



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105559779 A

(43) 申请公布日 2016. 05. 11

(21) 申请号 201610115949. 5

(22) 申请日 2016. 03. 01

(71) 申请人 夏鹏

地址 200135 上海市浦东新区羽山路 100 弄
33 号 601 室

(72) 发明人 夏鹏 裴钢

(74) 专利代理机构 上海信好专利代理事务所

(普通合伙) 31249

代理人 张静洁 贾慧琴

(51) Int. Cl.

A61B 5/048(2006. 01)

A61B 5/00(2006. 01)

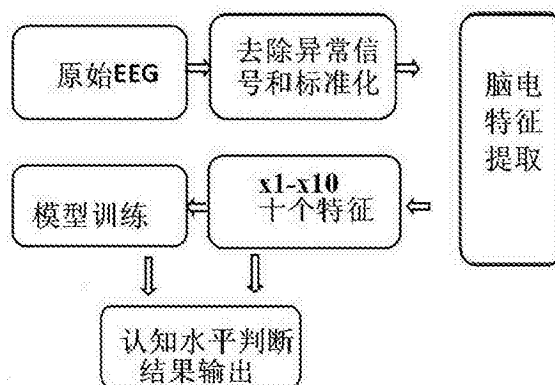
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种通过脑电频谱进行认知评价的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种通过脑电频谱进行认知评价的方法,包含:步骤1,采集静息态和任务态的脑电信号;步骤2,将1~45Hz或1~70Hz频段的脑电信号划分为不同频带,分别计算这些频带的相对功率,以及alpha频带的重心频率;步骤3,分别计算得到若干个特征值;步骤4,按照认知量表将认知的水平分为正常和认知衰退两类;步骤5,将划为正常和认知衰退两类脑电信号的若干个特征值训练出相应的系数,产生判断认知水平的逻辑回归模型;步骤6,利用训练好的逻辑回归模型对若干个特征值进行认知水平分类。本发明提供的通过脑电频谱进行认知评价的方法,有效灵敏方便评估,能够更早期更准确的发现认知障碍的发生。



1. 一种通过脑电频谱进行认知评价的方法,其特征在于,该方法包含:
步骤1,采集静息态和任务态的脑电信号;
步骤2,将1~45Hz或1~70Hz频段的脑电信号划分为若干个不同频带,分别计算这些频带的相对功率,以及各自的重心频率;
步骤3,分别计算得到若干个特征值,所述的特征值分别为静息态和任务态下各频带的相对功率、重心频率或相对功率的比值;
步骤4,按照认知量表将认知的水平分为正常和认知衰退两类,分别对相应的对象采集的脑电信号进行标注;
步骤5,将划为正常和认知衰退两类脑电信号的若干个特征值训练出相应的系数,产生判断认知水平的逻辑回归模型;
步骤6,利用步骤5训练好的逻辑回归模型对步骤3得到的特征值进行认知水平分类。
2. 如权利要求1所述的通过脑电频谱进行认知评价的方法,其特征在于,步骤1所述的采集静息态和任务态的脑电信号,采用的测试电极为包含至少1个前额电极在内的1到若干个。
3. 如权利要求1所述的通过脑电频谱进行认知评价的方法,其特征在于,步骤2所述的若干个不同频带,包含delta、theta、alpha、beta、gamma频带;所述的频带中,delta为1~4Hz;theta为4~8Hz;alpha为8~13Hz;beta为13~30Hz;gamma为30~45Hz或30~70Hz。
4. 如权利要求1所述的通过脑电频谱进行认知评价的方法,其特征在于,步骤2所述的相对功率,是通过快速傅里叶变换计算得到的。
5. 如权利要求4所述的通过脑电频谱进行认知评价的方法,其特征在于,步骤2所述的相对功率,是在所述不同频带的采样频率上取N个点,通过快速傅里叶变换得到功率谱,然后在功率谱上计算得到的对应频带的绝对功率与5个频带绝对功率和的比值。
6. 如权利要求1所述的通过脑电频谱进行认知评价的方法,其特征在于,步骤2所述的alpha的重心频率,其为功率强度最大值所在频率;所述的功率强度是在采样频率上取N个点,进行快速傅里叶变换的结果除以N后求模的平方。
7. 如权利要求1所述的通过脑电频谱进行认知评价的方法,其特征在于,步骤3所述的特征值包含 $x_1 \sim x_{10}$ 的10个或其中的任意多个。
8. 如权利要求7所述的通过脑电频谱进行认知评价的方法,其特征在于,所述的特征值中, x_1 为静息态theta相对功率, x_2 为静息态alpha相对功率, x_3 为静息态beta相对功率, x_4 为静息态alpha重心频率, x_5 为静息态alpha相对功率/theta相对功率, x_6 为静息态gamma相对功率/theta相对功率, x_7 为任务态alpha相对功率/theta相对功率, x_8 为任务态gamma相对功率/theta相对功率, x_9 为 x_5/x_7 的比值, x_{10} 为 x_6/x_8 的比值。
9. 如权利要求1所述的通过脑电频谱进行认知评价的方法,其特征在于,步骤4所述的认知量表为简易精神状态检查量表,和蒙特利尔认知评估量表。
10. 如权利要求1所述的通过脑电频谱进行认知评价的方法,其特征在于,步骤5所述的脑电信号训练所用的特征值为 $x_1 \sim x_{10}$ 的10个或其中的任意多个;所述的脑电信号训练所用的特征值使用静息态特征、任务态特征以及静息态特征和任务态特征的比值。

