

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7639826号  
(P7639826)

(45)発行日 令和7年3月5日(2025.3.5)

(24)登録日 令和7年2月25日(2025.2.25)

(51)国際特許分類		F I	
A 6 1 B	5/377(2021.01)	A 6 1 B	5/377
A 6 1 B	5/398(2021.01)	A 6 1 B	5/398
A 6 1 B	5/11 (2006.01)	A 6 1 B	5/11 1 2 0
A 6 1 B	5/18 (2006.01)	A 6 1 B	5/18

請求項の数 15 (全20頁)

(21)出願番号	特願2022-543895(P2022-543895)	(73)特許権者	000006231 株式会社村田製作所 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号
(86)(22)出願日	令和3年8月10日(2021.8.10)	(74)代理人	110000970 弁理士法人 楓国際特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/029519	(72)発明者	岡嶋 伸吾 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
(87)国際公開番号	WO2022/039067	審査官	牧尾 尚能
(87)国際公開日	令和4年2月24日(2022.2.24)		
審査請求日	令和5年2月6日(2023.2.6)		
(31)優先権主張番号	特願2020-139206(P2020-139206)		
(32)優先日	令和2年8月20日(2020.8.20)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 認知能力検出装置、および、認知能力検出方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

被験者が対象物を認知した際に生じる事象関連電位を含む前記被験者の脳信号を取得する脳信号取得部と、

前記被験者が対象物を認知した際に起こす動作によって前記被験者の前記脳信号に生じる運動準備電位の波形を模擬的に表す運動準備電位補正データを予め記憶する補正データ記憶部と、

前記脳信号から前記運動準備電位補正データを差分して認知信号を生成する演算部と、  
を備え、

前記運動準備電位の波形は、認知対象物の認知とともに電圧値が徐々に高くなり、前記動作の完了によって電圧値が徐々に低下する、  
認知能力検出装置。

【請求項2】

前記運動準備電位補正データは、

電圧最大値、

基準タイミングと前記電圧最大値の時間との時間差、

前記電圧最大値の時間と電圧変化の開始時間との時間差、

前記電圧最大値の時間と電圧変化の終了時間との時間差、

を用いて、記憶し、

前記演算部は、

10

20

前記電圧最大値、各時間差から、電圧波形を復元し、前記電圧波形を用いた差分の処理を実行して、前記認知信号を生成する、

請求項 1 に記載の認知能力検出装置。

【請求項 3】

前記演算部は、

前記動作が複数種類するとき、複数の前記動作毎の前記運動準備電位補正データを用いて、前記差分の処理を実行する、

請求項 1 または請求項 2 に記載の認知能力検出装置。

【請求項 4】

前記脳信号から眼電位図を検出する眼電位図検出部を備え、

前記演算部は、

前記眼電位図を基準にして、前記差分の処理を実行して、前記認知信号を生成する、

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の認知能力検出装置。

10

【請求項 5】

前記演算部は、

前記眼電位図のサッケードからフィクセーションへの変化タイミングを基準にして、前記差分の処理を実行する、

請求項 4 に記載の認知能力検出装置。

【請求項 6】

予め設定された前記動作の種類を含む事前情報を用いて、前記運動準備電位補正データを選択する運動準備電位補正データ選択部を備え、

前記演算部は、

選択された前記運動準備電位補正データを用いて、前記差分の処理を実行して、前記認知信号を生成する、

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の認知能力検出装置。

20

【請求項 7】

前記補正データ記憶部は、前記運動準備電位補正データに重要度を設定して記憶し、

前記運動準備電位補正データ選択部は、

前記重要度を参照して前記運動準備電位補正データを選択する、

請求項 6 に記載の認知能力検出装置。

30

【請求項 8】

前記脳信号を発する前記被験者の動作を検出する動作検出部を備え、

前記運動準備電位補正データ選択部は、

前記動作検出部が検出した動作を用いて、前記運動準備電位補正データを選択する、

請求項 6 または請求項 7 に記載の認知能力検出装置。

【請求項 9】

前記動作検出部は、加速度センサまたは角速度センサである、

請求項 8 に記載の認知能力検出装置。

【請求項 10】

前記演算部は、

前記動作検出部が検出した動作のタイミングを参照して、前記差分の処理を実行する、

請求項 8 または請求項 9 に記載の認知能力検出装置。

40

【請求項 11】

前記認知信号を用いて、認知能力を判定する判定部を備える、

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の認知能力検出装置。

【請求項 12】

認知能力の判定用の映像を出力する映像出力部を備える、

請求項 11 に記載の認知能力検出装置。

【請求項 13】

被験者が対象物を認知した際に生じる事象関連電位を含む前記被験者の脳信号を取得す

50

る脳信号取得処理と、

前記被験者が対象物を認知した際に起こす動作によって前記被験者の前記脳信号に生じる運動準備電位の波形を模擬的に表す予め記憶された運動準備電位補正データを前記脳信号から差分して認知信号を生成する認知信号生成処理と、

を有し、

前記運動準備電位の波形は、認知対象物の認知とともに電圧値が徐々に高くなり、前記動作の完了によって電圧値が徐々に低下する、

認知能力検出方法。

【請求項 1 4】

前記動作は、前記被験者の危険認知に起こす動作である、請求項 1 に記載の認知能力検出装置。 10

【請求項 1 5】

前記動作は、前記被験者の危険認知に起こす動作である、請求項 1 3 に記載の認知能力検出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、外部からの刺激に対する認知能力を検出する認知能力検出装置および認知能力検出方法に関する。

【背景技術】 20

【0002】

特許文献 1 には、脳信号を利用する認知能力検出技術が記載されている。特許文献 1 に記載の技術は、脳信号から事象関連電位を検出し、事象関連電位を用いて認知能力を検出する。

【0003】

特許文献 2 には、脳波データを利用する脳運動機能解析診断技術が記載されている。特許文献 2 の技術は、脳波データから運動準備電位を検出し、運動準備電位を用いて脳運動機能を診断する。

【0004】

特許文献 3 には、脳波を利用する行動予測技術が記載されている。特許文献 3 の技術は、運動準備電位を用いて人の行動を予測する。 30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開 2002 - 272692 号公報

【文献】特開 2018 - 192909 号公報

【文献】国際公開第 2020 / 138012 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】 40

しかしながら、特許文献 2、3 に示すような運動準備電位が生じるような状況では、特許文献 1 に記載の技術における事象関連電位は、認知のときに発生する P300 等の事象関連電位（以下、認知系電位と称する。）とともに、運動準備電位を含む。

【0007】

このような運動準備電位があると、認知系電位の計測精度が低下してしまうことがある。

【0008】

したがって、本発明の目的は、P300 等の認知系電位の計測精度を向上する技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】 50

この発明の認知能力検出装置は、脳信号取得部、補正データ記憶部、および、認知信号生成部を備える。脳信号取得部は、事象関連電位を含む脳信号を取得する。補正データ記憶部は、動作の種類に応じた運動準備電位補正データを記憶する。認知信号生成部は、脳信号を運動準備電位補正データで補正して、認知信号を生成する。

