(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
2022年11月17日(17.11.2022)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2022/239234 A1

(51) 国際特許分類:
G06N 20/00 (2019.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/018419

(22) 国際出願日： 2021年5月14日(14.05.2021)

(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: 太田 藍李(**OTA, Airi**); 〒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). 志水 信哉(**SHIMIZU, Shinya**); 〒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). 山本 奏(**YAMAMOTO, Susumu**); 〒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ＮＳＯ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, 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,

WO 2022/239234 A1

(54) **Title:** EMOTION STATE ESTIMATION/LEARNING DEVICE, EMOTION STATE ESTIMATION DEVICE, METHOD FOR SAME, AND PROGRAM

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

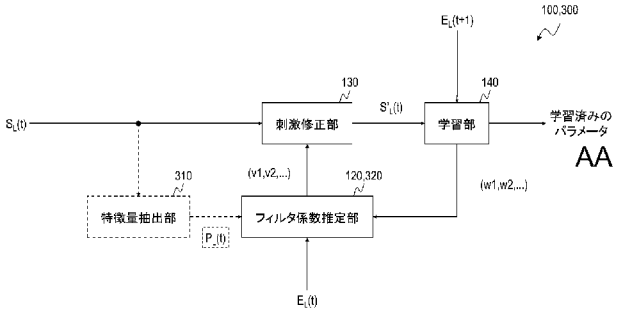

図2

120, 320Filter coefficient estimation unit
130 Stimulus correction unit
140 Learning unit
310 Feature value extraction unit
AA Learned parameter

(57) **Abstract:** Provided is an emotion state estimation/learning device, etc., which learns a parameter used by an emotion state estimation device that takes into consideration an emotion state when a stimulus is received. This emotion state estimation/learning device includes: a filter coefficient estimation unit which uses a parameter w to estimate a filter coefficient for correcting, to one or more actually perceived and recognized feature values, one or more feature values extracted from a stimulus $S_L(t)$ for learning at a certain point in time t from an emotion state E_L for learning at the time point t; a stimulus correction unit which uses the filter coefficient to filter the feature values extracted from the stimulus $S_L(t)$ and corrects to a stimulus $S'_L(t)$, which is an actually perceived and recognized feature value; and a learning unit which uses the corrected stimulus $S'_L(t)$ and an emotion state $E_L(t+1)$ for learning at a time point t+1 to learn the parameter w so as to reduce the distance between an emotion state $E_L(t+1)$ and an estimated value $\hat{E}_L(t+1)$ of the emotion state at the time point

[続葉有]

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)）

t+1 estimated by using the corrected stimulus S'(t).

(57) 要約：刺激を受けた際の感情状態を考慮した感情状態推定装置で用いるパラメータを学習する感情状態推定学習装置等を提供する。感情状態推定学習装置は、パラメータwを用いて、ある時点tの学習用の感情状態$E_L(t)$から、時点tの学習用の刺激$S_L(t)$から抽出される１以上の特徴量を実際に知覚、認知される１以上の特徴量に修正するためのフィルタ係数を推定するフィルタ係数推定部と、フィルタ係数を用いて、刺激$S_L(t)$から抽出される特徴量をフィルタリングして、実際に知覚、認知される特徴量である刺激$S'_L(t)$に修正する刺激修正部と、修正後の刺激$S'_L(t)$と時点t+1の学習用の感情状態$E_L(t+1)$とを用いて、感情状態$E_L(t+1)$と、修正後の刺激S'(t)を用いて推定される時点t+1の感情状態の推定値$\hat{E}_L(t+1)$との距離が小さくなるように、パラメータwを学習する学習部と、を含む。

明　細　書

発明の名称 ：

感情状態推定学習装置、感情状態推定装置、それらの方法、およびプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、与えられた刺激に対し、感情状態が経時的にどのように変化するかを推定する技術に関する。

背景技術

[0002] 与えられた刺激に対し、感情状態の経時的な変化を感情次元評価で推定する技術として非特許文献１が知られている。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：Kenta Masui, Takumi Nagasawa, Hirokazu Doi, Norimichi Tsumura, "Continuous estimation of emotional change using multimodal affective responses", CVPR2020.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 感情の変化は非特許文献１に記載されているように刺激に起因するが、実際には刺激を受けた際の感情状態にも影響を受ける。非特許文献１では、刺激を受けた際の感情状態が考慮されていないため、自然な感情状態の変化を推定できない場合がある。

[0005] 本発明は、刺激を受けた際の感情状態を考慮した感情状態推定装置、感情状態推定装置で用いるパラメータを学習する感情状態推定学習装置、それらの方法、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

[0006] 上記の課題を解決するために、本発明の一態様によれば、感情状態推定学

習装置は、パラメータwを用いて、ある時点tの学習用の感情状態$E_L(t)$から、時点tの学習用の刺激$S_L(t)$から抽出される１以上の特徴量を実際に知覚、認知される１以上の特徴量に修正するためのフィルタ係数を推定するフィルタ係数推定部と、フィルタ係数を用いて、刺激$S_L(t)$から抽出される特徴量をフィルタリングして、実際に知覚、認知される特徴量である刺激$S'_L(t)$に修正する刺激修正部と、修正後の刺激$S'_L(t)$と時点t+1の学習用の感情状態$E_L(t+1)$とを用いて、感情状態$E_L(t+1)$と、修正後の刺激S'(t)を用いて推定される時点t+1の感情状態の推定値$\hat{E}_L(t+1)$との距離が小さくなるように、パラメータwを学習する学習部と、を含む。

[0007] 上記の課題を解決するために、本発明の他の態様によれば、感情状態推定装置は、学習済みのパラメータwに基づきある時点tの感情状態E(t)から時点tの刺激S(t)から抽出される１以上の特徴量を実際に知覚、認知される１以上の特徴量に修正するためのフィルタ係数を推定するフィルタ係数推定部と、フィルタ係数を用いて、刺激S(t)から抽出される特徴量をフィルタリングして、実際に知覚、認知される特徴量である刺激S'(t)に修正する刺激修正部と、修正後の刺激S'(t)を用いて、時点t+1の感情状態E(t+1)を推定する感情推定部と、を含み、学習済みのパラメータwは、学習用の感情状態$E_L(t+1)$とその推定値との距離が小さくなるように学習されたものである。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、刺激を受けた際の感情状態を考慮し、より自然な感情状態の変化を推定することができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]感情状態推定システムの構成例を示す図。

