

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2019 年 11 月 21 日 (21.11.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/218571 A1

(51) 国际专利分类号:
G08B 21/06 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/107976

(22) 国际申请日: 2018 年 9 月 27 日 (27.09.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201810463181.X 2018年5月15日 (15.05.2018) CN

(71) 申请人: 江南大学(JIANGNAN UNIVERSITY) [CN/
CN]; 中国江苏省无锡市蠡湖大道 1800
号, Jiangsu 214122 (CN)。

(72) 发明人: 彭力(PENG, Li); 中国江苏省无锡市
蠡湖大道 1800 号, Jiangsu 214122 (CN)。 陶康
(TAO, Kang); 中国江苏省无锡市蠡湖大道
1800 号, Jiangsu 214122 (CN)。 关晨晨(GUAN,
Chenchen); 中国江苏省无锡市蠡湖大道 1800
号, Jiangsu 214122 (CN)。 李超(LI, Chao); 中国
江苏省无锡市蠡湖大道 1800 号, Jiangsu 214122
(CN)。 张昌伟(ZHANG, Changwei); 中国江苏省
无锡市蠡湖大道 1800 号, Jiangsu 214122 (CN)。
吕鹏飞(LV, Pengfei); 中国江苏省无锡市蠡湖
大道 1800 号, Jiangsu 214122 (CN)。

(74) 代理人: 苏州市中南伟业知识产权代理
事务所(普通合伙)(CENTRAL SOUTH WELL
INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE); 中国江苏

省苏州市工业园区金芳路 18 号 B3 幢 二 层
214 室, Jiangsu 215000 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家
保护): 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,
JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LU, LY, 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,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (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)。

根据细则 4.17 的声明:

— 发明人资格(细则 4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(54) Title: FATIGUED DRIVING EARLY WARNING SYSTEM BASED ON OPENCV TECHNOLOGY

(54) 发明名称: 基于opencv技术的疲劳驾驶预警系统

(57) Abstract: A fatigued driving early warning system based on opencv technology, comprising an infrared sensor and a camera, wherein the infrared sensor and the camera are both connected to a processor through a communication module; the infrared sensor keeps track of a certain point of a head of a driver and acquires a physiological signal of the driver for determination, so as to perform early warning and reminding; the camera is used for performing real-time tracking of the face of the driver and transmitting the collected image as input data to a processor by using a sub-frame mode, and the processor judges the collected image and determines whether the driver is in a fatigued state at the time, so as to perform early warning and reminding; and alarm warning is performed when the infrared sensor detects that a specified lower-head distance threshold is exceeded and the camera detects that an upper-and-lower eyelid distance threshold is exceeded. The accuracy of reminding about the driver's fatigued driving is greatly improved.

(57) 摘要: 一种基于opencv技术的疲劳驾驶预警系统, 包括红外传感器和摄像机, 红外传感器和摄像机均通过通信模块与处理器连接; 红外传感器对驾驶人头部的某个点进行跟踪并采集驾驶人的生理信号进行判断, 从而预警提醒; 摄像机对驾驶人的面部进行实时跟踪并采取分帧的方式将所采集的图像作为输入数据传送给处理器, 处理器对采集的图像进行判别, 判定此时驾驶员是否处于疲劳状态, 从而预警提醒; 当红外传感器检测超过所规定的低头距离阈值且摄像机检测超出上下眼皮距离阈值时, 进行报警警示。大大提高驾驶员疲劳驾驶提醒的准确性。

WO 2019/218571 A1

基于 opencv 技术的疲劳驾驶预警系统

技术领域

本发明涉及行车安全领域，具体涉及一种基于 opencv 技术的疲劳驾驶预警系统。

背景技术

当今研究提出了许多关于图像识别，即计算机对图像进行处理、分析和理解，以识别各种不同模式的目标和对象的技术。一般工业使用中，采用工业相机拍摄图片，然后再利用软件根据图片灰阶差作进一步识别处理。图像识别的数学本质属于模式空间到类别空间的映射问题。目前，在图像识别的发展中，主要有三种识别方法：统计模式识别、结构模式识别、模糊模式识别。图像分割是图像处理中的一项关键技术，包括有阈值分割方法，边缘检测方法，区域提取方法，结合特定理论的工具的分割方法。