【0010】

この構成では、事象関連電位（認知系電位）に含まれる運動準備電位が抑圧される。

【発明の効果】

【0011】

この発明によれば、認知系電位の計測精度を向上できる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1は、第1の実施形態に係る認知信号生成部の構成を示す機能ブロック図である。

【図2】図2は、第1の実施形態に係る認知能力検出システムの構成を示す図である。

【図3】図3(A)、図3(B)、図3(C)は、データベースで記憶された補正データの一例を示す表である。

【図4】図4(A)は、脳信号の波形例を示す図であり、図4(B)は、図4(A)に示す波形におけるEOGおよびP300を含む領域を拡大した図である。

【図5】図5は、運動準備電位補正データの一例を示す図である。

【図6】図6は、認知信号の波形例を示す図である。

【図7】図7は、脳信号の波形例を示す図である。

【図8】図8は、運動準備電位補正データの一例を示す図である。

【図9】図9は、認知信号の波形例を示す図である。

【図10】図10は、データベースの生成方法の一例を示すフローチャートである。

【図11】図11(A)、図11(B)、図11(C)、図11(D)は、データベース生成時の映像の一例を示す図である。

【図12】図12は、認知信号の生成方法の一例を示すフローチャートである。

【図13】図13(A)、図13(B)、図13(C)、および、図13(D)は、1つの認知に対して複数の動作を行う場合の各波形を示す。

【図14】図14(A)、図14(B)、図14(C)、および、図14(D)は、連続する複数の認知に対して個別に複数の動作を行う場合の各波形を示す。

【図15】図15は、第2の実施形態に係る認知信号生成部の構成を示す機能ブロック図である。

【図16】図16は、第2の実施形態に係る認知能力検出システムの構成を示す図である。

【図17】図17は、第3の実施形態に係る認知能力検出システムの構成の一部を示す図である。

【図18】図18は、ゲームに対する認知能力検出システムの構成を示す図である。

【図19】図19は、マルチプレイにおけるゲームに対する認知能力検出システムの構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

(第1の実施形態)

本発明の第1の実施形態に係る認知能力検出装置について、図を参照して説明する。図1は、第1の実施形態に係る認知信号生成部の構成を示す機能ブロック図である。図2は、第1の実施形態に係る認知能力検出システムの構成を示す図である。なお、本実施形態では、ドライビングに対する認知能力テストを行う場合を例に説明する。言い換えれば、本実施形態は、認知能力テストをドライブシミュレータに適用した例を示す。

【0014】

(認知能力検出システム1の構成)

図2に示すように、認知能力検出システム1は、認知信号生成部10を含む認知能力検

10

20

30

40

50

出装置 30、脳信号センサ 111、表示器 391、疑似ペダル 392、および、疑似ハンドル 393 を備える。

【0015】

表示器 391 は、被験者 80 の前方に配置される。疑似ペダル 392 および疑似ハンドル 393 は、被験者 80 が操作可能な位置に配置される。なお、図 2 では、表示器 391、疑似ペダル 392、疑似ハンドル 393 以外の認知能力検出システム 1 (ドライブシミュレータ) の具体的な (物理的な) 構成は図示を省略している。

【0016】

脳信号センサ 111 は、被験者 80 に装着される。より具体的には、脳信号センサ 111 は、被験者 80 の頭頂 (頭皮上電位分布図における CZ の位置 (国際 10 - 20 法)) を含む位置に装着される。

10

【0017】

認知能力検出装置 30 は、脳信号センサ 111、および、表示器 391 に接続する。認知能力検出装置 30 は、パーソナルコンピュータ等の演算処理装置等によって実現される。

【0018】

認知能力検出装置 30 は、認知信号生成部 10、制御部 31、映像出力部 32、判定部 33、および、操作入力部 300 を備える。

【0019】

操作入力部 300 は、認知能力検出テストの開始、終了等のトリガの入力、認知能力検出テストの種類を選択等、ユーザ等からの操作入力を受け付け、制御部 31 に出力する。

20

【0020】

制御部 31 は、認知能力検出装置 30 の全体制御を行う。制御部 31 は、操作入力部 300 からの操作入力に応じて、認知能力検出テストの開始、終了等の制御を行う。また、制御部 31 は、選択された認知能力検出テストの映像を出力するように、映像出力部 32 に指示する。

【0021】

また、制御部 31 は、選択された認知能力検出テストに応じた事前情報を認知信号生成部 10 に出力する。認知能力検出テストに応じた事前情報とは、被験者 80 が危険認知に起こす動作の種類等を定義した情報である。例えば、人の飛び出しの認知によって、ペダルやハンドルの操作が行われると定義した情報である。なお、事前情報は、例えば、被験者 80 の識別情報、被験者 80 のタイプ情報等を含んでいてもよい。

30

【0022】

映像出力部 32 は、選択された認知能力検出テストの映像を、表示器 391 に出力する。表示器 391 は、この映像を表示する。これにより、被験者 80 は、認知能力検出テストの映像を見られる。

【0023】

被験者 80 がこの映像を見て、疑似ペダル 392 および疑似ハンドル 393 を操作する際、脳信号 (脳波) に事象関連電位が含まれる。脳信号センサ 111 は、この脳信号を検出して、認知信号生成部 10 に出力する。

【0024】

より具体的な構成および処理は後述するが、認知信号生成部 10 は、脳信号センサ 111 で検出した脳信号から、認知信号を生成する。

40

【0025】

判定部 33 は、認知信号を解析し、被験者 80 の認知能力の有無、被験者 80 の認知能力のレベル等、認知能力の判定を行う。なお、認知信号を用いた認知能力の判定は、例えば、P300 の出現等を用いるものであり、既知の各種の方法を利用可能であり、ここでは説明を省略する。

【0026】

(認知信号生成部 10 の構成)

図 1 に示すように、認知信号生成部 10 は、脳信号取得部 11、情報入力部 12、E O

50

G 検出部 131、M R C P 補正データ選択部 132、演算部 133、および、データベース 20 を備える。データベース 20 が、本発明の補正データ記憶部に対応する。なお、M R C P は、movement related cortical potential であり、本発明では、運動関連電位（運動準備電位）を意味する。

#### 【0027】

脳信号取得部 11 は、脳信号センサ 111 からの脳信号を取得し、演算部 133 および E O G 検出部 131 に出力する。脳信号取得部 11 は、増幅回路やフィルタ回路を備えていてもよい。増幅回路を備えることによって、脳信号取得部 11 は、脳信号を所定の信号レベル（振幅）まで増幅できる。フィルタ回路を備えることによって、脳信号取得部 11 は、脳信号に含まれる事象関連電位以外のノイズ成分を抑圧できる。

10

#### 【0028】

情報入力部 12 は、事前情報の入力インタフェースである。情報入力部 12 は、上述の制御部 31 からの事前情報を受け、M R C P 補正データ選択部 132 に出力する。また、情報入力部 12 は、ユーザインタフェースを有しており、外部からの操作入力によって、事前情報を受けてもよい。なお、制御部 31 からの事前情報は、M R C P 補正データ選択部 132 に直接入力されてもよい。すなわち、情報入力部 12 は、省略可能である。

#### 【0029】

E O G 検出部 131 は、脳信号から、眼電位図 E O G を検出する。E O G 検出部 131 は、眼電位図から、サッケードおよびフィクセーションを検出する。E O G 検出部 131 は、サッケードからフィクセーションへの変化タイミングを検出し、この変化タイミングを基準タイミングとして、演算部 133 に出力する。

