

(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
2017 年 7 月 6 日 (06.07.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/114285 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06K 9/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/111515
- (22) 国际申请日: 2016 年 12 月 22 日 (22.12.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201511010529.2 2015 年 12 月 30 日 (30.12.2015) CN
- (71) 申请人: 中国银联股份有限公司 (CHINA UNION-PAY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国上海市浦东新区含笑路 36 号银联大厦, Shanghai 200135 (CN)。
- (72) 发明人: 冯亮 (FENG, Liang); 中国上海市浦东新区含笑路 36 号银联大厦 7 楼, Shanghai 200135 (CN)。
尹亚伟 (YIN, Yawei); 中国上海市浦东新区含笑路 36 号银联大厦 7 楼, Shanghai 200135 (CN)。
- (74) 代理人: 中国专利代理(香港)有限公司 (CHINA PATENT AGENT (HK) LTD.); 中国香港特别行政区香港湾仔港湾道 23 号鹰君中心 22 字楼, Hong Kong (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, 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,

[见续页]

(54) Title: EYE RECOGNITION METHOD AND SYSTEM

(54) 发明名称: 眼球识别方法及系统

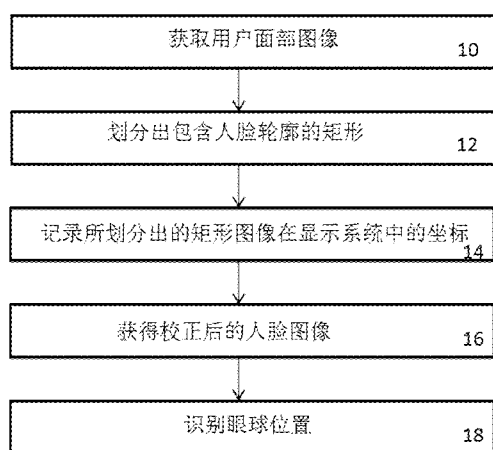


图 1

- 10 Acquiring a facial image of a user
12 Marking out a rectangle containing a facial contour
14 Recording the coordinates of the marked out rectangular image in a display system
16 Obtaining a corrected facial image
18 Recognizing the position of the eye

(57) Abstract: The present invention provides an eye recognition method, comprising: a) acquiring a facial image of a user; b) in the acquired facial image, marking out a rectangle containing a facial contour, the rectangle being a rectangular image containing the facial contour; c) recording the coordinates of the marked out rectangular image in a display system; d) with respect to the marked out rectangular image, making a correction based on the symmetry and projection amplitude of the facial image, to obtain a corrected facial image; and e) based on the corrected facial image and a recorded position, recognizing the position of the eye.

(57) 摘要: 本发明提供眼球识别方法, 包括: a) 获取用户面部图像; b) 在所获取的面部图像中, 划分出包含人脸轮廓的矩形, 该矩形为包含人脸轮廓的矩形图像; c) 记录所划分出的矩形图像在显示系统中的坐标; d) 针对所划分的矩形图像, 基于人脸图像的对称性与投影振幅, 进行校正, 以获得校正后的人脸图像; e) 基于校正后的人脸图像以及所记录的位置, 识别眼球位置。

WO 2017/114285 A1



SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

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)。

- (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,

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

眼球识别方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及脸部识别技术，更为具体地，涉及眼球识别技术。

背景技术

[0002] 眼球追踪主要是研究眼球运动信息的获取、建模和模拟。随着摄像头已广泛普及在手机、笔记本电脑、PC 等设备中，眼球追踪已广泛用于活体检测、汽车驾驶员疲劳检测、指令控制等场景中。

[0003] 人脸平面旋转校正是完成眼球跟踪中重要一环，很多识别眼球的实现效果有赖于图像是否旋转校正。

发明内容

[0004] 有鉴于此，本发明提供眼球识别方法，包括：

- a) 获取用户面部图像；
- b) 在所获取的面部图像中，划分出包含人脸轮廓的矩形，该矩形为包含人脸轮廓的矩形图像；
- c) 记录所划分出的矩形图像在显示系统中的坐标；
- d) 针对所划分的矩形图像，基于人脸图像的对称性与投影振幅，进行校正，以获得校正后的人脸图像；
- e) 基于校正后的人脸图像以及所记录的位置，识别眼球位置。

