

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7311118号
(P7311118)

(45)発行日 令和5年7月19日(2023.7.19)

(24)登録日 令和5年7月10日(2023.7.10)

(51)国際特許分類	F I			
A 6 1 B 5/16 (2006.01)	A 6 1 B	5/16	1 2 0	
A 6 1 B 5/397(2021.01)	A 6 1 B	5/16	1 3 0	
	A 6 1 B	5/397		Z D M

請求項の数 10 (全18頁)

(21)出願番号	特願2021-553450(P2021-553450)	(73)特許権者	000001993
(86)(22)出願日	令和2年10月20日(2020.10.20)		株式会社島津製作所
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/039356		京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地
(87)国際公開番号	WO2021/085231	(73)特許権者	504132272
(87)国際公開日	令和3年5月6日(2021.5.6)		国立大学法人京都大学
審査請求日	令和4年4月21日(2022.4.21)		京都府京都市左京区吉田本町3番地1
(31)優先権主張番号	特願2019-197330(P2019-197330)	(74)代理人	110001195
(32)優先日	令和1年10月30日(2019.10.30)		弁理士法人深見特許事務所
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	(72)発明者	浦岡 泰之
(出願人による申告)平成28年度、国立研究開発法人科学技術振興機構研究成果展開事業 共創の場形成支援「i-Braix ICT「超快適」スマート社会の創出グローバルリサーチコンプレックス」委託研究、産業技術力強化法第17条の適用を受ける特許出願			京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内
		(72)発明者	村田 耕一
			京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内
		(72)発明者	田窪 健二

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 感情推定方法および感情推定システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

対象者の顔の筋肉のうちの異なる種類の筋肉にそれぞれ対応する複数の筋電位信号を取得するステップと、

前記複数の筋電位信号にそれぞれ対応する複数の筋肉の活動量の寄与を各々が受ける複数の感情指数を算出するステップと、

前記複数の感情指数と人間の感情との間の関係を示す情報を用いて、前記複数の感情指数から前記対象者の感情を推定するステップとを含む、感情推定方法。

【請求項2】

前記算出するステップは、前記複数の感情指数がトレードオフの関係にない点において互いに独立しているように、前記複数の感情指数を算出するステップを含む、請求項1に記載の感情推定方法。

【請求項3】

前記算出するステップは、前記複数の筋電位信号毎に、その筋電位信号に対応する筋肉の活動量と所定の係数との積を算出するステップと、

前記複数の筋電位信号のすべてについて前記積の総和を取ることによって、前記複数の感情指数を算出するステップとを含む、請求項1または2に記載の感情推定方法。

【請求項4】

前記算出するステップは、

前記複数の筋電位信号毎に、その筋電位信号に対応する筋肉の活動量と所定の係数とを
行列的に掛け合わせることで積を算出するステップと、

前記複数の筋電位信号のすべてについて前記積の総和を取ることによって、前記複数の
感情指数を算出するステップとを含む、請求項 1 または 2 に記載の感情推定方法。

【請求項 5】

前記推定するステップは、前記複数の感情指数と前記対象者の感情との間で予め定めら
れたマップを参照することによって、前記複数の感情指数から前記対象者の感情を推定す
るステップを含む、請求項 1 または 2 に記載の感情推定方法。

【請求項 6】

前記取得するステップは、

前記対象者の皺眉筋の筋電位信号を取得するステップと、

前記対象者の大頬骨筋の筋電位信号を取得するステップとを含む、請求項 1 または 2
に記載の感情推定方法。

【請求項 7】

前記複数の感情指数は、肯定的な感情を指標する第 1 感情指数と、否定的な感情を指標
する第 2 感情指数とを含み、

前記算出するステップは、

前記対象者の皺眉筋の活動量と前記対象者の大頬骨筋の活動量との両方に基づいて前
記第 1 感情指数を算出するステップと、

前記対象者の皺眉筋の活動量と前記対象者の大頬骨筋の活動量との両方に基づいて前記第
2 感情指数を算出するステップを含む、請求項 6 に記載の感情推定方法。

【請求項 8】

前記対象者の生体情報に基づいて前記対象者の覚醒度を算出するステップをさらに含み、

前記推定するステップは、前記複数の感情指数と前記覚醒度と前記対象者の感情との対
応関係を参照することによって、前記複数の感情指数と前記覚醒度とから前記対象者の感
情を推定するステップを含む、請求項 1 または 2 に記載の感情推定方法。

【請求項 9】

前記推定するステップにより推定した前記対象者の感情を表示装置に経時的に表示する
ステップをさらに含む、請求項 1 または 2 に記載の感情推定方法。

【請求項 10】

対象者の顔の筋肉のうちの異なる種類の筋肉にそれぞれ対応するように配置され、対応
する筋肉の筋電位信号を出力する複数の筋電位センサと、

前記複数の筋電位センサからの複数の筋電位信号に基づいて前記対象者の感情を推定す
るように構成された演算装置とを備え、

前記演算装置は、

前記複数の筋電位信号にそれぞれ対応する複数の筋肉の活動量の寄与を各々が受ける
複数の感情指数を算出し、

前記複数の感情指数と人間の感情との間の関係を示す情報を用いて、前記複数の感情
指数から前記対象者の感情を推定する、感情推定システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、感情推定方法および感情推定システムに関する。

【背景技術】

【0002】

心理学の分野において、人間の感情を表現するための種々のモデルが提案されている。
たとえば非特許文献 1 には「ラッセルの円環モデル」が開示されている。ラッセルの円環
モデルとは、快 - 不快を表す横軸と、覚醒 - 眠気を表す縦軸とを有する二次元平面上で、
様々な感情を表せるとしたモデルである。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【非特許文献】

【0003】

【文献】James A. Russell and Geraldine Pratt, "A Description of the Affective Quality Attributed to Environments", Journal of Personality and Social Psychology, 1980, Vol. 38, No. 2, 311-322

Wataru Sato, Tomomi Fujimura, Takanori Kochiyama, Naoto Suzuki, "Relationships among Facial Mimicry, Emotional Experience, and Emotion Recognition", Journal of PLoS ONE, 2013, 8(3), 1-8

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

対象者の顔の筋肉から筋電位信号を取得し、筋電位信号に基づいて対象者の感情を推定する技術が提案されている。

【0005】

本発明者らは、人間には快/不快だけでは分類することができない、より複雑な感情が存在する点に着目した。たとえば、スポーツまたはゲーム等において熱戦の末にポイントを奪われたり敗れたりした場合などには、「悔しいながらも楽しい」との感情が生じることがある。このような複雑な感情についても対象者の顔の筋肉の筋電位信号から推定可能であることが望ましい。

【0006】

本開示は、かかる課題を解決するためになされたものであり、本開示の目的は、複雑な感情を推定可能な技術を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本開示の第1の態様に係る感情推定方法は、第1～第3のステップを含む。第1のステップは、対象者の顔の筋肉のうちの異なる種類の筋肉にそれぞれ対応する複数の筋電位信号を取得するステップである。第2のステップは、複数の筋電位信号に基づいて複数の感情指数を算出するステップである。第3のステップは、複数の感情指数と人間の感情との間の関係を示す情報を用いて、複数の感情指数から対象者の感情を推定するステップである。