一种通过脑电频谱进行认知评价的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种认知评估方法,具体地,涉及一种通过脑电频谱进行认知评价的方法。

背景技术

[0002] 认知,是指人类在对客观事物的认识过程中对感觉输入信息的获取、编码、操作、提取和使用的过程,是输入和输出之间的内部心理过程,这一过程包括注意、记忆、知觉及思维等。认知功能可以简单地理解为四方面:第一,接受功能,即通过各种感觉接受外界信息。第二,记忆和学习功能,包括识记,新信息进入脑内,形成即刻记忆;保存,信息被编码而形成长久信息;信息能够被复呈,如再现和再认。第三,思维功能,对即刻记忆信息和长久记忆信息复呈,再进行组合找到两者的关系。第四,表达功能,通过语言、躯体或情感等行为表达。

[0003] 认知功能障碍:泛指由各种原因(从生理性老化到意识障碍)导致的不同程度的认知功能损害。现在认知功能障碍的评估主要是结合症状和认知-心理量表进行。在发现症状的时候,往往认知功能已经衰退严重,错过了早期干预的良机。同时认知-心理量表的异常也可能是由其他一些心理精神问题等产生的。而2012年法国和英国的科学家发现通过对7000名公务员的长期观察发现记忆和认知功能的衰退从45岁已经开始。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种用于认知评估的方法,基于脑电频谱特征,涉及生物学、数字信号处理技术、模式识别等领域,通过有效灵敏方便的认知功能评估系统,能够更早期更准确的发现认知障碍的发生。

[0005] 为了达到上述目的,本发明提供了一种通过脑电频谱进行认知评价的方法,其中,该方法包含:步骤1,采集静息态和任务态的脑电信号(EEG);步骤2,将1~45Hz或1~70Hz频段的脑电信号划分为若干个不同频带,分别计算这些频带的相对功率,以及各自的重心频率;步骤3,分别计算得到若干个特征值,所述的特征值分别为静息态和任务态下各频带的相对功率、重心频率或相对功率的比值;步骤4,按照认知量表将认知的水平分为正常和认知衰退两类,分别对相应的对象采集的脑电信号进行标注;步骤5,将划为正常和认知衰退两类脑电信号的若干个特征值训练出相应的系数,产生判断认知水平的逻辑回归模型;步骤6,利用步骤5训练好的逻辑回归模型对步骤3得到的特征值进行认知水平分类。

[0006] 上述的通过脑电频谱进行认知评价的方法,其中,步骤1所述的采集静息态和任务态的脑电信号,采用的测试电极包含至少1个前额电极在内的1到若干个。

[0007] 上述的通过脑电频谱进行认知评价的方法,其中,所述的若干个不同频带,包含delta、theta、alpha、beta、gamma频带。

[0008] 上述的通过脑电频谱进行认知评价的方法,其中,所述的频带中,delta为1~4Hz;theta为4~8Hz;alpha为8~13Hz;beta为13~30Hz;gamma为30~45Hz或30~70Hz。也可把