[0005] 根据本发明一个示例的眼球识别方法，其中，所述步骤 d 包括：

- d1) 计算该矩形图像的中心点位置 o ；
- d2) 将所述矩形图像转换为灰度图 P ；
- d3) 在所述灰度图中，以至少不同比例划分出多个子矩形图像 q_i ，其中，各子矩形图像 q_i 均以所述中心点为中心，所述比例均小于 1， i 为大于 1 的整数；
- d4) 将各子矩形图像 q_i 在矩形图像的平面内绕中心点旋转一定角度 α ；
- d5) 对各子矩形图像，向其长度方向做投影得到长度方向投影曲线 $f(x)$ ，计算该投影曲线 $f(x)$ 的波峰灰度值 $g_{\max}(q_i)$ 、波谷灰度值 $g_{\min}(q_i)$ ；

- d6) 对各子矩形图像 q_i , 计算其对称性 $Sym(q_i)$;
- d7) 对各子矩形图像 q_i , 分别计算 $h(q_i) = gmax(q_i) - \beta \cdot gmin(q_i) + \eta \cdot Sym(q_i)$, 其中, β 与 η 是预设参数, 两者均为正数; 可根据图片的特点设置 β 与 η , 它们数值越大, 与它们相乘的项的权重就越大;
- d8) 将各子矩形图像 q_i 的 $h(q_i)$ 值累加, 获得旋转 α 角度下的累加 h 值;
- d9) 在 (α_1, α_2) 的角度范围内变换旋转角度 α 的大小, 并依次执行步骤 d4 到 d8 获得多个旋转角度下的 h 值;
- d10) 从多个旋转角度下的多个 h 值中选择最大的 h 值, 与该 h 值对应的旋转角度对应的图像即为校正图像。

[0006] 根据本发明一个示例的眼球识别方法, 其中, 所述步骤 d6 包括:

对每个矩形图像 q_i , 向长度方向做投影, 得到该方向的投影曲线 $g(y)$;

使对称中心处于 $[1/4w, 1/2w]$ 范围内时, 对称区间分别是 $(0, c)$ 和 $(c, 2c)$, 其中 w 为矩形图像 p 的宽度, c 为对称中心, 则 $Sym(q_i, c) = \sum |g(y) - g(2c - y)|$, 其中 y 在 $(0, c)$ 范围内; 以及

当对称中心 c 处于 $[1/2w, 3/4w]$ 范围内时, 对称区间分别是 $(2c - w, c)$ 和 (c, w) , 则 $Sym(q_i) = \sum |g(y) - g(2c - y)|$, 其中 y 在 (c, w) 范围内。

[0007] 根据本发明一个示例的眼球识别方法, 其中, 步骤 d3 中, 以不同的三个比例划分出三个子矩形图像 p_1 , p_2 与 p_3 。

[0008] 根据本发明的又一方面, 还提供眼球识别系统, 该系统包括:

第一单元, 用于获取用户面部图像;

第二单元, 用于在所获取的面部图像中, 划分出包含人脸轮廓的矩形, 该矩形为包含人脸轮廓的矩形图像;

第三单元, 用于记录所划分出的矩形图像在显示系统中的坐标;

第四单元, 用于针对所划分的矩形图像, 基于人脸图像的对称性与投影振幅, 进行校正, 以获得校正后的人脸图像;

第五单元, 用于基于校正后的人脸图像以及所记录的位置, 识别眼球位置。

[0009] 根据本发明一个示例的眼球识别系统, 其中, 所述第四单元包括:

第一子单元, 用于计算该矩形图像的中心点位置;

第二子单元, 用于将所述矩形图像转换为灰度图 P ;

第三子单元,用于在所述矩形图像中,以至少不同比例划分出多个子矩形图像 q_i ,其中,各子矩形图像 q_i 均以所述中心点为中心,所述比例均小于 1, i 为大于 1 的整数;

第四子单元,用于将各子矩形图像 q_i 在矩形图像的平面内绕中心点旋转一定角度 α ;

第五子单元,用于对各子矩形图像,向其长度方向做投影得到长度方向投影曲线 $f(x)$, 计算该投影曲线 $f(x)$ 的波峰灰度值 $g_{\max}(q_i)$ 、波谷灰度值 $g_{\min}(q_i)$;

第六子单元,用于对各子矩形图像 q_i , 计算其对称性 $\text{Sym}(q_i)$;