【0008】

本開示の第2の態様に係る感情推定システムは、複数の筋電位センサと、演算装置とを備える。複数の筋電位センサは、対象者の顔の筋肉のうちの異なる種類の筋肉にそれぞれ対応するように配置され、対応する筋肉の筋電位信号を出力する。演算装置は、複数の筋電位センサからの複数の筋電位信号に基づいて対象者の感情を推定するように構成されている。演算装置は、複数の筋電位信号に基づいて複数の感情指数を算出し、複数の感情指数と人間の感情との間の関係を示す情報を用いて、複数の感情指数から対象者の感情を推定する。

【発明の効果】

【0009】

本開示によれば、複雑な感情を推定できる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本開示の実施の形態に係る感情推定システムの全体構成を概略的に示す図である。

【図2】実施の形態における複数のセンサの装着部位を説明するための図である。

【図3】比較例における感情推定方法を説明するための概念図である。

【図4】第1の筋電位センサおよび第2の筋電位センサの各々により検出された筋電位信号の一例を示す図である。

【図5】比較例における感情価の課題を説明するための概念図である。

【図6】本実施の形態における感情推定方法を説明するための概念図である。

10

20

30

40

50

- 【図 7】 2つの感情指数間の関係を説明するための図である。
 【図 8】 感情指数から対象者の感情を推定するためのマップの概念図である。
 【図 9】 実施の形態に係る感情推定方法を示すフローチャートである。
 【図 10】 変形例に係る感情推定システムの全体構成を概略的に示す図である。
 【図 11】 変形例における覚醒度センサの装着部位を説明するための図である。
 【図 12 A】 変形例における複数のマップの概念図（第 1 図）である。
 【図 12 B】 変形例における複数のマップの概念図（第 2 図）である。
 【図 12 C】 変形例における複数のマップの概念図（第 3 図）である。
 【図 13】 変形例に係る感情推定方法を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付して、その説明は繰り返さない。

【0012】

[実施の形態]

<システム構成>

図 1 は、本開示の実施の形態に係る感情推定システムの全体構成を概略的に示す図である。図 1 を参照して、感情推定システム 100 は、対象者（被験者）からの筋電位信号を取得し、取得した筋電位信号により表される筋肉活動に基づいて、対象者の感情を推定する。感情推定システム 100 は、対象者に装着されるウェアラブル端末 10 と、対象者の周囲の環境に設置される固定端末 90 とを備える。ウェアラブル端末 10 と固定端末 90 とは双方向通信が可能に構成されている。

【0013】

ウェアラブル端末 10 は、複数の筋電位センサ 1 と、信号処理回路 2 と、コントローラ 3 と、通信モジュール 4 と、バッテリー 5 とを備える。信号処理回路 2 とコントローラ 3 と通信モジュール 4 とバッテリー 5 とは、専用の筐体 6 の内部に収容されている。

【0014】

複数の筋電位センサ 1 の各々は、対象者の顔に装着され、装着部位の筋電位信号を検出する。筋電位信号とは、筋肉を動かす際に発生する微弱な電気信号を意味する。本開示において、対象者の「顔」は、顔面（顔の前面または側面）に限定されず、「顔」には対象者の首が含まれ得る。たとえば、対象者の喉に筋電位センサを装着し、対象者の嚥下動作に伴う筋電位変化を検出するようにしてもよい。複数の筋電位センサ 1 は、互いに異なる種類の筋肉に装着される。筋肉の種類は部位によって特定され得る。筋肉の種類を特定する際、筋肉の組成または構造まで必ずしも限定しなくともよく、部位が異なれば異なる種類の筋肉として扱える。本実施の形態において、複数の筋電位センサ 1 は、第 1 筋電位センサ 11 と、第 2 筋電位センサ 12 とを含む。

【0015】

図 2 は、本実施の形態における第 1 筋電位センサ 11 および第 2 筋電位センサ 12 の装着部位を説明するための図である。図 2 を参照して、第 1 筋電位センサ 11 は対象者の眉に装着される。より詳細には、第 1 筋電位センサ 11 は、作用電極 111 と、参照電極 112 とを含む。作用電極 111 および参照電極 112 は、皺眉筋の直上に装着される。作用電極 111 および参照電極 112 の装着部位は、皺眉筋の近傍であれば皺眉筋の直上から多少ずれてもよい。第 1 筋電位センサ 11 は、参照電極 112 の電位を基準とした作用電極 111 の電位を皺眉筋の筋電位として検出する。第 1 筋電位センサ 11 は、皺眉筋の活動を示す筋電位信号を信号処理回路 2 に出力する。

【0016】

第 2 筋電位センサ 12 は対象者の頬に装着される。より詳細には、第 2 筋電位センサ 12 は、作用電極 121 と、参照電極 122 とを含む。作用電極 121 および参照電極 122 は、大頬骨筋の直上に装着される。ただし、作用電極 121 および参照電極 122 の装着部位は、大頬骨筋の近傍であれば大頬骨筋の直上から多少ずれてもよい。第 2 筋電位セ

10

20

30

40

50

ンサ 1 2 は、参照電極 1 2 2 の電位を基準とした作用電極 1 2 1 の電位を大頰骨筋の筋電位として検出する。第 2 筋電位センサ 1 2 は、大頰骨筋の活動を示す筋電位信号を信号処理回路 2 に出力する。

【 0 0 1 7 】

図 1 を再び参照して、信号処理回路 2 は、いずれも図示しないが、フィルタ、アンプ、A / D コンバータなどを含む。信号処理回路 2 は、複数の筋電位センサ 1 により取得された筋電位信号の各々に所定の信号処理（ノイズ除去、整流、増幅、デジタル化など）を施し、当該処理後の各信号をコントローラ 3 に出力する。以下では、第 1 筋電位センサ 1 1 からの筋電位信号を信号処理回路 2 により処理したものを「筋電位信号 M S 1」と記載し、第 2 筋電位センサ 1 2 からの筋電位信号を信号処理回路 2 により処理したものを「筋電位信号 M S 2」と記載する。

10

【 0 0 1 8 】

コントローラ 3 は、C P U (Central Processing Unit) などのプロセッサ 3 1 と、R O M (Read Only Memory) および R A M (Random Access Memory) などのメモリ 3 2 と、入出力ポート 3 3 とを含む演算装置である。コントローラ 3 は、筋電位信号 M S 1 , M S 2 に基づいて、対象者の感情を推定するための演算処理を実行する。この演算処理については後述する。また、コントローラ 3 は、通信モジュール 4 を制御することで外部（固定端末 9 0 など）との情報の授受も可能に構成されている。

【 0 0 1 9 】

通信モジュール 4 は、近距離無線通信規格に準拠した通信機器である。通信モジュール 4 は、コントローラ 3 による制御にตอบสนองして、コントローラ 3 の演算結果を示す信号（対象者の感情の推定結果を示す信号）などを固定端末 9 0 に送信する。