各频带进行进一步划分,比如alpha进一步划分为alpha1,alpha2,alpha3。

[0009] 上述的通过脑电频谱进行认知评价的方法,其中,步骤2所述的相对功率,是通过快速傅里叶变换计算得到的。

[0010] 上述的通过脑电频谱进行认知评价的方法,其中,步骤2所述的相对功率,是在所述不同频带的采样频率上取N个点,通过快速傅里叶变换得到功率谱,然后在功率谱上计算得到的对应频带的绝对功率与5个频带绝对功率和的比值。

[0011] 上述的通过脑电频谱进行认知评价的方法,其中,步骤2所述的alpha的重心频率,其为功率强度最大值所在频率;所述的功率强度是在采样频率上取N个点,进行快速傅里叶变换的结果除以N后求模的平方;alpha频带的功率强度则为此频带范围内功率强度的和。

[0012] 上述的通过脑电频谱进行认知评价的方法,其中,步骤3所述的特征值包含x1~x10的10个或其中的任意多个。

[0013] 上述的通过脑电频谱进行认知评价的方法,其中,所述的特征值中,x1为静息态theta相对功率,x2为静息态alpha相对功率,x3为静息态beta相对功率,x4为静息态alpha重心频率,x5为静息态alpha相对功率/theta相对功率,x6为静息态gamma相对功率/theta相对功率,x7为任务态alpha相对功率/theta相对功率,x8为任务态gamma相对功率/theta相对功率,x9为x5/x7的比值,x10为x6/x8的比值。

[0014] 上述的通过脑电频谱进行认知评价的方法,其中,步骤4所述的认知量表为简易精神状态检查量表(Minimum Mental State Examination,MMSE),和蒙特利尔认知评估量表(Montreal CognitiveAssessment,MoCA)。

[0015] 上述的通过脑电频谱进行认知评价的方法,其中,步骤5所述的脑电信号训练所用的特征值为x1-x10的10个其中的任意多个。所述的脑电信号训练所用的特征值使用静息态特征、任务态特征以及静息态特征和任务态特征的比值,可以同时使用以上三类,也可以使用其中的任意一或两类。

[0016] 上述的通过脑电频谱进行认知评价的方法,其中,步骤5所述的逻辑回归模型,也可采用其他分类模型,核心在于采用x1-x10的全部或部分特征值。

[0017] 本发明提供的通过脑电频谱进行认知评价的方法具有以下优点:

[0018] 第一,本发明基于1到多通道脑电频谱特征进行认知判断,降低了对脑电记录的要求,简单方便。

[0019] 第二,本发明利用静息和任务脑电的不同特性,对认知进行判断,大大提高了准确性和方便性。

[0020] 第三,本发明利用逻辑回归对基于脑电频谱特征来判断认知,可以更好的对认知水平进行判断,更早的发现轻微认知衰退。

[0021] 总之,本发明成本低廉,满足实际应用要求,可以对认知障碍更早更准备的发现,具有深远的社会意义和可观的经济价值。

附图说明

[0022] 图1为本发明的通过脑电频谱进行认知评价的方法的流程图。

[0023] 图2为逻辑回归模型的f函数图。

具体实施方式

[0024] 以下结合附图对本发明的具体实施方式作进一步地说明。

[0025] 如图1所示,本发明提供的通过脑电频谱进行认知评价的方法,包含:

[0026] 步骤1,采集静息态和任务态的脑电信号(EEG);对于采集的原始EEG信号,去除幅度异常的信号,再对剩余信号进行标准化。采用的测试电极包含至少1个前额电极在内的1到若干个。

