

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102098955 A

(43) 申请公布日 2011.06.15

(21) 申请号 200980125759.X

A61B 5/00 (2006.01)

(22) 申请日 2009.05.27

A61B 5/0476 (2006.01)

(30) 优先权数据

A61B 5/0496 (2006.01)

61/071,966 2008.05.28 US

B60K 28/06 (2006.01)

12/340,017 2008.12.19 US

G08B 21/06 (2006.01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010.12.31

(86) PCT申请的申请数据

PCT/CA2009/000732 2009.05.27

(87) PCT申请的公布数据

W02009/143620 EN 2009.12.03

(71) 申请人 有效调控运输公司

地址 加拿大魁北克

(72) 发明人 布鲁诺·法尔波斯

(74) 专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理
有限责任公司 11204

代理人 余滕 王艳春

(51) Int. Cl.

A61B 3/10 (2006.01)

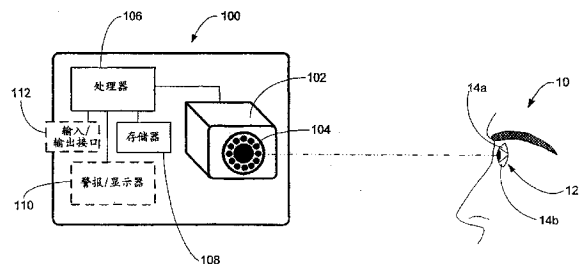
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 6 页

(54) 发明名称

检测微入睡事件的方法和设备

(57) 摘要

本发明公开了检测对象的微入睡事件的方法。所述方法包括通过在一段时间内测量至少一只眼睛的上眼睑和下眼睑之间的多个距离,确定多个眼睛张开因子。产生所述眼睛张开因子的图形表示。将所述一段时间内所述眼睛张开因子的变化与指示所述微入睡事件的参考眼睛闭合模型相关联。另外还公开了检测微入睡事件设备。



1. 一种检测对象的微入睡事件的方法,所述方法包括:
 - 通过在一段时间内测量至少一只眼睛的上眼睑和下眼睑之间的多个距离,确定多个眼睛张开因子;
 - 产生所述眼睛张开因子的图形表示;以及
 - 将所述一段时间内所述眼睛张开因子的变化与指示所述微入睡事件的参考眼睛闭合模型相关联。
2. 如权利要求 1 所述的方法,进一步包括:照射所述对象的面部;以及记录面部图像。
3. 如权利要求 2 所述的方法,其中,具有红外光源的数码相机用于照射所述面部并用于记录所述面部图像。
4. 如权利要求 1 所述的方法,进一步包括:通过使用面部特征识别算法,识别眼睛和眼睑。
5. 如权利要求 1 所述的方法,进一步包括:通过根据所述眼睛的眨眼循环的时间测量所述眼睛张开因子,验证微入睡特征眼睛张开因子阶段的存在。
6. 如权利要求 5 所述的方法,其中,所述眼睛张开因子阶段包括至少一个眼睛张开阶段。
7. 如权利要求 5 所述的方法,其中,所述眼睛张开因子包括一个或多个眼睛张开阶段以及五个或更少眼睛张开阶段。
8. 如权利要求 5 所述的方法,其中,所述眼睛张开因子包括五个眼睛张开阶段。
9. 如权利要求 5 所述的方法,其中,所述眼睛张开阶段与张开的眼睛、所述眼睑的闭合、部分或闭合的眼睛、以及所述眼睑的张开相关联。
10. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述眼睛张开因子包括五个连续的眼睛张开阶段,所述五个阶段的连续检测指示微入睡特征。
11. 如权利要求 10 所述的方法,进一步包括:如果检测少于五个连续的眼睛张开因子阶段,那么确定另外的眼睛张开因子。
12. 如权利要求 5 所述的方法,进一步包括:计算眼睛张开和眼睛闭合代表曲线。
13. 如权利要求 12 所述的方法,其中,使用负斜率和二阶多项式回归计算所述眼睛闭合代表曲线,所述负斜率和二阶多项式回归适用于第一和第二眼睛张开因子阶段的眼睛张开因子。
14. 如权利要求 12 所述的方法,其中,使用正斜率和二阶多项式回归计算所述眼睛张开代表曲线,所述正斜率和二阶多项式回归适用于第四和第五眼睛张开因子阶段的眼睛张开因子。
15. 如权利要求 12 所述的方法,进一步包括:通过计算对应于所述第一和第二眼睛张开因子阶段的眼睛闭合代表曲线和对应于所述第四和第五眼睛张开因子阶段的眼睛张开代表曲线的皮尔森系数,验证微入睡眼睛张开和闭合代表曲线的存在。
16. 如权利要求 15 所述的方法,其中,当所述皮尔森系数大于或等于预定阈值时,通知所述对象。
17. 如权利要求 3 所述的方法,其中,以 10Hz 至 60Hz 之间的频率对所述面部的图像采样。
18. 如权利要求 5 所述的方法,进一步包括:图像采样频率为 20Hz 的、用于检测微入睡

特征眼睛张开因子阶段的子处理。

19. 如权利要求 18 所述的方法,其中,所述子处理包括:通过确定相对于张开眼睛的一系列六个或者更多连续的眼睛张开因子的存在,验证检测到第一阶段。

20. 如权利要求 19 所述的方法,进一步包括:通过确定一系列四个或者更多连续减小的眼睛张开因子的存在,验证检测到第二阶段。

21. 如权利要求 20 所述的方法,进一步包括:通过确定一系列最小值为五且最大值为一百二十连续的眼睛张开因子的存在,验证检测到第三阶段。

22. 如权利要求 21 所述的方法,进一步包括:通过确定一系列最小值为四的连续眼睛张开因子的存在,验证检测到第四阶段。

23. 如权利要求 22 所述的方法,进一步包括:通过确定相对于张开眼睛的一系列最小值为六的连续眼睛张开因子的存在,验证检测到第五阶段。

24. 如权利要求 1 所述的方法,进一步包括:向所述对象警告所述微入睡事件的存在。

25. 一种微入睡事件检测设备,所述设备包括:

- 面部图像采样器,在一段时间内对对象的面部图像进行采样,所述采样器具有用于照射所述对象的一个或多个眼睛的红外光源;

- 微处理器,具有电子存储在其中的、可电子执行的微入睡检测处理,所述微处理器连接到所述采样器以接收所采样的面部图像,所述图像被电子转换成眼睛张开因子的图形表示;以及

- 与所述微处理器相关联的存储器,在所述存储器中存储了多个参考眼睛闭合模型,用于将所述眼睛张开因子与所述参考眼睛闭合模型电子相关。

26. 如权利要求 25 所述的设备,进一步包括连接至所述微处理器的警报,用于向所述对象警告所述微入睡事件。

27. 一种向车辆驾驶员警告微入睡事件的方法,所述方法包括:

- 通过在一段时间内测量至少一只眼睛的上眼睑和下眼睑之间的多个距离,确定多个眼睛张开因子;

- 产生所述眼睛张开因子的图形表示;

- 将所述一段时间内所述眼睛张开因子的变化与指示所述微入睡事件的参考眼睛闭合模型相关联;以及

- 触发警报,以向所述驾驶员警告所述微入睡事件。

28. 一种将 EEG 和 EOG 微入睡模型与眼睛闭合模型相关联的方法,所述方法包括:

- 测量对象的 EEG 和 EOG 微入睡模型;

- 通过在一段时间内测量至少一只眼睛的上眼睑和下眼睑之间的多个距离,确定多个眼睛张开因子;

- 产生所述眼睛张开因子的图形表示;

- 将所述 EEG 和 EOG 微入睡模型与所述眼睛闭合因子的变化相关联。

检测微入睡事件的方法和设备

技术领域

[0001] 本发明涉及检测微入睡事件的方法和设备。

背景技术

[0002] 量化与入睡相关的驾驶性能误差的方法对于减少睡眠相关事故的数量是极其重要的。在美国,驾驶员瞌睡是机动车辆事故的主要原因,并且造成每年约 40000 人受伤和 1500 人死亡。在一项研究中,在 1000 名接受调查的驾驶员中,55%的驾驶员表示他们曾在驾驶时昏昏欲睡,而 23%的驾驶员表示他们曾在驾驶时睡着。这确定了其他研究:在错误地归咎于其他原因的车辆事故中,瞌睡或入睡可能发挥作用。

[0003] 微入睡事件是入睡的有用标志。常常由于睡眠剥夺、或精神疲劳、睡眠呼吸暂停、嗜眠、或睡眠过多而发生微入睡事件。

[0004] 存在监测微入睡的标准化方法,包括:监测脑电图 (EEG) 和眼电图 (EOG)、视频、性能测试等。所有这些方法中,EEG 被认为是最可靠的测量瞌睡的方法。然而,EEG 和 EOG 都需要使用附接至对象的电极,从而使这些方法不适于日常地监测任意执行易疲劳工作的操作员(例如,汽车驾驶员)。其他方法是不现实的,因为它们都很难安装并且因为它们需要由人进行深入的数据分析,由此使得数据处理很难自动化。

[0005] 存在各种能够识别微入睡事件的方法。一些专家根据行为准则(眼睑闭合)定义微入睡,而另一些专家依靠脑电图标记定义微入睡,如 3 至 15 秒片段(更短的持续时间将难以视觉检测且更长的时间将定义为入睡),在这期间,4 至 7Hz (θ 波)活动取代了清醒的 14 至 20Hz (α 波)的背景节奏。

[0006] 主观上与“打盹”感觉有关的微入睡是与完全觉醒状态特征的眨眼典型结果的中断相关联的。在微入睡事件期间,注意力的下降能够削弱察觉和响应重要刺激和事件的能力。例如,当在需要持续警觉性(例如驾驶机动车或者操作机器)的情况下发生微入睡(或者微入睡事件)时,微入睡(或者微入睡片段)将变得极其危险。经历微入睡的人常常没有察觉到微入睡,相反地,认为他们一直是清醒的,或者感到“间隔”的感觉。困倦的驾驶员在微入睡片段期间,面临非常高的遭受事故的风险。很多事故是由于微入睡事件而发生的。

[0007] 显然地,检测微入睡事件的能力用作向困倦的驾驶员警告或警告这种事件的方法将会是有用的。

[0008] 一些研究已经使用了“定量的”EEG 方法来识别驾驶员的瞌睡。在长时间驾驶期间, θ 功率(EEG 波)和 θ 脉冲的频率通常增加,并且与不良的驾驶性能相关联。不利地,这些技术通常在若干秒时间(直至 1 分钟)内对 EEG 活动取平均值,因此不能够用于检测 3 秒至 15 秒之间的短暂的微入睡事件。

[0009] 已经提出通过各种生理测量来向驾驶员警告困倦的发生。

[0010] 调研最多的一种是 PERCLOS(或者百分比闭合(PERCent CLOSure)),其根据一段时间内驾驶员眼睛闭合的时间百分比来测量困倦。当获得足够数量的张开/闭合模型时,PERCLOS 将触发警报。PERCLOS 在百分比大于 80%时产生效果,这通常意味着,在 1 分钟内

在触发警报前人的眼睛必须闭合 48 秒。显然,在工作中(例如驾驶车辆)这种延迟是不可接受的,因为到 PERCLOS 激活警报的时候,驾驶员或者已经睡着,或者濒临睡着。因此,不利地,PERCLOS 是太慢的系统以致于不能允许在个人(例如驾驶员)经历第一次入睡迹象前采取预防动作。

[0011] 排除了 EEG 记录期间潜在的假象的 EEG 记录还示出,在微入睡事件期间正常的眨眼睛通常是连续的,这表示眼睛至少是部分张开的。

[0012] 根据眼睛闭合的测量并推测地向驾驶员警告困倦发生的另一生理测量是峰值眨眼速度的测量,如美国专利 7071831B2 中所描述的。该专利所描述的系统包括一副眼镜或眼镜架,个人必须佩戴该眼镜或眼镜架,以监测眨眼睛的发生。然而,这种设备必须由操作员携带或佩戴(例如,便携设备)。

