

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年2月9日(09.02.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/012941 A1

(51) 国際特許分類:

A61B 3/11 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2021/028988

(22) 国際出願日:

2021年8月4日(04.08.2021)

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 鈴木 雄太 (SUZUKI, Yuta); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). リャオ シンイ (LIAO, Hsin-I); 〒1808585 東京都武蔵野

市緑町三丁目9番11号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 古川 茂人 (FURUKAWA, Shigeto); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 楊 詠皓 (YANG, Yung-Hao); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 中尾 直樹, 外 (NAKAO, Naoki et al.); 〒1600022 東京都新宿区新宿三丁目1番22号 新宿NSビル6階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,

(54) Title: AUDITORY ATTENTION STATUS ESTIMATING DEVICE, LEARNING DEVICE, AND METHOD FOR SAME, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 聴覚注意状態推定装置、学習装置、それらの方法、およびプログラム

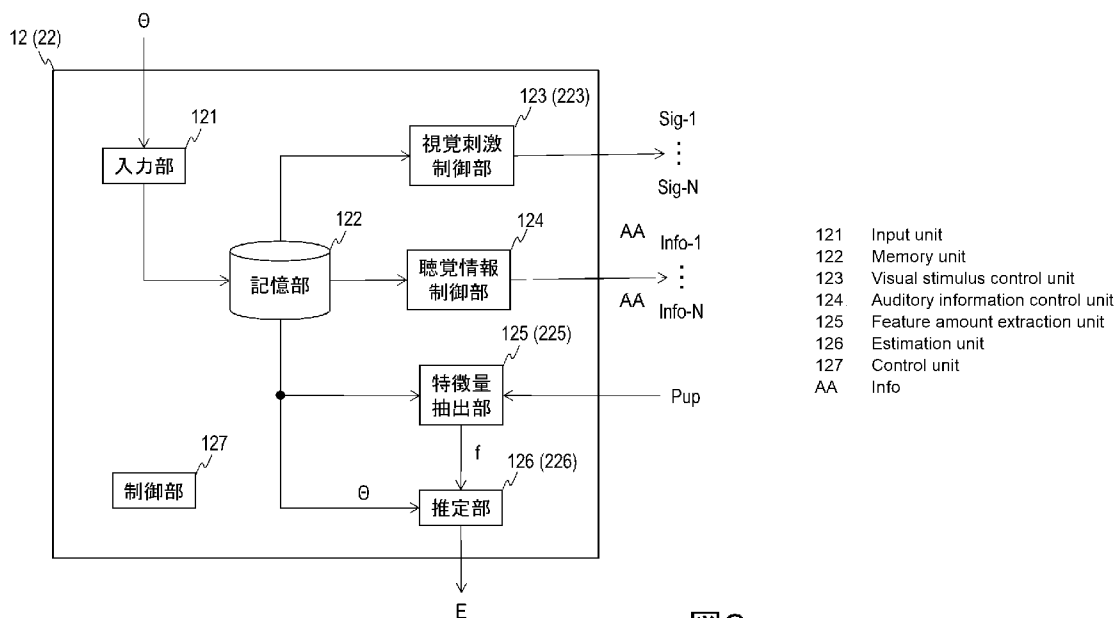


図3

(57) Abstract: The present invention: obtains a feature amount based on the strength of the correlation between the amount of change in user pupil diameter and each of mutually different multiple visual stimulation patterns that correspond to mutually different multiple sound sources; and estimates, using the feature amount, a point to which a user's auditory attention is directed regarding a sound from a sound source.

(57) 要約: 互いに異なる複数の音源に対応する互いに異なる複数の視覚刺激パターンのそれぞれと利用者の瞳孔径変化量との相関の強さに基づく特徴量を得、当該特徴量を用い、音源からの音について利用者が聴覚的に注意を向けた先を推定する。

HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：

聴覚注意状態推定装置、学習装置、それらの方法、およびプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、聴覚的な注意状態を推定する技術に関する。

背景技術

[0002] ヒトは、視覚・聴覚・触覚などといった感覚に対する特定の入力刺激について選択的に注意を向けることで、認知すべき情報の取捨選択を意識または無意識下で行っている。非特許文献1では、光源のON/OFFによって誘発される瞳孔径の縮小・散大（瞳孔振動、またはPFT(Pupillary Frequency Tagging)）を利用し、利用者が視覚的な注意を向けた先を推定している。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：Naber, M., Alvarez, G. A., and Nakayama, K., "Tracking the allocation of attention using human pupillary oscillations," [online], 2013年12月10日, Frontiers in Psychology, 4., [2021年7月15日検索], インターネット<<http://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00919>>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、利用者が聴覚的な注意を向けた先と瞳孔径の変化との関係は知られておらず、瞳孔径の変化に基づいて、利用者が聴覚的な注意を向けた先を推定する方法も知られていない。

[0005] 本発明は、瞳孔径の変化に基づいて、利用者が聴覚的な注意を向けた先を推定する手法を提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 互いに異なる複数の音源に対応する互いに異なる複数の視覚刺激パターン

のそれぞれと利用者の瞳孔径変化量との相関の強さに基づく特徴量を得、当該特徴量を用い、音源からの音について利用者が聴覚的に注意を向けた先を推定する。

発明の効果

[0007] 本発明では、瞳孔径の変化に基づいて、利用者が聴覚的な注意を向けた先を推定できる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、実施形態の聴覚注意状態推定システムの機能構成を例示したブロック図である。

[図2]図2は、実施形態の学習装置の機構構成を例示したブロック図である。

[図3]図3は、実施形態の聴覚注意状態推定装置の機構構成を例示したブロック図である。

[図4]図4は、実験内容を説明するための概念図である。

[図5]図5は、実験結果を例示したグラフである。

[図6]図6は、実施形態の学習装置および聴覚注意状態推定装置のハードウェア構成を例示したブロック図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

[原理]

まず、原理を説明する。本発明は、ヒトが、音源に対応する視覚刺激を注視することなく、当該音源からの音について聴覚的に注意を向けているだけでも瞳孔反応を示すという新しい自然法則（生理学上の法則）の発見に基づく。まず、この発見に至った実験結果を示す。

[0010] <実験内容>

図4に例示するように、この実験では4個の音源（この実験ではスピーカー）140-1, ..., 140-4を配置し、各音源140-i（ただしi=1, ..., 4）に光源130-i（この実験ではLED光源）を設置した。光源130-1, ..., 130-4は、互いに異なる周波数（明滅周波数）で明

減 (ON/OFF) し、これによって互いに異なる視覚刺激パターンの視覚刺激を提示する。この実験では、光源 130-1, 130-2, 130-3, 130-4 の明滅周波数を、それぞれ 1.50Hz, 1.75Hz, 2.00Hz, 2.25Hz とした。また 4 個の音源 140-1, ..., 140-4 から互いに異なる音が同時に発せられる。被検者 100 は、何れかの音源 140-i から発せられた音に聴覚的に注意を向ける課題 (タスク) を実行した。例えば、音源 140-1, ..., 140-4 から、複数のカテゴリに基づいた単語群を含む音声ランダムに発せられ、被検者 100 は何れか 1 つの音源 140-i から発せられる音声の中の指定されたカテゴリの単語数を数えるという課題を実行した。例えば、4 個の音源 140-1, ..., 140-4 から、以下の音声と同時に出力され、被検者 100 は音源 140-1 から発せられた音声に含まれた数字 (3, 8, 9, 6) または色 (白色, 桃色, 赤色, 黒色) を答えるという課題を実行した。この場合、被検者 100 は音源 140-1 から発せられた音に聴覚的な注意を向けることになる。

音源 140-1 : 「それではクマは白色の 3 へどうぞ」「それではトラは桃色の 8 へどうぞ」「それではネコは赤色の 9 へどうぞ」「それではイヌは黒色の 6 へどうぞ」

音源 140-2 : 「それではシカは虹色の 2 へどうぞ」を 4 回

音源 140-3 : 「それではトラは青色の 9 へどうぞ」を 4 回

音源 140-4 : 「それではブタは桃色の 7 へどうぞ」を 4 回

被検者 100 は、各音源 140-1, 2, 3, 4 から発せられた音に聴覚的な注意を向ける課題を順番に実行し、課題を実行している被検者 100 の瞳孔径が瞳孔径取得装置 150 (この実験ではアイトラッカー) で計測された。課題の実行と瞳孔径の計測とは複数人の被検者 100 について複数回行われ、各被検者 100 が各音源 140-i から発せられた音に聴覚的な注意を向けているときの瞳孔径が測定された。

[0011] <実験結果>

図 5 に、上述した課題を実行している被検者 100 の瞳孔径変化量を表す

時系列信号を周波数領域に変換して得られた信号（周波数領域瞳孔径変化量信号）を例示する。図5の横軸は周波数（Hz）を表し、縦軸は周波数領域瞳孔径変化量信号のパワー[a.u.]を表す。図5では、被検者が視覚的に注意を向けた音源140-i（ただし $i = 1, \dots, 4$ ）の違い（すなわち、音源140-iに対応する光源130-iの明滅周波数の違い）を線の種別によって区別している。太い線はパワーの平均値を表し、細い線はパワーの分布を表す。

[0012] 図5に例示するように、被検者100音源140-iから発せられる音に聴覚的な注意を向けた場合、当該被検者100の瞳孔径変化量に基づく周波数領域瞳孔径変化量信号のパワーのピークは、音源140-iに設けられた光源130-iの明滅周波数またはその近傍となる。例えば、被検者100が明滅周波数1.50[Hz]で明滅する光源130-1が設けられた音源140-1から発せられる音に聴覚的な注意を向けた場合、当該被検者100の瞳孔径変化量に基づく周波数領域瞳孔径変化量信号のパワーのピーク p_1 は1.50[Hz]またはその近傍に現れる。被検者100が明滅周波数1.75[Hz]で明滅する光源130-2が設けられた音源140-2から発せられる音に聴覚的な注意を向けた場合、当該被検者100の瞳孔径変化量に基づく周波数領域瞳孔径変化量信号のパワーのピーク p_2 は1.75[Hz]またはその近傍に現れる。被検者100が明滅周波数2.00[Hz]で明滅する光源130-3が設けられた音源140-3から発せられる音に聴覚的な注意を向けた場合、当該被検者100の瞳孔径変化量に基づく周波数領域瞳孔径変化量信号のパワーのピーク p_3 は2.00[Hz]またはその近傍に現れる。被検者100が明滅周波数2.25[Hz]で明滅する光源130-4が設けられた音源140-4から発せられる音に聴覚的な注意を向けた場合、当該被検者100の瞳孔径変化量に基づく周波数領域瞳孔径変化量信号のパワーのピーク p_4 は2.25[Hz]またはその近傍に現れる。すなわち、被検者100が音源140-iから発せられた音に聴覚的な注意を向けたときの瞳孔径変化量と、その音源140-iに対応する光源130-1から発せられた視覚刺激パターンとの間には相関がある。ここで、課題