[0027] 步骤2,将1~45Hz频段的脑电信号划分为若干个不同频带,优选为delta、theta、alpha、beta、gamma频带,分别计算这些频带的相对功率,以及各自的重心频率,优选地计算alpha的重心频率;其中delta为1~4Hz;theta为4~8Hz;alpha为8~13Hz;beta为13~30Hz;gamma为30~45Hz或30~70Hz。也可把各频带进行进一步划分,比如alpha进一步划分为alpha1,alpha2,alpha3。相对功率,是在不同频带的采样频率上取N个点,通过快速傅里叶变换得到功率谱,然后在功率谱上计算得到的对应频带的绝对功率与5个频带绝对功率和的比值。

[0028] 重心频率是指功率强度最大值所在频率;功率强度是在采样频率上取N个点,进行快速傅里叶变换的结果除以N后求模的平方;alpha频带的功率强度则为这个频带范围内功率强度的和。

[0029] 步骤3,分别计算得到若干个特征值,该特征值分别为静息态和任务态下各频带的相对功率、重心频率或相对功率的比值;优选为x1为静息态theta相对功率,x2为静息态alpha相对功率,x3为静息态beta相对功率,x4为静息态alpha重心频率,x5为静息态alpha相对功率/theta相对功率,x6为静息态gamma相对功率/theta相对功率,x7为任务态alpha相对功率/theta相对功率,x8为任务态gamma相对功率/theta相对功率,x9为x5/x7的比值,x10为x6/x8的比值。

[0030] 步骤4,按照认知量表将认知的水平分为正常和认知衰退两类,分别对相应的对象采集的脑电信号进行标注;认知量表为简易精神状态检查量表(Minimum Mental State Examination,MMSE),和蒙特利尔认知评估量表(Montreal Cognitive Assessment,MoCA)。

[0031] 步骤5,将划为正常和认知衰退两类脑电信号的x1-x10的全部值或部分值训练出相应的系数(以使用x1-x10的全部值为例,训练出11个系数,除了x1-x10对应的10个系数外,还包含一个常数),产生判断认知水平的逻辑回归模型。该脑电信号训练所用的特征值同时使用静息态和任务态特征以及静息态和任务态特征的比值。也可采用其他分类模型,核心在于采用x1-x10的全部或部分特征值。

[0032] 步骤6,利用步骤5训练好的逻辑回归模型对步骤3得到的特征进行认知水平分类。

[0033] 以下通过实施例对本发明的实施方式进行更详细的说明。

[0034] 实施例1

[0035] 以fp2单通道EEG,EEG信号原始采样率为220Hz为例。

[0036] 步骤1,测试电极数为一个前额电极。采集静息态和特定任务态脑电信号。

[0037] 对于采集的原始EEG信号,去除幅度异常的信号(一般脑电信号幅值不会超过400μV),将400μV信号直接去掉,再对剩余信号进行标准化(去直流和单位化标准差)。

[0038] 再进行噪音检测和去除。对上述信号,首先以256/220秒长度为基准长度,0.1秒长

度为步长,划分若干分段EEG信号。然后对每分段信号进行噪音检测,根据分段信号的标准差是否异常判断是否噪音信号(主要包括肌电和眼电等噪声),若是噪音则跳过该分段不提取特征。

[0039] 步骤2,按照常用频带划分:delta(1~4Hz),theta(4~8Hz),alpha(8~13Hz),beta(13~30Hz),gamma(30~45Hz或30~70Hz),分别通过快速傅里叶(FFT)变换计算这些频带的相对功率(即对应频带的绝对功率与5个频带绝对功率和的比值)及alpha的重心频率。利用相对功率结果计算alpha/theta,beta/gamma的比值。

[0040] 对于N个点(x(1),...x(n)),做通过快速傅里叶变换(fft)的计算公式如下:

N

[0041]
$$X(k) = \sum_{n=1}^N x(n) \cdot \exp(-j \cdot 2 \cdot \pi \cdot (k-1) \cdot (n-1) / N), \quad 1 \leq k \leq N.$$

n=1

[0042] X(k)为第k项。

[0043] 以采样频率220hz,N取256为例说明,每256个点作一次fft变换,步进22个点。

[0044] 在每次fft变换之前加哈明(hamming)窗,hamming窗产生函数如下:

[0045] $w = 0.54 - 0.46 \cdot \cos[2 \cdot \pi \cdot n / (N-1)], 0 \leq n \leq N-1.$