[図2]感情状態推定学習装置の機能ブロック図。

[図3]感情状態推定学習装置の処理フローの例を示す図。

[図4]感情状態推定装置の機能ブロック図。

[図5]感情状態推定装置の処理フローの例を示す図。

[図6]本手法を適用するコンピュータの構成例を示す図。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の実施形態について、説明する。なお、以下の説明に用いる図面では、同じ機能を持つ構成部や同じ処理を行うステップには同一の符号を記し、重複説明を省略する。以下の説明において、テキスト中で使用する記号「^」等は、本来直後の文字の真上に記載されるべきものであるが、テキスト記法の制限により、当該文字の直前に記載する。式中においてはこれらの記号は本来の位置に記述している。また、ベクトルや行列の各要素単位で行われる処理は、特に断りが無い限り、そのベクトルやその行列の全ての要素に対して適用されるものとする。

[0011] ＜第一実施形態のポイント＞

感情とは、受けた感情関連刺激の知覚によって変化した心身の状態のことである。なお、感情関連刺激とは、既存の感情状態に影響を与える、あるいは新たな感情を喚起させる刺激である。感情関連刺激の知覚には、そのときの感情状態が影響するという知見が報告されている。以下に3つの例を示す。

[0012] （例１）ネガティビティ・バイアス（ネガティビティ効果）

ポジティブな感情を持つ情報より、ネガティブな感情を持つ情報のほうが情報価が高く、ヒトに対して大きな影響を及ぼす傾向がある。ヒトはポジティブな感情よりネガティブな感情に対して敏感で、ネガティブ感情はポジティブ感情より長く続く傾向がある。

[0013] （例２）気分一致判断効果

ポジティブな感情（気分）時に、より肯定的な評価・判断がなされ、ネガティブな感情（気分）時には否定的な評価・判断がなされやすい。

[0014] （例３）クレショフ効果

一つの画像や写真が映画的に編集されることによって、その画像や写真がその前後に位置する他の映像の意味に対して及ぼすという性質がある。前後の脈絡がない映像や写真の羅列でも、人間は前後のつながりを無意識に関連づけて意味を解釈してしまう。

[0015] 人はこのような感情特性を持つことから、刺激入力時のベースとなる感情

状態を考慮して感情状態の推定を行うことで、感情状態の推定精度が向上すると考えられる。

[0016] しかしながら、現在、感情関連刺激を受ける前の感情状態と、それに伴う受けた感情関連刺激の知覚認知への変化を考慮した感情状態変化の推定技術は存在しない。そのため、ある状況である事象が起こったためある感情になったというような時間の流れを考慮した感情の理解や、自然な感情状態変化の説明が困難であるといった課題が存在する。

[0017] 本実施形態では、入力された感情関連刺激をフィルタリング処理することで、刺激を受けた際の感情状態を考慮し、より自然な感情状態の変化を推定する。

[0018] より詳しく説明すると、感情状態E(t)のときに受けた刺激S(t)は、感情状態E(t)の影響を受けて知覚される。後述するフィルタ係数推定部において、入力刺激S(t)を実際に知覚・認知される刺激に修正するためのフィルタ係数を感情状態E(t)を用いて推定する。刺激修正部において刺激S(t)のフィルタリングを行い、従来の感情推定手法を用いてフィルタで修正された刺激が誘発させる感情状態E(t+1)を推定する。

[0019] ＜第一実施形態＞

図１は感情状態推定システムの構成例を示す。感情状態推定システムは、感情状態推定学習装置１００と感情状態推定装置２００を含む。

[0020] 感情状態推定学習装置１００は、学習用の刺激$S_L(t)$と学習用の感情状態$E_L(t)$、$E_L(t+1)$を入力とし、感情状態推定装置２００で用いるパラメータを学習し、学習済みのパラメータを出力する。ただし、tは時点を示すインデックスである。なお、感情状態$E_L(t+1)$は、時点tにおける刺激$S_L(t)$と感情状態$E_L(t)$で得られる時点t+1における感情状態であり、正解データに相当する。感情状態推定学習装置１００は、例えば、学習用の刺激$S_L(t)$と学習用の感情状態$E_L(t)$、$E_L(t+1)$の組を複数入力とする。具体的には、刺激$S_L(t)$は特定の感情を喚起させるための刺激であり、喚起させる感情のラベルやレベルスコアが付与されているものとする。付与されている感情のラベルやレベルスコア毎、か

つ、刺激の種別毎に識別可能な状態で用意された学習用の「刺激$S_L(t)$_感情ラベル_感情レベルスコア_刺激種別」と、当該「刺激$S_L(t)$_感情ラベル_感情レベルスコア_刺激種別」を受ける際の学習用の感情状態$E_L(t)$、$E_L(t+1)$の組を予め複数用意しておき、感情状態推定学習装置１００の入力とする。感情のラベル、レベルスコア、刺激の種別については後述する。ただし、以下では、「刺激$S_L(t)$_感情ラベル_感情レベルスコア_刺激種別」を単に刺激$S_L(t)$と記載する。

[0021] 感情状態推定装置２００は、感情推定処理に先立ち、学習済みのパラメータを受け取る。学習済みのパラメータは、例えば感情状態推定学習装置１００から出力されるパラメータである。感情状態推定装置２００は、刺激S(t)と感情状態E(t)を入力とし、時点tの刺激S(t)と感情状態E(t)から時点t+1の感情状態$E_L(t)$を推定し、出力する。