第七子单元,用于对各子矩形图像 q_i , 分别计算 $h(q_i) = g_{\max}(q_i) - \beta \cdot g_{\min}(q_i) + \eta \cdot \text{Sym}(q_i)$;

第八子单元,用于将各子矩形图像 q_i 的 $h(q_i)$ 值累加, 获得旋转 α 角度下的累加 h 值;

第九子单元,用于在 (α_1, α_2) 的角度范围内变换旋转角度 α 的大小, 并将转换后的角度传送给第四子单元, 由第四子单元到第八子单元依次操作获得多个旋转角度下的 h 值;

第十子单元,用于从多个旋转角度下的多个 h 值中选择最大的 h 值, 与该 h 值对应的旋转角度对应的图像即为校正图像。

附图说明

[0010] 图 1 是根据本发明示例的眼球识别方法的流程图。

[0011] 图 2 给出了图 1 中的步骤 14 的流程图。

[0012] 图 3 示意了第三子图像 q_3 绕中心点 o 旋转角度 α 后的示意性图示。

[0013] 图 4 是该眼球识别系统的结构示意图。

具体实施方式

[0014] 现在参照附图描述本发明的示意性示例。相同的附图标号表示相同的元件。下文描述的各实施例有助于本领域技术人员透彻理解本发明, 且意在示例而非限制。除非另有限定, 文中使用的术语(包括科学、技术和行业术语)具有与本发明所属领域的技术人员普遍理解的含义相同的含义。此外, 流程图中各步骤的先后顺序也不以图示的顺序为限。

[0015] 在本文中, 图像与图像均表示通过摄像头等影像获取元件所取得的用户的

图像以及基于该图像进行处理后获得的图像，图像与图像在本文中可互换使用。

[0016] 图 1 是根据本发明一个示例的眼球识别方法的流程图。简单来说，根据图 1 所示的方法，首先获取到用户面部图像，随后对其进行处理以获得校正图像，在该校正图像中确认眼球的位置，最后基于所确认的眼球位置来确定原始的用户面部图像中的眼球位置。

[0017] 在步骤 10，获取用户面部图像。可通过摄像头等影像获取部件获取用户面部图像。

[0018] 在步骤 12，在所获取的面部图像中，划分出包含人脸轮廓的矩形，该矩形即为包含人脸轮廓的矩形图像。所划分的矩形图像至少包括人的五官。划分可采用已有图形识别方法中的划分方式。

[0019] 在步骤 14，记录所划分出的矩形图像在显示系统中的坐标。所显示的图像在现实设备中都有坐标位置，示例地，可记录该坐标位置。

[0020] 在步骤 16，针对所划分的矩形图像，基于人脸图像的对称性与投影振幅，进行校正，以获得校正后的人脸图像。

[0021] 在步骤 18，基于校正后的人脸图像以及所记录的位置，识别眼球位置。该步骤识别出眼球位置之后，则可结合步骤 14 中记录的坐标位置，相应地确定出原始图像中眼球的位置。

[0022] 作为示例，图 2 给出了图 1 中的步骤 14 的流程图。

[0023] 如图所示，在步骤 140，计算该矩形图像的中心点 o 位置。

[0024] 在步骤 142，将所述矩形图像转换为灰度图 P 。

[0025] 在步骤 144，在所述灰度图中，以至少不同比例划分出多个子矩形图像 q_i ，其中，各子矩形图像 q_i 均以所述中心点为中心，所述比例均小于 1， i 为大于 1 的整数。作为示例，按照 0.5、0.6 以及 0.7 的比例分别划分出三个子矩形图像，在以下的示例中，分别将其称为第一子图像 q_1 、第二子图像 q_2 与第三子图像 q_3 。

[0026] 在步骤 146，将各子矩形图像 q_i 在矩形图像的平面内绕中心点 o 旋转一定角度 α 。例如将第一子图像 q_1 绕中心点 o 旋转角度 α ，将第一子图像 q_2 绕中心点 o 旋转角度 α ，将第一子图像 q_3 绕中心点 o 旋转角度 α 。

[0027] 在步骤 148，对各子矩形图像，向其长度方向做投影得到长度方向投影曲线 $f(x)$ ，计算该投影曲线 $f(x)$ 的波峰灰度值 $g_{\max}(q_i)$ 、波谷灰度值 $g_{\min}(q_i)$ 。