[0013] 因此,存在着对将对象的微入睡事件检测为睡眠开始的指示的检测方法和检测设备需要,该检测方法和检测设备能够在不需要使用电极或其他便携设备的情况下,在早期阶段检测短暂的微入睡事件。

发明内容

[0014] 我们意外地发现,通过在一段时间内使用微入睡检测处理测量眼睑的闭合和张开模型、将从测量收集到的原始数据转换为图形并将图形与存储的标准微入睡模型的图形相比较,能够容易地和迅速地检测微入睡事件。

[0015] 因此,在一个方面,提供了检测对象的微入睡事件的方法,所述方法包括:- 通过在一段时间内测量至少一只眼睛的上眼睑和下眼睑之间的多个距离,确定多个眼睛张开因子;- 产生所述眼睛张开因子的图形表示;以及- 将所述一段时间内所述眼睛张开因子的变化与指示所述微入睡事件的参考眼睛闭合模型相关联。

[0016] 如上所述的方法进一步包括:照射所述对象的面部;以及记录面部图像。具有红外光源的数码相机用于照射面部并用于记录所述面部图像。

[0017] 如上所述的方法进一步包括:通过使用面部特征识别算法,识别眼睛和眼睑。

[0018] 如上所述的方法进一步包括:根据所述眼睛的眨眼循环的时间测量所述眼睛张开因子,验证微入睡特征眼睛张开因子阶段的存在。所述眼睛张开因子阶段包括至少一个眼睛张开阶段。所述眼睛张开因子包括一个或多个眼睛张开阶段以及五个或更少眼睛张开阶段。所述眼睛张开因子包括五个眼睛张开阶段。所述眼睛张开阶段与张开眼睛、所述眼睑的闭合、部分或闭合的眼睛、以及所述眼睑的张开相关联。

[0019] 如上所述的方法,其中,所述眼睛张开因子包括五个连续的眼睛张开阶段,所述五个阶段的连续检测指示微入睡特征。所述方法进一步包括:如果检测少于五个连续的眼睛张开因子,那么确定另外的眼睛张开因子。

[0020] 如上所述的方法进一步包括:计算眼睛张开和眼睛闭合代表曲线。使用负斜率和二阶多项式回归计算所述眼睛闭合代表曲线,所述负斜率和二阶多项式回归适用于所述第一和第二眼睛张开因子阶段的眼睛张开因子。使用正斜率和二阶多项式回归计算所述眼睛张开代表曲线,所述正斜率和二阶多项式回归适用于所述第四和第五眼睛张开因子阶段的眼睛张开因子。所述方法进一步包括:通过计算对应于所述第一和第二眼睛张开因子阶段的所述眼睛闭合代表曲线和对应于所述第四和第五眼睛张开因子阶段的所述眼睛张开代

表曲线的皮尔森系数,验证微入睡眼睛张开和闭合代表曲线的存在。当所述皮尔森系数大于或等于预定阈值时,通知所述对象。

[0021] 如上所述的方法其中,以 10Hz 至 60Hz 之间的频率对所述面部的图像采样。

[0022] 如上所述的方法进一步包括:图像采样频率为 20Hz 的、用于检测微入睡特征眼睛张开因子阶段的子处理。所述子处理包括:通过确定相对于张开眼睛的一系列六个或者更多连续的眼睛张开因子的存在,验证检测到第一阶段。

[0023] 如上所述的方法进一步包括:通过确定一系列四个或者更多连续减小的眼睛张开因子,验证检测到第二阶段。如上所述的方法进一步包括:通过确定一系列最小值为五且最大值为 120 连续的眼睛张开因子的存在,验证检测到第三阶段。

[0024] 如上所述的方法进一步包括:通过确定一系列最小值为四的连续眼睛张开因子的存在,验证检测到第四阶段。

[0025] 如上所述的方法进一步包括:通过确定相对于张开眼睛的一系列最小值为六的连续眼睛张开因子的存在,验证检测到第五阶段。

[0026] 如上所述的方法进一步包括:向所述对象警告所述微入睡事件的存在。

[0027] 根据另一个方面,提供了微入睡事件检测设备,所述设备包括:

[0028] - 面部图像采样器,在一段时间内对对象的面部图像进行采样,所述采样器具有照射所述对象的一个或多个眼睛的红外光源;

[0029] - 微处理器,具有电子存储在其中的、可电子执行的微入睡检测处理,所述微处理器连接到所述采样器以接收所述采样的面部图像,所述图像被电子转换成眼睛张开因子的图形表示;以及

[0030] - 与所述微处理器相关联的存储器,在所述存储器中存储了多个参考眼睛闭合模型,用于将所述眼睛张开因子与所述参考眼睛闭合模型电子相关联。

[0031] 如上所述的设备进一步包括连接至所述微处理器的警报,用于向所述对象警告所述微入睡事件。

[0032] 因此,在另一个方面,提供了向车辆驾驶员警告微入睡事件的方法,所述方法包括:

[0033] - 通过在一段时间内测量至少一只眼睛的上眼睑和下眼睑之间的多个距离,确定多个眼睛张开因子;

[0034] - 产生所述眼睛张开因子的图形表示;

[0035] - 将所述一段时间内所述眼睛张开因子的变化与指示所述微入睡事件的参考眼睛闭合模型相关联;以及

[0036] - 触发警报,以向所述驾驶员警告所述微入睡事件。

[0037] 因此,在又一个方面,提供了将眼睛闭合模型与 EEG 和 EOG 微入睡模型相关联的方法,所述方法包括:

[0038] - 测量对象的 EEG 和 EOG 微入睡模型;

[0039] - 通过在一段时间内测量至少一只眼睛的上眼睑和下眼睑之间的多个距离,确定多个眼睛张开因子;

[0040] - 产生所述眼睛张开因子的图形表示;