20

【 0 0 2 0 】

バッテリー 5 は、リチウムイオン二次電池等の二次電池である。バッテリー 5 は、ウェアラブル端末 1 0 内の各機器に動作電圧を供給する。

【 0 0 2 1 】

固定端末 9 0 は、たとえば P C (Personal Computer) またはサーバである。固定端末 9 0 は、図示しない通信モジュールを介してウェアラブル端末 1 0 との間で通信を行い、コントローラ 3 の演算結果を示す信号を受信する。固定端末 9 0 は、演算装置 9 1 と、表示装置 9 2 とを備える。

30

【 0 0 2 2 】

演算装置 9 1 は、コントローラ 3 と同様に、プロセッサと、メモリと、入出力ポート（いずれも図示せず）とを含み、種々の演算処理を実行可能に構成されている。表示装置 9 2 は、たとえば液晶ディスプレイであって、ウェアラブル端末 1 0 から受信したコントローラ 3 の演算結果を表示する。

【 0 0 2 3 】

なお、図 1 に示した感情推定システム 1 0 0 のハードウェア構成は例示に過ぎず、これに限定されるものではない。たとえば、信号処理回路 2 とコントローラ 3 とが対象者に装着可能であることは必須ではなく、信号処理回路 2 とコントローラ 3 とは固定端末 9 0 に設けられていてもよい。一方で、固定端末 9 0 が定置型であることも必須ではなく、固定端末 9 0 に代えて、スマートフォンなどの携帯端末を採用してもよい。また、対象者の感情の推定結果を表示するための小型モニタをウェアラブル端末 1 0 に設けてもよい。

40

【 0 0 2 4 】

<感情の表出>

一般に、不愉快なとき、心配事があるときなどの不快の感情は、皺眉筋の活動に表れると考えられている。一方、嬉しいとき、安心したときなどの快の感情は、大頰骨筋の活動に表れると考えられている。これらの筋肉の活動を監視することで、以下に説明する比較例のように対象者の感情を推定することも考えられる。

【 0 0 2 5 】

図 3 は、比較例における感情推定方法を説明するための概念図である。図 3 を参照して

50

、比較例では、快／不快を表す指標である「感情価 Z」が算出される（非特許文献 2 参照）。第 1 筋電位センサ 1 1 により検出された皺眉筋の活動量を x と表し、第 2 筋電位センサ 1 2 により検出された大頬骨筋の活動量を y と表す。そして、下記式（1）に示すように、活動量 x, y の各々に適切な係数を乗算し、当該乗算後の活動量同士を足し合わせる。なお、式（1）に示された 2 つの係数（-0.25, 0.27）は一例に過ぎない。

【0026】

【数 1】

$$Z = -0.25x + 0.27y \quad \dots(1)$$

10

【0027】

感情価 Z は、正の場合には快の感情を表し、負の場合には不快の感情を表す。式（1）から理解されるように、感情価 Z は、快／不快の感情を一次的に表すことができる指標であるため、快／不快の感情を統一的に扱う上で有益である。

【0028】

その一方で、人間には、快／不快だけでは分類することができない、より複雑な感情が存在する。以下では、この感情について、運動中（この例では卓球のプレイ中）の対象者から取得された筋電位信号 MS 1, MS 2 を例に説明する。

【0029】

図 4 は、第 1 筋電位センサ 1 1 および第 2 筋電位センサ 1 2 の各々により検出された筋電位信号の一例を示す図である。横軸は経過時間を表す。縦軸は、上から順に、信号処理回路 2 による信号処理後の皺眉筋の筋電位信号 MS 1 の電圧と、信号処理回路 2 による信号処理後の大頬骨筋の筋電位信号 MS 2 の電圧とを表す。電圧の振れ幅が大きいほど筋肉の活動が大きい。

20

【0030】

図 4 を参照して、まず、時間帯 T 1 において皺眉筋の活動が検出された。これは、対象者がプレイ中にミスしたタイミングと一致する。時間帯 T 1 には大頬骨筋の活動は検出されなかった。

【0031】

また、時間帯 T 2 において大頬骨筋の活動が検出された。この電圧変化は、対戦相手と交わした会話を対象者が楽しんだことによるものである。時間帯 T 2 には皺眉筋の活動は検出されなかった。

30

【0032】

さらに、時間帯 T 3 において皺眉筋の活動が検出された。これは、プレイがうまくいかないのはなぜなのかと対象者が悩んだことに起因する信号変化と考えられる。時間帯 T 3 には大頬骨筋の活動は、ほとんど検出されなかった。

【0033】

その後、時間帯 T 4 において、皺眉筋の活動と大頬骨筋の活動とが同時に検出された。このときにどのように感じていたか対象者に聞き取り調査を行ったところ、「プレイが楽しくて笑顔になったが、そのプレイ中にミスが出て悔しい思いをした」との回答であった。このように、人間には、複数の感情が混在した複雑な感情が湧くことがある。

40

【0034】

また、他の例として、人間は、考え事をしていたり心配事があったりする場合に、眉間に皺が寄った状態で口がまっすぐに横に伸びた表情を取り、皺眉筋の活動と大頬骨筋の活動とが同時に検出されることがある。このような感情も単なる快／不快とは異なる複雑な感情である。しかしながら、以下に説明するように、比較例では、そのような複雑な感情を推定することはできない。

【0035】

図 5 は、比較例における感情価 Z の課題を説明するための概念図である。図 5 を参照して、上記式（1）にて説明したように、感情価 Z は、快／不快の感情を一次的に表す指

50

標である。そのため、皺眉筋の活動を表す負の項（ $-0.25x$ ）と大頬骨筋の活動を表す正の項（ $0.27y$ ）とが互いに打ち消し合っ（または0に近い値）となる可能性がある。そうすると、実際には複数の感情が同時に存在しているにも拘らず、「特に何も感じていない」（ $Z=0$ の場合）と推定される可能性がある。あるいは、「やや快に感じた」（ Z が正だが、0に近い場合）と推定されたり、「わずかに不快に感じた」（ Z が負だが、0に近い場合）と推定されたりする可能性もある。

【0036】

感情価 Z では快と不快とが単一軸の両極に配置されている。これには、快と不快とが対極をなしており、人間が快と不快とを同時に経験することはないとの暗黙の前提が存在する。そのため、比較例では、複数の感情が混ざり合った複雑な感情を推定できない。

10

【0037】

図6は、本実施の形態における感情推定方法を説明するための概念図である。図6を参照して、以下では、第1筋電位センサ11により検出された皺眉筋の活動量を x_1 と表し、第2筋電位センサ12により検出された大頬骨筋の活動量を x_2 と表す（ $x_1=0$ 、 $x_2=0$ ）。本実施の形態では、感情価 Z に代えて、2つの「感情指数 E_1 、 E_2 」が用いられる。感情指数 E_1 、 E_2 は、4つの係数 $k_{11} \sim k_{22}$ を用いて以下の行列式で表現される（式（2）参照）。

【0038】

【数2】

$$\begin{pmatrix} k_{11} & k_{12} \\ k_{21} & k_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \end{pmatrix} \quad \dots (2)$$