图3示意了第三子图像 q_3 绕中心点 o 旋转角度 α 后的示意性图示。如图所示，矩形图像 q 的长度为 w ，宽度为 h ，这里要特别说明的是，在本发明的示例中，是将矩形图像 q 沿着显示屏幕 x 轴方向的边的长度作为长度边、沿着显示屏幕 y 轴方向的边的长度做为宽度边。但这仅是示意，也可将沿 x 轴方向的长度作为宽度边，沿显示屏幕 y 轴方向的边的长度作为高度的边。第三子图像 q_3 的长度为 w' ，宽度为 h' 。将第三子图像 q_3 向其长度边的方向投影，获得投影曲线 $f(x)$ ，计算该投影曲线 $f(x)$ 的波峰灰度值 $g_{\max}(q_3)$ 、波谷灰度值 $g_{\min}(q_3)$ 。

[0028] 在步骤150，对各子矩形图像 q_i ，计算其对称性 $\text{Sym}(q_i)$ 。对于围绕中心 o 旋转的每个子图像 q_i ，左右按照人脸中心垂线具有对称性。自然而然，我们计算每张候选图像 q_i 的对称性值 $\text{Sym}(q_i)$ ，以衡量人脸的对称性。同时，在图像中，无法实现准确得知人脸中心线的位置，所以，系统逐一将对称中心 c 设置 $1/4w$ 到 $3/4w$ 的范围内，计算对称中心 c 的图片的对称性值 $\text{Sym}(q_i, c)$ ，挑取其中最大数值，作为图片的对称性值 $\text{Sym}(q_i, c)$ 。在此，应理解到， $\text{Sym}(q_i, c)$ 表示的是以对称中心 c 为对称中心而获得的 $\text{Sym}(q_i)$ 。 $\text{Sym}(q_i, c)$ 的计算方式如下：

对个每个矩形 q ，向 y 轴方向（与长度边平行）做投影，得到 y 轴灰度值投影曲线 $x=g(y)$ ；

当对称中心 c 处于 $[1/4w, 1/2w]$ 范围内时，对称区间分别是 $(0, c)$ 和 $(c, 2c)$ ；

2c) $\text{Sym}(q_i, c) = \sum |g(y) - g(2c - y)|$ ，其中 y 属于 $(0, c)$ 范围内；

当对称中心 c 处于 $[1/2w, 3/4w]$ 范围内时，对称区间分别是 $(2c - w, c)$ 和 (c, w) ；以及

$\text{Sym}(q_i, c) = \sum |g(y) - g(2c - y)|$ ，其中 y 属于 (c, w) 范围内。

[0029] 随后，在步骤152，对各子矩形图像 q_i ，分别计算 $h(q_i) = g_{\max}(q_i) -$

$\beta \cdot g_{\min}(q_i) + \eta \cdot \text{Sym}(q_i)$ 。示例地，对第一子图像 q_1 ，计算 $h(q_1) = g_{\max}(q_1) -$

$\beta \cdot g_{\min}(q_1) + \eta \cdot \text{Sym}(q_1, c)$ ；对第二子图像 q_2 ，计算 $h(q_2) = g_{\max}(q_2) - \beta \cdot g_{\min}(q_2) +$

$\eta \cdot \text{Sym}(q_2, c)$ ； q_1 ，对第三子图像 q_3 计算 $h(q_3) = g_{\max}(q_3) - \beta \cdot g_{\min}(q_3) +$

$\eta \cdot \text{Sym}(q_3, c)$ 。

[0030] 在步骤154，对各子矩形图像 q_i 的 $h(q_i)$ 值累加，获得旋转 α 角度下的累加 h 值。示例地，累加 h 是 $h(q_1)$ 、 $h(q_2)$ 与 $h(q_3)$ 的和。

[0031] 在步骤156，在 (α_1, α_2) 的角度范围内变换旋转角度 α 的大小，并依

次执行步骤 146 到步骤 154 获得多个旋转角度下的 h 值。

[0032] 在步骤 158，从步骤 154 中得到的 h 值以及执行步骤 156 得到的多个 h 值中，选择最大的 h 值。该具有最大的 h 值的子图像便是所选择的校正图像。

[0033] 例如根据图 2 所示的过程获得了矫正图像之后，可获知眼球在该矫正图像中的位置。进一步，基于该位置以及所记录的所划分出的矩形图像在显示系统中的坐标，便可识别出用户面部图像中的眼球。