在车内驾驶员疲劳监测技术领域，本质上是在行驶过程中捕捉并分析驾驶员的生物行为信息，比如眼睛、脸部、心脏、脑电活动，等等的技术等等。然而心跳活动和脑电监测由于受接触的限制，目前没有在车内批量应用。当前最多被采用的疲劳检测手段是驾驶员驾车行为分析，即通过记录和解析驾驶员转动方向盘、踩刹车等行为特征，判别驾驶员是否疲劳。但是这种方式受驾驶员驾驶习惯影响极大。另一大类别的检测方法是：通过图像分析手段对驾驶员脸部与眼睛特征进行疲劳评估。这一方法正渐渐被整车厂商接受并采用。

但是现有的图像检测方式存在较大的误报率，无法很好的达到使用效果。

发明内容

本发明要解决的技术问题是提供一种基于 opencv 技术的疲劳驾驶预警系统，大大提高驾驶员疲劳驾驶提醒的准确性。

为了解决上述技术问题，本发明提供了一种基于 opencv 技术的疲劳驾驶预警系统，包括红外传感器和摄像仪，所述红外传感器和摄像仪均通过通信模块

与处理器连接；

所述红外传感器对驾驶人头部的某个点进行跟踪并采集驾驶人的生理信号，当驾驶人出现疲劳进而将头低下的生理信号时，红外传感器反馈低头的距离信号给处理器，处理器基于低头的距离进行检验，若超过所规定的低头距离阈值时，进行预警提醒；

所述摄像仪对驾驶人的面部进行实时跟踪并采取分帧的方式将所采集的图像作为输入数据传送给处理器，处理器对采集的图像进行判别，并建立坐标系，将驾驶员的两眼进行投影从而得到两眼的坐标，通过坐标量化两只眼睛的上下眼皮相差距离，而后将上下眼皮相差距离与所设置的上下眼皮距离阈值进行比较，当得到的上下眼皮相差距离超出上下眼皮距离阈值后，判定此时驾驶员处于疲劳状态，进行预警提醒；

当红外传感器检测超过所规定的低头距离阈值且摄像仪检测超出上下眼皮距离阈值时，进行报警警示；

其中，在对采集的图像进行判别时，先利用积分图像算法来提取图像特征值，接着利用 adaboost 分类器的特征强化弱分类器，保留最有用特征，最后将 adaboost 分类器进行改造，制得级联 adaboost 分类器，采用级联 adaboost 分类器对图像进行判别；

所述级联 adaboost 分类器包括以下制备步骤：

步骤 1) 首先初始化训练数据；

$$D_1 = (w_{11}, w_{12}, \dots, w_{1i}, \dots, w_{1N}), w_{1i} = \frac{1}{N}, i=1, 2, \dots, N$$

D_1 表示第一次迭代的每个样本的权值， w_{11} 表示第 1 次迭代时的第一个样本的权值，N 为样本总数；

步骤 2) 进行多次迭代；

C、使用具有权值分布 D_m ($m=1, 2, 3 \dots N$) 的训练样本集进行学习，得到弱

分类器；

$$G_{m(x)} : x \rightarrow \{-1, +1\}$$

该式子表示，第 m 次迭代时的弱分类器，将样本 x 分类成 -1 或 1 ；

准则：该弱分类器的误差函数最小，也就是分错的样本对应的权值之和最小；

$$e_m = \sum_{n=1}^N w_n^{(m)}, \quad w_n^{(m)} \text{ 是一个常量；}$$

其中 e_m 为误差函数值；

D、计算弱分类器 $G_{m(x)}$ 的话语权，采用如下公式：

$$a_m = \frac{1}{2} \log \left(\frac{1 - e_m}{e_m} \right)$$

话语权 a_m 表示 $G_{m(x)}$ 在最终分类器中的重要程度，其中 a_m 等于 e_m ；该公式是随 e_m 减小而增大，即误差率小的分类器，在最终分类器的重要程度大；