[0022] 感情状態推定学習装置および感情状態推定装置は、例えば、中央演算処理装置（CPU: Central Processing Unit）、主記憶装置（RAM: Random Access Memory）などを有する公知又は専用のコンピュータに特別なプログラムが読み込まれて構成された特別な装置である。感情状態推定学習装置および感情状態推定装置は、例えば、中央演算処理装置の制御のもとで各処理を実行する。感情状態推定学習装置および感情状態推定装置に入力されたデータや各処理で得られたデータは、例えば、主記憶装置に格納され、主記憶装置に格納されたデータは必要に応じて中央演算処理装置へ読み出されて他の処理に利用される。感情状態推定学習装置および感情状態推定装置の各処理部は、少なくとも一部が集積回路等のハードウェアによって構成されていてもよい。感情状態推定学習装置および感情状態推定装置が備える各記憶部は、例えば、RAM（Random Access Memory）などの主記憶装置、またはリレーショナルデータベースやキーバリューストアなどのミドルウェアにより構成することができる。ただし、各記憶部は、必ずしも感情状態推定学習装置および感情状態推定装置がその内部に備える必要はなく、ハードディスクや光ディスクもしくはフラッシュメモリ（Flash Memory）のような半導体メモリ素子によ

り構成される補助記憶装置により構成し、感情状態推定学習装置および感情状態推定装置の外部に備える構成としてもよい。

[0023] まず、感情状態推定学習装置について説明する。

[0024] ＜感情状態推定学習装置１００＞

図２は第一実施形態に係る感情状態推定学習装置１００の機能ブロック図を、図３はその処理フローを示す。

[0025] 感情状態推定学習装置１００は、フィルタ係数推定部１２０と刺激修正部１３０と学習部１４０とを含む。

[0026] 上述の通り、感情状態推定学習装置１００は、学習用の刺激$S_L(t)$と学習用の感情状態$E_L(t)$、$E_L(t+1)$を入力とし、感情状態推定装置２００で用いるパラメータを学習し、学習済みのパラメータを出力する。

[0027] 感情状態推定学習装置１００の入力である学習用の刺激$S_L(t)$は、特定の感情を喚起させるための刺激である。刺激$S_L(t)$は、ヒトの視覚器、聴覚器等の感覚器で受け取ることができる刺激であり、例えば、映像データ、画像データ、音声データ等である。このデータの種別が、前述の刺激種別に相当する。なお、前述の通り、刺激$S_L(t)$には、喚起させる感情のラベルやレベルスコアが付与されている。例えば、喜怒哀楽等の感情を示すラベルや、喜怒哀楽等の感情のレベルを示す数値(例えば、各感情のレベルを１～５の数値で示す)が刺激$S_L(t)$に付与されている。

[0028] 感情状態推定学習装置１００の入力である学習用の感情状態$E_L(t)$は、時点tの刺激$S_L(t)$が入力されるときの時点tの感情状態を示し、例えば、感情のラベルやレベルスコアで表現される。従来技術を用いて感情状態を取得することができる。例えば、(1-1)感情状態推定学習装置１００が、対象者に対して学習用の刺激$S_L(t)$である特定の感情を喚起させる映像データを提示し、(1-2)対象者が、入力装置を介して、映像データを視聴しながらそのときの感情状態を入力することで、感情状態推定学習装置１００は感情状態を取得することができる。なお、対象者がこの作業をニュートラルな感情状態で行うことで、対象者の感情状態を無視できるようにする。このとき学習用の刺激$S_L(t)$は

、フィルタ係数推定に用いる刺激と同一のものでもよい。また、例えば、(2)感情状態推定学習装置１００は従来技術を用いて学習した感情状態推定モデルを用いて学習用の感情状態$E_L(t)$を取得してもよい。この感情状態推定モデルは、刺激S(t)を入力とし、刺激S(t)に対する感情状態E(t)を出力するモデルである。

[0029] 時点tが経過することで、時点t+1の感情状態$E_L(t+1)$も同様に取得できる。感情状態$E_L(t+1)$は、時点tにおいて入力刺激$S_L(t)$を知覚・認知したことによって喚起された感情状態であって、感情状態$E_L(t)$から変化した後の時点t+1の感情状態である。後述する感情状態推定装置２００は、感情状態E(t)がニュートラルであれば、刺激S(t)の知覚後の感情状態E(t+1)は感情状態E(t)の影響を受けないと想定し、刺激S(t)に付与されている感情のラベルやレベルスコアに基づき感情状態E(t+1)を推定できる。しかし実際は時点tにおいてさまざまな感情状態をとりうるため、感情状態推定装置２００は、感情状態$E_L(t)$の影響を考慮して時点t+1の感情状態を推定する。

[0030] 感情状態推定学習装置１００の出力である学習済みのパラメータは、感情状態推定装置２００で用いるパラメータである。

[0031] 以下、各部について説明する。

[0032] ＜フィルタ係数推定部１２０＞

フィルタ係数推定部１２０は、学習用の感情状態$E_L(t)$と学習部１４０から出力されたパラメータw1,w2,…を入力とし、パラメータw1,w2,…を用いて、感情状態$E_L(t)$から、学習用の刺激$S_L(t)$から抽出される１以上の特徴量を実際に知覚、認知される１以上の特徴量(言い換えると、実際に知覚、認知される刺激に対応する１以上の特徴量)に修正するためのフィルタ係数v1,v2,…を推定し（Ｓ１２０）、出力する。なお、パラメータw1,w2,…の初期値として、例えば、0～1の間の既定値を与えればよい。例えば、フィルタ係数推定部１２０は、感情状態$E_L(t)$を入力として、次式のように感情状態$E_L(t)$にパラメータw1,w2,…をかけてフィルタ係数v1,v2,…を生成する。

$E_L(t)\cdot w1=v1$

[0033] ＜刺激修正部１３０＞

刺激修正部１３０は、学習用の刺激$S_L(t)$とフィルタ係数v1,v2,…を入力とし、フィルタ係数v1,v2,…を用いて、刺激$S_L(t)$から抽出される特徴量をフィルタリングして、実際に知覚、認知される特徴量である刺激に修正し（Ｓ１３０）、出力する。以下、修正後の刺激を$S'_L(t)$と表記する。

[0034] 例えば、刺激修正部１３０は、刺激$S_L(t)$から特徴量$Q_L(t)$を抽出する。特徴量の抽出方法としては従来手法を用いればよい。例えば、非特許文献１の方法により、刺激$S_L(t)$である映像データから表情、瞳孔径、心拍等に係る特徴量を抽出してもよい。また、例えば、刺激$S_L(t)$である音声データから音量、口調、声音等に係る特徴量を抽出してもよいし、刺激$S_L(t)$に付与されている感情のラベルやレベルスコアを特徴量として抽出してもよい。