の実行中、被検者１００は光源１３０－１を注視するよう指示されていない。よって、この相関は、被検者１００が光源１３０－１を注視していなくても成り立つと予想される。また、音源に対応する視覚刺激パターンは、時間変化する視覚刺激のパターンであり、例えば、周期的に時間変化する視覚刺激のパターンであってもよいし、非周期的に時間変化する視覚刺激のパターンであってもよい。視覚刺激パターンは時間変化する輝度（明るさ）のパターンであってもよいし、時間変化する色彩のパターンであってもよいし、時間変化する模様のパターンであってもよいし、時間変化する形状のパターンであってもよい。音源に対応する視覚刺激パターンは光源によって作られるものに限られず、ディスプレイや投影機によって表示や投影されるものであってもよいし、音源自体や音源周囲の環境（例えば、輝度変化）が作り出すものであってもよい。

[0013] 以上のように、ヒトは、音源から発せられた音に聴覚的に注意を向けただけでも、音源に対応する視覚刺激パターンに応じた瞳孔反応を示す。各実施形態では、この自然法則を利用し、互いに異なる複数の音源に対応する互いに異なる複数の視覚刺激パターンのそれぞれと利用者の瞳孔径変化量との相関の強さに基づく特徴量を得、当該特徴量を用い、音源からの音について利用者が聴覚的に注意を向けた先を推定する。

[0014] [第１実施形態]

次に、第１実施形態を説明する。

<全体構成>

図１に例示するように、本実施形態の聴覚注意状態推定システム１は、学習装置１１、聴覚注意状態推定装置１２、複数の視覚刺激発生装置１３－１，…，１３－Ｎ、複数の音源装置１４－１，…，１４－Ｎ、および瞳孔径取得装置１５を有し、利用者１０の瞳孔径変化量に基づいて、当該利用者１０が聴覚的に注意を向けた先を推定する。ただし、Ｎは１以上の整数であり、例えば、Ｎは２以上の整数である。

[0015] <学習装置１１>

図2に例示するように、本実施形態の学習装置11は、入力部111、記憶部112、学習部113、出力部114、および制御部117を有する。以降、説明を省略するが、学習装置11は、制御部117の制御に基づいて各処理を実行し、学習装置11への入力データおよび各処理で得られたデータは記憶部112に格納され、必要に応じて読み出されて使用される。

[0016] <聴覚注意状態推定装置12>

図3に例示するように、本実施形態の聴覚注意状態推定装置12は、入力部121、記憶部122、視覚刺激制御部123、聴覚情報制御部124、特徴量抽出部125、推定部126、および制御部127を有する。以降、説明を省略するが、聴覚注意状態推定装置12は、制御部127の制御に基づいて各処理を実行し、聴覚注意状態推定装置12への入力データおよび各処理で得られたデータは記憶部122に格納され、必要に応じて読み出されて使用される。

[0017] <音源装置14-n>

本実施形態の音源装置14-n（ただし、 $n = 1, \dots, N$ ）は、音S0(Info-n)を発する音源である。音源装置14-nの例は、スピーカなどであるがこれは本発明を限定しない。空間的に所望の位置に音源を配置可能な装置であれば、どのような装置を音源装置14-nとして用いてもよい。音源装置14-1, ..., 14-Nは互いに異なり、音源装置14-1, ..., 14-Nは互いに異なる位置に音源を配置する。例えば、利用者10からの音源装置14-1, ..., 14-Nの方向または音源装置14-1, ..., 14-Nによって配置される音源の方向は互いに異なる。音源装置14-1, ..., 14-Nは同時に音S0(Info-1), ..., S0(Info-N)を発してもよいし、音源装置14-1, ..., 14-Nのうちの一部の音源装置が他の音源装置と異なるタイミングで音S0(Info-n)を発してもよい。ただし、異なる音源装置から同時に発せられる音は互いに異なることが好ましい。音源装置14-1, ..., 14-Nから発せられる音S0(Info-1), ..., S0(Info-N)は、音声、音楽、環境音、呼び出し音、アラーム音等どのようなものであってもよい。

[0018] <視覚刺激発生装置 13-n>

本実施形態の視覚刺激発生装置 13-n (ただし、 $n = 1, \dots, N$) は、音源装置 14-n に対応する視覚刺激パターン VS(Sig-n) を提示 (表示) する装置である。利用者 10 が音源装置 14-n と視覚刺激発生装置 13-n との対応関係を知覚できるのであれば、どのように視覚刺激発生装置 13-n が配置・構成されていてもよい。例えば、視覚刺激発生装置 13-n が、音源装置 14-n の近傍に配置されてもよいし、音源装置 14-n に接触して配置されてもよいし、音源装置 14-n に固定されてもよいし、音源装置 14-n と一体に構成されてもよい。本実施形態の視覚刺激パターン VS(Sig-n) のそれぞれは、周期的に時間変化する視覚刺激のパターンである。例えば、実施形態の視覚刺激パターン VS(Sig-n) は、周期的に時間変化する輝度 (明るさ) のパターンであってもよいし、周期的に明滅 (ON/OFF) を繰り返すパターンであってもよいし、周期的に時間変化する色彩のパターンであってもよいし、周期的に時間変化する模様のパターンであってもよいし、周期的に時間変化する形状のパターンであってもよい。すなわち、視覚刺激発生装置 13-n は、周期的に時間変化する輝度 (明るさ) を提示してもよいし、周期的に明滅を繰り返す光を提示してもよいし、周期的に時間変化する色彩を提示してもよいし、周期的に時間変化する模様を提示してもよいし、周期的に時間変化する形状を提示してもよい。このような視覚刺激パターン VS(Sig-n) を視覚的に提示できるのであれば、視覚刺激発生装置 13-n はどのようなものであってもよい。例えば、視覚刺激発生装置 13-n は、LED 光源であってもよいし、レーザ光発生器であってもよいし、ディスプレイであってもよいし、投影機であってもよい。また N 個の視覚刺激発生装置 13-1, ..., 13-N から提示される視覚刺激パターン VS(Sig-1), ..., VS(Sig-N) は互いに異なる。本実施形態の場合、視覚刺激発生装置 13-1, ..., 13-N から提示される視覚刺激パターン VS(Sig-1), ..., VS(Sig-N) は互いに異なる周波数分布を持つ。例えば、本実施形態の視覚刺激発生装置 13-1, ..., 13-N から提示される視覚刺激パターン VS(Sig-1), ..., VS(Sig-N) を

表す時系列信号（例えば、輝度の時系列信号、色彩の時系列信号、模様の時系列信号、形状の時系列信号など）を周波数領域に変換（例えば、フーリエ変換）して得られる信号（周波数領域視覚刺激信号）のピークの周波数（ピーク周波数）は、互いに異なる。

[0019] <瞳孔径取得装置 15>

本実施形態の瞳孔径取得装置 15 は、利用者 10 の瞳孔径 Pub を測定する装置である。例えば、瞳孔径取得装置 15 は利用者 10 の眼の動きを撮影するカメラと、当該カメラで撮影された映像から利用者 10 の瞳孔径 Pub を取得して出力する装置である。瞳孔径取得装置 15 の一例は、市販のアイトラッカー等である。

[0020] <処理の全体>

図 1 に例示するように、学習装置 11 には学習データ T が入力され、学習装置 11 は学習データ T を用いた学習処理によって推定モデル $M(\theta)$ を得、当該推定モデル $M(\theta)$ を特定するモデルパラメータ θ を出力する。モデルパラメータ θ は聴覚注意状態推定装置 12 に入力される。聴覚注意状態推定装置 12 は、出力情報 Info-1, ..., Info-N を音源装置 14-1, ..., 14-N にそれぞれ出力し、音源装置 14-1, ..., 14-N は出力情報 Info-1, ..., Info-N に基づく音 $S0(\text{Info-1}), \dots, S0(\text{Info-N})$ をそれぞれ出力する。また聴覚注意状態推定装置 12 は、出力情報 Sig-1, ..., Sig-N を視覚刺激発生装置 13-1, ..., 13-N にそれぞれ出力し、視覚刺激発生装置 13-1, ..., 13-N は、出力情報 Sig-1, ..., Sig-N に基づく視覚刺激パターン $VS(\text{Sig-1}), \dots, VS(\text{Sig-N})$ をそれぞれ提示する。利用者 10 は、少なくとも何れかの音源装置 14-n から発せられた音 $S0(\text{Info-n})$ に対して聴覚的に注意を向け、瞳孔径取得装置 15 は利用者 10 の瞳孔径 Pub を取得して聴覚注意状態推定装置 12 に送る。聴覚注意状態推定装置 12 は、出力情報 Sig-1, ..., Sig-N に基づいて提示された視覚刺激パターン $VS(\text{Sig-1}), \dots, VS(\text{Sig-N})$ のそれぞれと、瞳孔径 Pub に基づいて得られる利用者 10 の瞳孔径変化量と、の相関の強さに基づく特徴量 f を得る。さらに、聴覚注意状態推定装置 12 は、特徴量 f を用い、モ

デルパラメータ θ によって特定される推定モデル推定モデル $M(\theta)$ （機械学習モデル）に基づき、音源からの音について利用者10が聴覚的に注意を向けた先の推定結果 $E=M(\theta;f)$ を得て出力する。以下、詳細に説明する。

[0021] <学習装置11の処理>

学習装置11（図2）の入力部111には、学習データTが入力され、学習データTは記憶部112に格納される。学習データTは、互いに異なるN個（複数）の学習用音源に対応する互いに異なるN個（複数）の学習用視覚刺激パターンTVS(Sig-1), ..., TVS(Sig-N)のそれぞれと学習用瞳孔径変化量TVPubとの相関の強さに基づく学習用特徴量 Tf_j と、学習用音源からの音（学習用音）について聴覚的に注意が向けられた先を表す正解情報 Ta_j と、を対応付けたデータ $(Tf_1, Ta_1), \dots, (Tf_J, Ta_J)$ である。ここで、Jは正の整数であり、 $j=1, \dots, J$ である。

[0022] 学習用音は、音声、音楽、環境音、呼び出し音、アラーム音等どのような音であってもよい。学習用音の具体例は、前述した音源装置14-nから発生される音と同一である。

[0023] N個の学習用音源の具体例は、前述した音源装置14-1, ..., 14-Nと同一である。しかし、N個の学習用音源は学習用音を発するN個の装置であればよく、前述した音源装置14-1, ..., 14-Nと異なる装置がN個の学習用音源であってもよい。