C、更新训练样本集的权值分布，用于下一轮迭代；

其中，被误分的样本的权值会增大，被正确分的权值减小；

$$D_{m+1} = (w_{m+1,1}, w_{m+1,2}, \dots, w_{m+1,i}, \dots, w_{m+1,N}),$$

$$w_{m+1,i} = \frac{w_{mi}}{Z_m} \exp(-a_m y_i G_m(x_i)), i=1,2,\dots,N$$

上式中 D_{m+1} 是用于下次迭代时样本的权值， $w_{m+1,i}$ 是下一次迭代时，第 i 个样本的权值；

y_i 代表第 i 个样本对应的类别为 1 或 -1 ， $G_m(x_i)$ 表示弱分类器对样本 x_i 的分类，若果分对，则 $y_i * G_m(x_i)$ 的值为 1 ，反之为 -1 ；

Z_m 是归一化因子，使得所有样本对应的权值之和为 1 ，并且 Z_m 的计算公式如下：

$$Z_m = \sum_{i=1}^N w_{mi} \exp(-a_m y_i G_m(x_i))$$

步骤3) 迭代完成后, 组合弱分类器; 组合公式如下:

$$G_x = \text{sign}(f(x)) = \text{sign}\left(\sum_{m=1}^M a_m G_m(x)\right)$$

采用组合公式得到级联 adaboost 分类器。

进一步的, 所述上下眼皮相差距离采用欧氏距离公式计算。

进一步的, 所述通信模块采用 Lora 模块。

进一步的, 预警提醒和警报警示采用蜂鸣器, 通过蜂鸣器的音量高低以及蜂鸣器的发音间隔达配合发出提醒声和警示声。

进一步的, 所述预警提醒采用警示灯发出提醒灯光, 所述警报警示采用蜂鸣器发出警示声音。

进一步的, 将摄像机和红外传感器的信息判断结果进行信息融合;

将摄像机和红外传感器均作为传感装置, 先判断传感装置在某一个观测时刻的一致性测度 $p_i(t)$, 即第 i 个传感装置的观测值与其余传感装置的观测值的相似度;

其中, 需要对单个传感装置自身的可靠性进行判断, 单个传感装置自身的可靠性通过传感装置的测量均值和方差来表示, 测量均值和方差采用如下公式计算:

$$r_i(t) = \frac{1}{t} \sum_{k=1}^t p_i(k)$$

$$\sigma_i^2(t) = \frac{1}{t} \sum_{k=1}^t [p_i(k) - r_i(t)]^2$$

通过 $r_i(t)$ 和 $\sigma_i^2(t)$ 进行对单个传感装置判断, 单个传感装置一致可靠性测度为: $q_i(t) = f[r_i(t), \sigma_i^2(t)] = r_i(t) / \sigma_i^2(t)$

$$Q_i(t) = \frac{q_i(t)}{\sum_{j=1}^n q_j(t)}$$

对上述公式进行归一化:

其中, $q_i(t)$ 和 $q_j(t)$ 分别表示为两个不同的单个传感装置一致可靠性测度;

将测量均值和方差做比值不含有参数调整, 将 t 时刻 n 个数据按照如下公式进行融合:

$$x(t) = \sum_{i=1}^n Q_i(t) x_i(t)$$

其中, $x(t)$ 为 t 时刻的最终判断结果, $x_i(t)$ 为 t 时刻的第 i 个传感装置的判断结果。

进一步的, 对单个传感装置自身的可靠性进行判断时, 需要通过时间序列波动因素分析, 对单个传感装置在全部传感装置中的权重进行调整;

时间序列波动由 $[p_i(1), p_i(2), \dots, p_i(t)]^T$ 表示, 当时间序列波动小, 则该传感装置性能稳定, 即该传感装置的可靠性高, 在全部传感装置中的权重占比提高; 当时间序列波动大时, 则该传感装置性能不稳定, 即该传感装置的可靠性低, 在全部传感装置中的权重占比降低。

本发明的有益效果:

本发明能够针对驾驶人在驾驶过程中出现疲劳产生的面部特征和产生的一系列生理信号进行检测从而避免驾驶人在驾驶过程中产生意外状况; 基于驾驶人在出现疲劳状态时眼睛出现飘忽不定这一特征对人眼进行跟踪检测, 通过设定一个阈值并将不同时刻眼睛的状态与设定的阈值进行比较, 从而判定驾驶人此时的状态;

通过设置比较合理地阈值, 每个驾驶人眼睛大小, 是否戴眼镜以及灯光等因素都会影响监测, 基于这种情况对不同的人不同灯光条件设置比较合理地阈值从而来判断此时驾驶人的状态, 本发明能够有效避免此类误报问题。