[0035] 次に、刺激修正部１３０は、刺激$S_L(t)$から抽出した特徴量$Q_L(t)$にフィルタ係数v1,v2,…を乗じることで、次式のように特徴量を修正する。

$v1 \cdot Q_L(t) = Q'_L(t)$

修正された特徴量$Q'_L(t)$が上述の修正後の刺激$S'_L(t)$に相当する。

[0036] ＜学習部１４０＞

学習部１４０は、修正後の刺激$S'_L(t)$と学習用の感情状態$E_L(t+1)$とを入力とし、これらの値を用いて、感情状態$E_L(t+1)$と、修正後の刺激S'(t)を用いて推定される時点t+1の感情状態の推定値$\hat{E}_L(t+1)$との距離が小さくなるように、上述のフィルタ係数推定部１２０でフィルタ係数v1,v2,…を推定する際に用いるモデルのパラメータw1,w2,…を学習し、出力する。

[0037] まず、学習部１４０は、修正後の刺激$S'_L(t)$を用いて、時点t+1の感情状態の推定値$\hat{E}_L(t+1)$を得る（Ｓ１４０－１）。例えば、従来の感情推定手法の学習済みの推定モデルを用いて刺激修正部１３０で修正された刺激$S'_L(t)$が誘発させる感情状態の推定値$\hat{E}_L(t+1)$を得る。例えば、学習済みの推定モデルは、ニューラルネットワーク等の機械学習により学習されたモデルであって、時点tの刺激S(t)から得られる特徴量を入力とし、時点t+1の感情状態を推定するモデルである。なお、感情のラベルやレベルスコアを推定結果としてすれ

ばよい。例えば、刺激修正部１３０において、非特許文献１の方法により、刺激$S_L(t)$である映像データから表情、瞳孔径、心拍等に係る特徴量を抽出する場合には、非特許文献１の学習済みの推定モデルを用いて、修正後の刺激$S'_L(t)$から感情状態の推定値$\hat{E}_L(t+1)$を得る。

[0038] 次に、学習部１４０は、時点t+1の学習用の感情状態$E_L(t+1)$とその推定値$\hat{E}_L(t+1)$との距離D(t)を計算する（Ｓ１４０－２）。例えば、距離D(t)の計算には、ユークリッド距離、マハラノビス距離が利用可能である。

[0039] さらに、学習部１４０は、距離D(t)が所定の閾値以下か否かを判定し（Ｓ１４０－３）、所定の閾値より大きい場合（Ｓ１４０－３のno）、例えば、勾配降下法等を用いて、距離D(t)が小さくなるようにパラメータw1,w2,…を更新し（Ｓ１４０－４）、フィルタ係数推定部１２０に出力し、Ｓ１２０～Ｓ１４０－３を繰り返すように制御する。一方、距離D(t)が所定の閾値以下の場合（Ｓ１４０－３のyes）、感情状態推定学習装置１００は、まだ処理していない組（学習データ）について処理を行う。

[0040] 学習部１４０は、感情状態推定学習装置１００に入力された、学習用の刺激$S_L(t)$と学習用の感情状態$E_L(t)$と$E_L(t+1)$のすべての組（学習データ）について処理を行ったか否かを判定し（Ｓ１４０－５）、まだ処理していない組（学習データ）がある場合（Ｓ１４０－５のno）、Ｓ１２０～Ｓ１４０－４を繰り返すように制御し、処理していない組（学習データ）がない場合（Ｓ１４０－５のyes）、そのときのパラメータw1,w2,…を学習済みのパラメータとして出力する。

[0041] 次に、感情状態推定装置について説明する。

[0042] ＜感情状態推定装置２００＞

図４は第一実施形態に係る感情状態推定装置２００の機能ブロック図を、図５はその処理フローを示す。

[0043] 感情状態推定装置２００は、フィルタ係数推定部２２０と刺激修正部２３０と感情推定部２４０とを含む。

[0044] 上述の通り、感情状態推定装置２００は、感情推定処理に先立ち、学習済

みのパラメータを受け取る。感情状態推定装置２００は、刺激S(t)と感情状態E(t)を入力とし、時点tの刺激S(t)と感情状態E(t)から時点t+1の感情状態の推定値E(t+1)を得、出力する。感情状態の推定値E^(t+1)は、例えば、感情のラベルやレベルスコアである。

[0045] 以下、各部の処理について説明する。

[0046] ＜フィルタ係数推定部２２０＞

フィルタ係数推定部２２０は、感情推定処理に先立ち、学習済みのパラメータを受け取る。フィルタ係数推定部２２０は、感情状態E(t)を入力とし、学習済みのパラメータに基づき感情状態E(t)から、刺激S(t)から抽出される１以上の特徴量を実際に知覚、認知される１以上の特徴量(言い換えると、実際に知覚、認知される刺激に対応する１以上の特徴量)に修正するためのフィルタ係数v1,v2,…を推定し（Ｓ２２０）、出力する。具体的には、フィルタ係数推定部１２０のＳ１２０と同様の処理を行う。

[0047] ＜刺激修正部２３０＞

刺激修正部２３０は、刺激S(t)とフィルタ係数v1,v2,…を入力とし、フィルタ係数v1,v2,…を用いて、刺激S(t)から抽出される特徴量をフィルタリングして、実際に知覚、認知される特徴量である刺激に修正し（Ｓ２３０）、出力する。具体的には、刺激修正部１３０のＳ１３０と同様の処理を行う。以下、修正後の刺激をS'(t)と表記する。

[0048] ＜感情推定部２４０＞

感情推定部２４０は、修正後の刺激S'(t)を入力とし、修正後の刺激S'(t)を用いて、修正後の刺激S'(t)を用いて推定される時点t+1の感情状態の推定値^E(t+1)を得（Ｓ２４０）、出力する。具体的には、学習部１４０のＳ１４０－１と同様の処理を行う。

