザ入力を検出すること 1 1 4 と、を繰り返すことを備える。最適化継続基準が満たされると、方法 1 0 0 B は聴覚装置の聴覚装置パラメータを更新すること 1 1 8 に進む。

30

【0059】

図 5 は、聴覚装置の聴覚装置パラメータをチューニングする例示的方法のフローチャートである。方法 1 0 0 C において、聴覚装置パラメータは各最適化サイクルにおいて更新すること 1 1 8 が実行される。

【0060】

図 6 は、様々な目的関数による、聴覚装置パラメータ最適化の結果を示す。図 6 a は、第 1 の目的関数  $f_1$  としての 1 次元コーンを示す。図 6 c は、ベル形の第 2 の目的関数  $f_2$  を示す。パラメトリックモデルのコーン・バリエーション (cone variant) (コーン・トンプソン) は、指数 2 次カーネル (squared exponential kernel) による GP モデル (GP - トンプソン) と比較される。

40

【0061】

パラメトリックモデルでは、目的関数はコーンの解析形式を有すると仮定するため、第 2 の実験ではモデルのずれが生じる。これにより、ずれ存在下での堅牢性をテストすることができる。事前分布  $p(X^*)$  及び  $p(\Lambda)$  は、無情報であるように選択される。ユーザ入力  $x^*_1, \dots, x^*_{40}$  は、両方のモデルにおいて、トンプソンサンプリングで選択される。GP モデルのハイパーパラメータは、限界対数尤度最適化 (marginal

50

1 log-likelihood optimization)によって、全ての繰り返しでフィッティングされる。図6b及び6dに示す結果によると、本方法は、両方の目的関数に関して、一貫して且つ著しくGP-トンプソンを上回っている。図6b及び6dは、いわゆる「累積値」曲線を示す。これは、入力 $x'_1, \dots, x'_{40}$ における目的関数値の累積和である。より大きい累積値は、最適なパラメータ値により近い入力 $x'_1, \dots, x'_{40}$ に対応する。コーン-トンプソン曲線が、一貫してGP-トンプソンを越えているという事実は、コーン-トンプソンアルゴリズムがGP-トンプソンアルゴリズムよりも優れた入力を選択することを示す。

#### 【0062】

本明細書で使用される「第1の」、「第2の」、「第3の」、「第4の」、「一次」、「二次」、「三次」等の用語は、具体的な順序を示すものではなく、各要素の特定に使用されている。さらに、本明細書で使用される「第1の」、「第2の」、「第3の」、「第4の」、「一次」、「二次」、「三次」等の用語は、何らかの順序や重要性を示すものではない。本明細書で使用される「第1の」、「第2の」、「第3の」、「第4の」、「一次」、「二次」、「三次」等の用語は、要素同士の区別に用いられている。本明細書及び他部で使用される「第1の」、「第2の」、「第3の」、「第4の」、「一次」、「二次」、「三次」等の用語は、あくまで参照として付されるものであって、特定の空間的、時間的順序を示すことを意図していない。さらに、第1の要素、第2の要素と称されたということで、必ずしも他方の存在が示唆されているとは限らない。

#### 【0063】

特定の特徴を示し、記載してきたが、これらの特徴は、特許請求の範囲に記載された発明を限定することを意図していないことが理解され、特許請求の範囲に記載された発明の精神及び範囲から逸脱することなく種々の変更及び改変が行われてもよいことが当業者に明らかになるだろう。したがって、明細書及び図面は、限定するという観点ではなく、実例であると考えべきである。特許請求の範囲に記載された発明は、全ての代替例、改変及び均等物を包含することを意図している。