本发明是提出一套基于 Viola-Jones 方法的人脸检测方法, 先利用积分图像算法来提取图像特征值, 运算方法较快, 接着利用 adaboost 分类器的特征强化弱分类器, 保留最有用特征, 因此减少了检测时的运算复杂度, 最后将 adaboost 分类器进行改造, 变成级联 adaboost 分类器, 提高了人脸检测的准确率。

而红外传感则用于检测驾驶人是否疲劳时的其他生理现象比如低头，这样红外传感器就会检测到阴影从而判断驾驶人出现上述生理特征进而报警。

具体实施方式

下面结合具体实施例对本发明作进一步说明，以使本领域的技术人员可以更好地理解本发明并能予以实施，但所举实施例不作为对本发明的限定。

本发明的基于 opencv 技术的疲劳驾驶预警系统的一实施例，包括红外传感器和摄像机，所述红外传感器和摄像机均通过通信模块与处理器连接；

红外传感器对驾驶人头部的某个点进行跟踪并采集驾驶人的生理信号，当驾驶人出现疲劳进而将头低下的生理信号时，红外传感器反馈低头的距离信号给处理器，处理器基于低头的距离进行检验，若超过所规定的低头距离阈值时，进行预警提醒；

摄像机对驾驶人的面部进行实时跟踪并采取分帧的方式将所采集的图像作为输入数据传送给处理器，处理器对采集的图像进行判别，并建立坐标系，将驾驶员的两眼进行投影从而得到两眼的坐标，通过坐标量化两只眼睛的上下眼皮相差距离，上下眼皮相差距离采用欧氏距离公式计算，而后将上下眼皮相差距离与所设置的上下眼皮距离阈值进行比较，当得到的上下眼皮相差距离超出上下眼皮距离阈值后，判定此时驾驶员处于疲劳状态，进行预警提醒；

上述的红外传感器和摄像机可以单独使用，也可以组合使用，当组合使用时，当红外传感器检测超过所规定的低头距离阈值且摄像机检测超出上下眼皮距离阈值时，进行报警警示，报警警示即为完全判定存在危险驾驶状态，需要立即纠正；

其中，在对采集的图像进行判别时，先利用积分图像算法来提取图像特征值，接着利用 adaboost 分类器的特征强化弱分类器，保留最有用特征，最后将 adaboost 分类器进行改造，制得级联 adaboost 分类器，采用级联 adaboost 分类器对图像进行判别；

级联 adaboost 分类器包括以下制备步骤：

步骤 1) 首先初始化训练数据;

$$D_1 = (w_{11}, w_{12}, \dots, w_{1i}, \dots, w_{1N}), w_{1i} = \frac{1}{N}, i=1, 2, \dots, N$$

D_1 表示第一次迭代的每个样本的权值, w_{11} 表示第 1 次迭代时的第一个样本的权值, N 为样本总数;

步骤 2) 进行多次迭代;

E、使用具有权值分布 D_m ($m=1, 2, 3 \dots N$) 的训练样本集进行学习, 得到弱分类器;

$$G_{m(x)} : x \rightarrow \{-1, +1\}$$

该式子表示, 第 m 次迭代时的弱分类器, 将样本 x 分类成 -1 或 1;

准则: 该弱分类器的误差函数最小, 也就是分错的样本对应的权值之和最小;

$$e_m = \sum_{n=1}^N w_n^{(m)}, w_n^{(m)} \text{ 是一个常量};$$

其中 e_m 为误差函数值;

F、计算弱分类器 $G_{m(x)}$ 的话语权, 采用如下公式:

$$a_m = \frac{1}{2} \log \left(\frac{1 - e_m}{e_m} \right)$$

话语权 a_m 表示 $G_{m(x)}$ 在最终分类器中的重要程度, 其中 a_m 等于 e_m ; 该公式是随 e_m 减小而增大, 即误差率小的分类器, 在最终分类器的重要程度大;

C、更新训练样本集的权值分布, 用于下一轮迭代;