[0024] N個の学習用視覚刺激パターンTVS(Sig-1), ..., TVS(Sig-N)は、前述した視覚刺激パターンVS(Sig-1), ..., VS(Sig-N)とそれぞれ同一であり、周期的に時間変化する視覚刺激のパターンである。例えば、N個の学習用視覚刺激パターンTVS(Sig-1), ..., TVS(Sig-N)は、前述した視覚刺激発生装置13-1, ..., 13-Nから提示される視覚刺激のパターンとそれぞれ同一であり、学習用視覚刺激パターンTVS(Sig-1), ..., TVS(Sig-N)の具体例は、前述した視覚刺激パターンVS(Sig-1), ..., VS(Sig-N)の具体例とそれぞれ同一である。

[0025] 学習用瞳孔径変化量TVPubは、学習用音および学習用視覚刺激パターンTVS(Sig-1), ..., TVS(Sig-N)が提示されている学習用利用者が、何れかの学習用

音 $TS0_n$ （ただし、 $n \in \{1, \dots, N\}$ ）について聴覚的に注意を向けているときにおける、当該学習用利用者の瞳孔径変化量である。学習用利用者が何れかの学習用音 $TS0_n$ について聴覚的に注意を向けているときとは、例えば、学習用利用者が前述した課題（タスク）を実行しているときである。学習用瞳孔径変化量 $TVPub$ は、例えば、瞳孔径取得装置 15 によって計測された学習用利用者の瞳孔径 $TPub$ に基づいて得られるが、その他の装置で計測された学習用利用者の瞳孔径 $TPub$ に基づいて得られてもよい。以下に瞳孔径 $TPub$ から学習用瞳孔径変化量を得る方法を例示する。

(1.1) まず、瞳孔径 $TPub$ の時系列データに対する前処理が行われ、前処理後の瞳孔径 $TPub'$ の時系列データが得られる。前処理としては、例えば、線形補間や2次スプライン補間などを用い、瞳孔径 $TPub$ の時系列データから学習用利用者の瞬き等によって欠損した部分を補間する処理を例示できる。さらに、学習用視覚刺激パターン $TVS(Sig-1)$, ..., $TVS(Sig-N)$ の明滅周波数に応じたローパスフィルタ（例えば、すべての明滅周波数を含む帯域を通すローパスフィルタ）を補完後の瞳孔径 $TPub$ の時系列データに適用し、ノイズの軽減を行ってもよい。

(1.2) 次に、学習用利用者が何れかの学習用音 $TS0_n$ について聴覚的に注意を向けているときの瞳孔径 $TPub'$ の時系列データから、聴覚的に注意を向ける前の瞳孔径 $TPub'$ の平均値が減算され、 z 値による標準化が行われて学習用瞳孔径変化量 $TVPub$ の時系列データが得られる。

[0026] 学習用特徴量 Tf_j は、 N 個の学習用視覚刺激パターン $TVS(Sig-1)$, ..., $TVS(Sig-N)$ のそれぞれと学習用瞳孔径変化量 $TVPub$ との相関の強さに基づくものであれば、どのようなものであってもよい。以下に学習用特徴量 Tf_j を例示する。

[0027] (2.1) 複数の学習用周波数領域視覚刺激信号 $TFVS(Sig-1)$, ..., $TFVS(Sig-N)$ それぞれのピーク周波数および／またはピーク周波数の近傍における学習用周波数領域瞳孔径変化量信号 $TFVPub$ の大きさ（例えば、 $TFVPub$ の大きさのピーク値）を表す学習用特徴量 Tf_j が用いられてもよい。ここで、複数の学習用周波数領域視覚刺激信号 $TFVS(Sig-1)$, ..., $TFVS(Sig-N)$ のそれぞれは、複数

の学習用視覚刺激パターンTVS(Sig-1), ..., TVS(Sig-N)のそれぞれを表す時系列信号を周波数領域に変換（例えば、フーリエ変換）して得られる信号である。また、学習用周波数領域瞳孔径変化量信号TFVPubは、学習用瞳孔径変化量TVPubを表す時系列信号を周波数領域に変換して得られる信号である。また、「 α の大きさ」とは、 α の振幅の絶対値であってもよいし、 α のパワー（ α の振幅の2乗）であってもよいし、その他、 α の絶対値に対して単調増加する値であってもよい。例えば、図5の例の場合、ピーク $p_1, \dots, p_4$ またはそれらの近傍での各パワー（各パワーのピーク値）を要素に含む学習用特徴量 Tf_j が用いられてもよい。

[0028] ここで、ピーク周波数および／またはピーク周波数の近傍における学習用周波数領域瞳孔径変化量信号TFVPubの大きさ（例えば、TFVPubの大きさのピーク値）が大きいほど、当該ピーク周波数に対応する学習用視覚刺激パターンTVS(Sig-n)と学習用瞳孔径変化量TVPubとの相関が強い。

[0029] (2.2) 上述したピーク周波数および／またはピーク周波数の近傍における学習用周波数領域瞳孔径変化量信号TFVPubの大きさに加え、または、これに代えて、その他の情報が学習用特徴量 Tf_j に含まれてもよい。例えば、(1)複数の学習用周波数領域視覚刺激信号TFVS(Sig-1), ..., TFVS(Sig-N)それぞれのピーク周波数の倍周波数またはそれらの近傍における学習用周波数領域瞳孔径変化量信号TFVPubの大きさ（例えば、大きさのピーク値）、(2)N個の学習用視覚刺激パターンTVS(Sig-1), ..., TVS(Sig-N)のそれぞれの位相変化と学習用瞳孔径変化量TVPubの位相変化の同期度、(3)N個の学習用視覚刺激パターンTVS(Sig-1), ..., TVS(Sig-N)のそれぞれを表す時系列信号に対応する系列TSS(Sig-1), ..., TSS(Sig-N)のそれぞれと学習用瞳孔径変化量TVPubを表す時系列信号に対応する系列TPSとに対する相互相関関数の各最大値 $CCF_{\max}(TSS(Sig-1), TPS), \dots, CCF_{\max}(TSS(Sig-N), TPS)$ などが、学習用特徴量 Tf_j に含まれてもよい。ここで、「時系列信号に対応する系列」は、例えば、時系列信号そのものであってもよいし、時系列信号を周波数領域に変換して得られる系列であってもよいし、その他の時系列信号の関数値の系列であってもよい。

また、系列 $\alpha 1$ と系列 $\alpha 2$ との相互相関関数の最大値とは、可変遅延量 τ についての系列 $\alpha 1$ と系列 $\alpha 2$ との相互相関関数値のうち、最大の値を意味する。

[0030] ここで、ピーク周波数の倍周波数および／またはその近傍における学習用周波数領域瞳孔径変化量信号TFVPubの大きさ（例えば、TFVPubの大きさのピーク値）が大きいほど、当該ピーク周波数に対応する学習用視覚刺激パターンTVS(Sig-n)と学習用瞳孔径変化量TVPubとの相関が強い。また、学習用瞳孔径変化量TVPubとの同期度が高い位相変化を持つ学習用視覚刺激パターンTVS(Sig-n)ほど、学習用瞳孔径変化量TVPubとの相関が強い。また、相互相関関数の最大値CCFmax(TSS(Sig-n), TPS)が大きい学習用視覚刺激パターンTVS(Sig-n)ほど、学習用瞳孔径変化量TVPubとの相関が強い。

[0031] 前述のように、学習用瞳孔径変化量TVPubは、学習用利用者が学習用音TS0_nに聴覚的に注意を向けているときにおける当該学習用利用者の瞳孔径変化量であり、正解情報Ta_jは当該学習用音TS0_nを表す情報である。すなわち、正解情報Ta_jは、学習用瞳孔径変化量TVPubに対応する学習用音TS0_nを表す。例えば、正解情報Ta_jは、音源（例えば、学習用音TS0_nを発する装置）を表す情報（例えば、インデックス）であってもよいし、学習用音TS0_nに対応する学習用視覚刺激パターンTVS(Sig-n)を表す情報（例えば、明滅周波数）であってもよいし、学習用音TS0_nを表す情報であってもよい。上述のように、学習用特徴量Tf_jは学習用瞳孔径変化量TVPubに対応するため、正解情報Ta_jは学習用特徴量Tf_jと対応付けられる（ステップS 1 1 1）。

[0032] 学習部1 1 3は、記憶部1 1 2から読み込んだ学習データTを用いた学習処理（機械学習）によって推定モデルM(θ)を得、当該推定モデルM(θ)を特定するモデルパラメータ θ を出力する。推定モデルM(θ)は、互いに異なるN個（複数）の音源に対応する互いに異なるN個（複数）の視覚刺激パターンVS(Sig-1), ..., VS(Sig-N)のそれぞれと利用者の瞳孔径変化量VPubとの相関の強さに基づく特徴量fを入力とし、音源からの音について利用者が聴覚的に注意を向けた先（視覚的な注意方向）を推定するためのモデルである。特徴量fの

構成は、学習用音が音に置換され、学習用音源が音源に置換され、学習用視覚刺激パターンTVS(Sig-1), ..., TVS(Sig-N)が視覚刺激パターンVS(Sig-1), ..., VS(Sig-N)に置換され、学習用利用者が利用者に置換され、学習用利用者の学習用瞳孔径変化量TVPubが利用者の瞳孔径変化量VPubに置換される以外、上述した学習用特徴量 Tf_j の構成と同一である。

[0033] 推定モデル $M(\theta)$ は、瞳孔径変化量VPubと相関が高くなる視覚刺激パターンVS(Sig-n)に対応する音源から発せられ音を、利用者が聴覚的に注意を向けた先と推定するよう構成される。このような推定モデル $M(\theta)$ を用いて推定される「利用者が聴覚的に注意を向けた先」は、例えば、以下の(3.1), (3.2), (3.3)の少なくとも何れかのようになる。

[0034] (3.1)瞳孔径変化量VPubとの相関が高い視覚刺激パターンVS(Sig-n)に対応する音源から発せられ音ほど、利用者が聴覚的に注意を向けた先と推定される頻度（確率）が高くなる。

[0035] (3.2) 視覚刺激パターンVS(Sig-1), ..., VS(Sig-N)に含まれる視覚刺激パターンVS(Sig-n)（第1視覚刺激パターン）が音源 AS_1 （第1音源）に対応し、視覚刺激パターンVS(Sig-n)と利用者の瞳孔径変化量VPubとの相関の強さが所定値以上である場合に、利用者が聴覚的に注意を向けた先が音源 AS_1 または音源 AS_1 の近傍であると推定される。

[0036] (3.3) 対象となるN個（複数）の音源が音源 AS_1 （第1音源）および音源 AS_2 （第2音源）を含み、視覚刺激パターンVS(Sig-1), ..., VS(Sig-N)に含まれる視覚刺激パターンVS(Sig- n_1)（第1視覚刺激パターン）が音源 AS_1 に対応し、視覚刺激パターンVS(Sig- n_2)（第2視覚刺激パターン）が音源 AS_2 に対応し、視覚刺激パターンVS(Sig- n_1)と瞳孔径変化量VPubとの相関の強さが、視覚刺激パターンVS(Sig- n_2)と瞳孔径変化量VPubとの相関の強さよりも強い場合に、利用者が聴覚的に注意を向けた先が音源 AS_1 または音源 AS_1 の近傍であると推定される。ここで、 $n_1, n_2 \in \{1, \dots, N\}$ である。