#### 【符号の説明】

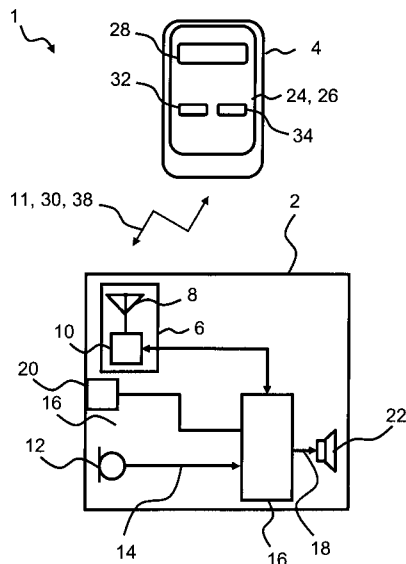
#### 【0064】

- 1：聴覚システム
- 2：聴覚装置
- 4：アクセサリ装置
- 6：トランシーバモジュール
- 8：アンテナ
- 10：トランシーバ
- 11：聴覚装置及びアクセサリ装置の無線接続
- 12：第1のマイクロホン
- 14：第1のマイクロホン入力信号
- 16：プロセッサ
- 18：電気出力信号
- 20：ユーザインタフェース
- 22：レシーバ
- 24：アクセサリ装置のユーザインタフェース
- 26：タッチディスプレイ
- 28：スタートボタン
- 30：一次テスト設定及び二次テスト設定を示す制御信号
- 32：一次仮想ボタン
- 34：二次仮想ボタン
- 38：好ましいテスト設定の聴覚装置パラメータを示す制御信号
- 100、100A、100B、100C：聴覚装置パラメータをチューニングする方法
- 102：モデルを初期化する

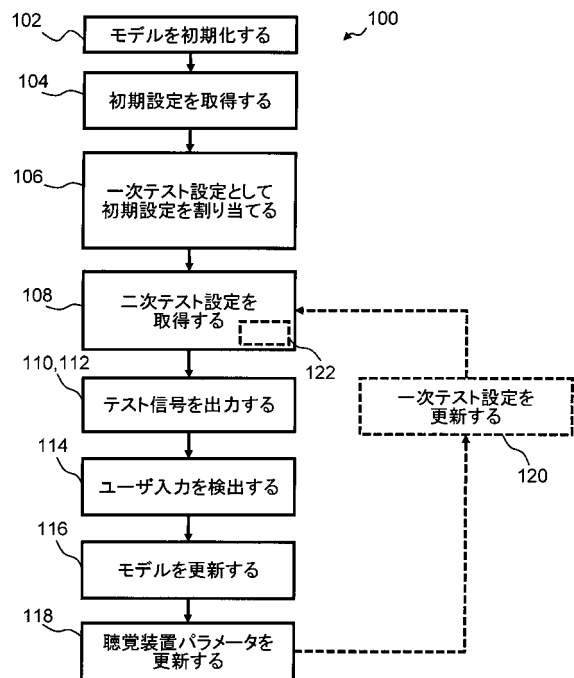
- 104：初期テスト設定を取得する
- 106：一次テスト設定として初期テスト設定を割り当てる
- 108：二次テスト設定を取得する
- 110：一次テスト設定に応じて一次テスト信号を出力する
- 112：二次テスト設定に応じて二次テスト信号を出力する
- 114：好ましいテスト設定のユーザ入力を検出する
- 116：モデルを更新する
- 118：聴覚装置の聴覚装置パラメータを更新する
- 120：一次テスト設定を更新する
- 122：二次テスト設定を更新する
- 130：チューニング基準が満たされているという決定に従って
- 140：最適化継続基準が満たされていることに従って
- 200：第1の目的関数
- 202：第2の目的関数