其中, 被误分的样本的权值会增大, 被正确分的权值减小;

$$D_{m+1} = (w_{m+1,1}, w_{m+1,2}, \dots, w_{m+1,i}, \dots, w_{m+1,N}),$$

$$w_{m+1,i} = \frac{w_{mi}}{Z_m} \exp(-a_m y_i G_m(x_i)), i=1, 2, \dots, N$$

上式中 D_{m+1} 是用于下次迭代时样本的权值, $w_{m+1,i}$ 是下一次迭代时, 第 i 个样本的权值;

y_i 代表第 i 个样本对应的类别为 1 或 -1, $G_m(x_i)$ 表示弱分类器对样本 x_i 的分类, 若果分对, 则 $y_i * G_m(x_i)$ 的值为 1, 反之为 -1;

Z_m 是归一化因子, 使得所有样本对应的权值之和为 1, 并且 Z_m 的计算公式如下:

$$Z_m = \sum_{i=1}^N w_{mi} \exp(-a_m y_i G_m(x_i))$$

步骤 3) 迭代完成后, 组合弱分类器; 组合公式如下:

$$G_x = \text{sign}(f(x)) = \text{sign}\left(\sum_{m=1}^M a_m G_m(x)\right)$$

采用组合公式得到级联 adaboost 分类器, 级联 adaboost 分类器可以找到合适的阈值进而进行识别判断, 不会受到驾驶人眼睛大小, 是否戴眼镜以及灯光等因素的影响, 大大提高判断的准确率。

通信模块采用 Lora 模块, Lora 模块具有超长距离通信, 超低功耗, 抗干扰特性显著, 数据传输可靠, 超高的接收灵敏度, 低成本等特点。在本发明中主要作用是将红外传感和摄像仪采集到的数据传送给处理器。

在一实施例中, 预警提醒和警报警示均采用蜂鸣器, 通过蜂鸣器的音量高低以及蜂鸣器的发音间隔达配合发出提醒声和警示声, 当需要发出提醒声时, 可以采用间隔较长和音量较轻的声音, 从而避免过多的破坏行车环境, 而当需要发出警报警示时, 表面驾驶人员已经犯困, 影响行车安全, 因此可以采用间隔较短、急促和音量较大的声音, 从而达到良好的预警效果。

在一实施例中, 预警提醒采用警示灯发出提醒灯光, 由于单项检测时, 可能出现误报现象, 例如眼睛存在眨眼疾病或者不舒服时, 可能会被检测到, 而提醒灯光不会过多的破坏行车氛围, 而当驾驶人员出现低头和眨眼频繁或者闭眼时, 警报警示采用蜂鸣器发出警示声音, 达到良好的预警效果。

上述在对摄像仪和红外传感器的信息判断结果进行融合判断时, 需要对摄像仪和红外传感器进行信息数据可靠信判断, 首先将摄像仪和红外传感器均作为传感装置, 先判断传感装置在某一个观测时刻的一致性测度 $p_i(t)$, 即第 i 个

传感装置的观测值与其余传感装置的观测值的相似度；虽然在某一个时刻 $p_i(t)$ 值比较大，但不能说明在整个观测区间上传感器的可靠性高，还需要对单个传感装置自身的可靠性进行判断，单个传感装置自身的可靠性通过传感装置的测量均值和方差来表示，测量均值和方差采用如下公式计算：

$$r_i(t) = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t p_i(t)$$

$$\sigma_i^2(t) = \frac{1}{t} \sum_{k=1}^t [p_i(k) - r_i(t)]^2$$

上述公式中的 k 为 t 时刻转换为计算机周期的表达；

由于 $r_i(t)$ 和 $\sigma_i^2(t)$ 均是传感装置自身的重要参数，因此单个传感装置一致可靠性测度为： $q_i(t) = f[r_i(t), \sigma_i^2(t)] = r_i(t) / \sigma_i^2(t)$

$$Q_i(t) = \frac{q_i(t)}{\sum_{j=1}^n q_j(t)}$$

对上述公式进行归一化：

其中， $q_i(t)$ 和 $q_j(t)$ 分别表示为两个不同的单个传感装置一致可靠性测度；

将测量均值和方差做比值不含有参数调整，避免了由主观因素影响，更加真实的反映了传感器自身的特性，即更加真实的刻画了传感装置在测量信息中的重要程度，将 t 时刻 n 个数据按照如下公式进行融合：