[0037] なお、推定モデル $M(\theta)$ を用いて推定される「利用者が聴覚的に注意を向けた先」は、音源（例えば、音を発する装置）を表す情報（例えば、インデッ

クス)であってもよいし、音 $S0_n$ に対応する視覚刺激パターン $VS(\text{Sig-n})$ を表す情報(例えば、明滅周波数)であってもよいし、音 $S0_n$ を表す情報であってもよいし、これらの方向を表す情報であってもよい。また、推定モデル $M(\theta)$ によって、1個の「利用者が聴覚的に注意を向けた先」が推定されてもよいし、複数の「利用者が聴覚的に注意を向けた先」が推定されてもよいし、「利用者が聴覚的に注意を向けた先」の確率が推定されてもよい。

[0038] 推定モデル $M(\theta)$ は、どのような方式に基づくものであってもよい。例えば、K-NN(k-nearest neighbor algorithm), SVM(support vector machine), ディープラーニング, 隠れマルコフモデルなどに基づく推定モデル $M(\theta)$ を例示できる。学習処理の具体的な方法は、推定モデル $M(\theta)$ の方式に応じた公知な方法を用いればよい。一般的には、最初に適当な暫定モデルパラメータ θ' の初期値を設定し、その後、推定モデル $M(\theta')$ に学習用特徴量 Tf_j を適用して得られる結果と正解情報 Ta_j との誤差が小さくなるように、暫定モデルパラメータ θ' を更新する処理を繰り返し、所定の終了条件を満たした時点の暫定モデルパラメータ θ' をモデルパラメータ θ とする。

[0039] 学習部113から出力されたモデルパラメータ θ は出力部114に送られ、出力部114はモデルパラメータ θ を聴覚注意状態推定装置12に送る(ステップS113)。

[0040] <聴覚注意状態推定装置12の処理>

学習装置11から送られたモデルパラメータ θ は聴覚注意状態推定装置12(図3)の入力部121に入力され、記憶部122に格納される。また、記憶部122には、視覚刺激パターン $VS(\text{Sig-1}), \dots, VS(\text{Sig-N})$ を表す出力情報 $\text{Sig-1}, \dots, \text{Sig-N}$ が格納され、音 $S0(\text{Info-1}), \dots, S0(\text{Info-N})$ を表す出力情報 $\text{Info-1}, \dots, \text{Info-N}$ が格納される(ステップS122)。

[0041] 聴覚情報制御部124は、記憶部122から出力情報 $\text{Info-1}, \dots, \text{Info-N}$ を読み込んで音源装置14-1, $\dots$, 14-Nにそれぞれ送る。各音源装置14-nは、送られた出力情報 Info-n に基づく音 $S0(\text{Info-n})$ を提示(出力)する(ステップS124)。

- [0042] 視覚刺激制御部 1 2 3 は、記憶部 1 2 2 から出力情報Sig-1,...,Sig-Nを読み込んで視覚刺激発生装置 1 3 - 1, ..., 1 3 - Nにそれぞれ送る。各視覚刺激発生装置 1 3 - n ($n = 1, \dots, N$) は、送られた出力情報Sig-nに基づく視覚刺激パターンVS(Sig-n)を提示（出力）する（ステップS 1 2 3）。
- [0043] 音S0(Info-1), ..., S0(Info-N)および視覚刺激パターンVS(Sig-1), ..., VS(Sig-N)が提示された利用者 1 0 は、何れかの音S0(Info-n)に対して聴覚的に注意を向ける。例えば、利用者 1 0 は、前述の課題（タスク）を実行することで何れかの音S0(Info-n)に対して聴覚的に注意を向ける。瞳孔径取得装置 1 5 は、利用者 1 0 の瞳孔径Pubを測定して、瞳孔径Pubの時系列データを特徴量抽出部 1 2 5 に送る。
- [0044] 特徴量抽出部 1 2 5 は、さらに記憶部 1 2 2 から視覚刺激パターンVS(Sig-1), ..., VS(Sig-N)に対応する出力情報Sig-1,..., Sig-Nを抽出する。特徴量抽出部 1 2 5 は、瞳孔径Pubの時系列データおよび出力情報Sig-1,..., Sig-Nを用い、視覚刺激パターンVS(Sig-1), ..., VS(Sig-N)のそれぞれと利用者 1 0 の瞳孔径変化量VPubとの相関の強さに基づく特徴量fを得て出力する。特徴量fの構成は、学習用音が音に置換され、学習用音源が音源に置換され、学習用視覚刺激パターンTVS(Sig-1), ..., TVS(Sig-N)が視覚刺激パターンVS(Sig-1), ..., VS(Sig-N)に置換され、学習用利用者が利用者 1 0 に置換され、学習用利用者の学習用瞳孔径変化量TVPubが利用者 1 0 の瞳孔径変化量VPubに置換される以外、上述した学習用特徴量Tf_jの構成と同一である。例えば、特徴量抽出部 1 2 5 は、以下のように特徴量fを得る。
- [0045] (4.1) 特徴量抽出部 1 2 5 は、瞳孔径Pubの時系列データに対する前処理を行い、前処理後の瞳孔径Pub'の時系列データを得る。前処理としては、例えば、線形補間や2次スプライン補間などを用い、瞳孔径Pubの時系列データから利用者 1 0 の瞬き等によって欠損した部分を補間する処理を例示できる。さらに、視覚刺激パターンVS(Sig-1), ..., VS(Sig-N)の明滅周波数に応じたローパスフィルタ（例えば、すべての明滅周波数を含む帯域を通すローパスフィルタ）を補完後の瞳孔径Pubの時系列データに適用し、ノイズの軽減を行っ

てもよい。

- [0046] (4.2) 特徴量抽出部 125 は、利用者 10 が何れかの学習用音 $TS0_n$ について聴覚的に注意を向けているときの瞳孔径 Pub' の時系列データから、聴覚的に注意を向ける前の瞳孔径 Pub' の平均値を減算し、 z 値による標準化を行って瞳孔径変化量 V_{Pub} の時系列データを得る。
- [0047] (4.3) 特徴量抽出部 125 は、瞳孔径変化量 V_{Pub} の時系列データと N 個の視覚刺激パターン $VS(Sig-1)$, $\dots$, $VS(Sig-N)$ とに基づいて特徴量 f を得る。特徴量 f は、 N 個の視覚刺激パターン $VS(Sig-1)$, $\dots$, $VS(Sig-N)$ のそれぞれと瞳孔径変化量 V_{Pub} との相関の強さに基づくものである。以下に特徴量 f を例示する。
- [0048] (4.3.1) 複数の周波数領域視覚刺激信号 $FVS(Sig-1)$, $\dots$, $FVS(Sig-N)$ それぞれのピーク周波数および／またはピーク周波数の近傍における周波数領域瞳孔径変化量信号 FV_{Pub} の大きさ（例えば、 FV_{Pub} の大きさのピーク値）を表す特徴量 f が用いられてもよい。ここで、複数の周波数領域視覚刺激信号 $FVS(Sig-1)$, $\dots$, $FVS(Sig-N)$ のそれぞれは、複数の視覚刺激パターン $VS(Sig-1)$, $\dots$, $VS(Sig-N)$ のそれぞれを表す時系列信号を周波数領域に変換して得られる信号である。また、周波数領域瞳孔径変化量信号 FV_{Pub} は、瞳孔径変化量 V_{Pub} を表す時系列信号を周波数領域に変換して得られる信号である。
- [0049] (4.3.2) 上述したピーク周波数および／またはピーク周波数の近傍における周波数領域瞳孔径変化量信号 FV_{Pub} の大きさに加え、または、これに代えて、その他の情報が特徴量 f に含まれてもよい。例えば、(1) 複数の周波数領域視覚刺激信号 $FVS(Sig-1)$, $\dots$, $FVS(Sig-N)$ それぞれのピーク周波数の倍周波数またはそれらの近傍における周波数領域瞳孔径変化量信号 FV_{Pub} の大きさ（例えば、大きさのピーク値）、(2) N 個の視覚刺激パターン $VS(Sig-1)$, $\dots$, $VS(Sig-N)$ のそれぞれの位相変化と瞳孔径変化量 V_{Pub} の位相変化の同期度、(3) N 個の視覚刺激パターン $VS(Sig-1)$, $\dots$, $VS(Sig-N)$ のそれぞれを表す時系列信号に対応する系列 $SS(Sig-1)$, $\dots$, $SS(Sig-N)$ のそれぞれと瞳孔径変化量 V_{Pub} を表す時系列信号に対応する系列 PS とに対する相互相関関数の各最大値 $CCF_{max}(SS(Sig-1), PS)$, $\dots$, $CCF_{max}(SS(Sig-N), PS)$ などが特徴量 f に含まれてもよ

い。

[0050] ここで、ピーク周波数の倍周波数および／またはその近傍における周波数領域瞳孔径変化量信号FVPubの大きさ（例えば、FVPubの大きさのピーク値）が大きいほど、当該ピーク周波数に対応する視覚刺激パターンVS(Sig-n)と瞳孔径変化量VPubとの相関が強い。また、瞳孔径変化量VPubとの同期度が高い位相変化を持つ視覚刺激パターンVS(Sig-n)ほど、瞳孔径変化量VPubとの相関が強い。また、相互相関関数の最大値CCFmax(SS(Sig-n), PS)が大きい視覚刺激パターンVS(Sig-n)ほど、瞳孔径変化量VPubとの相関が強い。特徴量fは推定部126に送られる（ステップS125）。

[0051] 推定部126は、記憶部122からモデルパラメータ θ を読み込む。推定部126は、特徴量fを用い、モデルパラメータ θ によって特定される推定モデル推定モデル $M(\theta)$ に基づき、音について利用者10が聴覚的に注意を向けた先の推定結果 $E=M(\theta;f)$ を得て出力する。すなわち、推定部126は、モデルパラメータ θ によって特定される推定モデル推定モデル $M(\theta)$ に特徴量fを適用し、特徴量fに対応する推定結果Eを得て出力する。前述のように、推定結果Eは、音源（例えば、音源装置14-n）を表す情報（例えば、インデックス）であってもよいし、音 $S0_n$ に対応する視覚刺激パターンVS(Sig-n)を表す情報（例えば、明滅周波数）であってもよいし、音 $S0_n$ を表す情報であってもよいし、これらの方向を表す情報であってもよい。また、推定結果Eは、1個の「利用者が聴覚的に注意を向けた先」を表していてもよいし、複数の「利用者が聴覚的に注意を向けた先」を表していてもよいし、「利用者が聴覚的に注意を向けた先」の確率を表していてもよい（ステップS126）。