10

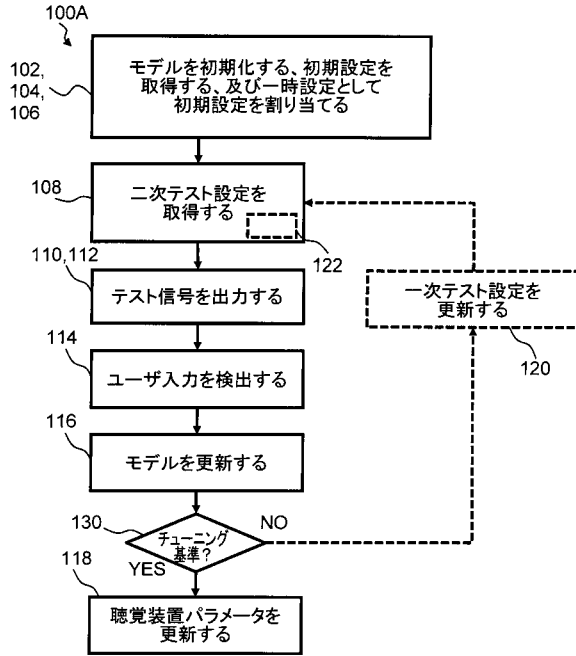
【図1】



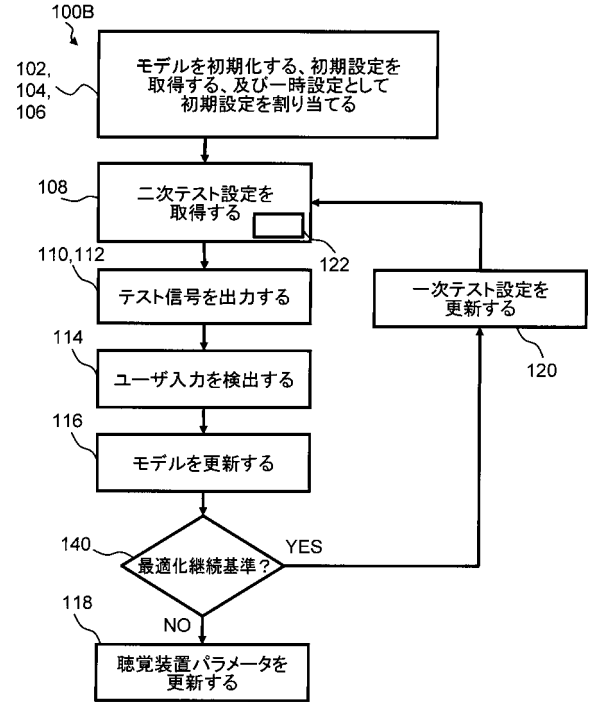
【図2】



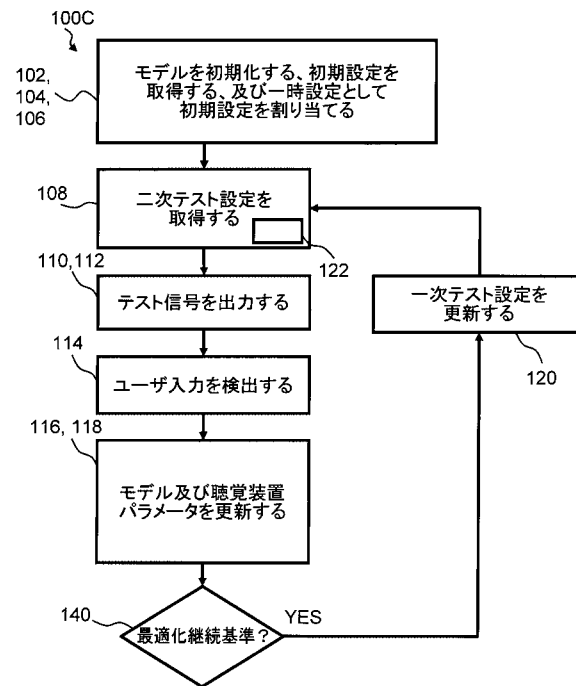
【図 3】



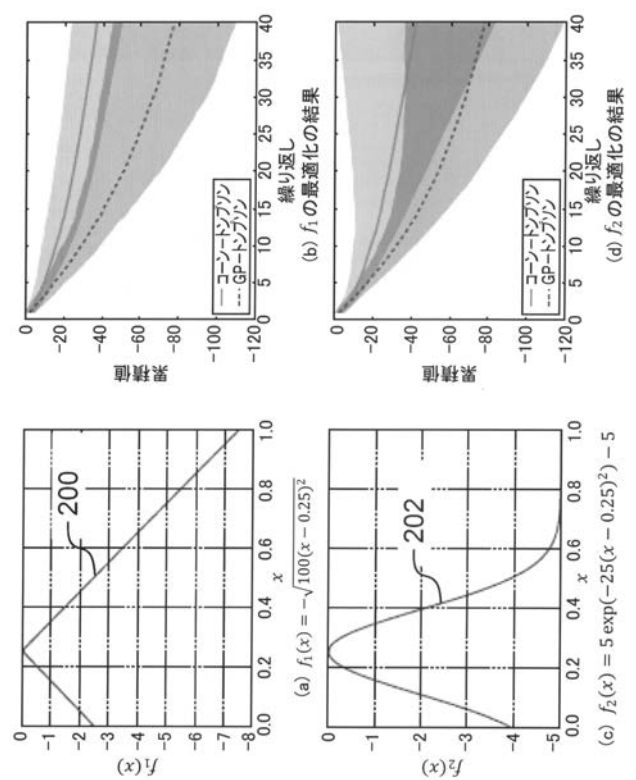
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【手続補正書】

【提出日】平成31年4月5日(2019.4.5)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0063