20

【0039】

係数 $k_{11} \sim k_{22}$ の各々は、事前の心理学的な実験の結果に基づいて予め定められた正の定数である。より具体的には、感情情報を伴う様々な刺激を一定数の被験者に与え、それに対する反応としての筋電位信号 MS_1 、 MS_2 を取得する。他の例として、様々な刺激を一定数の被験者に与え、それに対する反応としての筋電位信号 MS_1 、 MS_2 を取得しつつ、第1筋電位センサ11および第2筋電位センサ12以外の感情取得装置（カメラ、心拍センサ、汗センサ、脳波センサなど）を用いて感情情報を取得してもよい。そして、皺眉筋の活動量 x_1 と大頬骨筋の活動量 x_2 と感情との間の対応関係を多変量解析等の手法を用いて求めることにより、各係数 $k_{11} \sim k_{22}$ を決定できる。

30

【0040】

なお、式（2）を書き下すと、下記式（3）が導出される。式（2）または式（3）より、感情指数 E_1 が皺眉筋の活動量 x_1 と大頬骨筋の活動量 x_2 との両方に基づいて算出されることが理解されるとともに、感情指数 E_2 も皺眉筋の活動量 x_1 と大頬骨筋の活動量 x_2 との両方に基づいて算出されることが理解される。

【0041】

【数3】

$$\begin{aligned} E_1 &= k_{11}x_1 + k_{12}x_2 \\ E_2 &= k_{21}x_1 + k_{22}x_2 \end{aligned} \quad \dots (3)$$

40

【0042】

このように、感情指数 E_1 、 E_2 の算出においては、筋電位信号 MS_1 、 MS_2 毎に、その筋電位信号に対応する筋肉の活動量 x と係数 k との積を算出し、その積の総和を取ってもよい（式（3）参照）。あるいは、筋電位信号 MS_1 、 MS_2 毎に、前記複数の筋電位信号毎に、その筋電位信号に対応する筋肉の活動量 x と所定の係数とを行列的に掛け合わせることで積を算出し、その積の総和を取ってもよい（式（2）参照）。

【0043】

50

図 7 は、感情指数 E 1 と感情指数 E 2 との間の関係を説明するための図である。図 7 を参照して、本実施の形態において、感情指数 E 1 は、肯定的（ポジティブ）な感情の強さを表す指標である。感情指数 E 1 には、主に大頬骨筋の活動量 × 2 の影響が反映されるものの、皺眉筋の活動量 × 1 も影響を与え得る。一方、感情指数 E 2 は、否定的（ネガティブ）な感情の強さを表す指標である。感情指数 E 2 には、主に皺眉筋の活動量 × 1 の影響が反映されるものの、大頬骨筋の活動量 × 2 も影響を与え得る。

【 0 0 4 4 】

感情指数 E 1 と感情指数 E 2 とは、感情価 Z とは異なり、互いに相殺し合う関係にはない。また、感情指数 E 1 と感情指数 E 2 とは、一方が大きくなると他方が必然的に小さくなるとのトレードオフの関係にもない。この意味で、感情指数 E 1 と感情指数 E 2 とは、互いに独立した指標である。

10

【 0 0 4 5 】

本実施の形態では、まず、筋電位信号 M S 1 , M S 2 から感情指数 E 1 , E 2 が算出され、さらに感情指数 E 1 , E 2 に基づいて対象者の感情が推定される。感情指数 E 1 , E 2 からの感情推定には、以下に説明するようなマップが用いられる。

【 0 0 4 6 】

図 8 は、感情指数 E 1 , E 2 から対象者の感情を推定するためのマップの概念図である。図 8 を参照して、このマップ M P においては、事前実験の結果に基づき、感情指数 E 1 と感情指数 E 2 との組合せ（E 1 , E 2 ）毎に、人間の対応する感情が予め定められている。2つの感情が混在した複雑な感情が対象者に生じている場合、2つの感情指数の組合せ（E 1 , E 2 ）が領域 Q 内に位置することとなる。よって、コントローラ 3 は、筋電位信号 M S 1 , M S 2 から算出された感情指数の組合せ（E 1 , E 2 ）が領域 Q 内に位置する場合に、複数の感情が混在した複雑な感情が対象者に生じていると推定できる。なお、マップ M P は、本開示に係る「情報」の一例に相当するが、マップに代えてテーブルを用いてもよい。

20

【 0 0 4 7 】

< 処理フロー >

図 9 は、本実施の形態に係る感情推定方法を示すフローチャートである。図 9 および後述する図 1 3 に示すフローチャートでは、左側にウェアラブル端末 1 0 により実行される処理を図示し、右側に固定端末 9 0 により実行される処理を図示している。これらの処理は、所定の演算周期でメインルーチンから呼び出され、ウェアラブル端末 1 0 のコントローラ 3 または固定端末 9 0 の演算装置 9 1 により繰り返し実行される。各ステップは、コントローラ 3 または演算装置 9 1 によるソフトウェア処理によって実現されるが、コントローラ 3 または演算装置 9 1 内に作製されたハードウェア（電気回路）によって実現されてもよい。なお、図中ではステップを「S」と記載する。

30

【 0 0 4 8 】

ステップ 1 1 において、コントローラ 3 は、第 1 筋電位センサ 1 1 から皺眉筋の活動を示す筋電位信号 M S 1 を取得する。また、ステップ 1 2 において、コントローラ 3 は、第 2 筋電位センサ 1 2 から大頬骨筋の活動を示す筋電位信号 M S 2 を取得する。これらの筋電位信号 M S 1 , M S 2 は同時に（あるいは十分に短い時間差で）取得されたものであることが好ましい。

40

【 0 0 4 9 】

ステップ 1 3 において、コントローラ 3 は、上記式（2）または式（3）に従って、ステップ 1 1 , 1 2 にて取得された 2 つの筋電位信号 M S 1 , M S 2 から 2 つの感情指数 E 1 , E 2 を算出する。

【 0 0 5 0 】

ステップ 1 4 において、コントローラ 3 は、図 8 に示したマップ M P を参照することによって、ステップ 1 3 にて算出した感情指数 E 1 , E 2 に対応するユーザの感情を推定する。

【 0 0 5 1 】

50

コントローラ 3 は、ステップ 1 1 , 1 2 にて取得した筋電位信号 M S 1 , M S 2 を示すデータを固定端末 9 0 に送信するように通信モジュール 4 を制御する。また、コントローラ 3 は、感情指数 E 1 , E 2 の算出結果 (ステップ 1 3) を示すデータと、ユーザの感情の推定結果 (ステップ 1 4) を示すデータについても固定端末 9 0 に送信させる。固定端末 9 0 の演算装置 9 1 は、ウェアラブル端末 1 0 から各種データを受信すると、受信したデータを表示するように表示装置 9 2 を制御する (ステップ 1 9)。ステップ 1 1 ~ 1 9 の処理を繰り返し実行することにより、対象者の感情を表示装置 9 2 に経時的に表示できる。

【 0 0 5 2 】

なお、図 9 では、コントローラ 3 が筋電位信号 M S 1 , M S 2 から感情指数 E 1 , E 2 を即時に算出する例について説明した。しかし、コントローラ 3 は、リアルタイム処理に代えてバッチ処理を実行してもよい。すなわち、コントローラ 3 は、筋電位信号 M S 1 , M S 2 のデータをメモリ 3 2 に時系列に格納しておき、後に (たとえば感情推定を開始するための操作を受け付けたタイミングで) 感情指数 E 1 , E 2 を算出してもよい。また、コントローラ 3 は、2 つの筋電位信号 M S 1 , M S 2 のデータを固定端末 9 0 に送信し、固定端末 9 0 の演算装置 9 1 によって感情指数 E 1 , E 2 を算出してもよい。