[0052] [第2実施形態]

第1実施形態の視覚刺激パターンVS(Sig-n)は、周期的に時間変化する視覚刺激のパターンであった。しかし、視覚刺激パターンVS(Sig-n)が、非周期的に時間変化する刺激パターンであってもよい。以下では、第1実施形態との相違点を中心に説明し、第1実施形態と共通する事項については同じ参照番号を引用して説明を省略・簡略化する。

[0053] <全体構成>

図1に例示するように、本実施形態の聴覚注意状態推定システム2は、学習装置21、聴覚注意状態推定装置22、複数の視覚刺激発生装置13-1, ..., 13-N、複数の音源装置14-1, ..., 14-N、および瞳孔径取得装置15を有し、利用者10の瞳孔径変化量に基づいて、当該利用者10が聴覚的に注意を向けた先を推定する。

[0054] <学習装置21>

図2に例示するように、本実施形態の学習装置21は、入力部111、記憶部112、学習部213、出力部114、および制御部117を有する。

[0055] <聴覚注意状態推定装置22>

図3に例示するように、本実施形態の聴覚注意状態推定装置22は、入力部121、記憶部122、視覚刺激制御部223、聴覚情報制御部124、特徴量抽出部225、推定部226、および制御部127を有する。

[0056] <学習装置21の処理>

学習装置21（図2）の入力部111には、学習データ $T = \{(Tf_1, Ta_1), \dots, (Tf_j, Ta_j)\}$ が入力され、学習データ T は記憶部112に格納される。第1実施形態との相違点は、本実施形態の学習用視覚刺激パターン $TVS(Sig-1), \dots, TVS(Sig-N)$ が非周期的に時間変化する互いに異なる刺激パターンであり、本実施形態の学習用特徴量 Tf_j がこのような学習用視覚刺激パターン $TVS(Sig-1), \dots, TVS(Sig-N)$ のそれぞれと学習用瞳孔径変化量 TV_{Pub} との相関の強さに基づく点である。

[0057] 学習用瞳孔径変化量 TV_{Pub} に限定はないが、例えば、 N 個の学習用視覚刺激パターン $TVS(Sig-1), \dots, TVS(Sig-N)$ それぞれを表す時系列信号に対応する系列 $TSS(Sig-1), \dots, TSS(Sig-N)$ それぞれと学習用瞳孔径変化量 TV_{Pub} を表す時系列信号に対応する系列 TPS とに対する相互相関関数の各最大値 $CCF_{max}(TSS(Sig-1), TPS), \dots, CCF_{max}(TSS(Sig-N), TPS)$ などが学習用特徴量 Tf_j に含まれる。その他、これに加え、または、これに代えて、 N 個の学習用視覚刺激パターン $TVS(Sig-1), \dots, TVS(Sig-N)$ のそれぞれの位相変化と学習用瞳孔径変

化量TVPubの位相変化の同期度などが学習用特徴量 Tf_j に含まれてもよい（ステップS 2 1 1）。

[0058] 学習部 2 1 3 は、記憶部 1 1 2 から読み込んだ学習データTを用いた学習処理（機械学習）によって推定モデル $M(\theta)$ を得、当該推定モデル $M(\theta)$ を特定するモデルパラメータ θ を出力する。学習部 2 1 3 の処理の第 1 実施形態との相違点は学習データTのみである。出力部 1 1 4 はモデルパラメータ θ を聴覚注意状態推定装置 2 2 に送る（ステップS 2 1 3）。

[0059] <聴覚注意状態推定装置 2 2 の処理>

学習装置 1 1 から送られたモデルパラメータ θ は聴覚注意状態推定装置 2 2（図 3）の入力部 1 2 1 に入力され、記憶部 1 2 2 に格納される。また、記憶部 1 2 2 には、視覚刺激パターン $VS(\text{Sig-1}), \dots, VS(\text{Sig-N})$ を表す出力情報 $\text{Sig-1}, \dots, \text{Sig-N}$ が格納され、音 $S0(\text{Info-1}), \dots, S0(\text{Info-N})$ を表す出力情報 $\text{Info-1}, \dots, \text{Info-N}$ が格納される。視覚刺激パターン $VS(\text{Sig-1}), \dots, VS(\text{Sig-N})$ のそれぞれは、非周期的に時間変化する刺激パターンである（ステップS 2 2 2）。

[0060] 聴覚情報制御部 1 2 4 の処理は、第 1 実施形態と同じである（ステップS 1 2 4）。

[0061] 視覚刺激制御部 2 2 3 は、記憶部 1 2 2 から出力情報 $\text{Sig-1}, \dots, \text{Sig-N}$ を読み込んで視覚刺激発生装置 1 3 - 1, $\dots$, 1 3 - N にそれぞれ送る。各視覚刺激発生装置 1 3 - n ($n = 1, \dots, N$) は、送られた出力情報 Sig-n に基づく視覚刺激パターン $VS(\text{Sig-n})$ を提示する。ただし、視覚刺激パターン $VS(\text{Sig-1}), \dots, VS(\text{Sig-N})$ のそれぞれは、非周期的に時間変化する刺激パターンである（ステップS 2 2 3）。

[0062] 音 $S0(\text{Info-1}), \dots, S0(\text{Info-N})$ および視覚刺激パターン $VS(\text{Sig-1}), \dots, VS(\text{Sig-N})$ が提示された利用者 1 0 は、何れかの音 $S0(\text{Info-n})$ に対して聴覚的に注意を向ける。瞳孔径取得装置 1 5 は、利用者 1 0 の瞳孔径Pubを測定して、瞳孔径Pubの時系列データを特徴量抽出部 2 2 5 に送る。

[0063] 特徴量抽出部 2 2 5 は、瞳孔径Pubの時系列データおよび記憶部 1 2 2 から

抽出した出力情報 $Sig-1, \dots, Sig-N$ を用い、覚刺激パターン $VS(Sig-1), \dots, VS(Sig-N)$ のそれぞれと利用者10の瞳孔径変化量 V_{Pub} との相関の強さに基づく特徴量 f を得て出力する。特徴量 f の構成は、学習用音が音に置換され、学習用音源が音源に置換され、学習用視覚刺激パターン $TVS(Sig-1), \dots, TVS(Sig-N)$ が視覚刺激パターン $VS(Sig-1), \dots, VS(Sig-N)$ に置換され、学習用利用者が利用者10に置換され、学習用利用者の学習用瞳孔径変化量 TV_{Pub} が利用者10の瞳孔径変化量 V_{Pub} に置換される以外、上述した学習用特徴量 Tf_j の構成と同一である。第1実施形態との相違点は、本実施形態の視覚刺激パターン $VS(Sig-1), \dots, VS(Sig-N)$ が非周期的に時間変化する互いに異なる刺激パターンであり、本実施形態の特徴量 f がこのような視覚刺激パターン $VS(Sig-1), \dots, VS(Sig-N)$ のそれぞれと瞳孔径変化量 V_{Pub} との相関の強さに基づく点である。例えば、特徴量抽出部225は、第1実施形態で説明した(4.1)および(4.2)の処理を実行し、(4.3)で N 個の視覚刺激パターン $VS(Sig-1), \dots, VS(Sig-N)$ のそれぞれの位相変化と瞳孔径変化量 V_{Pub} の位相変化の同期度、 N 個の視覚刺激パターン $VS(Sig-1), \dots, VS(Sig-N)$ のそれぞれを表す時系列信号に対応する系列 $SS(Sig-1), \dots, SS(Sig-N)$ と瞳孔径変化量 V_{Pub} を表す時系列信号に対応する系列 PS とに対する相互相関関数の各最大値 $CCF_{max}(SS(Sig-1), PS), \dots, CCF_{max}(SS(Sig-N), PS)$ などを含む特徴量 f を得る。その他、これに加え、または、これに代えて、 N 個の視覚刺激パターン $VS(Sig-1), \dots, VS(Sig-N)$ のそれぞれの位相変化と瞳孔径変化量 V_{Pub} の位相変化の同期度などが特徴量 f に含まれてもよい。特徴量 f は推定部226に送られる(ステップS225)。

[0064] 推定部226は、記憶部122からモデルパラメータ θ を読み込む。推定部226は、特徴量 f を用い、モデルパラメータ θ によって特定される推定モデル推定モデル $M(\theta)$ に基づき、音について利用者10が聴覚的に注意を向けた先の推定結果 $E=M(\theta; f)$ を得て出力する(ステップS226)。

[0065] [第1実施形態および第2実施形態の変形例1]

第1および第2実施形態では、音源装置14-nが n 番目の音 $S0(Info-n)$ を

発する音源であった。しかしながら、複数の音源装置 $14-1, \dots, 14-N$ によって、各 n 番目 ($n = 1, \dots, N$) の音 $S0(\text{Info}-n)$ が空間中の互いに異なる位置 γ_n にそれぞれ定位されてもよい。この場合、空間中の各位置 γ_n が n 番目の音 $S0(\text{Info}-n)$ を発する音源となり、視覚刺激発生装置 $13-n$ は音源である位置 γ_n に対応する位置に配置される。例えば、視覚刺激発生装置 $13-n$ は位置 γ_n または位置 γ_n の近傍に配置される。

[0066] [第3実施形態]

第1実施形態および第2実施形態ならびにそれらの変形例では、学習用視覚刺激パターンおよび視覚刺激パターンが、視覚刺激発生装置などの視覚刺激パターンを提示するための専用装置（以下、「視覚刺激専用装置」という）から提示された。しかし、視覚刺激専用装置以外の装置、風景、機械、植物、動物等の像の時間変化を学習用視覚刺激パターンおよび視覚刺激パターンとして利用してもよい。この場合、学習用視覚刺激パターンは、このような像をカメラ等で撮影することで得られた映像から生成される。また、聴覚注意状態の推定時における視覚刺激パターンは、利用者10が視覚刺激専用装置以外の装置、風景、機械、植物、動物等から視覚的に直接知覚するパターンとなる。この例の場合、視覚刺激制御部 $123, 223$ 、および、視覚刺激発生装置 $13-1, \dots, 13-N$ は省略可能である。

[0067] また、第1実施形態および第2実施形態ならびにそれらの変形例では、学習用音および音が、音源装置などの専用装置（以下、「音提示専用装置」という）から提示された。しかし、音提示専用装置以外の装置、風景、機械、植物、動物等から発せられる音を利用してもよい。学習用音は、このような音をマイクロホン等で録音して得られたオーディオ信号から生成できる。また、聴覚注意状態の推定時に利用者10に提示される音は、利用者10が音提示専用装置以外の装置、風景、機械、植物、動物等から聴覚的に直接知覚する音となる。この例の場合、聴覚情報制御部 124 、および、音源装置 $14-1, \dots, 14-N$ は省略可能である。