20

#### 【0030】

なお、E O G 検出部 131 は、サッケードおよびフィクセーションの検出結果を、演算部 133 に出力してもよい。この場合、演算部 133 が、サッケードからフィクセーションへの変化タイミングを検出し、このタイミングを基準タイミングとして設定すればよい。

#### 【0031】

データベース 20 は、動作毎または被験者毎の運動準備電位に応じた補正データ（運動準備電位補正データ）を記憶する。補正データは、動作または被験者に応じた運動準備電位の波形を模擬的に表すデータである。これらの補正データは、事前のデータサンプリング処理（詳細は後述する）によって取得され、データベース 20 に記憶される。

30

#### 【0032】

図 3 ( A )、図 3 ( B )、図 3 ( C ) は、データベースで記憶された補正データの一例を示す表である。なお、図 3 の各図では、運動準備電位補正データを、M R C P 補正データと記載している。

#### 【0033】

図 3 ( A ) の場合、動作の種類毎に運動準備電位補正データを設定する。例えば、動作 A C T ( A )、動作 A C T ( B )、動作 A C T ( C )、動作 A C T ( D ) のそれぞれに対して、運動準備電位補正データ M R C P c ( A )、運動準備電位補正データ M R C P c ( B )、運動準備電位補正データ M R C P c ( C )、運動準備電位補正データ M R C P c ( D )、がそれぞれ設定される。動作 A C T ( A )、動作 A C T ( B )、動作 A C T ( C )、動作 A C T ( D ) のそれぞれの実例としては、ドライブシミュレータの場合、特定の環境下におけるハンドル操作やアクセル操作 / ブレーキ操作等である。

40

#### 【0034】

図 3 ( B ) の場合、被験者毎に運動準備電位補正データを設定する。例えば、被験者 S U B ( 1 )、被験者 S U B ( 2 )、被験者 S U B ( 3 )、被験者 S U B ( 4 ) のそれぞれに対して、運動準備電位補正データ M R C P c ( 1 )、運動準備電位補正データ M R C P c ( 2 )、運動準備電位補正データ M R C P c ( 3 )、運動準備電位補正データ M R C P c ( 4 )、がそれぞれ設定される。

#### 【0035】

図 3 ( C ) の場合、被験者と動作の種類毎に運動準備電位補正データを設定す

50

る。個々の組合せの詳細は省略するが、例えば、動作ACT(A)と被験者SUB(1)との組合せに対して、運動準備電位補正データMRCPc(A1)が設定され、動作ACT(D)と被験者SUB(4)との組合せに対して、運動準備電位補正データMRCPc(D4)が設定される。

#### 【0036】

MRCP補正データ選択部132は、情報入力部12からの事前情報を用いて、データベース20に記憶された運動準備電位補正データを選択し、読み出す。例えば、MRCP補正データ選択部132は、事前情報において動作ACT(A)が指定されていれば、運動準備電位補正データMRCPc(A)を選択する。また、MRCP補正データ選択部132は、事前情報において被験者SUB(2)が指定されていれば、運動準備電位補正データMRCPc(2)を選択する。また、MRCP補正データ選択部132は、事前情報において動作ACT(A)および被験者SUB(2)が指定されていれば、運動準備電位補正データMRCPc(A2)を選択する。

10

#### 【0037】

なお、MRCP補正データ選択部132は、重要度を参照して、運動準備電位補正データを選択してもよい。例えば、複数種類の動作に対応した運動準備電位補正データが記憶されている場合、動作毎に重要度が関連付けされている。MRCP補正データ選択部132は、事前情報に複数種類の動作が存在する場合、例えば、重要度が最も高い動作に対応する運動準備電位補正データを選択する。

#### 【0038】

MRCP補正データ選択部132は、選択した運動準備電位補正データを、演算部133に出力する。

20

#### 【0039】

演算部133は、MRCP補正データ選択部132で選択された運動準備電位補正データ(選択補正データ)を用いて脳信号を補正することで、認知信号を生成する。より具体的には、例えば、演算部133は、脳信号から選択補正データを差分することで、認知信号を生成する。この際、演算部133は、EOG検出部131または演算部133で設定した基準タイミングに基づいて、差分処理を実行する。

#### 【0040】

(認知信号の具体的な生成方法)

図4(A)は、脳信号の波形例を示す図であり、図4(B)は、図4(A)に示す波形におけるEOGおよびP300を含む領域を拡大した図である。図5は、運動準備電位補正データの一例を示す図である。図6は、認知信号の波形例を示す図である。

30

#### 【0041】

図4(A)、図4(B)に示すように、脳信号には、サッケードおよびフィクセーションを含む眼電位図EOG、認知系事象関連電位P300、および、運動準備電位MRCPが含まれている。

#### 【0042】

そして、図4(A)、図4(B)に示すように、眼電位図EOG、認知系事象関連電位P300、および、運動準備電位MRCPは、それぞれ固有の波形(特徴的な波形)を有する。例えば、眼電位図EOGは、認知による眼球の移動によって生じるものであり、認知によって眼球が動くことによって急激に電圧が変化する(負電位方向に変化する)サッケード(Saccade)と、眼球の動きが停止し、認知対象物を注視することで電圧が安定するフィクセーション(Fixation)を含む。認知系事象関連電位P300は、被験者80が対象物を認知した際に生じる一時的な電圧(正電位方向の一時的な電圧)であり、認知の基準タイミングから、約300ms後に生じる。運動準備電位MRCPは、上記認知対象物の認知によって、被験者80が動作を起こす際に生じる電圧であり、認知後、電圧値は徐々に高くなり(負電位)、動作の完了とともに電圧値は低下する(0Vに近づく)。

40

#### 【0043】

50

図5に示すように、運動準備電位補正データは、運動準備電位M R C Pに基づいて設定されている。運動準備電位M R C Pの波形は、上記の特徴を有することを利用して、運動準備電位補正データは、図5に示すように、例えば、最大電圧値V 1、運動準備電位補正データは、時間差S 1、時間差t 1 1、および、時間差t 1 2を用いて設定される。

【0044】

最大電圧値V 1は、運動準備電位M R C Pの最大値（負電位）によって設定される。時間差S 1は、基準タイミングと最大電圧値V 1の時間（最大値時間）との時間差によって設定される。基準タイミングは、上述のように、サッケードとフィクセーションの変化タイミングによって設定される。

【0045】

時間差t 1 1は、最大値時間と、運動準備電位M R C Pが変化を開始する時間との時間差によって設定される。変化の開始時間は、例えば、運動準備電位M R C Pを近似処理し、電圧上昇領域を線形近似した上で、0 Vラインと交わる時間によって設定可能である。変化の開始時間の設定はこれに限るものではない。

【0046】

時間差t 1 2は、最大値時間と、運動準備電位M R C Pが変化を終了する時間との時間差によって設定される。変化の終了時間は、例えば、運動準備電位M R C Pを近似処理し、電圧下降領域を線形近似した上で、0 Vラインと交わる時間によって設定可能である。変化の終了時間の設定はこれに限るものではない。