【 0 0 5 3 】

以上のように、本実施の形態においては、2 つの筋電位信号 M S 1 , M S 2 から対象者の感情するための指標として、感情価 Z に代えて感情指数 E 1 , E 2 が採用される。本実施の形態における感情指数 E 1 , E 2 は、行列式である式 (2) またはその書き下しである式 (3) から算出されるが、これらの式では、各筋肉の活動量が 1 つの感情のみに寄与するのではなく、各筋肉の活動量が程度の差はあっても複数の感情に対して寄与し得ることが表現されている。また、感情価 Z が筋電位信号 M S 1 の寄与と筋電位信号 M S 2 の寄与とが相殺し得る指標であるのに対して、感情指数 E 1 , E 2 は、筋電位信号 M S 1 の寄与と筋電位信号 M S 2 の寄与とが相殺し合わない点において、互いに独立した指標である。よって、感情指数 E 1 , E 2 の採用により、複数の感情が混在した複雑な感情を推定することが可能になる。

【 0 0 5 4 】

本実施の形態では、2 つの筋電位センサを対象者の顔に装着する例について説明した。しかし、筋電位センサの装着数は 2 つに限定されず、3 つ以上の筋電位センサを対象者の顔に装着してもよい。たとえば、n (n は 3 以上の自然数) 個の筋電位センサを用いて n 個の感情指数を算出する場合には、正方行列を用いた下記式 (4) に従って、筋肉の活動量 x と感情指数 E との関係の規定できる。

【 0 0 5 5 】

【 数 4 】

$$\begin{pmatrix} k_{11} & k_{12} & \cdots & k_{1n} \\ k_{21} & k_{22} & & \\ \vdots & & \ddots & \\ k_{n1} & & & k_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E_1 \\ E_2 \\ \vdots \\ E_n \end{pmatrix} \quad \cdots (4)$$

【 0 0 5 6 】

また、筋肉の活動量 x の数と感情指数 E の数とが異なってもよい。その場合には式 (4) において係数 k の行列を非正方行列とすればよい。

【 0 0 5 7 】

[変形例]

対象者に生じる感情は、対象者の覚醒度によっても影響され得る。覚醒度とは、感情が引き起こす身体的または認知的な喚起の程度を示す指標であり、興奮性 (高覚醒) と沈静性 (低覚醒) との間の値を取る。この変形例においては、感情指数 E 1 , E 2 と覚醒度と

10

20

30

40

50

を組み合わせることによって、対象者の感情をより詳細に推定する構成について説明する。

【 0 0 5 8 】

図 1 0 は、変形例に係る感情推定システムの全体構成を概略的に示す図である。図 1 0 を参照して、感情推定システム 2 0 0 は、複数の筋電位センサ 1（この例では第 1 筋電位センサ 1 1 および第 2 筋電位センサ 1 2）に加えて覚醒度センサ 7 をさらに備える点において、実施の形態に係る感情推定システム 1 0 0（図 1 参照）と異なる。感情推定システム 2 0 0 の他の構成は、感情推定システム 1 0 0 の対応する構成と同様であるため、説明は繰り返さない。

【 0 0 5 9 】

図 1 1 は、変形例における覚醒度センサ 7 の装着部位を説明するための図である。図 1 1 を参照して、覚醒度センサ 7 は、たとえば対象者の額に装着される。覚醒度センサ 7 は、額における皮膚電気活動を監視するための信号を信号処理回路 2 に出力する。皮膚電気活動には、皮膚インピーダンス（もしくは皮膚インピーダンス逆数である皮膚コンダクタンス）、または、皮膚の電位活動などの様々な生体活動が含まれ得る。なお、皮膚電気活動による情報は、本開示に係る「生体情報」の一例である。

【 0 0 6 0 】

以下では、皮膚電気活動のうち皮膚コンダクタンスを取得する例について説明する。信号処理回路 2 により処理された信号を「皮膚コンダクタンス信号 R S」と称する。コントローラ 3 は、皮膚コンダクタンス信号 R S に基づいて、対象者の覚醒度 A を定量化する。より具体的には、皮膚コンダクタンス信号 R S は、比較的長時間のレベル変動を表す皮膚コンダクタンスレベル（SCL : Skin Conductance Level）と、数秒オーダの一過性の変動を表す皮膚コンダクタンス反応（SCR : Skin Conductance Response）とを含む。コントローラ 3 は、SCL の変化に基づいて対象者の覚醒度 A を算出する。なお、覚醒度センサ 7 の装着部位は額に限定されず、たとえば、対象者のこめかみであってもよいし、対象者の手のひらであってもよい。本実施の形態では、図 8 にて説明したような 2 次元マップが対象者の覚醒度 A 毎に複数準備される。

【 0 0 6 1 】

図 1 2 A ~ 図 1 2 C は、変形例における複数のマップの概念図である。図 1 2 A ~ 図 1 2 C を参照して、変形例では、高覚醒、中覚醒および低覚醒の 3 つの区分に覚醒度 A を分け、各区分に対応するように合計 3 つの 2 次元マップ M P 1 ~ M P 3 が事前に作成される。対象者の覚醒度 A が高い区分に属する場合、高覚醒に対応するマップ M P 1 が参照される。対象者の覚醒度 A が中程度の区分に属する場合、中覚醒に対応するマップ M P 2 が参照される。対象者の覚醒度 A が低い区分に属する場合、低覚醒に対応するマップ M P 3 が参照される。なお、ここで覚醒度 A を 3 つの区分に分けたのは一例に過ぎず、区分数は 2 つであってもよいし 4 つ以上であってもよい。

【 0 0 6 2 】

このように覚醒度 A に応じた複数のマップを準備することにより、感情指数の組合せ（E 1 , E 2）が等しくても覚醒度 A が異なる場合には、コントローラ 3 は、対象者が異なる感情を経験していると判断できる。一例として、「悔しいが楽しい」との感情と、対象者が作り笑顔を見せているときの感情とを区別することが可能となる。

【 0 0 6 3 】

図 1 3 は、変形例に係る感情推定方法を示すフローチャートである。図 1 3 を参照して、このフローチャートは、ステップ 2 4 ~ 2 6 の処理をさらに含む点と、ステップ 1 4 の処理に代えてステップ 1 7 の処理を含む点とにおいて、実施の形態におけるフローチャート（図 9 参照）と異なる。ステップ 2 1 ~ 2 3 の処理は、実施の形態におけるステップ 1 1 ~ 1 3 の処理とそれぞれ同様である。

【 0 0 6 4 】

ステップ 2 4 において、コントローラ 3 は、覚醒度センサ 7 から皮膚コンダクタンス信号 R S を取得する。取得された皮膚コンダクタンス信号 R S は、コントローラ 3 内のメモリ 3 2 に時系列に格納される。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 5 】