[0034] 如本发明各示例的眼球识别方法可实现为软件模块，结合到现有的人脸识别模块或设备中。可替代地，也可实现为软件与硬件的结合，或仅通过硬件来实现。

[0035] 根据本发明，还提供眼球识别系统。图 4 是该眼球识别系统的结构示意图。如图所示，该眼球识别系统包括第一单元 50，第二单元 52，第三单元 54，第四单元 56，第五单元 58。

[0036] 第一单元 50 用于获取用户面部图像，其例如可以是摄像头等影像获取部件。

[0037] 第二单元 52 在所获取的面部图像中，划分出包含人脸轮廓的矩形，该矩形即为包含人脸轮廓的矩形图像。所划分的矩形图像至少包括人的五官。划分可采用已有图形识别方法中的划分方式。

[0038] 第三单元 54 记录所划分出的矩形图像在显示系统中的坐标。所显示的图像在现实设备中都有坐标位置，示例地，可记录该坐标位置。

[0039] 第四单元 56 针对所划分的矩形图像，基于人脸图像的对称性与投影振幅，进行校正，以获得校正后的人脸图像。

[0040] 第五单元 58，基于校正后的人脸图像以及所记录的位置，识别眼球位置。该识别出眼球位置之后，则可结合记录的坐标位置，相应地确定出原始图像中眼球的位置。

[0041] 第四单元 56 进一步可包括多个子单元。第一子单元计算该矩形图像的中心点 o 位置。第二子单元将所述矩形图像转换为灰度图 P 。第三子单元在所述灰度图中，以至少不同比例划分出多个子矩形图像 q_i ，其中，各子矩形图像 q_i 均以所述中心点为中心，所述比例均小于 1， i 为大于 1 的整数。作为示例，按照 0.5、0.6 以及 0.7 的比例分别划分出三个子矩形图像，在以下的示例中，分别将其称为

第一子图像 q_1 、第二子图像 q_2 与第三子图像 q_3 。

[0042] 第四子单元将各子矩形图像 q_i 在矩形图像的平面内绕中心点 o 旋转一定角度 α 。例如将第一子图像 q_1 绕中心点 o 旋转角度 α ，将第一子图像 q_2 绕中心点 o 旋转角度 α ，将第一子图像 q_3 绕中心点 o 旋转角度 α 。

[0043] 第五子单元对各子矩形图像，向其长度方向做投影得到长度方向投影曲线 $f(x)$ ，计算该投影曲线 $f(x)$ 的波峰灰度值 $g_{\max}(q_i)$ 、波谷灰度值 $g_{\min}(q_i)$ 。图 3 示意了第三子图像 q_3 绕中心点 o 旋转角度 α 后的示意性图示。如图所示，矩形图像 q 的长度为 w ，宽度为 h ，这里要特别说明的是，在本发明的示例中，是将矩形图像 q 沿着显示屏 x 轴方向的边的长度作为长度边、沿着显示屏 y 轴方向的边的长度做为宽度边。但这仅是示意，也可将沿 x 轴方向的长度作为宽度边，沿显示屏 y 轴方向的边的长度作为高度的边。第三子图像 q_3 的长度为 w' ，宽度为 h' 。将第三子图像 q_3 向其长度边的方向投影，获得投影曲线 $f(x)$ ，计算该投影曲线 $f(x)$ 的波峰灰度值 $g_{\max}(q_3)$ 、波谷灰度值 $g_{\min}(q_3)$ 。

[0044] 第六子单元对各子矩形图像 q_i ，计算其对称性 $Sym(q_i)$ 。对于围绕中心 o 旋转的每个子图像 q_i ，左右按照人脸中心垂线具有对称性。自然而然，我们计算每张候选图像 q_i 的对称性值 $Sym(q_i)$ ，以衡量人脸的对称性。同时，在图像中，无法实现准确得知人脸中心线的位置，所以，系统逐一将对称中心 c 设置 $1/4w$ 到 $3/4w$ 的范围内，计算对称中心 c 的图片的对称性值 $Sym(q_i, c)$ ，挑取其中最大数值，作为图片的对称性值 $Sym(q_i, c)$ 。在此，应理解到， $Sym(q_i, c)$ 表示的是以对称中心 c 为对称中心而获得的 $Sym(q_i)$ 。 $Sym(q_i, c)$ 的计算方式如下：