【0047】

なお、これらの設定は、上述のように、事前にサンプリングされたものによって実現される。事前サンプリングは、被験者80の本人に事前に行ったものであっても、被験者80の過去の認知能力テスト時に取得した脳信号を用いてもよい。また、複数人から検出した運動準備電位M R C Pの統計値（例えば、平均値、中央値等）を用いてもよい。複数人から検出した運動準備電位M R C Pの統計値を用いる場合、被験者80の性別や年齢等の属性を考慮して設定するようにしてもよい。

【0048】

このように、運動準備電位補正データは、運動準備電位M R C Pを特徴づける複数の数値によって設定される。これにより、運動準備電位M R C Pの特徴を抑圧することなく、運動準備電位補正データの記憶容量を小さくできる。

【0049】

なお、運動準備電位補正データは、事前サンプリングされた運動準備電位M R C Pの波形データ（サンプリングした全電圧値）を用いることも可能である。

【0050】

演算部133は、このように設定された運動準備電位補正データを、E O G検出部131または演算部133で設定した基準タイミングを基準にして、脳信号から差分する。この際、演算部133は、上述の運動準備電位補正データから、線形補間等を用いて、図5の実線に示すような運動準備電位補正データの波形を復元する。そして、演算部133は、復元した運動準備電位補正データの波形を、脳信号（脳信号の波形）から差分する。

【0051】

ここで、上述のように設定された運動準備電位補正データは、被験者80から取得した脳信号に含まれる運動準備電位M R C Pに相似または略一致している。したがって、図6に示すように、脳信号から補正データを差分した認知信号は、脳信号から運動準備電位M R C Pが抑圧された信号となる。言い換えれば、認知信号は、眼電位図E O Gと認知系事象関連電位P 3 0 0とが、より明確に現れる波形となる。

【0052】

これにより、認知信号は、認知能力の検出がより容易且つより確実に行える信号となる。この結果、P 3 0 0等の認知系電位の計測精度は向上する。そして、判定部33は、この認知信号を用いることで、認知能力の判定を、より精度良く行うことができる。

【0053】

10

20

30

40

50

なお、上述の説明では、演算部 133 は、運動準備電位補正データをそのまま、脳信号から差分する態様を示した。しかしながら、演算部 133 は、取得した脳信号の最大電圧値と運動準備電位補正データの最大電圧値とによって、運動準備電位補正データの電圧値を修正した上で、脳信号から差分してもよい。例えば、演算部 133 は、取得した脳信号の最大電圧値と運動準備電位補正データの最大電圧値と比を算出する。演算部 133 は、この比によって運動準備電位補正データの電圧値を修正して、脳信号から差分する。これにより、脳信号に含まれる運動準備電位は、より効果的に抑圧される。

【0054】

上述の図 4 (A)、図 4 (B)、図 5、図 6 では、運動準備電位 M R C P の電圧変化領域と認知系事象関連電位 P 3 0 0 とが重ならない場合を示したが、図 7、図 8、図 9 に示すように、運動準備電位 M R C P の電圧変化領域と認知系事象関連電位 P 3 0 0 とが重なる場合であっても、上述の処理を行うことによって、認知信号は、認知系事象関連電位 P 3 0 0 がより明確に現れる波形となる。図 7 は、脳信号の波形例を示す図である。図 8 は、運動準備電位補正データの一例を示す図である。図 9 は、認知信号の波形例を示す図である。

10

【0055】

図 8 に示すように、運動準備電位 M R C P の電圧の変化が早い動作や被験者に対しては、この早さに応じた運動準備電位補正データ（時間差 S 2、時間差 t 2 1、時間差 t 2 2）が設定されている。そして、事前情報として、動作または被験者が設定されているので、M R C P 補正データ選択部 132 は、この事前情報によって、適する運動準備電位補正データを選擇できる。

20

【0056】

したがって、運動準備電位補正データの波形が動作や被験者によって異なっても、図 9 に示すように、認知信号は、認知系事象関連電位 P 3 0 0 がより明確に現れる波形となる。例えば、図 7 に示すように、認知系事象関連電位 P 3 0 0 が、運動準備電位 M R C P に埋もれていても、図 9 に示すように、運動準備電位 M R C P が抑圧され、認知系事象関連電位 P 3 0 0 は、容易に検出可能になる。

【0057】

（データベースの生成方法）

上述のデータベース 20 に記憶される運動準備電位補正データは、例えば、次に示すように生成される。

30

【0058】

図 10 は、データベースの生成方法の一例を示すフローチャートである。図 11 (A)、図 11 (B)、図 11 (C)、図 11 (D) は、データベース生成時の映像の一例を示す図である。

【0059】

まず、認知能力判定者は、認知能力の判定対象の事象を選擇する (S 2 1)。言い換えれば、認知能力検出装置は、事象の選擇を受け付ける。

【0060】

認知能力検出装置は、選擇された事象に応じたデータベース生成用のトリガ情報を、被験者等の運動準備電位補正データの生成対象者に対して、提示する (S 2 2)。データベース生成用のトリガ情報は、例えば、図 11 (A)、図 11 (B)、図 11 (C)、図 11 (D) に示すような映像によって提示される。なお、トリガ情報は、映像に限らず、音、刺激等であってもよい。

40

【0061】

図 11 (A)、図 11 (B)、図 11 (C)、図 11 (D) では、映像 90 に、自動車 901、反応開始線 910 が表示される。自動車 901 は位置が変化しない状態で映像 90 の上方に向かって移動するように、映像 90 は、下方に移動するように変化する (図の太矢印参照)。この際、自動車 901 と反応開始線 910 との位置関係は変わらない。

【0062】

50

あるタイミングで、図 1 1 ( B ) に示すように、回避対象物 9 0 2 が映像 9 0 の上方端から現れる。運動準備電位補正データの生成対象者は、反応開始線 9 1 0 に回避対象物 9 0 2 が達してから回避動作を開始するように説明されている。したがって、この状態では、運動準備電位補正データの生成対象者は、回避対象物 9 0 2 を目で追う。これにより、眼電位図 E O G が発生する。

【 0 0 6 3 】

次に、図 1 1 ( C ) に示すように、回避対象物 9 0 2 が反応開始線 9 1 0 に達すると、運動準備電位補正データの生成対象者は、上述の疑似ハンドルを操作して、図 1 1 ( D ) に示すように、回避動作を行う。これにより、回避動作に対する認知と、回避動作を行うための運動準備電位が発生する。

【 0 0 6 4 】

認知能力検出装置は、この一連の動作における脳信号を計測し ( S 2 3 )、取得する。

【 0 0 6 5 】

認知能力検出装置は、脳信号から運動準備電位の波形を抽出する ( S 2 4 )。上述のように、回避の開始タイミングは映像から概略的に得られる。したがって、映像に設定した回避対象物 9 0 2 が反応開始線 9 1 0 に達するタイミングを基準とすることで、認知能力検出装置は、運動準備電位を、より正確に抽出できる。

【 0 0 6 6 】

認知能力検出装置は、抽出した運動準備電位の波形から、上述の運動準備電位補正データを生成し、データベース 2 0 に登録する ( S 2 5 )。

【 0 0 6 7 】

このように、上述の方法を用いることで、運動準備電位補正データのデータベース 2 0 を生成できる。

【 0 0 6 8 】

( 認知能力検出方法 ( 認知信号生成方法 ) )