[0068] その他は、第1実施形態および第2実施形態で説明した通りである。

[0069] [ハードウェア構成]

各実施形態における学習装置 1 1, 2 1 および聴覚注意状態推定装置 1 2, 2 2 は、例えば、CPU (central processing unit) 等のプロセッサ (ハードウェア・プロセッサ) や RAM (random-access memory) ・ ROM (read-only memory) 等のメモリ等を備える汎用または専用のコンピュータが所定のプログラムを実行することで構成される装置である。すなわち、各実施形態における学習装置 1 1, 2 1 および聴覚注意状態推定装置 1 2, 2 2 は、例えば、それぞれが有する各部を実装するように構成された処理回路 (processing circuitry) を有する。このコンピュータは 1 個のプロセッサやメモリを備えていてもよいし、複数個のプロセッサやメモリを備えていてもよい。このプログラムはコンピュータにインストールされてもよいし、予め ROM 等に記録されていてもよい。また、CPU のようにプログラムが読み込まれることで機能構成を実現する電子回路 (circuitry) ではなく、単独で処理機能を実現する電子回路を用いて一部またはすべての処理部が構成されてもよい。また、1 個の装置を構成する電子回路が複数の CPU を含んでいてもよい。

[0070] 図 6 は、各実施形態における学習装置 1 1, 2 1 および聴覚注意状態推定装置 1 2, 2 2 のハードウェア構成を例示したブロック図である。図 6 に例示するように、この例の学習装置 1 1, 2 1 および聴覚注意状態推定装置 1 2, 2 2 は、CPU (Central Processing Unit) 1 0 a、入力部 1 0 b、出力部 1 0 c、RAM (Random Access Memory) 1 0 d、ROM (Read Only Memory) 1 0 e、補助記憶装置 1 0 f 及びバス 1 0 g を有している。この例の CPU 1 0 a は、制御部 1 0 a a、演算部 1 0 a b 及びレジスタ 1 0 a c を有し、レジスタ 1 0 a c に読み込まれた各種プログラムに従って様々な演算処理を実行する。また、入力部 1 0 b は、データが入力される入力端子、キーボード、マウス、タッチパネル等である。また、出力部 1 0 c は、データが出力される出力端子、ディスプレイ、所定のプログラムを読み込んだ CPU 1 0 a によって制御される LAN カード等である。また、RAM 1 0 d は

、S R A M (Static Random Access Memory)、D R A M (Dynamic Random Access Memory)等であり、所定のプログラムが格納されるプログラム領域 1 0 d a 及び各種データが格納されるデータ領域 1 0 d b を有している。また、補助記憶装置 1 0 f は、例えば、ハードディスク、M O (Magneto-Optical disc)、半導体メモリ等であり、所定のプログラムが格納されるプログラム領域 1 0 f a 及び各種データが格納されるデータ領域 1 0 f b を有している。また、バス 1 0 g は、C P U 1 0 a、入力部 1 0 b、出力部 1 0 c、R A M 1 0 d、R O M 1 0 e 及び補助記憶装置 1 0 f を、情報のやり取りが可能なように接続する。C P U 1 0 a は、読み込まれた O S (Operating System) プログラムに従い、補助記憶装置 1 0 f のプログラム領域 1 0 f a に格納されているプログラムを R A M 1 0 d のプログラム領域 1 0 d a に書き込む。同様に C P U 1 0 a は、補助記憶装置 1 0 f のデータ領域 1 0 f b に格納されている各種データを、R A M 1 0 d のデータ領域 1 0 d b に書き込む。そして、このプログラムやデータが書き込まれた R A M 1 0 d 上のアドレスが C P U 1 0 a のレジスタ 1 0 a c に格納される。C P U 1 0 a の制御部 1 0 a a は、レジスタ 1 0 a c に格納されたこれらのアドレスを順次読み出し、読み出したアドレスが示す R A M 1 0 d 上の領域からプログラムやデータを読み出し、そのプログラムが示す演算を演算部 1 0 a b に順次実行させ、その演算結果をレジスタ 1 0 a c に格納していく。このような構成により、学習装置 1 1、2 1 および聴覚注意状態推定装置 1 2、2 2 の機能構成が実現される。

[0071] 上述のプログラムは、コンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録しておくことができる。コンピュータで読み取り可能な記録媒体の例は非一時的な (non-transitory) 記録媒体である。このような記録媒体の例は、磁気記録装置、光ディスク、光磁気記録媒体、半導体メモリ等である。

[0072] このプログラムの流通は、例えば、そのプログラムを記録した D V D、C D - R O M 等の可搬型記録媒体を販売、譲渡、貸与等することによって行う。さらに、このプログラムをサーバコンピュータの記憶装置に格納しておく

、ネットワークを介して、サーバコンピュータから他のコンピュータにそのプログラムを転送することにより、このプログラムを流通させる構成としてもよい。上述のように、このようなプログラムを実行するコンピュータは、例えば、まず、可搬型記録媒体に記録されたプログラムもしくはサーバコンピュータから転送されたプログラムを、一旦、自己の記憶装置に格納する。そして、処理の実行時、このコンピュータは、自己の記憶装置に格納されたプログラムを読み取り、読み取ったプログラムに従った処理を実行する。また、このプログラムの別の実行形態として、コンピュータが可搬型記録媒体から直接プログラムを読み取り、そのプログラムに従った処理を実行することとしてもよく、さらに、このコンピュータにサーバコンピュータからプログラムが転送されるたびに、逐次、受け取ったプログラムに従った処理を実行することとしてもよい。また、サーバコンピュータから、このコンピュータへのプログラムの転送は行わず、その実行指示と結果取得のみによって処理機能を実現する、いわゆるASP（Application Service Provider）型のサービスによって、上述の処理を実行する構成としてもよい。なお、本形態におけるプログラムには、電子計算機による処理の用に供する情報であってプログラムに準ずるもの（コンピュータに対する直接の指令ではないがコンピュータの処理を規定する性質を有するデータ等）を含むものとする。

[0073] 各実施形態では、コンピュータ上で所定のプログラムを実行させることにより、本装置を構成することとしたが、これらの処理内容の少なくとも一部をハードウェア的に実現することとしてもよい。

[0074] なお、本発明は上述の実施形態に限定されるものではない。例えば、上述の各実施形態では、学習によって推定モデルを得、当該推定モデルを用い、利用者が聴覚的に注意を向けた先を推定した。しかしながら、互いに異なる複数の音源に対応する互いに異なる複数の視覚刺激パターンのそれぞれと利用者の瞳孔径変化量との相関の強さに基づく特徴量を用いるのであれば、どのような方法で利用者が聴覚的に注意を向けた先を推定してもよい。例えば、過去に得られた特徴量のサンプリングによって閾値を定め、当該閾値と新

たに得た特徴量との比較によって、利用者が聴覚的に注意を向けた先を推定してもよい。

[0075] また、上述の各種の処理は、記載に従って時系列に実行されるのみならず、処理を実行する装置の処理能力あるいは必要に応じて並列的にあるいは個別に実行されてもよい。その他、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更が可能であることはいうまでもない。

符号の説明

[0076] 1, 2 聴覚注意状態推定システム

1 1, 2 1 学習装置

1 1 3, 2 1 3 学習部

1 2, 2 2 聴覚注意状態推定装置

1 2 6, 2 2 6 推定部

請求の範囲

- [請求項1] 互いに異なる複数の音源に対応する互いに異なる複数の視覚刺激パターンのそれぞれと利用者の瞳孔径変化量との相関の強さに基づく特徴量を得る特徴量抽出部と、
- 前記特徴量を用い、前記音源からの音について前記利用者が聴覚的に注意を向けた先を推定する推定部と、
- を有する聴覚注意状態推定装置。
- [請求項2] 請求項1の聴覚注意状態推定装置であって、
- 前記複数の視覚刺激パターンのそれぞれは、周期的に時間変化する視覚刺激のパターンであり、
- 前記特徴量は、少なくとも、複数の周波数領域視覚刺激信号それぞれのピーク周波数および／または前記ピーク周波数の近傍における周波数領域瞳孔径変化量信号の大きさを表し、
- 前記複数の周波数領域視覚刺激信号のそれぞれは、前記複数の視覚刺激パターンのそれぞれを表す時系列信号を周波数領域に変換して得られる信号であり、
- 前記周波数領域瞳孔径変化量信号は、前記瞳孔径変化量を表す時系列信号を周波数領域に変換して得られる信号である、聴覚注意状態推定装置。
- [請求項3] 請求項1の聴覚注意状態推定装置であって、
- 前記複数の視覚刺激パターンのそれぞれは、時間変化する視覚刺激のパターンであり、
- 前記特徴量は、少なくとも、前記複数の視覚刺激パターンのそれぞれを表す時系列信号に対応する系列と前記瞳孔径変化量を表す時系列信号に対応する系列とに対する相互相関関数の各最大値を表す、聴覚注意状態推定装置。
- [請求項4] 請求項1から3の何れかの聴覚注意状態推定装置であって、
- 前記複数の音源のうち、前記利用者の瞳孔径変化量との相関が強い

視覚刺激パターンに対応する音源ほど、前記推定部が、前記利用者が聴覚的に注意を向けた先であると推定する頻度が高い、聴覚注意状態推定装置。

- [請求項5] 請求項 1 から 3 の何れかの聴覚注意状態推定装置であって、
 前記複数の音源は、第 1 音源を含み、
 前記複数の視覚刺激パターンは、前記第 1 音源に対応する第 1 視覚刺激パターンを含み、
 前記第 1 視覚刺激パターンと前記利用者の瞳孔径変化量との相関の強さが所定値以上である場合に、前記推定部が、前記利用者が聴覚的に注意を向けた先が前記第 1 音源または前記第 1 音源の近傍であると推定する、聴覚注意状態推定装置。

- [請求項6] 請求項 1 から 3 の何れかの聴覚注意状態推定装置であって、
 前記複数の音源は、第 1 音源および前記第 1 音源以外の第 2 音源を含み、
 前記複数の視覚刺激パターンは、前記第 1 音源に対応する第 1 視覚刺激パターンおよび前記第 2 音源に対応する第 2 視覚刺激パターンを含み、
 前記第 1 視覚刺激パターンと前記利用者の瞳孔径変化量との相関の強さが、前記第 2 視覚刺激パターンと前記利用者の瞳孔径変化量との相関の強さよりも強い場合に、前記推定部が、前記利用者が聴覚的に注意を向けた先が前記第 1 音源または前記第 1 音源の近傍であると推定する、聴覚注意状態推定装置。