对个每个矩形 q ，向 y 轴方向（与长度边平行）做投影，得到 y 轴灰度值投影曲线 $x=g(y)$ ；

当对称中心 c 处于 $[1/4w, 1/2w]$ 范围内时，对称区间分别是 $(0, c)$ 和 $(c, 2c)$ ；

$Sym(q_i, c) = \sum |g(y) - g(2c - y)|$ ，其中 y 属于 $(0, c)$ 范围内；

当对称中心 c 处于 $[1/2w, 3/4w]$ 范围内时，对称区间分别是 $(2c - w, c)$ 和 (c, w) ；以及

$Sym(q_i, c) = \sum |g(y) - g(2c - y)|$ ，其中 y 属于 (c, w) 范围内。

[0045] 第七子单元对各子矩形图像 q_i ，分别计算 $h(q_i) = g_{\max}(q_i) - \beta \cdot g_{\min}(q_i) + \eta \cdot Sym(q_i)$ 。示例地，对第一子图像 q_1 ，计算 $h(q_1) = g_{\max}(q_1) - \beta \cdot g_{\min}(q_1) +$

$\eta \cdot \text{Sym}(q_1, c)$; 对第二子图像 q_2 , 计算 $h(q_2) = g_{\max}(q_2) - \beta \cdot g_{\min}(q_2) + \eta \cdot \text{Sym}(q_2, c)$; q_1 , 对第三子图像 q_3 计算 $h(q_3) = g_{\max}(q_3) - \beta \cdot g_{\min}(q_3) + \eta \cdot \text{Sym}(q_3, c)$ 。

[0046] 第八子单元对各子矩形图像 q_i 的 $h(q_i)$ 值累加, 获得旋转 α 角度下的累加 h 值。示例地, 累加 h 是 $h(q_1)$ 、 $h(q_2)$ 与 $h(q_3)$ 的和。

[0047] 第九子单元在 (α_1, α_2) 的角度范围内变换旋转角度 α 的大小, 并依次执行步骤 146 到步骤 154 获得多个旋转角度下的 h 值。

[0048] 第十子单元从步骤 154 中得到的 h 值以及执行步骤 156 得到的多个 h 值中, 选择最大的 h 值。该具有最大的 h 值的子图像便是所选择的校正图像。

[0049] 获得了矫正图像之后, 可获知眼球在该矫正图像中的位置。进一步, 基于该位置以及所记录的所划分出的矩形图像在显示系统中的坐标, 便可识别出用户面部图像中的眼球。

[0050] 如本发明个示例的眼球识别系统可通过软件是实现, 结合到现有的人脸识别模块或设备中。可替代地, 也可实现为软件与硬件的结合, 或仅通过硬件来实现。

[0051] 尽管已结合附图在上文的描述中, 公开了本发明的具体实施例, 但是本领域技术人员可以理解到, 可在不脱离本发明精神的情况下, 对公开的具体实施例进行变形或修改。本发明的实施例仅用于示意并不用于限制本发明。

权 利 要 求 书

1. 一种眼球识别方法，其特征在于，该方法包括：
 - a) 获取用户面部图像；
 - b) 在所获取的面部图像中，划分出包含人脸轮廓的矩形，该矩形为包含人脸轮廓的矩形图像；
 - c) 记录所划分出的矩形图像在显示系统中的坐标；
 - d) 针对所划分的矩形图像，基于人脸图像的对称性与投影振幅，进行校正，以获得校正后的人脸图像；
 - e) 基于校正后的人脸图像以及所记录的位置，识别眼球位置。
2. 如权利要求 1 所述的眼球识别方法，其特征在于，所述步骤 d 包括：
 - d1) 计算该矩形图像的中心点位置 o ；
 - d2) 将所述矩形图像转换为灰度图 P ；
 - d3) 在所述灰度图中，以至少不同比例划分出多个子矩形图像 q_i ，其中，各子矩形图像 q_i 均以所述中心点为中心，所述比例均小于 1， i 为大于 1 的整数；
 - d4) 将各子矩形图像 q_i 在矩形图像的平面内绕中心点旋转一定角度 α ；
 - d5) 对各子矩形图像，向其长度方向做投影得到长度方向投影曲线 $f(x)$ ，计算该投影曲线 $f(x)$ 的波峰灰度值 $g_{\max}(q_i)$ 、波谷灰度值 $g_{\min}(q_i)$ ；
 - d6) 对各子矩形图像 q_i ，计算其对称性 $\text{Sym}(q_i)$ ；
 - d7) 对各子矩形图像 q_i ，分别计算 $h(q_i) = g_{\max}(q_i) - \beta \cdot g_{\min}(q_i) + \eta \cdot \text{Sym}(q_i)$ ；
 - d8) 将各子矩形图像 q_i 的 $h(q_i)$ 值累加，获得旋转 α 角度下的累加 h 值；
 - d9) 在 (α_1, α_2) 的角度范围内变换旋转角度 α 的大小，并依次执行步骤 d4 到 d8 获得多个旋转角度下的 h 值；
 - d10) 从多个旋转角度下的多个 h 值中选择最大的 h 值，与该 h 值对应的旋转角度对应的图像即为校正图像。