図 1 2 は、認知信号の生成方法の一例を示すフローチャートである。認知信号生成部 1 0 は、図 1 2 に示す処理を行うことで、認知信号を生成する。なお、各処理の詳細は、上述の説明に記載しており、更なる追加の説明が必要な箇所を除き、説明は省略する。

【 0 0 6 9 】

認知信号生成部 1 0 は、脳信号を取得する ( S 1 1 )。認知信号生成部 1 0 は、眼電位図 E O G を検出する ( S 1 2 )。認知信号生成部 1 0 は、眼電位図 E O G を用いて基準タイミングを決定する ( S 1 3 )。

【 0 0 7 0 】

認知信号生成部 1 0 は、事前情報に応じて、上述のように予め生成された運動準備電位補正データを読み出す ( S 1 4 )。認知信号生成部 1 0 は、読み出した ( 選択した ) 運動準備電位データを用いて、脳信号を補正し、認知信号を生成する ( S 1 5 )。

【 0 0 7 1 】

なお、例えば、この処理は、プログラム化して記憶媒体や外部のサーバ等に記憶されており、認知信号生成部 1 0 を実現するパーソナルコンピュータ等の演算処理装置が、このプログラムを読み出して実行することによって、実現できる。

【 0 0 7 2 】

( 複数の動作が発生する場合 )

上述の説明では、1つの動作を生じる場合の認知信号の生成方法を示した。しかしながら、複数の動作が重なってまたは連続して生じる場合がある。

【 0 0 7 3 】

図 1 3 ( A )、図 1 3 ( B )、図 1 3 ( C )、および、図 1 3 ( D ) は、1つの認知に対して複数の動作を行う場合の各波形を示す。この場合は、例えば、横断歩道から歩行者が飛び出し、ブレーキを踏むとともに、ハンドルを切るような場合に該当する。

【 0 0 7 4 】

図 1 3 ( A ) は、脳信号の波形を示し、図 1 3 ( B )、図 1 3 ( C ) は、それぞれ異なる

10

20

30

40

50

る種類の動作に対する運動準備電位補正データの波形を示し、図13(D)は、認知信号の波形を示す。

【0075】

図13(B)の運動準備電位補正データMRCPC(A)、図13(C)の運動準備電位補正データMRCPC(B)に示すように、動作毎に運動準備電位補正データは設定されている。したがって、図13(A)に示すように、脳信号に複数の運動準備電位が含まれていても、それぞれの運動準備電位を抑圧できる。これにより、図13(D)に示すように、認知信号は、認知系事象関連電位P300が容易に検出可能な信号となる。

【0076】

図14(A)、図14(B)、図14(C)、および、図14(D)は、連続する複数の認知に対して個別に複数の動作を行う場合の各波形を示す。この場合は、例えば、横断歩道への近接で減速のためにブレーキを踏んだ後に、歩行者の飛び出しによってハンドルを切るような場合に該当する。

10

【0077】

図14(A)は、脳信号の波形を示し、図14(B)、図14(C)は、それぞれ異なる種類の動作に対する運動準備電位補正データの波形を示し、図14(D)は、認知信号の波形を示す。

【0078】

図14(B)の運動準備電位補正データMRCPC(A)、図14(C)の運動準備電位補正データMRCPC(B)に示すように、動作毎に運動準備電位補正データは設定されている。したがって、図14(A)に示すように、脳信号に複数の運動準備電位が含まれていても、それぞれの運動準備電位を抑圧できる。これにより、図14(D)に示すように、認知信号は、認知系事象関連電位P300Aおよび認知系事象関連電位P300Bが個別に且つ容易に検出可能な信号となる。

20

【0079】

(第2の実施形態)

本発明の第2の実施形態に係る認知能力検出装置について、図を参照して説明する。図15は、第2の実施形態に係る認知信号生成部の構成を示す機能ブロック図である。図16は、第2の実施形態に係る認知能力検出システムの構成を示す図である。

【0080】

30

図15、図16に示すように、第2の実施形態に係る認知能力検出システム1Aは、第1の実施形態に係る認知能力検出システム1に対して、認知能力検出装置30Aにおける認知信号生成部10Aに、動作検出部14を備える点、動作検出部14で検出した動作のタイミングを利用する点で異なる。認知能力検出システム1Aの他の構成は、認知能力検出装置30と同様であり、同様の箇所の説明は省略する。

【0081】

認知能力検出システム1Aは、カメラ394を備える。カメラ394は、例えば、被験者80の身体の拳動、表情、目の動き等を含む映像を取得し、取得画像を認知信号生成部10Aに出力する。また、疑似ペダル392および疑似ハンドル393には、加速度センサや角速度センサのような動作検出センサが取り付けられている。これらの動作検出センサは、疑似ペダル392の動き(被験者80の操作)、疑似ハンドル393の動き(被験者80の操作)の検出し、検出信号を認知信号生成部10Aに出力する。なお、疑似ペダル392の動きや疑似ハンドル393の動きを機械的に検出する手段を備え、機械的に検出された結果から、検出信号を出力してもよい。

40

【0082】

認知信号生成部10Aの動作検出部14は、取得映像から、被験者80の目の動きや動作を解析し、目の動きや動作の種類を検出する。また、動作検出部14は、検出信号から、被験者80の動作(操作)の種類を検出する。動作検出部14は、検出した動作の種類等を、MRCPC補正データ選択部132に出力する。

【0083】

50

M R C P 補正データ選択部 1 3 2 は、動作検出部 1 4 で検出された動作の種類に基づいて、運動準備電位補正データを選択する。これにより、M R C P 補正データ選択部 1 3 2 は、事前情報が無くても、適正な運動準備電位補正データを選択できる。

【 0 0 8 4 】

または、M R C P 補正データ選択部 1 3 2 は、動作検出部 1 4 の検出結果と、事前情報とに基づいて、運動準備電位補正データを選択することもできる。例えば、M R C P 補正データ選択部 1 3 2 は、動作検出部 1 4 の検出結果と事前情報とが一致すれば、この一致した動作の種類に基づいて、運動準備電位補正データを選択する。M R C P 補正データ選択部 1 3 2 は、動作検出部 1 4 の検出結果と事前情報とが一致しなければ、いずれか一方を優先的な基準として、運動準備電位補正データを選択する。または、M R C P 補正データ選択部 1 3 2 は、動作検出部 1 4 の検出結果と事前情報とが一致しなければ、一致しない旨を警告表示する。これにより、例えば、認知能力の判定者は、適する動作の種類を認知能力検出装置 3 0 A に操作入力してもよい。

10

【 0 0 8 5 】

なお、動作検出部 1 4 の検出結果は、演算部 1 3 3 における認知信号の生成に用いることも可能である。例えば、動作検出部 1 4 の検出結果に目の動きが含まれていれば、演算部 1 3 3 は、E O G 検出部 1 3 1 で基準タイミングが検出できなくても、動作検出部 1 4 の検出結果を用いて基準タイミングを設定できる。