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0063】

特定の特徴を示し、記載してきたが、これらの特徴は、特許請求の範囲に記載された発明を限定することを意図していないことが理解され、特許請求の範囲に記載された発明の精神及び範囲から逸脱することなく種々の変更及び改変が行われてもよいことが当業者に明らかになるだろう。したがって、明細書及び図面は、限定するという観点ではなく、実例であると考えべきである。特許請求の範囲に記載された発明は、全ての代替例、改変及び均等物を包含することを意図している。

以下の項目は、出願時の特許請求の範囲に記載の要素である。

(項目1)

聴覚装置の聴覚装置パラメータをチューニングする方法であって、

目的関数の第1の仮定及び第2の仮定に基づいて、パラメータ化された前記目的関数を含むモデルを初期化することと、

1つ又は複数の初期テスト聴覚装置パラメータにより定義された初期テスト設定を取得することと、

前記初期テスト設定を、一次テスト設定として割り当てることと、

前記モデルに基づいて、1つ又は複数の二次テスト聴覚装置パラメータにより定義される二次テスト設定を取得することと、

前記一次テスト設定に応じて一次テスト信号を出力することと、

前記二次テスト設定に応じて二次テスト信号を出力することと、

前記一次テスト設定又は前記二次テスト設定のいずれか好ましい方を示す、好ましいテスト設定のユーザ入力を検出することと、

前記一次テスト設定と、前記二次テスト設定と、前記好ましいテスト設定とに基づいて、前記モデルを更新することと、

チューニング基準が満たされているという決定に従って、前記好ましいテスト設定の聴覚装置パラメータに基づいて前記聴覚装置の聴覚装置パラメータを更新することと、を備える方法。

(項目2)

前記好ましいテスト設定により前記一次テスト設定を更新することと、

前記更新されたモデルに基づいて、1つ又は複数の二次テスト聴覚装置パラメータにより定義される前記二次テスト設定を更新することと、

前記一次テスト設定に応じて前記一次テスト信号を出力することと、

前記二次テスト設定に応じて前記二次テスト信号を出力することと、

前記一次テスト設定又は前記二次テスト設定のいずれか好ましい方を示す、好ましいテスト設定のユーザ入力を検出することと、

前記一次テスト設定と、前記二次テスト設定と、前記好ましいテスト設定とに基づいて、前記モデルを更新することと、を備える項目1に記載の方法。

(項目3)

最適化継続基準が満たされているかを決定することをさらに備える、項目1に記載の方法。

(項目4)

前記最適化継続基準が満たされていることに従って、

前記好ましいテスト設定により前記一次テスト設定を更新することと、

前記更新されたモデルに基づいて、1つ又は複数の二次テスト聴覚装置パラメータに

より定義される前記二次テスト設定を更新することと、

前記一次テスト設定に応じて前記一次テスト信号を出力することと、

前記二次テスト設定に応じて前記二次テスト信号を出力することと、

前記一次テスト設定又は前記二次テスト設定のいずれかが好ましい方を示す、好ましいテスト設定のユーザ入力を検出することと、を繰り返すことをさらに備える、項目 3 に記載の方法。

(項目 5)

前記第 1 の仮定とは、前記目的関数が滑らかな関数であることである、項目 1 から 4 のいずれか一項に記載の方法。

(項目 6)

前記第 2 の仮定とは、前記目的関数が単峰性であることである、項目 1 又は 2 に記載の方法。

(項目 7)

前記目的関数  $f_{X^{\wedge}, \Lambda}(X)$  は以下の式で与えられ、

$$f_{X^{\wedge}, \Lambda}(X) = - \left( (X - X^{\wedge})^T \Lambda (X - X^{\wedge}) \right)^p$$

ここでの、 $X$  は、装置の  $(D)$  個の聴覚装置パラメータを表す超立方体  $[0, 1]^D$  の  $D$  次元ベクトルであり、 $X^{\wedge}$  は  $f_{X^{\wedge}, \Lambda}$  の最大化引数であり、 $\Lambda$  は  $D \times D$  正定値スケーリング行列であり、 $D$  は 20 未満の整数であり、 $p$  は 0.01 から 0.99 の範囲の実数値の指数である、項目 1 から 6 のいずれか一項に記載の方法。

(項目 8)

前記目的関数  $f_{X^{\wedge}, \Lambda}(X)$  は、

$$f_{X^{\wedge}, \Lambda}(X) = - \sqrt{\left\{ (X - X^{\wedge})^T \Lambda (X - X^{\wedge}) \right\}}$$

により与えられる、項目 7 に記載の方法。

(項目 9)