$$x(t) = \sum_{i=1}^n Q_i(t) x_i(t)$$

其中， $x(t)$ 为 t 时刻的最终判断结果， $x_i(t)$ 为 t 时刻的第 i 个传感装置的判断结果，最终能够得到更加合理的判断结果。

在对单个传感装置自身的可靠性进行判断时，需要通过时间序列波动因素分析，对单个传感装置在全部传感装置中的权重进行调整；

时间序列波动由 $[p_i(1), p_i(2), \dots, p_i(t)]^T$ 表示，当时间序列波动小，则该

传感装置性能稳定，即该传感装置的可靠性高，在全部传感装置中的权重占比提高；当时间序列波动大时，则该传感装置性能不稳定，即该传感装置的可靠性低，在全部传感装置中的权重占比降低，从而达到更为精准的传感器判断，当权重极小时，可以认为是传感装置损坏，提高使用稳定性。

本发明是一个相对比较完整的检测体系。不仅可以对驾驶人面部产生的特征进行检测，也可以对于驾驶人产生的生理信号进行检测。涉及的技术也相对比较广泛，误差较小，主要来源于信号传输的延迟和不可避免的噪声，识别时间很短，灵敏度比较高。

以上实施例仅是为充分说明本发明而所举的较佳的实施例，本发明的保护范围不限于此。本技术领域的技术人员在本发明基础上所作的等同替代或变换，均在本发明的保护范围之内。本发明的保护范围以权利要求书为准。

权 利 要 求 书

1. 一种基于 opencv 技术的疲劳驾驶预警系统，其特征在于，包括红外传感器和摄像机，所述红外传感器和摄像机均通过通信模块与处理器连接；

所述红外传感器对驾驶人头部的某个点进行跟踪并采集驾驶人的生理信号，当驾驶人出现疲劳进而将头低下的生理信号时，红外传感器反馈低头的距离信号给处理器，处理器基于低头的距离进行检验，若超过所规定的低头距离阈值时，进行预警提醒；

所述摄像机对驾驶人的面部进行实时跟踪并采取分帧的方式将所采集的图像作为输入数据传送给处理器，处理器对采集的图像进行判别，并建立坐标系，将驾驶员的两眼进行投影从而得到两眼的坐标，通过坐标量化两只眼睛的上下眼皮相差距离，而后将上下眼皮相差距离与所设置的上下眼皮距离阈值进行比较，当得到的上下眼皮相差距离超出上下眼皮距离阈值后，判定此时驾驶员处于疲劳状态，进行预警提醒；

当红外传感器检测超过所规定的低头距离阈值且摄像机检测超出上下眼皮距离阈值时，进行报警警示；

其中，在对采集的图像进行判别时，先利用积分图像算法来提取图像特征值，接着利用 adaboost 分类器的特征强化弱分类器，保留最有用特征，最后将 adaboost 分类器进行改造，制得级联 adaboost 分类器，采用级联 adaboost 分类器对图像进行判别；

所述级联 adaboost 分类器包括以下制备步骤：

步骤 1) 首先初始化训练数据；

$$D_1 = (w_{11}, w_{12}, \dots, w_{1i}, \dots, w_{1N}), w_{1i} = \frac{1}{N}, i=1, 2, \dots, N$$

D_1 表示第一次迭代的每个样本的权值， w_{11} 表示第 1 次迭代时的第一个样本的权值，N 为样本总数；

步骤 2) 进行多次迭代；

A、使用具有权值分布 D_m ($m=1, 2, 3 \dots N$) 的训练样本集进行学习, 得到弱分类器;

$$G_{m(x)} : x \rightarrow \{-1, +1\}$$

该式子表示, 第 m 次迭代时的弱分类器, 将样本 x 分类成 -1 或 1;

准则: 该弱分类器的误差函数最小, 也就是分错的样本对应的权值之和最小;

$$e_m = \sum_{n=1}^N w_n^{(m)}, \quad w_n^{(m)} \text{ 是一个常量};$$

其中 e_m 为误差函数值;

B、计算弱分类器 $G_{m(x)}$ 的话语权, 采用如下公式:

$$a_m = \frac{1}{2} \log \left(\frac{1 - e_m}{e_m} \right)$$

话语权 a_m 表示 $G_{m(x)}$ 在最终分类器中的重要程度, 其中 a_m 等于 e_m ; 该公式是随 e_m 减小而增大, 即误差率小的分类器, 在最终分类器的重要程度大;