【 0 0 8 6 】

また、演算部 1 3 3 は、動作検出部 1 4 の検出結果に動作（操作）が含まれていれば、この動作（操作）のタイミングを用いて、運動準備電位の発生期間を推定する。演算部 1 3 3 は、脳信号におけるこの推定期間に、運動準備電位補正データによる補正を行う。これにより、演算部 1 3 3 は、認知系事象関連電位 P 3 0 0 の検出が容易な認知信号を生成できる。

20

【 0 0 8 7 】

（第 3 の実施形態）

本発明の第 3 の実施形態に係る認知能力検出装置について、図を参照して説明する。図 1 7 は、第 3 の実施形態に係る認知能力検出システムの構成の一部を示す図である。

【 0 0 8 8 】

図 1 7 に示すように、第 3 の実施形態に係る認知能力検出システムは、第 1 の実施形態に係る認知能力検出システム 1 に対して、E O G を検出する構成において異なる。第 3 の実施形態に係る認知能力検出システムの他の構成は、第 1 の実施形態に係る認知能力検出システム 1 と同様であり、同様の箇所の説明は省略する。

30

【 0 0 8 9 】

脳信号センサ 1 1 2 は、被験者 8 0 に装着される。より具体的には、脳信号センサ 1 1 2 は、被験者 8 0 の F P 1 の位置（国際 1 0 - 2 0 法）を含む位置に装着される。脳信号センサ 1 1 2 は、検出した脳信号を、認知信号生成部 1 0 B の脳信号取得部 1 1 B に出力する。

【 0 0 9 0 】

脳信号取得部 1 1 B は、脳信号センサ 1 1 1 で検出した脳信号（C Z の脳信号）を、演算部 1 3 3 に出力する。脳信号取得部 1 1 B は、脳信号センサ 1 1 2 で検出した脳信号（F P 1 の脳信号）を、E O G 検出部 1 3 1 に出力する。

40

【 0 0 9 1 】

E O G 検出部 1 3 1 は、脳信号センサ 1 1 2 で検出した脳信号（F P 1 の脳信号）から、眼電位図 E O G を検出する。

【 0 0 9 2 】

このような構成とすることで、E O G の検出元となる脳信号が、被験者 8 0 の目の近傍から検出される。したがって、E O G 検出部 1 3 1 は、E O G を、より精度良く検出できる。

【 0 0 9 3 】

50

なお、上述の説明では、認知系事象関連電位として、P300を例に説明した。認知系事象関連電位は、P100、N400等であってもよく、上述の構成および処理を用いることによって、認知信号生成部は、これらの認知系事象関連電位を検出可能な認知信号を生成できる。

【0094】

また、上述説明では、ドライビングに対する認知能力テストを行う場合を例にした。しかしながら、視認して動作を行う事象であれば、上述の構成および処理を適用できる。

【0095】

例えば、ゲーム機等を用いて被験者の認知能力を測定することにより、e-sports選手やスポーツ選手への認知テスト、学校における生徒への認知テストに適用することができる。

10

【0096】

図18は、ゲームに対する認知能力検出システムの構成を示す図である。以下では、図18に示す認知能力検出システム1Cについて、第2の実施形態に係る認知能力検出システム1Aと異なる箇所のみを説明する。

【0097】

図18に示すように、認知能力検出システム1Cは、認知能力検出装置30C、表示器391、および、操作デバイス394を備える。

【0098】

認知能力検出装置30Cは、アプリケーション実行部39を備える。アプリケーション実行部39は、ゲームアプリケーションを実行する。

20

【0099】

アプリケーション実行部39は、ゲームの映像を映像出力部32に出力する。映像出力部32は、ゲームの映像を表示器391に出力する。これにより、表示器391にはゲームの映像が表示される。

【0100】

アプリケーション実行部39は、ゲームにおける認知能力の検出に利用可能なイベント情報（ゲーム映像に応じて入力されるべき特定操作等）を、制御部31に出力する。

【0101】

制御部31は、イベント情報に基づいて、認知能力検出テストに応じた事前情報を、認知信号生成部10に出力する。

30

【0102】

操作デバイス394は、例えば、キーボードやマウス等であり、ゲームプレイヤーである被験者80の操作入力を受け付ける。操作デバイス394は、操作入力内容を認知信号生成部10およびアプリケーション実行部39に出力する。

【0103】

アプリケーション実行部39は、操作入力内容に応じてゲームアプリケーション内の処理を実行する。

【0104】

認知信号生成部10Aは、操作デバイス394からの操作入力内容を用いて、被験者80の動作（操作）の種類を検出する。

40

【0105】

このような構成によって、認知能力検出システム1Cは、ゲームに対するゲームプレイヤーの認知能力を検出できる。そして、例えば、認知能力検出システム1Cは、認知能力の検出結果から、ゲームプレイヤーが自ら気付いていないようなゲーム操作に対する特徴を検出でき、ゲームプレイヤーにフィードバックすることができる。フィードバックの方法としては、例えば、認知能力の可視化データや、認知能力の検出結果に基づく弱点（課題）の可視化データがある。これにより、ゲームプレイヤーは、自分の弱点を認識でき、ゲームに対する上達速度を向上できる。

【0106】

50

なお、図 18 では、PC によってゲーム機を実現する場合を示すが、コンソール型のゲーム機にも本願発明の構成は、適用できる。この場合、操作デバイス 394 は、キーボードに限らず、ゲーム機専用のコントローラでもよい。

【0107】

また、図 18 では、一般のゲームアプリケーションを用いる場合を示したが、認知能力の検出用のテストゲームアプリケーションを用いてもよい。この場合、制御部 31 によって、テストゲームアプリケーションを実行してもよい。

【0108】

また、図 18 では、ソロプレイの場合を示したが、図 19 に示すように、マルチプレイの場合にも、本願発明の構成は適用できる。

【0109】

図 19 は、マルチプレイにおけるゲームに対する認知能力検出システムの構成を示す図である。

【0110】

図 19 に示すように、マルチプレイ環境に対応する認知能力検出システム 1D は、複数個（図 19 では 4 個）の認知能力検出システム 1C、総合判定部 50、および、データ通信ネットワーク 500 を備える。

【0111】

複数の認知能力検出システム 1C は、データ通信ネットワーク 500 に接続し、データ通信ネットワーク 500 にてデータの送受信が可能である。総合判定部 50 は、データ通信ネットワーク 500 に接続し、複数の認知能力検出システム 1C から認知能力の検出結果、および、認知能力の検出用の各種データや情報を取得する。

【0112】

総合判定部 50 は、複数の認知能力検出システム 1C の認知能力の検出結果を用いて、マルチプレイとしての認知能力に関する特徴を判定する。例えば、複数の認知能力検出システム 1C で検出された複数のプレイヤーの認知能力の比較結果から、マルチプレイとしてのこのグループでの弱点等を判定し、可視化する。

【0113】

この際、総合判定部 50 は、操作入力内容を判定に用いてもよい。例えば、協力プレイであれば、操作入力内容からグループの各プレイヤーの役割を判定する。総合判定部 50 は、それぞれの役割に応じた認知能力の判定基準を記憶しており、これの判定基準を用いて認知能力を判定する。これにより、各プレイヤーがそれぞれの役割を果たす際の弱点等をより正確に判定でき、可視化し提供できる。