[0041] - 将所述 EEG 和 EOG 微入睡模型与所述眼睛闭合因子的变化相关联。

附图说明

[0042] 仅通过举例并结合附图描述本发明的实施方式,其中:

[0043] 图 1 是根据本发明的示例性实施方式的、用在对象上的微入睡检测设备的框图;

[0044] 图 2 是可利用图 1 的设备进行的微入睡时间检测处理的流程图;

[0045] 图 3A 和 3B 是完全张开眼睛(图 3A)和完全闭合眼睛(图 3B)及它们相关联的眼睛张开因子的示意图;

[0046] 图 4 是一系列根据眨眼循环时间的眼睛张开因子的变化示例的示意图;

[0047] 图 5 是在微入睡时完全闭合眼睛(L4 和 L5 阶段)的示例性实施例;以及

[0048] 图 6 是微入睡特征眼睛张开因子阶段检测的子处理的流程图,该子处理可以以 20Hz 的图像采样频率与图 2 的微入睡事件检测处理一起使用。

具体实施方式

[0049] 一般来说,本发明的非限制示例性实施方式提供了根据分析在微入睡事件期间发生的至少一只眼睛(通常是两只眼睛)的眼睛闭合模型、检测人类对象中微入睡事件的方法和设备。

[0050] 在通过 EEG 和 EOG 的测量的微入睡事件期间,我们观察到随着时间推移人类对象的上眼睑和下眼睑之间距离的逐步变化。在下文中,我们描述了方法和设备,该方法和设备提供了使用眼睛闭合模型在昏昏欲睡的操作员(如汽车司机,飞机驾驶员,空中交通管制员等)即将发生的睡眠补充证据,当检测到眼睛闭合模型时,在眼睑闭合发生前向困倦的操作员警告不安全的情况,从而将 EEG 和 EOG 微入睡模型与眼睛闭合模型相关联。

[0051] 还描述了分析允许正常眼睑闭合和由于困倦而发生的眼睑闭合之间区别的眼睛闭合模型的方法。

[0052] 参照图 1,示出了微入睡事件检测设备 100,该设备 100 通常包括面部图像采样器(如具有关联的红外光源 104 的数码相机 102),具有关联的存储器 108 的微处理器 106,以及警报/显示 110 和输入/输出接口 112 二者之一或二者。

[0053] 因此,在一个实施例中,描述了使用设备 100 来检测人类对象中微入睡事件的方法。该方法包括:通过在一段时间内测量至少一只眼睛(通常是两只眼睛)的上眼睑和下眼睑之间的多个距离,确定多个眼睛张开因子;产生眼睛张开因子的图形表示;并将一段时间内眼睛张开因子的变化与指示微入睡事件的参考眼睛闭合模型相关联。

[0054] 在工作中,数码相机 102 对准对象 10 的面部,并使用红外光源 104 照射他或她的眼睛 12 以便确定眼睛张开因子,即表示上眼睑 14a 和下眼睑 14b 之间距离的值。然后通过处理器 106 处理由数码相机 102 获取的图像,该处理器 106 执行存储在与其关联的存储器 108 的微入睡检测处理。一旦检测微入睡事件后,微入睡事件检测设备 100 可通过触发集成的警报和/或显示器 110 向用户通知微入睡事件,或者经由输入/输出接口 112 向进一步处理或设备提供信息。可以理解的是,可以向微入睡事件检测设备 100 增加其他部件,例如,用户接口和无线通信设备。

[0055] 现在参照图 2,示出了微入睡事件检测处理 200 的流程图,该处理可通过图 1 的微入睡事件检测设备 100 的处理器 106 电子地执行。利用方框 202 至 212 表示处理 200 的步

骤。处理 200 在方框 202 开始,使用数码相机 102 对对象 10 的面部采样。数码相机 102 可以以约 10 至 60Hz 之间的频率(即,采样频率)对图像采样。在方框 204,处理 200 在采样的数字图像中识别对象 10 的眼睛 12 和眼睑 14a、14b。这可以使用通过处理器 106 执行的面部特征识别算法来实现。然后,计算眼睛张开因子。

[0056] 现在参照图 3A 和 3B,眼睛张开因子可表示为具有 1 和 0 之间的值的 δ ,1 表示完全张开的眼睛 12(见图 3A),0 表示完全闭合的眼睛 12(见图 3B)。可以计算 δ 的值,例如,将通过笛卡儿坐标 (X, Y) 表示的上眼睑 14a 和下眼睑 14b 之间测量的距离除以完全张开眼睛的参考测量 D 。于是:

[0057] $\delta = (\text{上眼睑位置}(x_u, y_u) - \text{下眼睑位置}(x_l, y_l)) / D,$

[0058] 其中, $D = \text{上眼睑位置}(x_u, y_u) - \text{下眼睑位置}(x_l, y_l)$,且 $(x_u, y_u) = \text{瞬时的上眼睑位置}$, $(x_l, y_l) = \text{瞬时的下眼睑位置}$, $(x_u, y_u) = \text{眼睛张开最大时上眼睑位置}$, $(x_l, y_l) = \text{眼睛张开最大时下眼睑位置}$ 。

[0059] 再次参照图 2,在方框 206,处理验证是否存在微入睡特征眼睛张开因子阶段。

[0060] 参照图 4,示出了根据眨眼循环时间的眼睛张开因子的变化的示例性示例。眨眼循环在时间 t_1 开始,具有完全张开的眼睛 12(眼睛张开因子 $\delta = 1.00$),在 t_2 眼睛张开因子保持 $\delta = 1.00$,然后减少,在时间 t_i 和 t_{i+1} 经历 $\delta = 0.80$ 和 $\delta = 0.50$,直至在时间 t_j 达到 $\delta = 0.00$ (完全闭合的眼睛 12),然后增加,在时间 t_k 和 t_{k+1} 经历 $\delta = 0.50$ 和 $\delta = 0.80$,直至在时间 t_n 再次达到 $\delta = 1.00$ 。可以理解的是,图 4 中所示的眨眼循环只是示例性目的,且实际循环将包括依赖采样频率的多个样本时间。