C、更新训练样本集的权值分布, 用于下一轮迭代;

其中, 被误分的样本的权值会增大, 被正确分的权值减小;

$$D_{m+1} = (w_{m+1,1}, w_{m+1,2}, \dots, w_{m+1,i}, \dots, w_{m+1,N}),$$

$$w_{m+1,i} = \frac{w_{mi}}{Z_m} \exp(-a_m y_i G_m(x_i)), i=1, 2, \dots, N$$

上式中 D_{m+1} 是用于下次迭代时样本的权值, $w_{m+1,i}$ 是下一次迭代时, 第 i 个样本的权值;

y_i 代表第 i 个样本对应的类别为 1 或 -1, $G_m(x_i)$ 表示弱分类器对样本 x_i 的分类, 若果分对, 则 $y_i * G_m(x_i)$ 的值为 1, 反之为 -1;

Z_m 是归一化因子, 使得所有样本对应的权值之和为 1, 并且 Z_m 的计算公式

如下:

$$Z_m = \sum_{i=1}^N w_{mi} \exp(-a_m y_i G_m(x_i))$$

步骤 3) 迭代完成后, 组合弱分类器; 组合公式如下:

$$G_x = \text{sign}(f(x)) = \text{sign}(\sum_{m=1}^M a_m G_m(x))$$

采用组合公式得到级联 adaboost 分类器。

2. 如权利要求 1 所述的基于 opencv 技术的疲劳驾驶预警系统, 其特征在于, 所述上下眼皮相差距离采用欧氏距离公式计算。

3. 如权利要求 1 所述的基于 opencv 技术的疲劳驾驶预警系统, 其特征在于, 所述通信模块采用 Lora 模块。

4. 如权利要求 1 所述的基于 opencv 技术的疲劳驾驶预警系统, 其特征在于, 预警提醒和警报警示采用蜂鸣器, 通过蜂鸣器的音量高低以及蜂鸣器的发音间隔达配合发出提醒声和警示声。

5. 如权利要求 1 所述的基于 opencv 技术的疲劳驾驶预警系统, 其特征在于, 所述预警提醒采用警示灯发出提醒灯光, 所述警报警示采用蜂鸣器发出警示声音。

6. 如权利要求 1 所述的基于 opencv 技术的疲劳驾驶预警系统, 其特征在于, 将摄像机和红外传感器的信息判断结果进行信息融合;

将摄像机和红外传感器均作为传感装置, 先判断传感装置在某一个观测时刻的一致性测度 $P_i(t)$, 即第 i 个传感装置的观测值与其余传感装置的观测值的相似度;

其中, 需要对单个传感装置自身的可靠性进行判断, 单个传感装置自身的可靠性通过传感装置的测量均值和方差来表示, 测量均值和方差采用如下公式计算:

$$r_i(t) = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t p_i(t)$$

$$\sigma_i^2(t) = \frac{1}{t} \sum_{k=1}^t [p_i(k) - r_i(t)]^2$$

通过 $r_i(t)$ 和 $\sigma_i^2(t)$ 进行对单个传感装置判断, 单个传感装置一致可靠性测度为: $q_i(t) = f[r_i(t), \sigma_i^2(t)] = r_i(t) / \sigma_i^2(t)$

$$Q_i(t) = \frac{q_i(t)}{\sum_{j=1}^n q_j(t)}$$

对上述公式进行归一化:

其中, $q_i(t)$ 和 $q_j(t)$ 分别表示为两个不同的单个传感装置一致可靠性测度;

将测量均值和方差做比值不含有参数调整, 将 t 时刻 n 个数据按照如下公式进行融合:

$$x(t) = \sum_{i=1}^n Q_i(t) x_i(t)$$

其中, $x(t)$ 为 t 时刻的最终判断结果, $x_i(t)$ 为 t 时刻的第 i 个传感装置的判断结果。

7. 如权利要求6所述的基于opencv技术的疲劳驾驶预警系统, 其特征在于, 对单个传感装置自身的可靠性进行判断时, 需要通过时间序列波动因素分析, 对单个传感装置在全部传感装置中的权重进行调整;