前記最大化引数  $X^{\wedge}$  は、前記目的関数  $f_{X^{\wedge}, \Lambda}$  に対する以下の前提により制限を受け、

$$Z^{\wedge} \sim N(\mu, \Sigma) \text{ による } X^{\wedge} = \Phi(Z^{\wedge})$$

ここでの、 $\Phi(Z^{\wedge}) = \int_{-\infty}^{Z^{\wedge}} N(x | 0, 1) dx$  は標準正規分布の累積密度関数であり、 $Z^{\wedge}$  は平均ベクトル  $\mu$  及び共分散行列  $\Sigma$  による正規分布からのサンプルである、項目 8 に記載の方法。

(項目 10)

前記正定値スケーリング行列  $\Lambda$  は、以下の前提により制限を受け、

$$\Lambda = \text{diagm}([\lambda_1, \dots, \lambda_D]), \quad \lambda_d \sim \text{Gamma}(k_d, \theta_d)$$

ここでの、 $\lambda_d$  は形状パラメータ  $k_d$  及び寸法パラメータ  $\theta_d$  によるガンマ分布からのサンプルである、項目 7 から 9 のいずれか一項に記載の方法。

(項目 11)

初期テスト設定を取得することは、前記 1 つ又は複数の初期テスト聴覚装置パラメータの第 1 の初期テスト聴覚装置パラメータをランダムに選択するか、前記 1 つ又は複数の初期テスト聴覚装置パラメータとして 1 つ又は複数の現在の聴覚装置パラメータを選択することを含む、項目 1 から 10 のいずれか一項に記載の方法。

(項目 12)

前記モデルに基づいて二次テスト設定を取得することは、前記目的関数の前記最大化引数についての事後分布  $p(X^{\wedge} | \text{data})$  からのサンプリングとして、前記二次テスト設定を取得することを含んでおり、前記事後分布は取得済みの全てのユーザ入力に対して条件付けされている、項目 1 から 11 のいずれか一項に記載の方法。

(項目 13)

前記一次テスト設定又は前記二次テスト設定のいずれかが好ましい方を示す、好ましいテスト設定のユーザ入力を検出することは、前記ユーザ入力をユーザに促すことを含む、項目 1 から 12 のいずれか一項に記載の方法。

(項目 14)

前記モデルを更新することは、ベイズ推論又は近似ベイズ推論に基づく、項目 1 から 1 3 のいずれか一項に記載の方法。

( 項目 1 5 )

第 1 のマイクロホン入力信号を提供する第 1 のマイクロホンを含むマイクロホンセットと、

1 つ又は複数の聴覚装置パラメータに応じて入力信号を処理し、入力信号に基づいて電気出力信号を提供するプロセッサと、

ユーザインタフェースと、

前記電気出力信号を音響出力信号に変換するレシーバと、を備え、

前記プロセッサは、

目的関数の第 1 の仮定及び第 2 の仮定に基づいて、パラメータ化された前記目的関数を含むモデルを初期化することと、

1 つ又は複数の初期テスト聴覚装置パラメータにより定義された初期テスト設定を取得することと、

前記初期テスト設定を、一次テスト設定として割り当てることと、

前記モデルに基づいて、1 つ又は複数の二次テスト聴覚装置パラメータにより定義された二次テスト設定を取得することと、

前記レシーバを介して前記一次テスト設定に応じて一次テスト信号を出力することと、

前記レシーバを介して前記二次テスト設定に応じて二次テスト信号を出力することと、

前記一次テスト設定又は前記二次テスト設定のいずれか好ましい方を示す、好ましいテスト設定のユーザ入力を検出することと、

前記一次テスト設定と、前記二次テスト設定と、前記好ましいテスト設定とに基づいて、前記モデルを更新することと、

チューニング基準が満たされているという決定に従って、前記好ましいテスト設定の聴覚装置パラメータに基づいて前記聴覚装置の前記聴覚装置パラメータを更新することと、  
を実行するように構成されている、聴覚装置。

---

フロントページの続き

(72)発明者 ヨリス クラーク

デンマーク、 2 7 5 0、 バレルプ ラウトルップピェアウ 7、 ジーエヌ ヒアリング エ  
ーノエス、 アイピーアール グループ 内

(72)発明者 マーカス ゲラルドス ヘルマヌス コックス

オランダ、 3 4 6 1 ヘーアー リンスホーテン、 ヤコブ バルネフェルトシュトラート 6  
8

【 外国語明細書 】

2019134405000001.pdf

2019134405000002.pdf

2019134405000003.pdf

2019134405000004.pdf