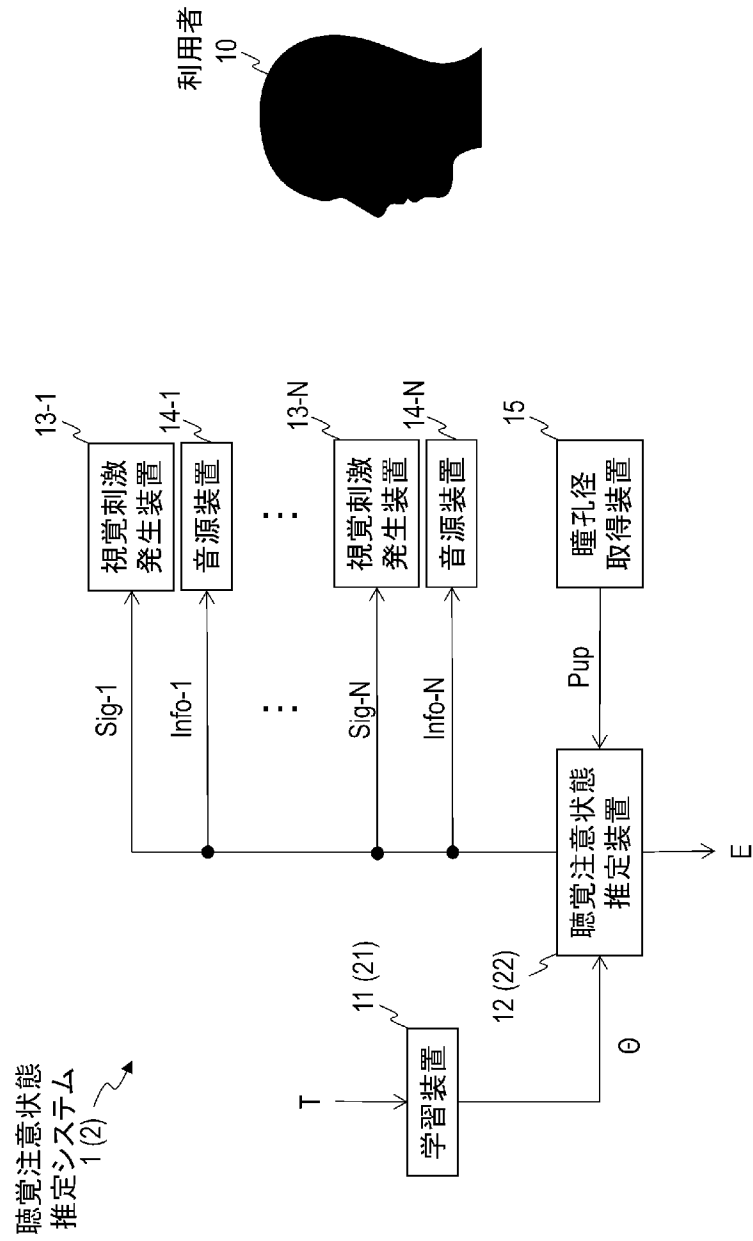
- [請求項7] 互いに異なる複数の学習用音源に対応する互いに異なる複数の学習用視覚刺激パターンのそれぞれと学習用瞳孔径変化量との相関の強さに基づく学習用特徴量と、前記学習用音源からの学習用音について聴覚的に注意が向けられた先を表す正解情報と、を対応付けた学習データを用いた学習処理により、
 互いに異なる複数の音源に対応する互いに異なる複数の視覚刺激パタ

ーンのそれぞれと利用者の瞳孔径変化量との相関の強さに基づく特徴量を入力とし、前記音源からの音について前記利用者が聴覚的に注意を向けた先を推定する推定モデルを得る学習部を有する学習装置。

[請求項8] 請求項1の聴覚注意状態推定装置または請求項6の学習装置の処理を実行する方法。

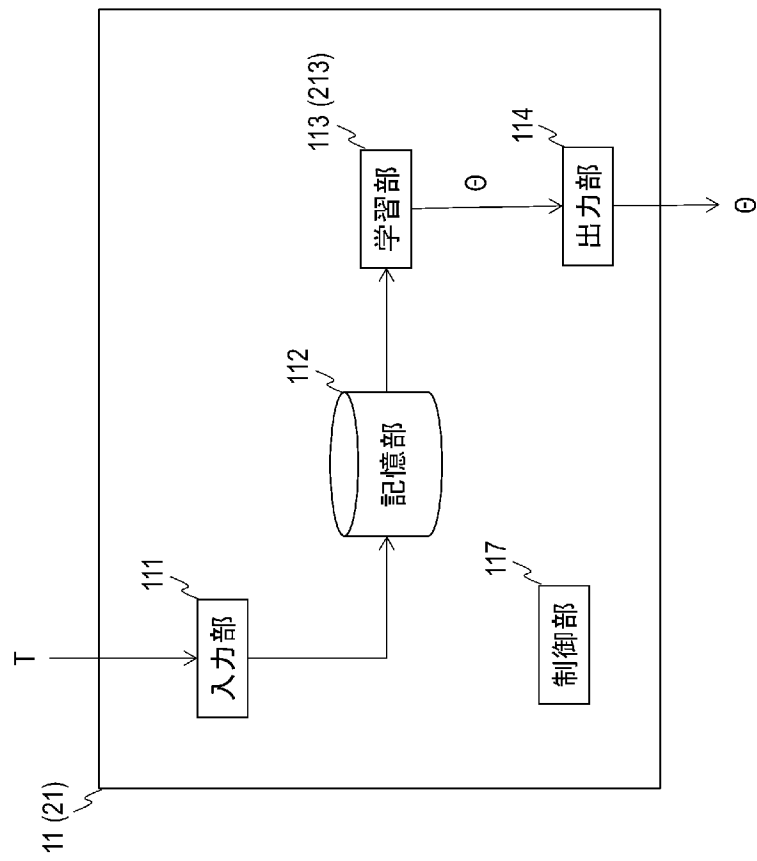
[請求項9] 請求項1から6の何れかの聴覚注意状態推定装置または請求項7の学習装置としてコンピュータを機能させるためのプログラム。

[図1]



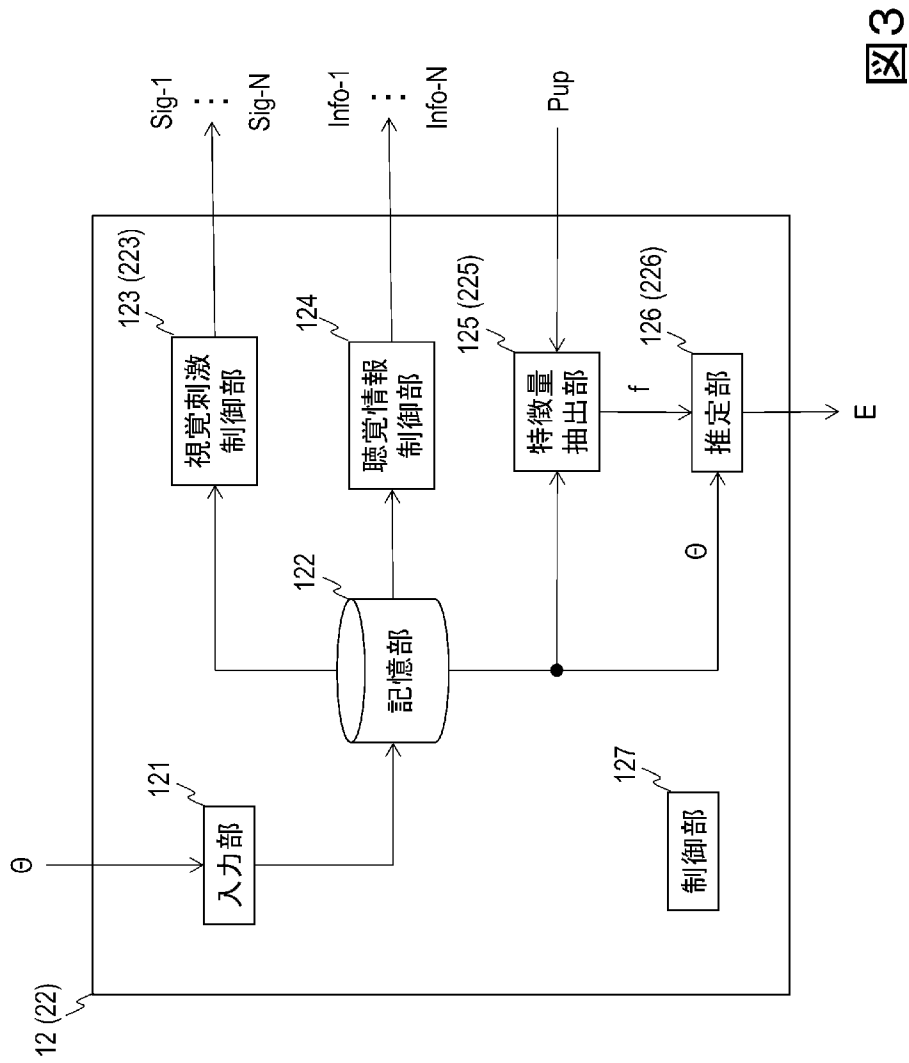
[図1]

[図2]



[図2]

[図3]



[図3]

[図4]