【0114】

また、総合判定部 50 は、協力プレイによる役割毎に適する認知能力の特徴を記憶しておく。そして、総合判定部 50 は、取得した各プレイヤーの認知能力に基づいて、適する役割を判定し、可視化して提供してもよい。これにより、協力プレイを行うグループは、それぞれのプレイヤーがより適する役割でゲームを行うことができる。したがって、例えば、より難易度の高いクエスト等に挑戦可能になり、協力プレイへのモチベーションを上げられる。

【0115】

また、対戦プレイであれば、操作入力内容から対戦している各プレイヤーの操作（攻撃、防御等）を判定する。総合判定部 50 は、それぞれの操作に応じた認知能力の判定基準を記憶しており、これの判定基準を用いて認知能力を判定する。これにより、各プレイヤーが相手プレイヤーと対戦する際に、相手プレイヤーよりも劣っている点、すなわち対戦プレイ時の弱点等をより正確に判定でき、可視化し提供できる。この際、総合判定部 50 は、操作入力内容の検出タイミングを用いて、認知能力だけでなく、操作の反応速度等を検出することも可能である。そして、総合判定部 50 は、このような操作の反応速度等も用いて、弱点を判定し、可視化して提供することも可能である。

【符号の説明】

10

20

30

40

50

【 0 1 1 6 】

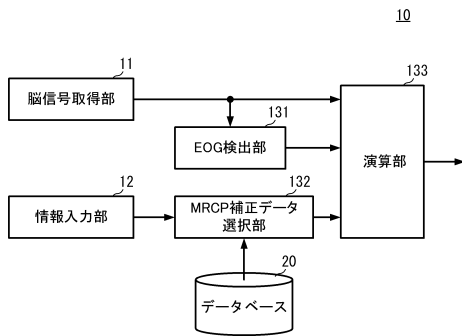
- 1、 1 A、 1 C、 1 D： 認知能力検出システム
- 1 0、 1 0 A、 1 0 B： 認知信号生成部
- 1 1、 1 1 B： 脳信号取得部
- 1 2： 情報入力部
- 1 4： 動作検出部
- 2 0： データベース
- 3 0、 3 0 A、 3 0 C： 認知能力検出装置
- 3 1： 制御部
- 3 2： 映像出力部
- 3 3： 判定部
- 3 9： アプリケーション実行部
- 8 0： 被験者
- 9 0： 映像
- 1 1 1： 脳信号センサ
- 1 1 2： 脳信号センサ
- 1 3 1： E O G 検出部
- 1 3 2： M R C P 補正データ選択部
- 1 3 3： 演算部
- 3 0 0： 操作入力部
- 3 9 1： 表示器
- 3 9 2： 疑似ペダル
- 3 9 3： 疑似ハンドル
- 3 9 4： カメラ
- 9 0 1： 自動車
- 9 0 2： 回避対象物
- 9 1 0： 反応開始線

10

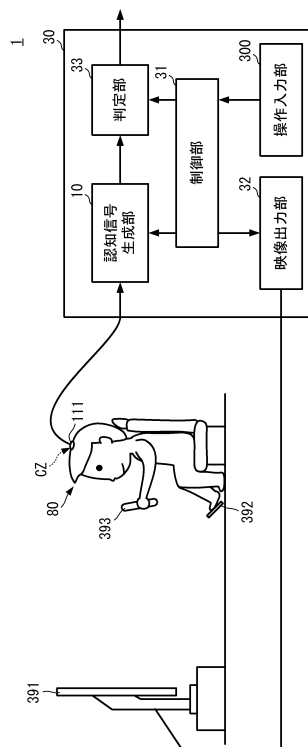
20

【 図 面 】

【 図 1 】



【 図 2 】



30

40

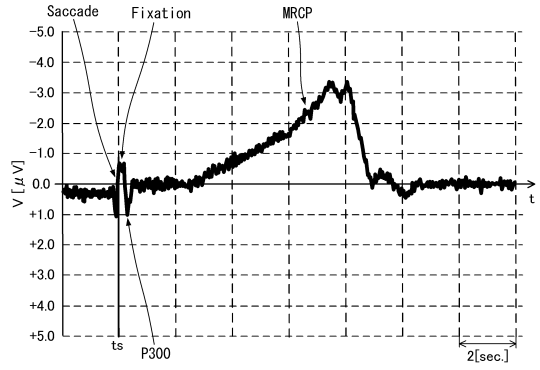
50

【 図 3 】

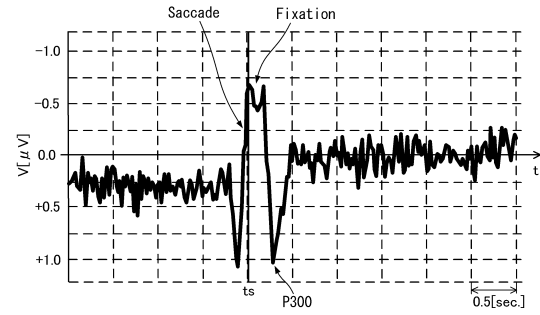
(A)		(B)	
動作種類	MRCP補正データ	被験者	MRCP補正データ
ACT(A)	MRCPc(A)	SUB(1)	MRCPc(1)
ACT(B)	MRCPc(B)	SUB(2)	MRCPc(2)
ACT(C)	MRCPc(C)	SUB(3)	MRCPc(3)
ACT(D)	MRCPc(D)	SUB(4)	MRCPc(4)

(C)	SUB(1)	SUB(2)	SUB(3)	SUB(4)
ACT(A)	MRCPc(A1)	MRCPc(A2)	MRCPc(A3)	MRCPc(A4)
ACT(B)	MRCPc(B1)	MRCPc(B2)	MRCPc(B3)	MRCPc(B4)
ACT(C)	MRCPc(C1)	MRCPc(C2)	MRCPc(C3)	MRCPc(C4)
ACT(D)	MRCPc(D1)	MRCPc(D2)	MRCPc(D3)	MRCPc(D4)