[0049] ＜効果＞

以上の構成により、刺激を受けた際の感情状態を考慮し、より自然な感情状態の変化を推定することができる。

[0050] 感情状態推定は人間とロボットの交流など、HCI(human-computer interact

ion)分野における重要な技術の一つである。デジタル化が進む現在、人間とロボットが共存する社会に向けた世界的な取り組みは活発に行われており、人間と自然な相互作用を起こすロボットの開発が目指されている。感情状態の変化を正確に推定する技術により、ロボットが相手の人間に気を配り、感情状態を考慮した行動をとることができれば、さらに自然で豊かなインタラクションが行えると考えられる。

[0051] ＜変形例＞

本実施形態では、感情状態を感情のラベルやレベルスコアで示しているが、感情状態を示す値に継続しやすい感情を示すパラメータ等を追加してもよい。例えば、すぐに反応がある感情変化や、ゆっくりとした感情変化を示すパラメータを追加する。

[0052] ＜第二実施形態＞

第一実施形態と異なる部分を中心に説明する。

[0053] 本実施形態では、フィルタ係数推定部においてフィルタ係数を推定する際に、時点tの感情状態だけでなく、時点tの刺激から得られる特徴量も利用する。

[0054] 図１は感情状態推定システムの構成例を示す。感情状態推定システムは、感情状態推定学習装置３００と感情状態推定装置４００を含む。

[0055] ＜感情状態推定学習装置３００＞

図２は第一実施形態に係る感情状態推定学習装置３００の機能ブロック図を、図３はその処理フローを示す。

[0056] 感情状態推定学習装置３００は、特徴量抽出部３１０とフィルタ係数推定部３２０と刺激修正部１３０と学習部１４０とを含む。刺激修正部１３０と学習部１４０の処理内容は第一実施形態と同様なので説明を省略する。

[0057] ＜特徴量抽出部３１０＞

特徴量抽出部３１０は、学習用の刺激$S_L(t)$を入力とし、刺激$S_L(t)$から特徴量$P_L(t)$を抽出し（Ｓ３１０）、出力する。例えば、従来技術の感情推定技術で用いる特徴量を抽出してもよいし、他の特徴量であってもよい。また、上

述の刺激修正部１３０で抽出する特徴量と同じ特徴量でもよいし、異なる特徴量であってもよい。例えば、特徴量$P_L(t)$は、刺激$S_L(t)$である映像データから抽出される表情、瞳孔径もしくは心拍等に係る特徴量、または、刺激$S_L(t)$である音声データから抽出される音量、口調もしくは声音等に係る特徴量、または、刺激$S_L(t)$に付与されている感情のラベルやレベルスコア、のいずれか１つ以上からなる。また、例えば、上述の＜感情状態推定学習装置１００＞で説明した従来技術を用いて学習した感情状態推定モデル（刺激S(t)を入力とし、刺激S(t)に対する感情状態E(t)を出力するモデル）を用いる場合、学習用の刺激$S_L(t)$から感情状態を推定する際に用いる特徴量を前述の特徴量P_Lとして抽出する。例えば、参考文献１，２の技術を用いて特徴量P_Lを抽出することができる。

（参考文献１）Ali Mollahosseini, Behzad Hasani, Mohammad H. Mahoor,"AffectNet: A Database for Facial Expression, Valence, and Arousal Computing in the Wild", IEEE Transactions on Affective Computing, 2017.

（参考文献２）Wafa Mellouk, Wahida Handouzi, "Facial emotion recognition using deep learning: review and insights", Procedia Computer Science, Volume 175, Pages 689-694, 2020.

[0058] ＜フィルタ係数推定部３２０＞

フィルタ係数推定部３２０は、学習用の感情状態$E_L(t)$と特徴量$P_L(t)$と学習部１４０から出力されたパラメータw1,w2,…を入力とし、パラメータw1,w2,…を用いて、感情状態$E_L(t)$と特徴量$P_L(t)$から、学習用の刺激$S_L(t)$から抽出される１以上の特徴量を実際に知覚、認知される１以上の特徴量(言い換えると、実際に知覚、認知される刺激に対応する１以上の特徴量)に修正するためのフィルタ係数v1,v2,…を推定し（Ｓ３２０）、出力する。なお、パラメータw1,w2,…の初期値として、例えば、0～1の間の既定値を与えればよい。例えば、フィルタ係数推定部３２０は、感情状態$E_L(t)$と特徴量$P_L(t)$とを入力として、次式のように感情状態$E_L(t)$と特徴量$P_L(t)$とパラメータw1,w2,…をかけてフィルタ係数v1,v2,…を生成する。

$E_L(t)\cdot P_L(t)\cdot w1=v1$

[0059] ＜感情状態推定装置４００＞

図４は第一実施形態に係る感情状態推定装置４００の機能ブロック図を、図５はその処理フローを示す。

[0060] 感情状態推定装置４００は、特徴量抽出部４１０とフィルタ係数推定部４２０と刺激修正部２３０と感情推定部２４０とを含む。刺激修正部２３０と感情推定部２４０の処理内容は第一実施形態と同様なので説明を省略する。

[0061] ＜特徴量抽出部４１０＞

特徴量抽出部４１０は、刺激S(t)を入力とし、刺激S(t)から特徴量P(t)を抽出し（Ｓ４１０）、出力する。具体的には、特徴量抽出部３１０のＳ３１０と同様の処理を行う。

[0062] ＜フィルタ係数推定部４２０＞

フィルタ係数推定部４２０は、感情推定処理に先立ち、学習済みのパラメータを受け取る。フィルタ係数推定部４２０は、感情状態E(t)と特徴量P(t)を入力とし、学習済みのパラメータw1,w2,…に基づき、感情状態E(t)と特徴量P(t)から、刺激S(t)から抽出される１以上の特徴量を実際に知覚、認知される１以上の特徴量(言い換えると、実際に知覚、認知される刺激に対応する１以上の特徴量)に修正するためのフィルタ係数v1,v2,…を推定し（Ｓ４２０）、出力する。具体的には、フィルタ係数推定部３２０のＳ３２０と同様の処理を行う。