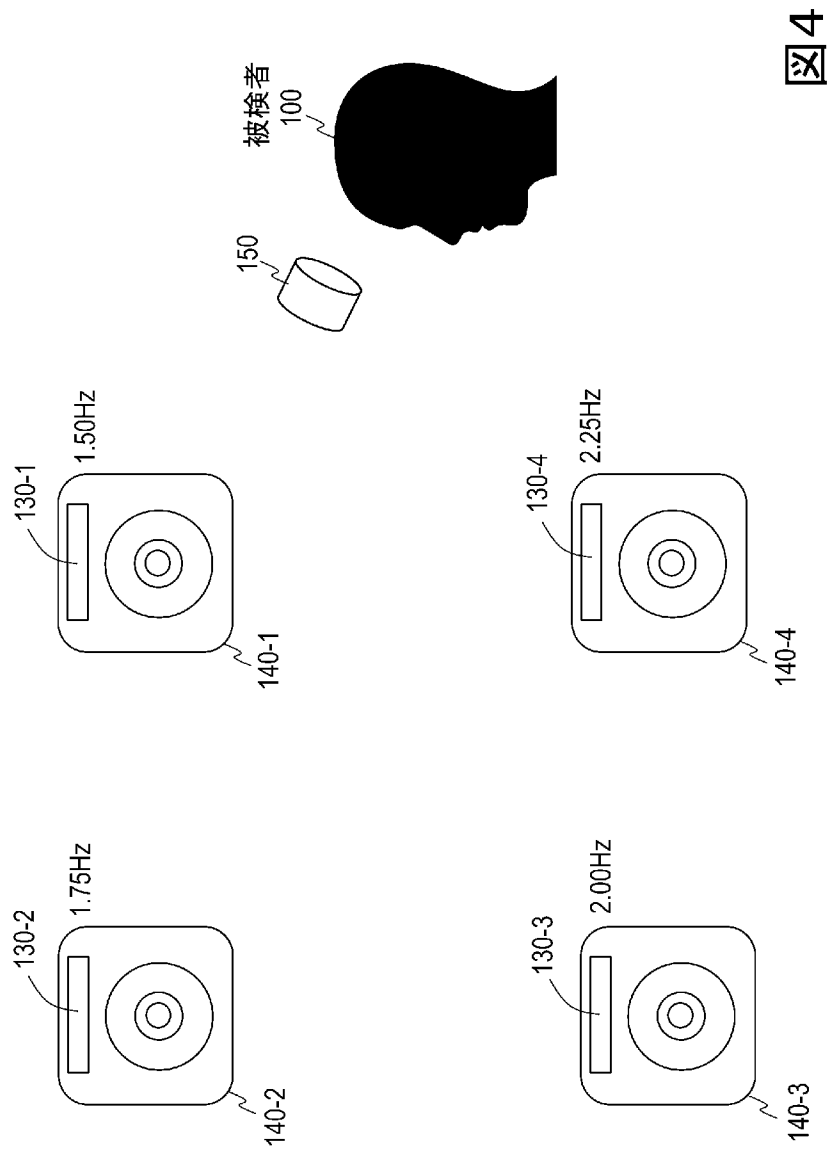
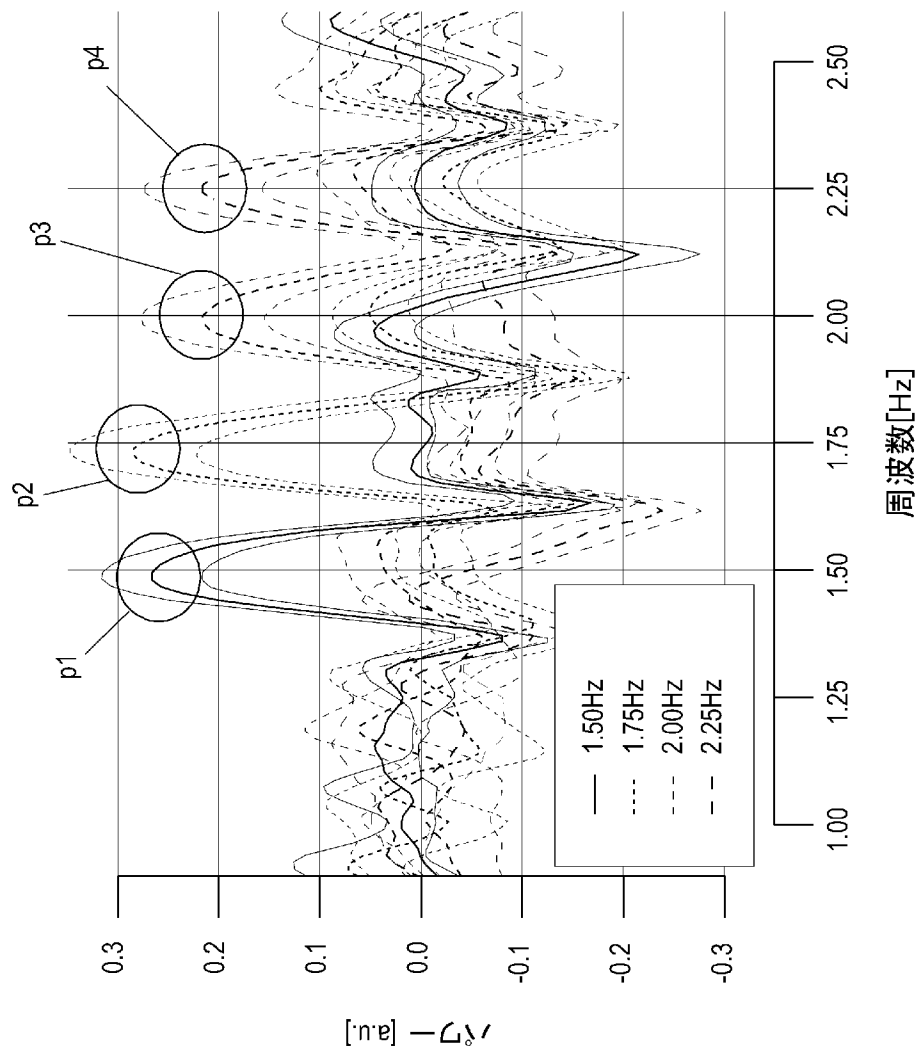


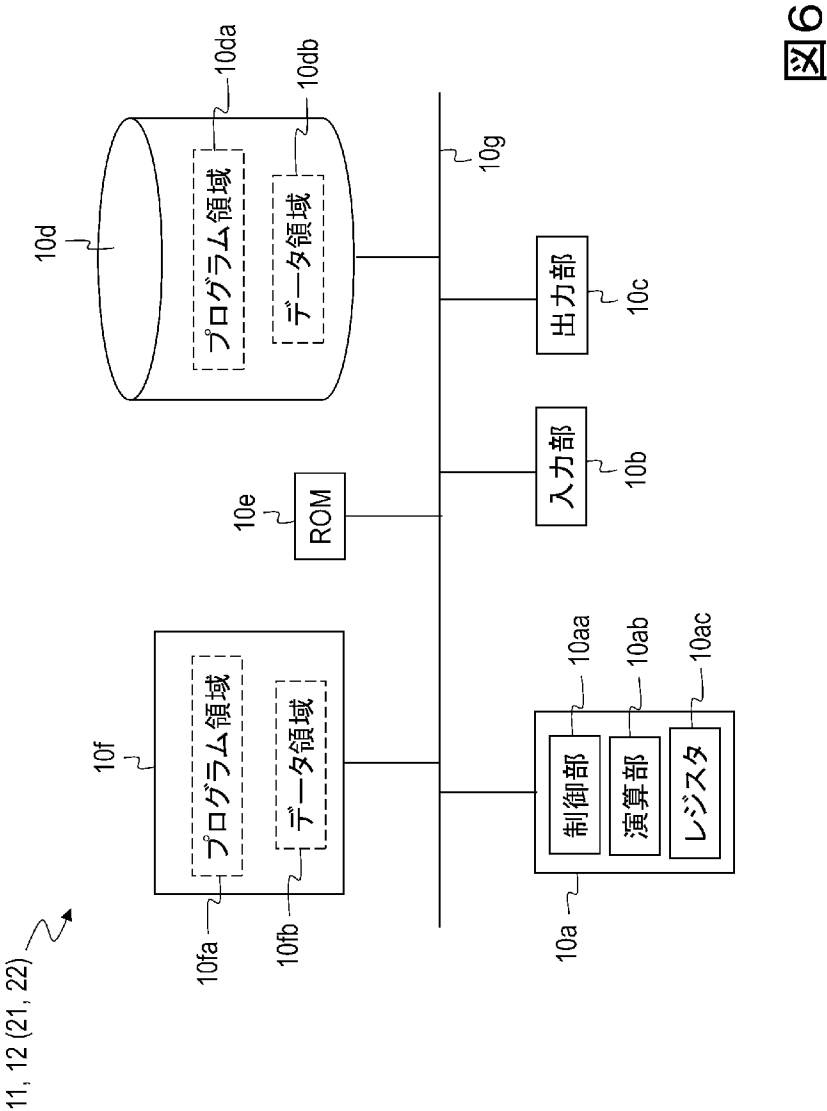
図4

[図5]



[図5]

[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/028988

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**A61B 3/11**(2006.01)i

FI: A61B3/11

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B3/00-3/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2019-126423 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE) 01 August 2019 (2019-08-01) paragraphs [0031]-[0042], [0051]-[0072], [0108], fig. 6-9	1-9
A	US 2020/0253526 A1 (UNIVERSITY OF OREGON) 13 August 2020 (2020-08-13) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2021-19983 A (TOYOTA CENTRAL RES & DEV) 18 February 2021 (2021-02-18) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2015-132783 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE) 23 July 2015 (2015-07-23) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2010-104754 A (HANAMURA, Takeshi) 13 May 2010 (2010-05-13) entire text, all drawings	1-9
A	WO 2013/023056 A1 (OHIO UNIVERSITY) 14 February 2013 (2013-02-14) entire text, all drawings	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 September 2021

Date of mailing of the international search report

05 October 2021

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/028988

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2019-126423	A	01 August 2019	(Family: none)	
US	2020/0253526	A1	13 August 2020	(Family: none)	
JP	2021-19983	A	18 February 2021	(Family: none)	
JP	2015-132783	A	23 July 2015	(Family: none)	
JP	2010-104754	A	13 May 2010	(Family: none)	
WO	2013/023056	A1	14 February 2013	US 2014/0186806	A1
				entire text, all drawings	
				EP 2741678	A1
				CN 103857347	A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） A61B 3/11(2006.01)i FI: A61B3/11														
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） A61B3/00-3/18 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2021年</td> </tr> </table> 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2021年	日本国実用新案登録公報	1996-2021年	日本国登録実用新案公報	1994-2021年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2021年													
日本国実用新案登録公報	1996-2021年													
日本国登録実用新案公報	1994-2021年													
C. 関連すると認められる文献														
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
X	JP 2019-126423 A（日本電信電話株式会社）01.08.2019（2019-08-01） 段落[0031]-[0042], [0051]-[0072], [0108], 図6-9	1-9												
A	US 2020/0253526 A1（UNIVERSITY OF OREGON）13.08.2020（2020-08-13） 全文、全図	1-9												
A	JP 2021-19983 A（株式会社豊田中央研究所）18.02.2021（2021-02-18） 全文、全図	1-9												
A	JP 2015-132783 A（日本電信電話株式会社）23.07.2015（2015-07-23） 全文、全図	1-9												
A	JP 2010-104754 A（花村 剛）13.05.2010（2010-05-13） 全文、全図	1-9												
A	WO 2013/023056 A1（OHIO UNIVERSITY）14.02.2013（2013-02-14） 全文、全図	1-9												
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの													
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの													
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献														
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献														
国際調査を完了した日 24.09.2021	国際調査報告の発送日 05.10.2021													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 田辺 正樹 2Q 4403 電話番号 03-3581-1101 内線 3292													

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/028988

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2019-126423	A	01.08.2019	(ファミリーなし)	
US	2020/0253526	A1	13.08.2020	(ファミリーなし)	
JP	2021-19983	A	18.02.2021	(ファミリーなし)	
JP	2015-132783	A	23.07.2015	(ファミリーなし)	
JP	2010-104754	A	13.05.2010	(ファミリーなし)	
WO	2013/023056	A1	14.02.2013	US 2014/0186806	A1
				全文, 全図	
				EP 2741678	A1
				CN 103857347	A