【 図 4 】

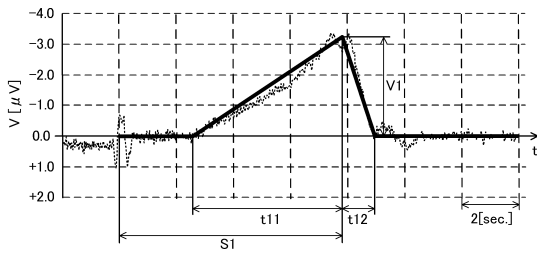


10

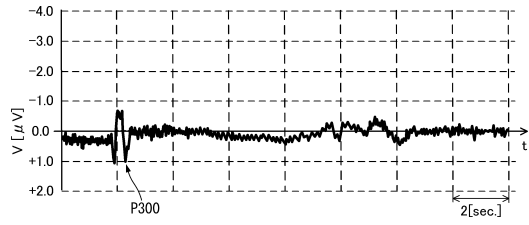


20

【 図 5 】



【 図 6 】

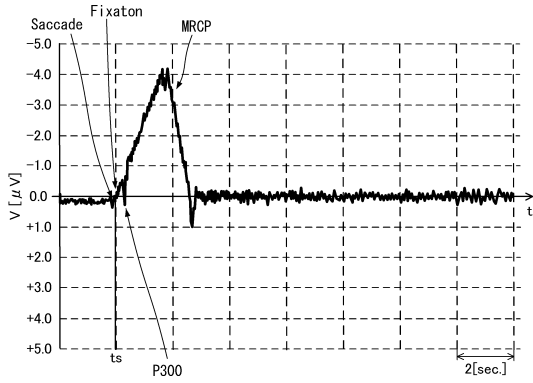


30

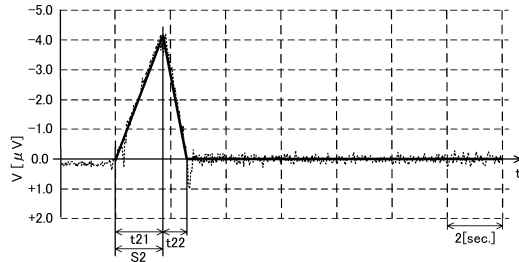
40

50

【図 7】

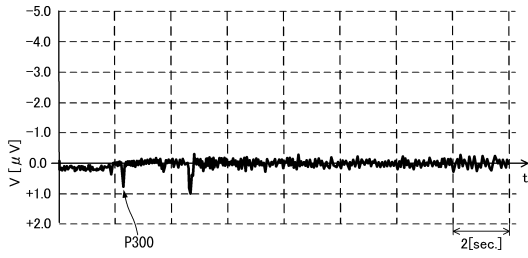


【図 8】

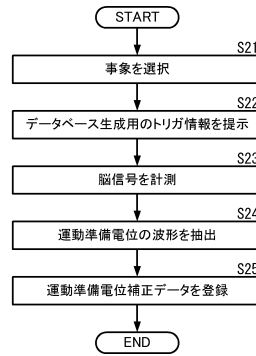


10

【図 9】

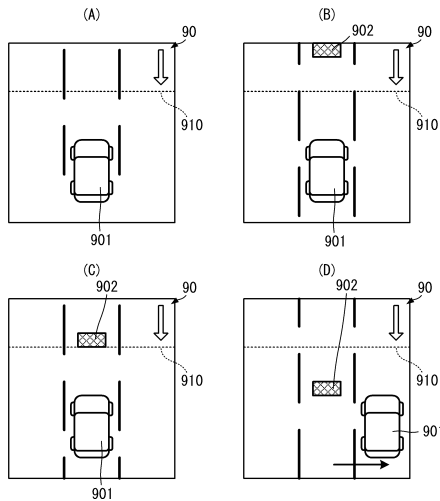


【図 10】

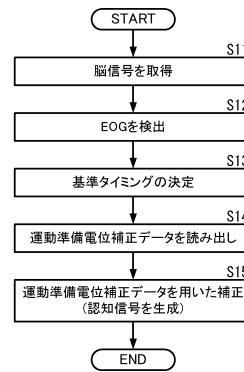


20

【図 11】



【図 12】

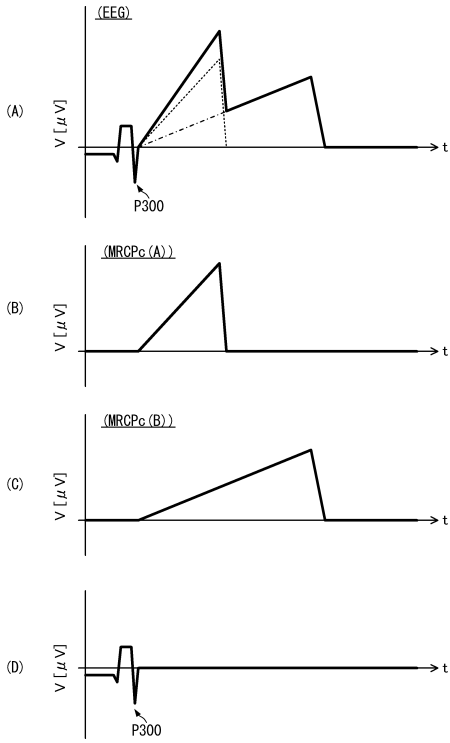


30

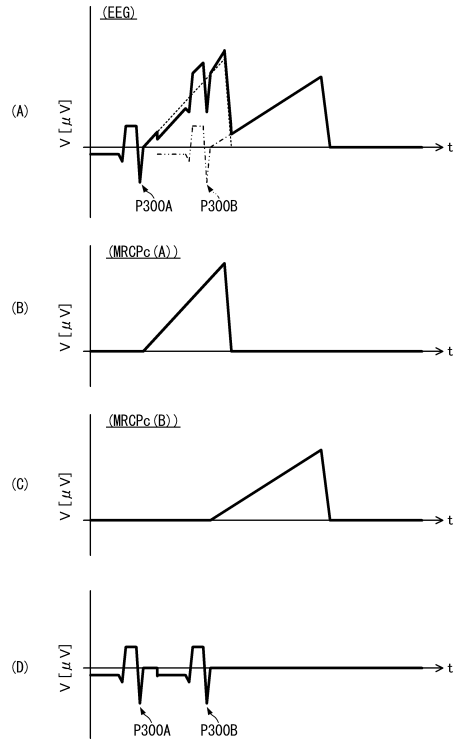
40

50

【図 13】



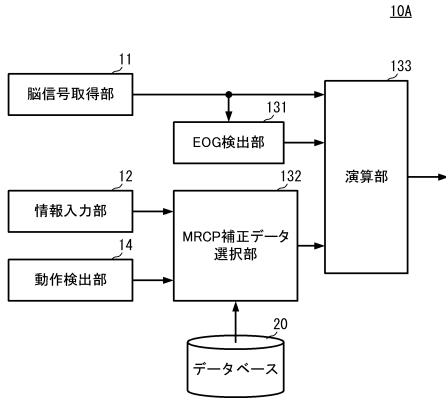
【図 14】



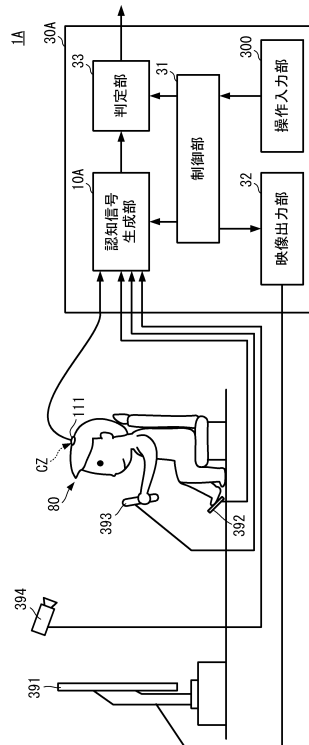
10

20

【図 15】



【図 16】



30

40

50



## フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10-146323(JP,A)  
国際公開第2006/003901(WO,A1)  
米国特許出願公開第2009/0062680(US,A1)  
特開2012-095905(JP,A)  
米国特許出願公開第2019/0224445(US,A1)  
特開2007-125184(JP,A)  
国際公開第2020/138012(WO,A1)  
特開2019-103581(JP,A)  
特開2018-192909(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
A61B 5/00 - 5/0538  
A61B 5/06 - 5/398