[0046] X(k)为k*220/256赫兹的频率下的fft变换结果。相对功率为对应频带的fft变换结果与5个频带之和的比值。

[0047] 功率强度为fft变换结果除以N后求模的平方,某一频带的功率强度则为此频带范围内功率谱的和。

[0048] 功率强度 = $|X(k)/N|^2$ 。

[0049] alpha功率强度 = $\sum |X(k)/N|^2, 8 \leq k \cdot 220 / 256 \leq 13$ 。

[0050] alpha的重心频率为功率强度最大值所在频率。

[0051] 正常和认知障碍,时间为十秒钟的数据如下表1和表2所示。

[0052] 表1正常功率数据。

[0053]

	delta	theta	Alpha	beta	gamma	alpha 的重心频率	alpha/theta	gamma/theta
静息态	0.138	0.075	0.182	0.350	0.254	9.97	2.43	3.39
任务态	0.059	0.060	0.137	0.442	0.303	11.12	2.28	5.05

[0054] 表2认知障碍功率数据。

[0055]

	delta	theta	Alpha	beta	gamma	alpha 的重心频率	alpha/theta	gamma/theta
静息态	0.797	0.104	0.040	0.044	0.015	9.07	0.05	0.14
任务态	0.564	0.115	0.074	0.164	0.083	10.1	0.64	0.72

[0056] 步骤3,分别计算出静息态和任务态的alpha相对功率、利用相对功率计算alpha/theta、gamma/theta、及alpha的重心频率得到x1(静息态theta相对功率),x2(静息态alpha相对功率),x3(静息态beta相对功率),x4(静息态alpha重心频率),x5(静息态alpha相对功率/theta相对功率),x6(静息态gamma相对功率/theta相对功率),x7(任务态alpha相对功率/theta相对功率),x8(任务态gamma相对功率/theta相对功率),x9(x5/x7的比值),x10(x6/x8的比值)。

[0057] 时间取十秒钟数据如下表3所示。

[0058] 表3.x1~x10的数据。

[0059]

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
正常	0.075	0.182	0.350	9.97	2.43	3.39	2.28	5.05	1.07	0.67
认知障碍	0.104	0.040	0.044	9.07	0.05	0.14	0.64	0.72	0.08	0.19

[0060] 步骤4,根据MMSE和MoCA的评分结果对受试者进行分类:正常和认知衰退两类。把相应的脑电结果进行标记。

[0061] 步骤5,认知水平分两种:正常和认知障碍。用标记分类好的脑电数据指标x1-x10进行训练,产生x1-x10的各自系数,得到逻辑回归分类器。

[0062] 逻辑回归(Logistic Regression)的过程如下:

[0063] 在两类分类问题(binary classification)中,我们如果用y来表示样品所属的类别,则y只能取0和1两个值,0和1分别表示两个不同的类,在这里把正常设为0,认知障碍设为1。设 $x_1, x_2, \dots, x_n$ 是样品的n个特征指标值,令 $z = k_0 + k_1 * x_1 + k_2 * x_2 + \dots + k_n * x_n$, $f = 1 / (1 + e^{-z})$,则f为 $P(y = 1 | x_1, x_2, \dots, x_n)$,即样品属于类别1的概率。并且永远有 $0 < f < 1$,

$$f(z) = \frac{e^z}{e^z + 1} = \frac{1}{1 + e^{-z}} \quad \text{参见图2所示。}$$

[0064] 该步骤的目的就是通过training数据点,找到 $z(x)$,即确定 $k_0, k_1, k_2, \dots, k_n$ 的值,从而作为分类器使用。

[0065] 寻找 $z(x)$ 系数的方法:

[0066] 成本函数(cost function):

$$[0067] \quad J(K) = -\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m [y^{(i)} \ln(f_k(x^{(i)})) + (1 - y^{(i)}) \ln(1 - f_k(x^{(i)}))]$$