[0061] 现在参照图 5,这些计算的眼睛张开因子(根据时间)能够在图表中表示,该图表总体特征在于五个连续阶段 L1 至 L5。第一和最后阶段 L1 和 L5 与张开的眼睛(即 $\delta = 1.00$)相关联,第二阶段 L2 与眼睑 14a、14b 的闭合(即 $0.00 > \delta > 0.00$, δ 减少)相关联,第三阶段 L3 与部分的或闭合的眼睛(即 $0.00 < \delta < 0.5$, 例如)相关联,第四阶段 L4 与眼睑 14a、14b 的张开(即 $0.00 < \delta < 1.00$, δ 增加)相关联。

[0062] 再次参照图 2,处理 200 检测所有五个阶段,即 L1 至 L5,然后处理 200 进行至方框 208。如果是否定的,那么处理 200 回退到方框 202 处理下一图像样本。在方框 208,处理计算眼睛闭合 21 或 26 和眼睛张开 25 或 27 的代表曲线。使用负斜率二阶多项式回归(抛物线)计算眼睛闭合代表曲线 21 或 26,即

[0063] $Y = d_0 + d_1 \cdot X + d_2 \cdot X^2$

[0064] 其中, Y 是对于每个度数和 Y 轴截距 d_1 ,对具有回归系数 d_1 至 d_2 的多项式模型的预测结果值;

[0065] 负斜率二阶多项式回归适用于由第一和第二眼睛张开因子阶段(即,L1 和 L2)组成的眼睛张开因子。对于眼睛张开代表曲线 25 或 27,使用正斜率二阶多项式回归来计算,该正斜率二阶多项式回归适用于由第四和第五眼睛张开因子阶段(即,L4 和 L5)组成的眼睛张开因子。然后,在方框 210,处理 220 验证是否存在微入睡眼睛张开和闭合代表曲线。这通过计算皮尔森系数 r 来完成:

$$[0066] \quad r = \frac{\sum XY - \frac{\sum X \sum Y}{N}}{\sqrt{(\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N}) (\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{N})}}$$

[0067] 其中, X 和 Y 是笛卡儿坐标的位置;

[0068] 对应于由眼睛张开因子阶段 L1 和 L2 组成的眼睛张开因子, X 和 Y 是眼睛闭合代表曲线 21 或 26 的位置, 对应于由眼睛张开因子阶段 L4 和 L5 组成的眼睛张开因子, X 和 Y 是眼睛张开代表曲线 25 或 27 的位置。如果两个皮尔森系数都大于或等于给定的阈值 (例如 0.9), 那么处理 200 进入到方框 212。如果是否定的, 那么处理 200 回到方框 202 开始下一图像采样。最后, 在方框 212, 微入睡事件检测设备 100 可通过集成的警报和 / 或显示器 110 向用户 10 通知微入睡事件, 或者使用例如有线或无线通信连接 (例如蓝牙、WIFI 等) 经由输入 / 输出接口 112 (见图 1) 向进一步处理或设备提供信息。

[0069] 可以理解的是, 皮尔森系数阈值并不意味着被限制为 0.9, 并可以被调整以满足需要的置信水平。它还可以根据数码相机 102 (见图 1) 的分辨率而改变。

[0070] 眼睛闭合模型基于这些具体的观察, 闭合、在眼睑完全的或部分的闭合和重新张开的持续时间。更准确地, 眼睛闭合模型表示在眼睑完全闭合然后重新张开的基准周期之后逐步减少。如果上述情况全部反生, 那么检测到微入睡。

[0071] 以 20GHz 的图像采样频率的微入睡特有眼睛张开因子阶段的实施例。

[0072] 现在参照图 6, 示出了微入睡特征眼睛张开因子水平检测的子处理 300 的流程图, 该子处理 300 可在处理 200 的方框 206 处执行以便对于 20Hz 的图像采样频率检测五个微入睡特征眼睛张开因子阶段 (即 L1 至 L5) (见图 5) 的存在。子处理 300 的步骤由方框 301 至 305 表示。

[0073] 在方框 301, 子处理 300 验证是否检测到第一阶段 L1。为此, 子处理 300 检查是否存在最小值为六 (6) 的一系列、具有值 $\delta = 1.00$ 的连续眼睛张开因子。如果存在, 那么子处理 300 进入方框 302, 如果不存在, 那么子处理 300 会退到处理 200 的方框 202 (见图 2)。

[0074] 在方框 302, 子处理 300 验证是否检测到第二阶段 L2。为此, 子处理 300 检查是否存在最小值为四 (4) 的一系列、具有 $\delta = 0.01$ 和 $\delta = 0.99$ 之间值的连续减小的眼睛张开因子。如果存在, 那么子处理 300 进入方框 303, 如果不存在, 那么子处理 300 会退到处理 200 的方框 202 (见图 2)。

[0075] 然后在方框 303, 子处理 300 验证是否检测到第三阶段 L3。为此, 子处理 300 检查是否存在最小值为五 (5) 且最大值为 120 的一系列、具有值 $\delta = 0.00$ 的连续眼睛张开因子。如果存在, 那么子处理 300 进入方框 304, 如果不存在, 那么子处理 300 会退到处理 200 的方框 202 (见图 2)。

[0076] 在方框 304, 子处理 300 验证是否检测到第四阶段 L4。为此, 子处理 300 检查是否存在最小值为四 (4) 的一系列、具有 $\delta = 0.01$ 和 $\delta = 0.99$ 之间值的连续增加的眼睛张开因子。如果存在, 那么子处理 300 进入方框 305, 如果不存在, 那么子处理 300 会退到处理 200 的方框 202 (见图 2)。

[0077] 最后在方框 305, 子处理 300 验证是否检测到第五阶段 L5。为此, 子处理 300 检查是否存在最小值为六 (6) 的一系列、具有值 $\delta = 1.00$ 的连续眼睛张开因子。如果存在, 那么子处理 300 进入处理 200 的方框 208 (见图 2), 所有五个 (5) 微入睡特征眼睛张开因子阶段是存在的。如果不存在, 那么子处理 300 会退到处理 200 的方框 202 (见图 2)。可以理解的是, 用于检测每个微入睡特征眼睛张开因子阶段存在的眼睛张开因子的数量是可以例如根据图像采用频率而改变的, 并且只是用作示例性的实施例。