ステップ 2 5 において、コントローラ 3 は、ステップ 2 4 にて取得された皮膚コンダクタンス信号 R S と、メモリ 3 2 に格納された過去の皮膚コンダクタンス信号 R S とを解析することによって、対象者の覚醒度 A を算出する。

【 0 0 6 6 】

ステップ 2 6 において、コントローラ 3 は、予め準備された複数のマップ M P 1 ~ M P 3 (図 1 2 A ~ 図 1 2 C 参照) の中からステップ 2 5 にて算出された覚醒度 A に応じたマップを選択する。

【 0 0 6 7 】

ステップ 2 7 において、コントローラ 3 は、ステップ 2 6 にて選択されたマップを参照して、ステップ 2 3 にて算出された感情指数の組合せ (E 1 , E 2) に対応する感情を推定する。

10

【 0 0 6 8 】

なお、この変形例では、複数の 2 次元マップが準備されると説明したが、これに代えて 3 次元マップを準備してもよい。この 3 次元マップは、第 1 軸 ~ 第 3 軸として、感情指数 E 1 と感情指数 E 2 と覚醒度 A とを有する。このような 3 次元マップを参照することによっても感情指数 E 1 , E 2 と覚醒度 A との組み合わせに応じて対象者の感情を推定することが可能である。

【 0 0 6 9 】

以上のように、本変形例によれば、実施の形態と同様に、複数の感情が混在した複雑な感情を推定できる。さらに、本変形例によれば、覚醒度 A をさらに導入することによって、感情指数 E 1 , E 2 が等しくても覚醒度 A が異なれば異なる感情と区別されるので、より詳細に対象者の感情を推定することが可能となる。

20

【 0 0 7 0 】

< 態様 >

上述した複数の例示的な実施形態は、以下の態様の具体例であることが当業者により理解される。

【 0 0 7 1 】

(第 1 項)

第 1 の態様に係る感情推定方法は、
対象者の顔の筋肉のうちの異なる種類の筋肉にそれぞれ対応する複数の筋電位信号を取得するステップと、
前記複数の筋電位信号に基づいて複数の感情指数を算出するステップと、
前記複数の感情指数と人間の感情との間の関係を示す情報を用いて、前記複数の感情指数から前記対象者の感情を推定するステップとを含んでもよい。

30

【 0 0 7 2 】

第 1 項に記載の感情推定方法によれば、複数の感情指数と人間の感情との間の関係を示す情報を用いることで、複雑な感情を推定できる。

【 0 0 7 3 】

(第 2 項)

第 1 項に記載の感情推定方法において、前記算出するステップは、前記複数の筋電位信号の各々に対応する筋肉の活動量を求め、求めた活動量に基づいて前記複数の感情指数を算出するステップを含み得る。

40

【 0 0 7 4 】

第 2 項に記載の感情推定方法によれば、筋肉の活動量から感情指数を高精度に算出できる。

【 0 0 7 5 】

(第 3 項)

第 2 項に記載の感情推定方法において、前記算出するステップは、
前記複数の筋電位信号毎に、その筋電位信号に対応する筋肉の活動量と所定の係数との

50

積を算出するステップと、

前記複数の筋電位信号のすべてについて前記積の総和を取ることによって、前記複数の感情指数を算出するステップとを含み得る。

【0076】

(第4項)

第2項に記載の感情推定方法において、前記算出するステップは、

前記複数の筋電位信号毎に、その筋電位信号に対応する筋肉の活動量と所定の係数とを行列的に掛け合わせることで積を算出するステップと、

前記複数の筋電位信号のすべてについて前記積の総和を取ることによって、前記複数の感情指数を算出するステップとを含み得る。

【0077】

第3項または第4項に記載の感情推定方法によれば、筋肉の活動量から感情指数をより高精度に算出できる。

【0078】

(第5項)

第1項～第4項に記載の感情推定方法において、前記推定するステップは、前記複数の感情指数と前記対象者の感情との間で予め定められたマップを参照することによって、前記複数の感情指数から前記対象者の感情を推定するステップを含み得る。

【0079】

第5項に記載の感情推定方法によれば、複数の感情指数と対象者の感情の関係が予め定められたマップを用いることで、複数の感情指数から対象者の感情を高精度に推定できる。

【0080】

(第6項)

第1項～第5項に記載の感情推定方法において、前記取得するステップは、

前記対象者の皺眉筋の筋電位信号を取得するステップと、

前記対象者の大頬骨筋の筋電位信号を取得するステップとを含み得る。

【0081】

第6項に記載の感情推定方法によれば、複数の筋電位信号を容易に取得できる。

(第7項)

第6項に記載の感情推定方法において、前記複数の感情指数は、肯定的な感情を指標する第1感情指数と、否定的な感情を指標する第2感情指数とを含み、

前記算出するステップは、前記対象者の皺眉筋の活動量と前記対象者の大頬骨筋の活動量とに基づいて、前記第1感情指数と前記第2感情指数とを算出するステップを含み得る。

【0082】

第7項に記載の感情推定方法によれば、第1感情指数と第2感情指数とを高精度に算出できる。

【0083】

(第8項)

第1項～第7項に記載の感情推定方法において、前記対象者の生体情報に基づいて前記対象者の覚醒度を算出するステップをさらに含み、

前記推定するステップは、前記複数の感情指数と前記覚醒度と前記対象者の感情との対応関係を参照することによって、前記複数の感情指数と前記覚醒度とから前記対象者の感情を推定するステップを含み得る。

【0084】

第8項に記載の感情推定方法によれば、感情指数の組合せが等しくても覚醒度が異なる場合には、対象者が異なる感情を経験していると判断できる。

【0085】

(請求項9)

第1項～第8項に記載の感情推定方法において、前記推定するステップにより推定した前記対象者の感情を表示装置に経時的に表示するステップをさらに含み得る。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 6 】

第 9 項に記載の感情推定方法によれば、対象者の感情の経時変化を容易に観察できる。

(第 1 0 項)

第 1 の態様に係る感情推定システムは、

対象者の顔の筋肉のうちの異なる種類の筋肉にそれぞれ対応するように配置され、対応する筋肉の筋電位信号を出力する複数の筋電位センサと、

前記複数の筋電位センサからの複数の筋電位信号に基づいて前記対象者の感情を推定するように構成された演算装置とを備え、

前記演算装置は、

前記複数の筋電位信号に基づいて複数の感情指数を算出し、

前記複数の感情指数と人間の感情との間の関係を示す情報を用いて、前記複数の感情指数から前記対象者の感情を推定してもよい。

10

【 0 0 8 7 】

第 1 0 項に記載の感情推定システムによれば、第 1 項に記載の感情推定方法と同様に、複雑な感情を推定できる。

【 0 0 8 8 】

今回開示された実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本開示の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

20

【 符号の説明 】

【 0 0 8 9 】

1 複数の筋電位センサ、 1 1 第 1 筋電位センサ、 1 2 第 2 筋電位センサ、 1 1 1 , 1 2 1 作用電極、 1 1 2 , 1 2 2 参照電極、 2 信号処理回路、 3 コントローラ、 3 1 CPU、 3 2 メモリ、 3 3 入出力ポート、 4 通信モジュール、 5 バッテリ、 6 筐体、 7 覚醒度センサ、 1 0 ウェアラブル端末、 9 0 固定端末、 9 1 演算装置、 9 2 表示装置、 1 0 0 , 2 0 0 感情推定システム。