[0068] m 为training数据点的个数,我们需要寻找 $k_0, k_1, k_2, \dots, k_n$ 的值使得成本函数 $J(K)$ 最小。

$$[0069] \quad f_K(X) = 1 / (1 + e^{-(k_0 + k_1 x_1 + \dots + k_n x_n)})$$

[0070] 在这里,找到 $k_0, k_1, k_2, \dots, k_8$ 。

[0071] 步骤6,认知水平分类。利用步骤5训练好的逻辑回归模型对步骤3得到的特征进行认知水平分类。求得 $x_1, x_2 \dots x_{10}$,根据得训练得到的 $k_0, k_1, k_2, \dots, k_{10}$ 。用函数 $z = k_0 + k_1 * x_1 + k_2 * x_2 + \dots + k_n * x_n$, $f = 1 / (1 + e^{-z})$,计算求出 f 值,若 f 接近1则为认知障碍,接近0则为正常。

[0072] 本发明提供的通过脑电频谱进行认知评价的方法,对通道数目要求灵活可以少至单通道,大大的降低了信号采集的复杂性,还可通过增加的通道数目来增加判定方法可靠性。充分利用静息态脑电的EEG信号来评估认知。充分利用1~45Hz或1~70Hz频段任务态脑电与静息态脑电的差异进行分析特定任务时大脑的活动,来分析认知障碍的发生。结合MMSE和MoCA两个量表的判定,对认知的水平进行分类,能发现从轻微到严重等不同程度的认知障碍,利用分类的结果标定相关脑电数据。利用逻辑回归对认知水平进行更准确的分类。

[0073] 尽管本发明的内容已经通过上述优选实施例作了详细介绍,但应当认识到上述的描述不应被认为是对本发明的限制。在本领域技术人员阅读了上述内容后,对于本发明的多种修改和替代都将是显而易见的。因此,本发明的保护范围应由所附的权利要求来限定。