[0063] ＜効果＞

このような構成とすることで、第一実施形態と同様の効果を得ることができる。さらに、フィルタ係数を推定する際に、刺激の特徴量を考慮することで、より適切に刺激を修正することができる。

[0064] ＜その他の変形例＞

本発明は上記の実施形態及び変形例に限定されるものではない。例えば、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。

[0065] ＜プログラム及び記録媒体＞

上述の各種の処理は、図６に示すコンピュータの記憶部２０２０に、上記方法の各ステップを実行させるプログラムを読み込ませ、制御部２０１０、入力部２０３０、出力部２０４０などに動作させることで実施できる。

[0066] この処理内容を記述したプログラムは、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としては、例えば、磁気記録装置、光ディスク、光磁気記録媒体、半導体メモリ等どのようなものでもよい。

[0067] また、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ＤＶＤ、ＣＤ－ＲＯＭ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き、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。

[0068] 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、自己の記録媒体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。

[0069] また、この形態では、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。

請求の範囲

[請求項1] パラメータwを用いて、ある時点tの学習用の感情状態$E_L(t)$から、前記時点tの学習用の刺激$S_L(t)$から抽出される１以上の特徴量を実際に知覚、認知される１以上の特徴量に修正するためのフィルタ係数を推定するフィルタ係数推定部と、

前記フィルタ係数を用いて、前記刺激$S_L(t)$から抽出される特徴量をフィルタリングして、実際に知覚、認知される特徴量である刺激$S'_L(t)$に修正する刺激修正部と、

修正後の刺激$S'_L(t)$と時点t+1の学習用の感情状態$E_L(t+1)$とを用いて、前記感情状態$E_L(t+1)$と、修正後の刺激$S'(t)$を用いて推定される時点t+1の感情状態の推定値$\hat{E}_L(t+1)$との距離が小さくなるように、前記パラメータwを学習する学習部と、を含む、

感情状態推定学習装置。

[請求項2] 請求項１の感情状態推定学習装置であって、

前記刺激$S_L(t)$から特徴量$P_L(t)$を抽出する特徴量抽出部を含み、

前記フィルタ係数推定部は、前記パラメータwを用いて、前記感情状態$E_L(t)$と前記特徴量$P_L(t)$から、前記フィルタ係数を推定し、

前記特徴量$P_L(t)$は、映像データから抽出される表情、瞳孔径もしくは心拍に係る特徴量、または、音声データから抽出される音量、口調もしくは声音に係る特徴量、または、感情のラベルもしくは感情のレベルスコア、のいずれか１つ以上からなる、

感情状態推定学習装置。

[請求項3] 請求項１または請求項２の感情状態推定学習装置であって、

当該感情状態推定学習装置は、学習用の前記刺激$S_L(t)$と学習用の前記感情状態$E_L(t)$、$E_L(t+1)$の組を複数入力とし、

学習用の前記刺激$S_L(t)$は、特定の感情を喚起させるための刺激であり、

学習用の前記刺激$S_L(t)$は、学習用の前記刺激$S_L(t)$に付与されてい

る感情のラベル、感情レベルスコア、刺激の種別、それぞれ毎に識別可能な状態で用意されたデータである、

感情状態推定学習装置。

[請求項4] 学習済みのパラメータwに基づきある時点tの感情状態E(t)から前記時点tの刺激S(t)から抽出される１以上の特徴量を実際に知覚、認知される１以上の特徴量に修正するためのフィルタ係数を推定するフィルタ係数推定部と、

前記フィルタ係数を用いて、前記刺激S(t)から抽出される特徴量をフィルタリングして、実際に知覚、認知される特徴量である刺激S'(t)に修正する刺激修正部と、

修正後の刺激S'(t)を用いて、時点t+1の感情状態E(t+1)を推定する感情推定部と、を含み、

前記学習済みのパラメータwは、学習用の感情状態E_L(t+1)とその推定値との距離が小さくなるように学習されたものである、

感情状態推定装置。

[請求項5] 請求項４の感情状態推定装置であって、

前記刺激S(t)から特徴量P(t)を抽出する特徴量抽出部を含み、

前記フィルタ係数推定部は、前記学習済みのパラメータwを用いて、前記感情状態E(t)と前記特徴量P(t)から、前記フィルタ係数を推定し、

前記特徴量P(t)は、映像データから抽出される表情、瞳孔径もしくは心拍に係る特徴量、または、音声データから抽出される音量、口調もしくは声音に係る特徴量、または、感情のラベルもしくは感情のレベルスコア、のいずれか１つ以上からなる、

感情状態推定装置。

[請求項6] 感情状態推定学習装置が、パラメータwを用いて、ある時点tの学習用の感情状態E_L(t)から、前記時点tの学習用の刺激S_L(t)から抽出される１以上の特徴量を実際に知覚、認知される１以上の特徴量に修正す

るためのフィルタ係数を推定するフィルタ係数推定ステップと、

感情状態推定学習装置が、前記フィルタ係数を用いて、前記刺激S_L(t)から抽出される特徴量をフィルタリングして、実際に知覚、認知される特徴量である刺激S'_L(t)に修正する刺激修正ステップと、

感情状態推定学習装置が、修正後の刺激S'_L(t)と時点t+1の学習用の感情状態E_L(t+1)とを用いて、前記感情状態E_L(t+1)と、修正後の刺激S'(t)を用いて推定される時点t+1の感情状態の推定値$\hat{E}_L$(t+1)との距離が小さくなるように、前記パラメータwを学習する学習ステップと、を含む、

感情状態推定学習方法。

[請求項7] 感情状態推定装置が、学習済みのパラメータwに基づきある時点tの感情状態E(t)から前記時点tの刺激S(t)から抽出される１以上の特徴量を実際に知覚、認知される１以上の特徴量に修正するためのフィルタ係数を推定するフィルタ係数推定ステップと、

感情状態推定装置が、前記フィルタ係数を用いて、前記刺激S(t)から抽出される特徴量をフィルタリングして、実際に知覚、認知される特徴量である刺激S'(t)に修正する刺激修正ステップと、