时间序列波动由 $[p_i(1), p_i(2), \dots, p_i(t)]^T$ 表示, 当时间序列波动小, 则该传感装置性能稳定, 即该传感装置的可靠性高, 在全部传感装置中的权重占比提高; 当时间序列波动大时, 则该传感装置性能不稳定, 即该传感装置的可靠性低, 在全部传感装置中的权重占比降低。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/107976

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G08B 21/06(2006.01)i

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)

G08B 21/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC: 江南大学, 彭力, 陶康, 关晨晨, 李超, 张昌伟, 吕鹏飞, 眼睛, 人眼, 眼皮, 眼睑, 距离, 头部, 低头, 垂头, 分类器, 级联, 话语权, eye, eyelid?, blephar, distance, head, lower+, adaboost, classifier, cascader

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 107862832 A (FOSHAN XINJIN TECHNOLOGY CO., LTD.) 30 March 2018 (2018-03-30) description, paragraphs [0010] and [0011], and figure 1	1-7
Y	杨东 (YANG, Dong). "基于面部变化特征的驾驶疲劳监测方法研究 (Research of Driver Fatigue Monitoring Method Base on Facial Features)" 中国优秀硕士学位论文全文数据库 (China Master's Theses Full-text Database), 31 March 2015 (2015-03-31), sections 4.3.2.2, 4.3.2.4, and 4.4.1	1-7
A	CN 106530622 A (BEIJING ELECTRIC VEHICLE CO., LTD.) 22 March 2017 (2017-03-22) entire document	1-7
A	CN 103400471 A (UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA) 20 November 2013 (2013-11-20) entire document	1-7
A	JP 2010029537 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 12 February 2010 (2010-02-12) entire document	1-7



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

24 January 2019

Date of mailing of the international search report

15 February 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

State Intellectual Property Office of the P. R. China (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/107976

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	黄莺 (HUANG, Ying). "基于视觉分析的疲劳检测方法研究 (A Study of Fatigue Detection Methods Based on Video Analysis)" 中国优秀硕士学位论文全文数据库 (China Master's Theses Full-text Database), 31 May 2013 (2013-05-31), entire document	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/107976

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	107862832	A	30 March 2018	None			
CN	106530622	A	22 March 2017	None			
CN	103400471	A	20 November 2013	CN	103400471	B	28 October 2015
JP	2010029537	A	12 February 2010	JP	5077128	B2	21 November 2012

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/107976

A. 主题的分类

G08B 21/06 (2006.01) i

按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)

G08B 21/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))

CNKI, CNPAT, WPI, EPDOC: 江南大学, 彭力, 陶康, 关晨晨, 李超, 张昌伟, 吕鹏飞, 眼睛, 人眼, 眼皮, 眼睑, 距离, 头部, 低头, 垂头, 分类器, 级联, 话语权, eye, eyelid?, blephar, distance, head, lower+, adaboost, classifier, cascader

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 107862832 A (佛山鑫进科技有限公司) 2018年 3月 30日 (2018 - 03 - 30) 说明书第[0010]-[0011]段、附图1	1-7
Y	杨东. “基于面部变化特征的驾驶疲劳监测方法研究” 中国优秀硕士学位论文全文数据库, 2015年 3月 31日 (2015 - 03 - 31), 第4.3.2.2、4.3.2.4、4.4.1节	1-7
A	CN 106530622 A (北京新能源汽车股份有限公司) 2017年 3月 22日 (2017 - 03 - 22) 全文	1-7
A	CN 103400471 A (电子科技大学) 2013年 11月 20日 (2013 - 11 - 20) 全文	1-7
A	JP 2010029537 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 2010年 2月 12日 (2010 - 02 - 12) 全文	1-7
A	黄莺. “基于视觉分析的疲劳检测方法研究” 中国优秀硕士学位论文全文数据库, 2013年 5月 31日 (2013 - 05 - 31), 全文	1-7

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2019年 1月 24日

国际检索报告邮寄日期

2019年 2月 15日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

受权官员

孙雪婷

传真号 (86-10) 62019451

电话号码 86-(10)-53962648

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2018/107976

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	107862832	A	2018年 3月 30日	无	
CN	106530622	A	2017年 3月 22日	无	
CN	103400471	A	2013年 11月 20日	CN 103400471	B 2015年 10月 28日
JP	2010029537	A	2010年 2月 12日	JP 5077128	B2 2012年 11月 21日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)