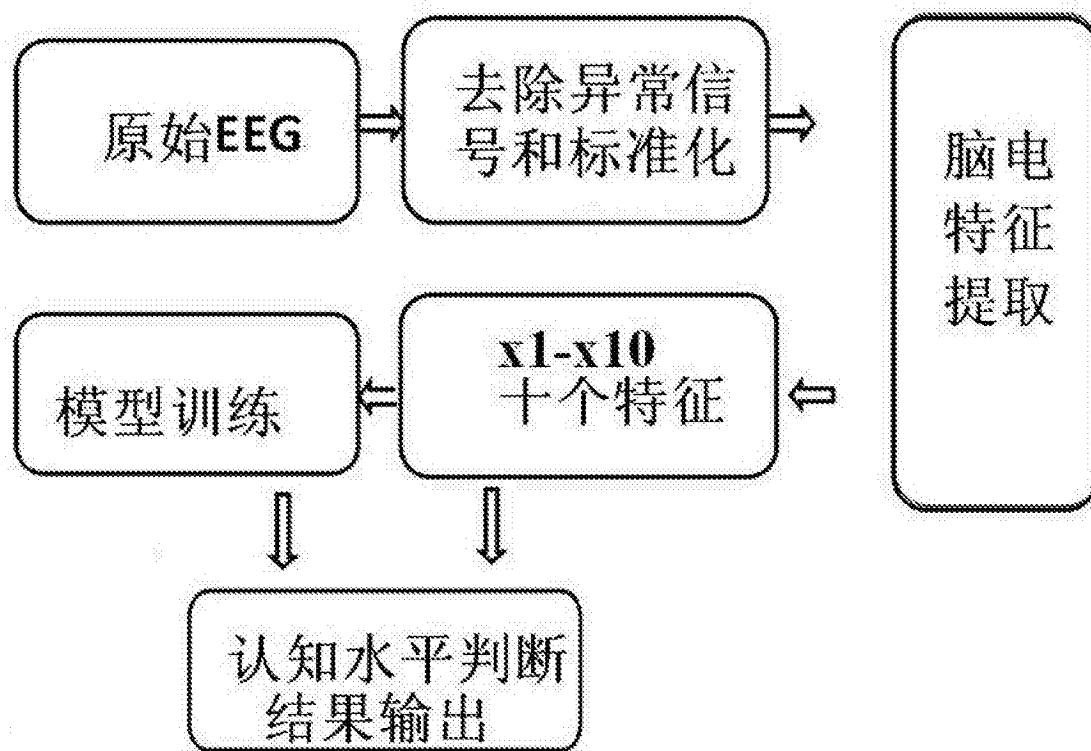


图1

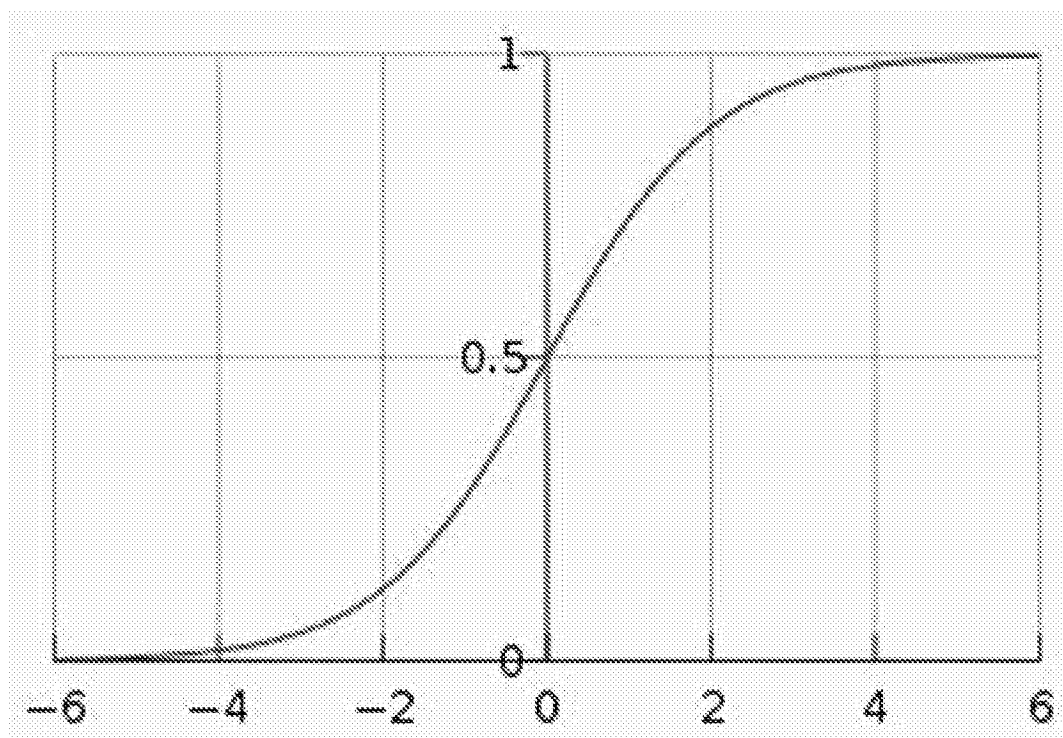


图2

专利名称(译)	一种通过脑电频谱进行认知评价的方法		
公开(公告)号	CN105559779A	公开(公告)日	2016-05-11
申请号	CN201610115949.5	申请日	2016-03-01
[标]申请(专利权)人(译)	夏鹏		
申请(专利权)人(译)	夏鹏		
当前申请(专利权)人(译)	夏鹏		
[标]发明人	夏鹏 裴钢		
发明人	夏鹏 裴钢		
IPC分类号	A61B5/048 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/048 A61B5/4088 A61B5/7235		
代理人(译)	张静洁 贾慧琴		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种通过脑电频谱进行认知评价的方法，包含：步骤1，采集静息态和任务态的脑电信号；步骤2，将1~45Hz或1~70Hz频段的脑电信号划分为不同频带，分别计算这些频带的相对功率，以及alpha频带的重心频率；步骤3，分别计算得到若干个特征值；步骤4，按照认知量表将认知的水平分为正常和认知衰退两类；步骤5，将划为正常和认知衰退两类脑电信号的若干个特征值训练出相应的系数，产生判断认知水平的逻辑回归模型；步骤6，利用训练好的逻辑回归模型对若干个特征值进行认知水平分类。本发明提供的通过脑电频谱进行认知评价的方法，有效灵敏方便评估，能够更早期更准确的发现认知障碍的发生。