[0078] 可以理解的是,如上所述的与微处理器相关联的存储器包含存储在其中的多个参考眼睛闭合模型。如图 5 中所示的图表是与参考眼睛闭合模型比较。一旦发现匹配,就证实了微入睡事件并激活警报。

[0079] 虽然通过具体实施方式及其实施例来描述本发明,但是应该理解,对于本领域技术人员来说显而易见的是,在不脱离本发明范围的情况下,可以对本发明具体实施方式进行修改。

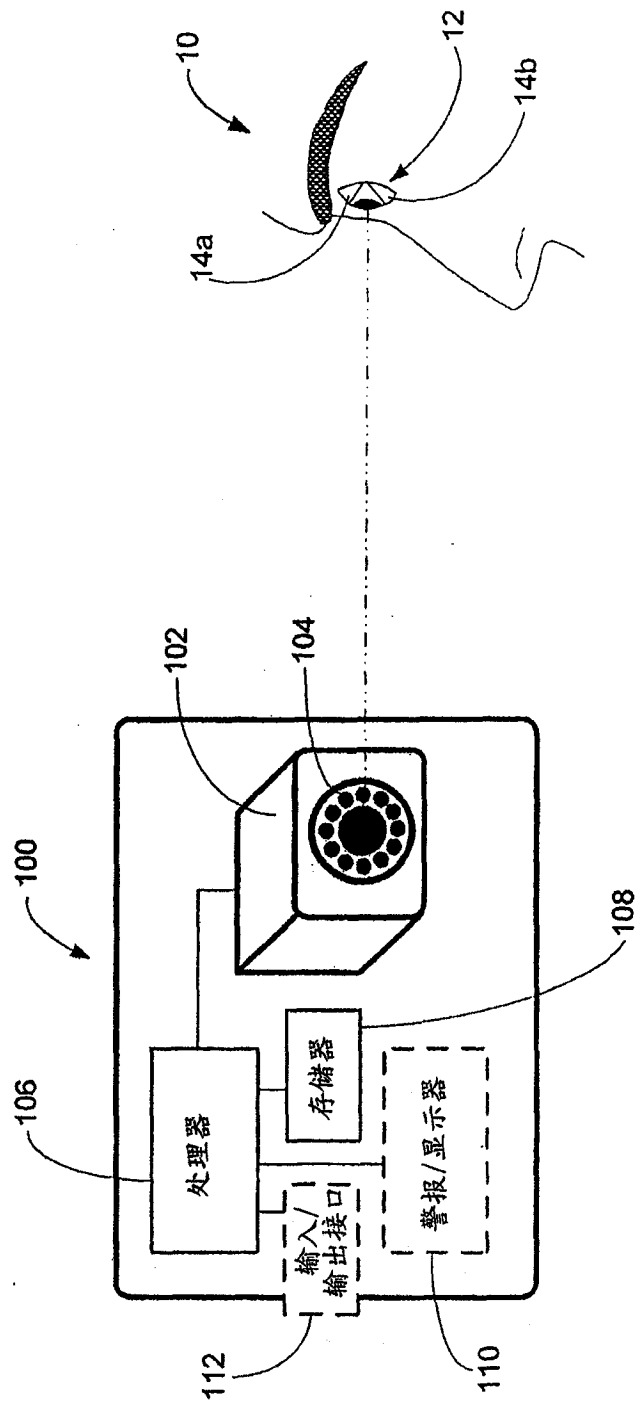


图 1

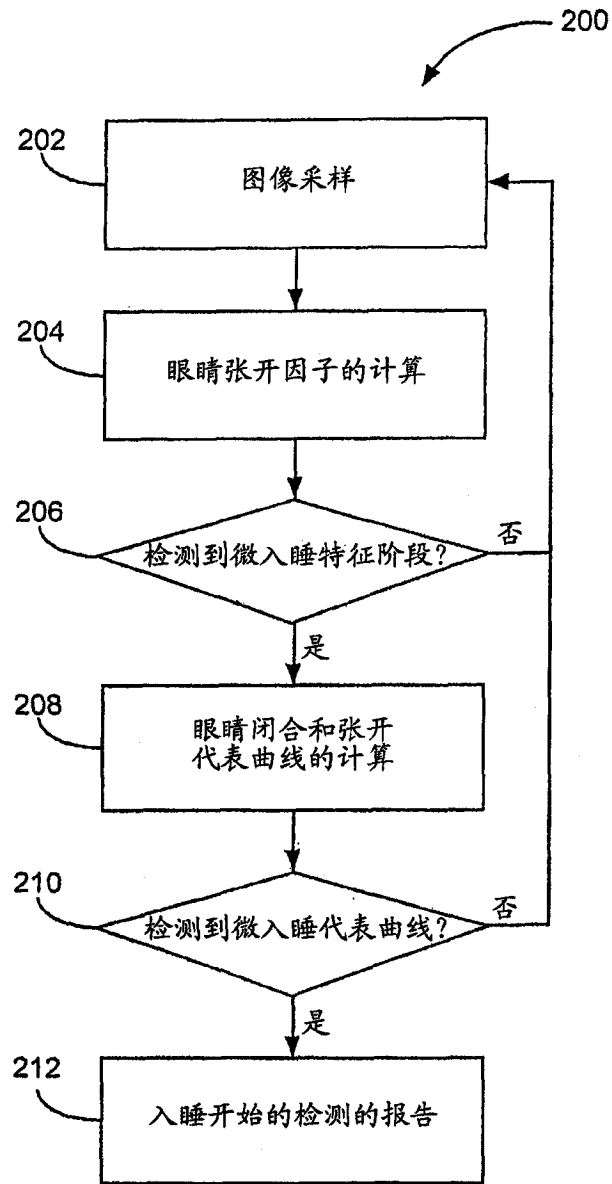


图 2

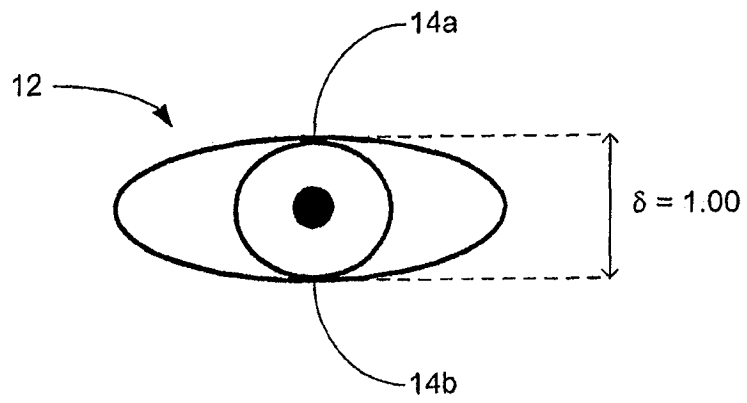


图 3A

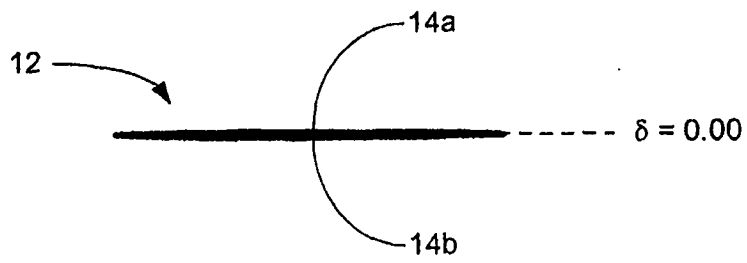