30

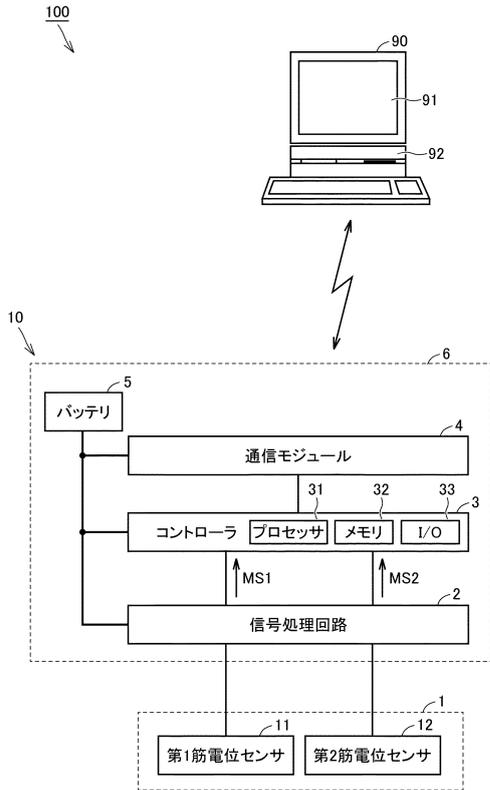
40

50

【図面】

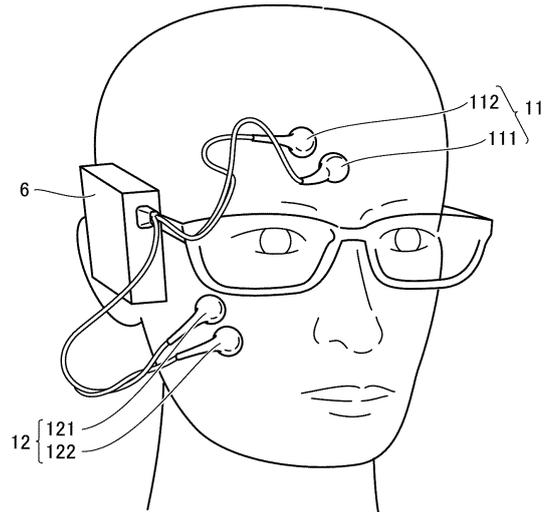
【図 1】

FIG.1



【図 2】

FIG.2

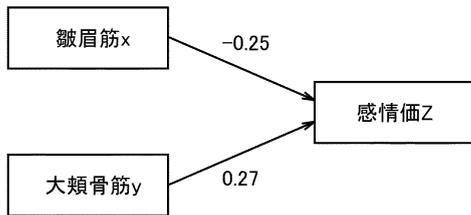


10

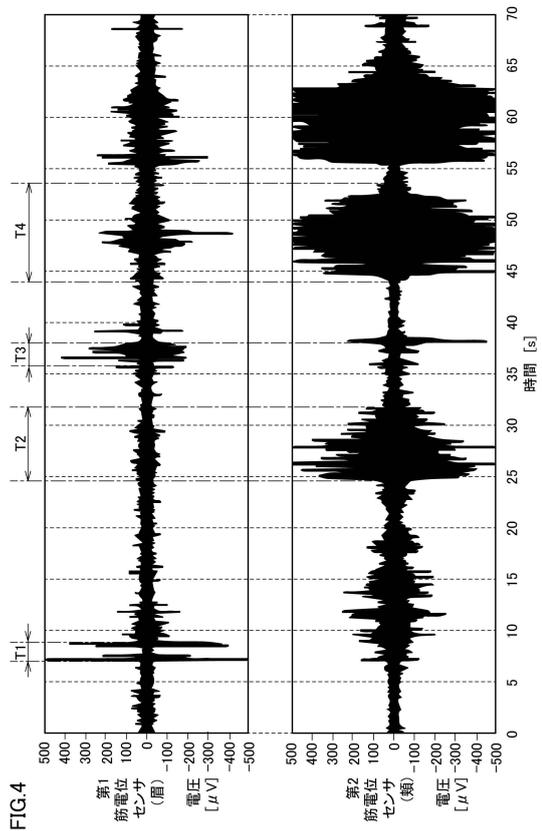
20

【図 3】

FIG.3



【図 4】

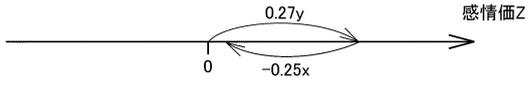


30

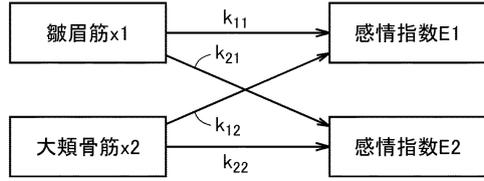
40

50

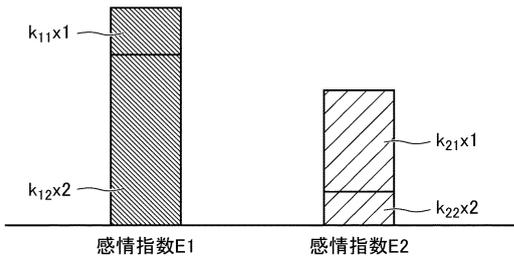
【 図 5 】
FIG.5



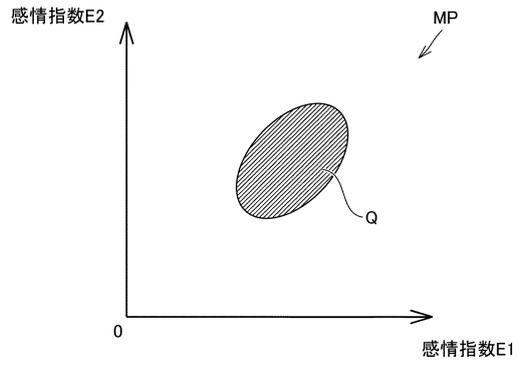
【 図 6 】
FIG.6



【 図 7 】
FIG.7



【 図 8 】
FIG.8



10

20

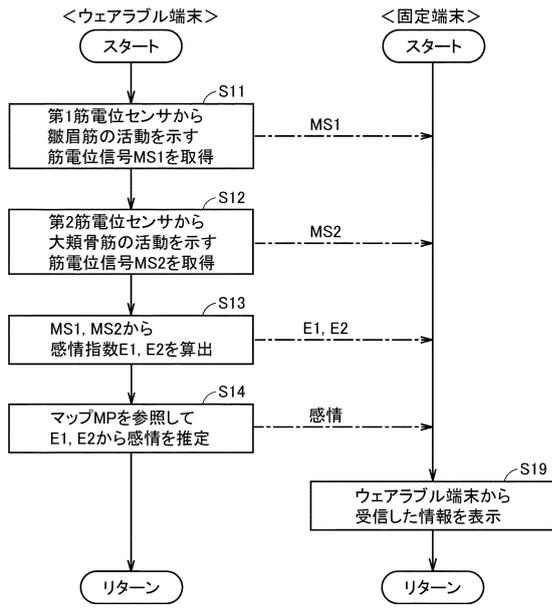
30

40

50

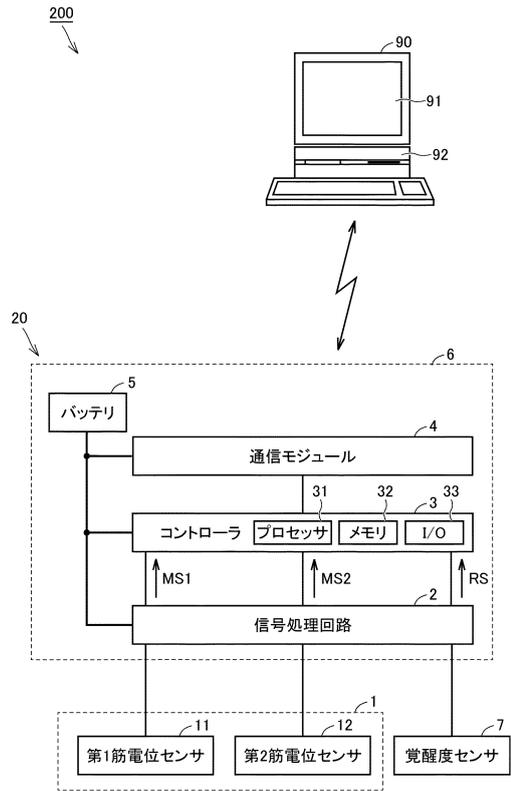
【 図 9 】

FIG.9



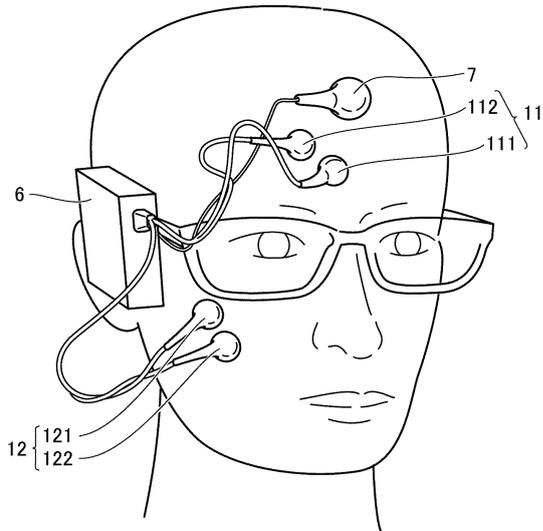
【 図 1 0 】

FIG.10



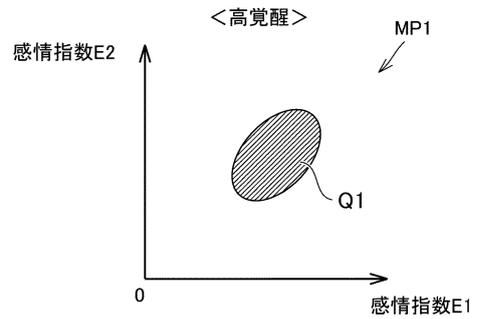
【 図 1 1 】

FIG.11



【 図 1 2 A 】

FIG.12A



10

20

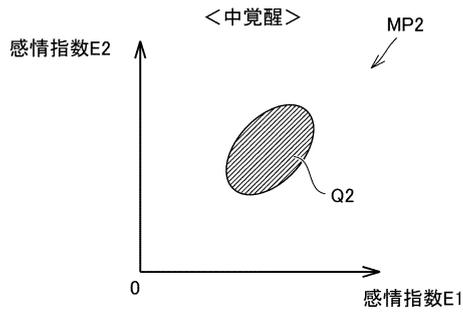
30

40

50

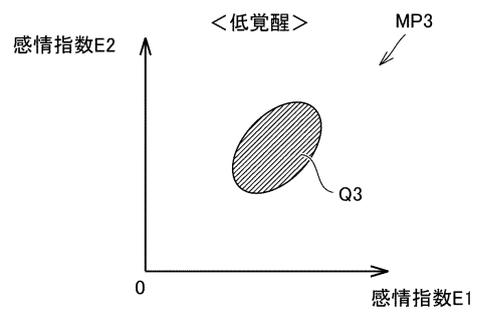
【図12B】

FIG.12B



【図12C】

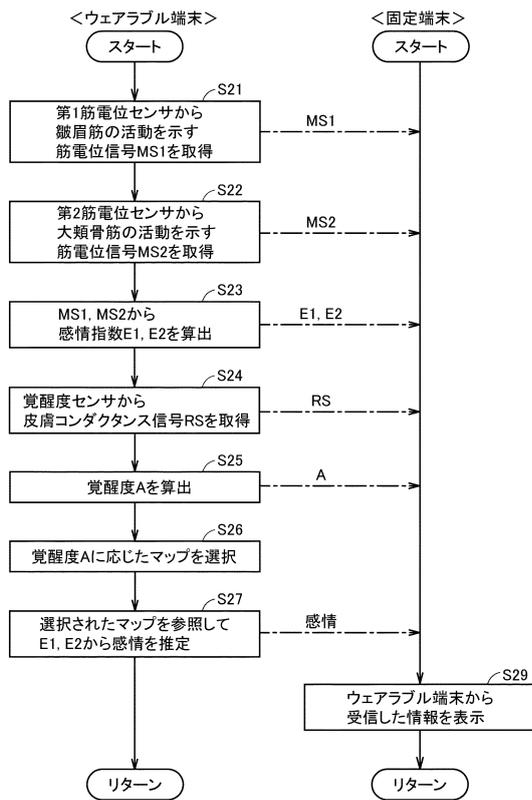
FIG.12C



10