感情状態推定装置が、修正後の刺激S'(t)を用いて、時点t+1の感情状態E(t+1)を推定する感情推定ステップと、を含み、

前記学習済みのパラメータwは、学習用の感情状態E_L(t+1)とその推定値との距離が小さくなるように学習されたものである、

感情状態推定方法。

[請求項8] 請求項１から請求項３の何れかの感情状態推定学習装置、または、請求項４もしくは請求項５の感情状態推定装置として、コンピュータを機能させるためのプログラム。

[図1]

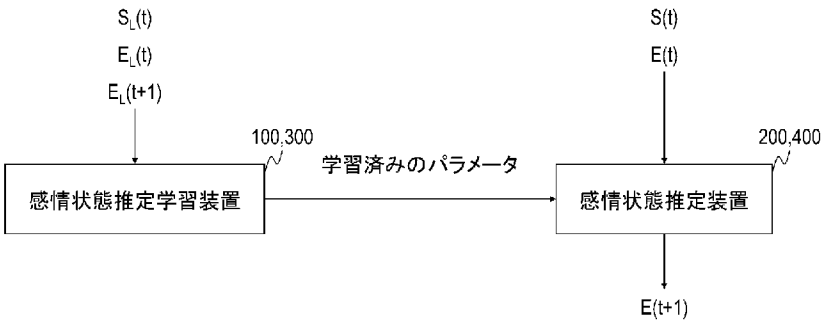
$S_L(t)$
$E_L(t)$
$E_L(t+1)$
100,300
学習済みのパラメータ
感情状態推定学習装置
S(t)
E(t)
200,400
感情状態推定装置
E(t+1)

図1

[図2]

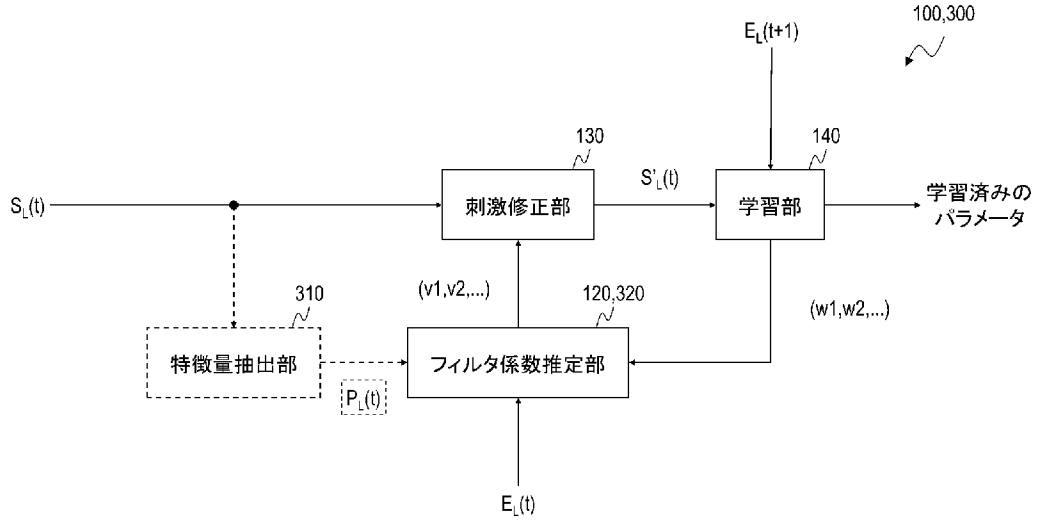
$E_L(t+1)$
100,300
130
140
$S_L(t)$
刺激修正部
$S'_L(t)$
学習部
学習済みの
パラメータ
310
(v1,v2,...)
120,320
(w1,w2,...)
特徴量抽出部
フィルタ係数推定部
$P_L(t)$
$E_L(t)$

図2

[図3]

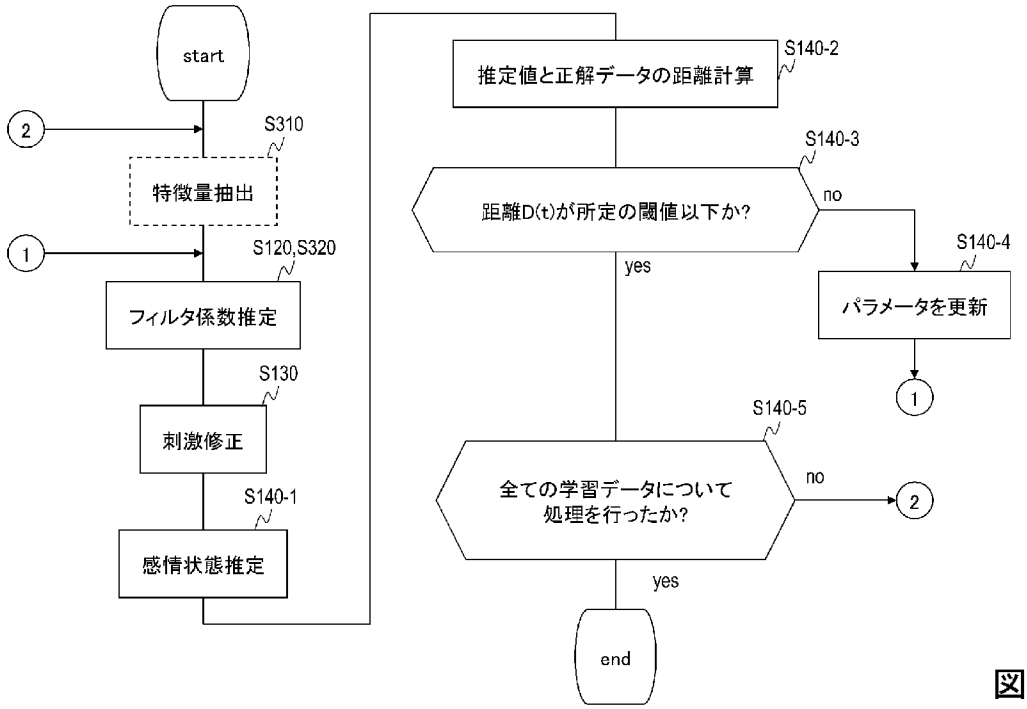
start
2
S310
特徴量抽出
1
S120,S320
フィルタ係数推定
S130
刺激修正
S140-1
感情状態推定
推定値と正解データの距離計算
S140-2
S140-3
距離D(t)が所定の閾値以下か?
no
yes
S140-4
パラメータを更新
1
S140-5
全ての学習データについて
処理を行ったか?
no
2
yes
end