图 3B

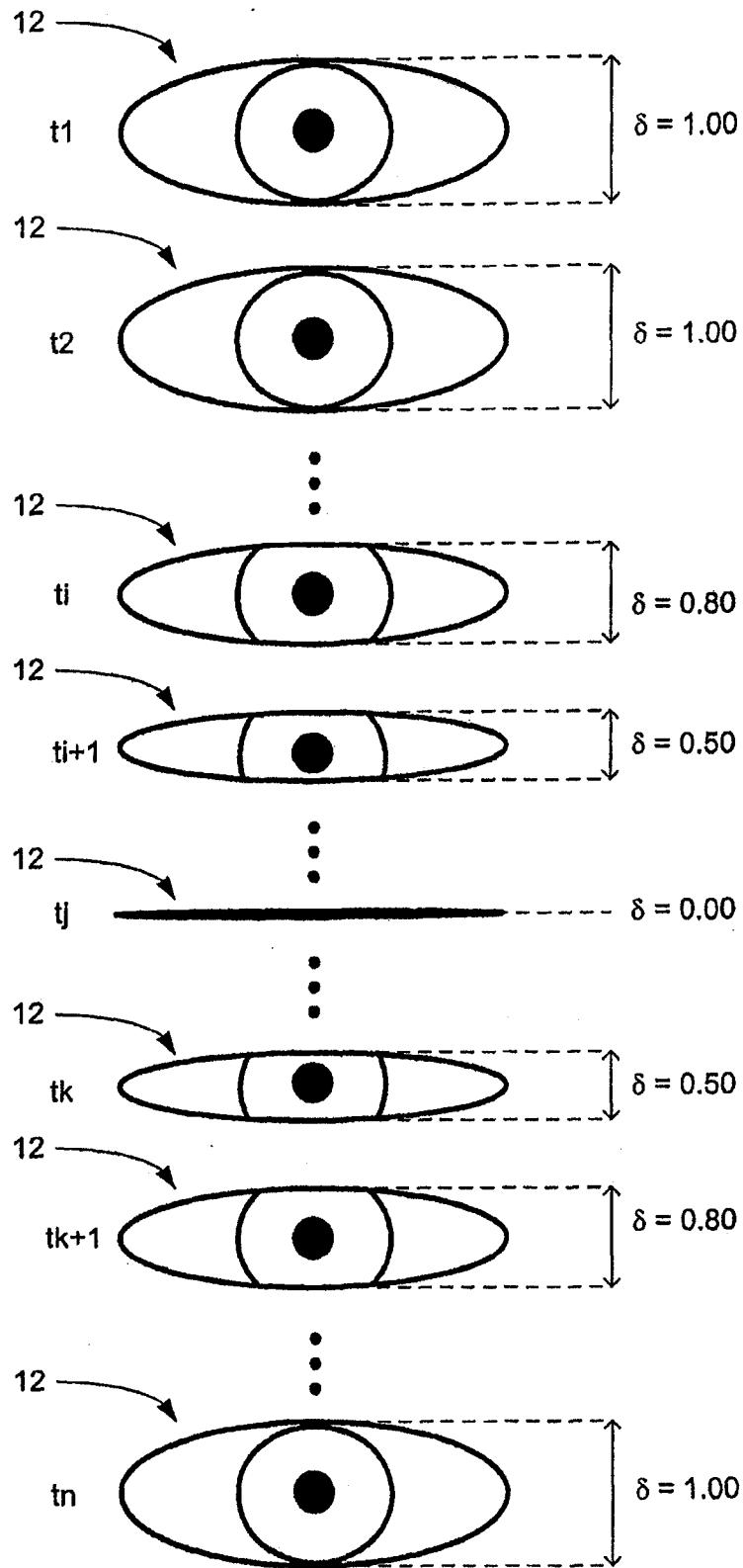


图 4

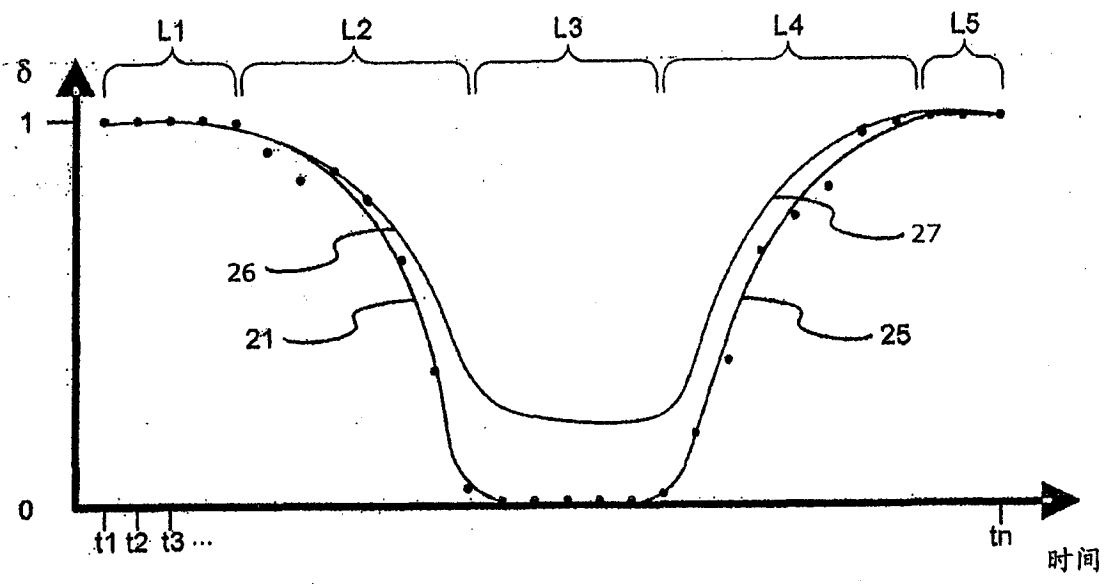


图 5

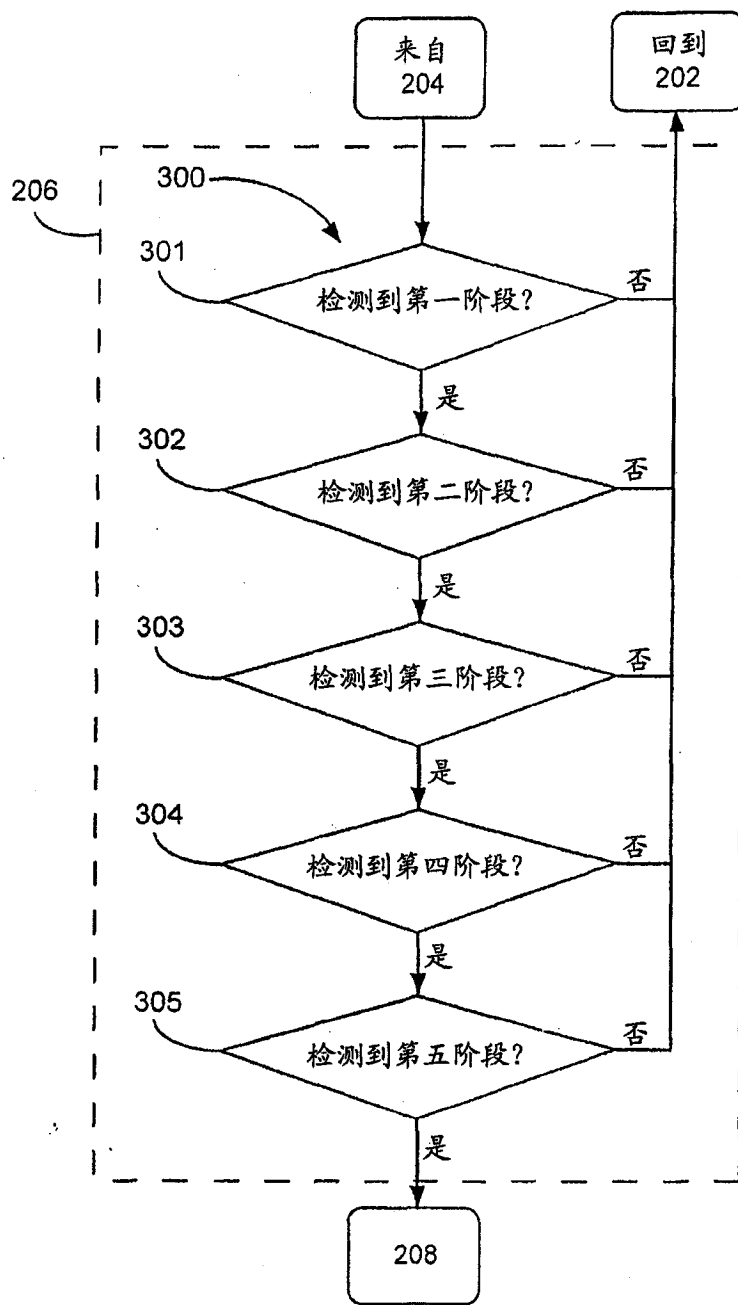


图 6

专利名称(译)	检测微入睡事件的方法和设备		
公开(公告)号	CN102098955A	公开(公告)日	2011-06-15
申请号	CN200980125759.X	申请日	2009-05-27
[标]发明人	布鲁诺法尔波斯		
发明人	布鲁诺·法尔波斯		
IPC分类号	A61B3/10 A61B5/00 A61B5/0476 A61B5/0496 B60K28/06 G08B21/06		
CPC分类号	A61B5/1103 B60K28/06 A61B2503/22 A61B5/0476 A61B5/6821 A61B5/0496 A61B5/4809 A61B5/18 A61B3/10		
代理人(译)	王艳春		
优先权	61/071966 2008-05-28 US 12/340017 2008-12-19 US		
其他公开文献	CN102098955B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了检测对象的微入睡事件的方法。所述方法包括通过在一段时间内测量至少一只眼睛的上眼睑和下眼睑之间的多个距离，确定多个眼睛张开因子。产生所述眼睛张开因子的图形表示。将所述一段时间内所述眼睛张开因子的变化与指示所述微入睡事件的参考眼睛闭合模型相关联。另外还公开了检测微入睡事件设备。