【図13】

FIG.13



20

30

40

50

フロントページの続き

- 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内
 (72)発明者 古田 雅史
 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内
 (72)発明者 佐藤 弥
 京都府京都市左京区吉田本町3番地1 国立大学法人京都大学内
 審査官 外山 未琴
 (56)参考文献 米国特許出願公開第2003/0032890(US, A1)
 米国特許第08401248(US, B1)
 大平 英樹, 表情筋電図を指標とした情動の潜在的表出についての検討, 東海女子大学紀要, 11巻, 東海学院大学・東海女子短期大学, 1992年, p.259-272, インターネット: < URL : https://tokaigakuin-u.repo.nii.ac.jp/?action=repository_action_common_download&item_id=2258&item_no=1&attribute_id=21&file_no=1 > , [オンライン][検索日 2020.11.04], ISSN : 0287-0525, (OHIRA, Hideki, Facial Electromyograph as a Measu
 藤村 友美, 動画および静止画表情に対する顔面筋電図反応, 電子情報通信学会技術研究報告, 日本, 社団法人電子情報通信学会, 2008年, Vol. 108 No. 317, p.23-28 , ISSN : 0913-5685, (FUJIMURA, Tomomi, Facial elctromyographic activities to dynamic a
 nd static facial
 (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
 A 6 1 B 5 / 1 6
 A 6 1 B 5 / 1 1
 A 6 1 B 5 / 0 5
 A 6 1 B 5 / 3 9 7