図3

[図4]

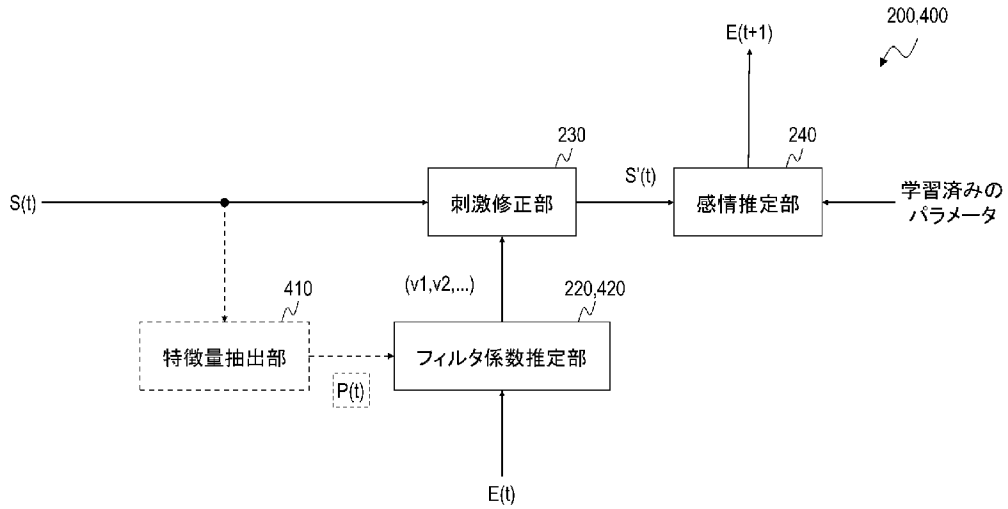
200,400
E(t+1)
230
240
S(t)
刺激修正部
S'(t)
感情推定部
学習済みの
パラメータ
410
(v1,v2,...)
220,420
特徴量抽出部
P(t)
フィルタ係数推定部
E(t)

図4

[図5]

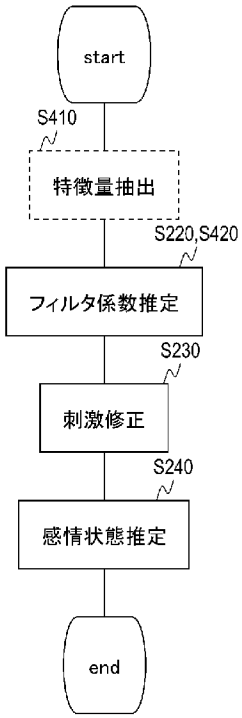
start
S410
特徴量抽出
S220,S420
フィルタ係数推定
S230
刺激修正
S240
感情状態推定
end

図5

[図6]

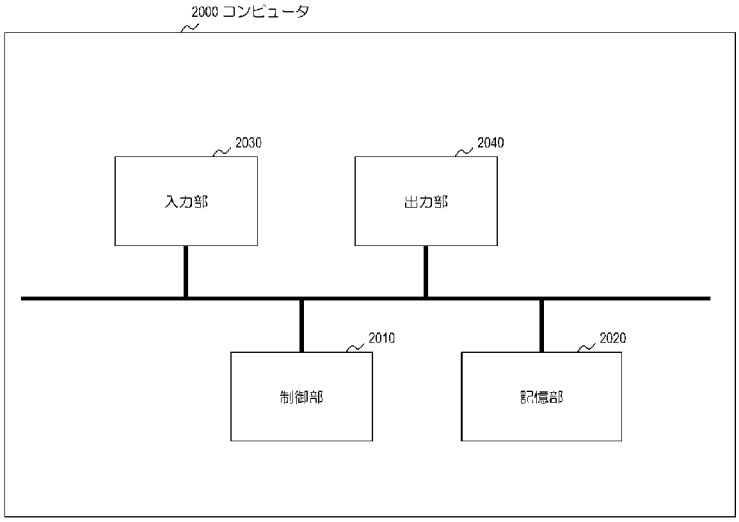
2000 コンピュータ
2030
入力部
2040
出力部
2010
制御部
2020
記憶部

図6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/018419

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G06N20/00(2019.01)i
FI: G06N20/00130

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)

Int.Cl. G06N20/00

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.
A	JP 2014-144052 A (NIPPON TELEGR & TELEPH CORP.) 14 August 2014 (2014-08-14), entire text, all drawings	1-8
A	US 2018/0285641 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 04 October 2018 (2018-10-04), entire text, all drawings	1-8

☐ 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 07 July 2021	Date of mailing of the international search report 20 July 2021
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 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/JP2021/018419

JP 2014-144052 A	14 August 2014	(Family: none)
US 2018/0285641 A1	04 October 2018	WO 2016/072595 A1 entire text, all drawings EP 3217254 A1 entire text, all drawings CN 105615902 A entire text, all drawings KR 10-2016-0054392 A entire text, all drawings

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/018419

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G06N 20/00(2019.01)i
FI: G06N20/00 130

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））

G06N20/00

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

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

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）

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
A	JP 2014-144052 A (日本電信電話株式会社) 14.08.2014 (2014-08-14) 全文、全図	1-8
A	US 2018/0285641 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 04.10.2018 (2018-10-04) 全文、全図	1-8

☐ 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。

* 引用文献のカテゴリー
"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
"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
"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）
"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
"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
"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
"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
"&" 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
07.07.2021	20.07.2021

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）
松崎　孝大 5B 4060

電話番号 03-3581-1101 内線 3545

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/JP2021/018419

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2014-144052 A	14.08.2014	（ファミリーなし）	
US 2018/0285641 A1	04.10.2018	WO 2016/072595 A1 全文、全図 EP 3217254 A1 全文、全図 CN 105615902 A 全文、全図 KR 10-2016-0054392 A 全文、全図	