3. 如权利要求 2 所述的眼球识别方法, 其特征在于, 所述步骤 d6 包括:

对每个矩形图像 q_i , 向长度方向做投影, 得到该方向的投影曲线 $g(y)$;

使对称中心处于 $[1/4w, 1/2w]$ 范围内时, 对称区间分别是 $(0, c)$ 和 $(c, 2c)$, 其中 w 为矩形图像 p 的宽度, c 为对称中心, 则 $\text{Sym}(q_i, c) = \sum |g(y) - g(2c - y)|$, 其中 y 在 $(0, c)$ 范围内; 以及

当对称中心 c 处于 $[1/2w, 3/4w]$ 范围内时, 对称区间分别是 $(2c - w, c)$ 和 (c, w) , 则 $\text{Sym}(q_i) = \sum |g(y) - g(2c - y)|$, 其中 y 在 (c, w) 范围内。

4. 如权利要求 2 所述的眼球识别方法, 其特征在于, 步骤 d3 中, 以不同的三个比例划分出三个子矩形图像 p_1 , p_2 与 p_3 。

5. 一种眼球识别系统, 其特征在于, 该系统包括:

第一单元, 用于获取用户面部图像;

第二单元, 用于在所获取的面部图像中, 划分出包含人脸轮廓的矩形, 该矩形为包含人脸轮廓的矩形图像;

第三单元, 用于记录所划分出的矩形图像在显示系统中的坐标;

第四单元, 用于针对所划分的矩形图像, 基于人脸图像的对称性与投影振幅, 进行校正, 以获得校正后的人脸图像;

第五单元, 用于基于校正后的人脸图像以及所记录的位置, 识别眼球位置。

6. 如权利要求 5 所述的眼球识别系统, 其特征在于, 所述第四单元包括:

第一子单元, 用于计算该矩形图像的中心点位置;

第二子单元, 用于将所述矩形图像转换为灰度图 P ;

第三子单元, 用于在所述矩形图像中, 以至少不同比例划分出多个子矩形图像 q_i , 其中, 各子矩形图像 q_i 均以所述中心点为中心, 所述比例均小于 1, i 为大于 1 的整数;

第四子单元, 用于将各子矩形图像 q_i 在矩形图像的平面内绕中心点旋转一定角度 α ;

第五子单元, 用于对各子矩形图像, 向其长度方向做投影得到长度方向投影曲线 $f(x)$, 计算该投影曲线 $f(x)$ 的波峰灰度值 $g_{\max}(q_i)$ 、波谷灰度值 $g_{\min}(q_i)$;

第六子单元, 用于对各子矩形图像 q_i , 计算其对称性 $\text{Sym}(q_i)$;

第七子单元，用于对各子矩形图像 q_i ，分别计算 $h(q_i) = g_{\max}(q_i) - \beta \cdot g_{\min}(q_i) + \eta \cdot \text{Sym}(q_i)$;

第八子单元，用于将各子矩形图像 q_i 的 $h(q_i)$ 值累加，获得旋转 α 角度下的累加 h 值;

第九子单元，用于在 (α_1, α_2) 的角度范围内变换旋转角度 α 的大小，并将转换后的角度传送给第四子单元，由第四子单元到第八子单元依次操作获得多个旋转角度下的 h 值;

第十子单元，用于从多个旋转角度下的多个 h 值中选择最大的 h 值，与该 h 值对应的旋转角度对应的图像即为校正图像。

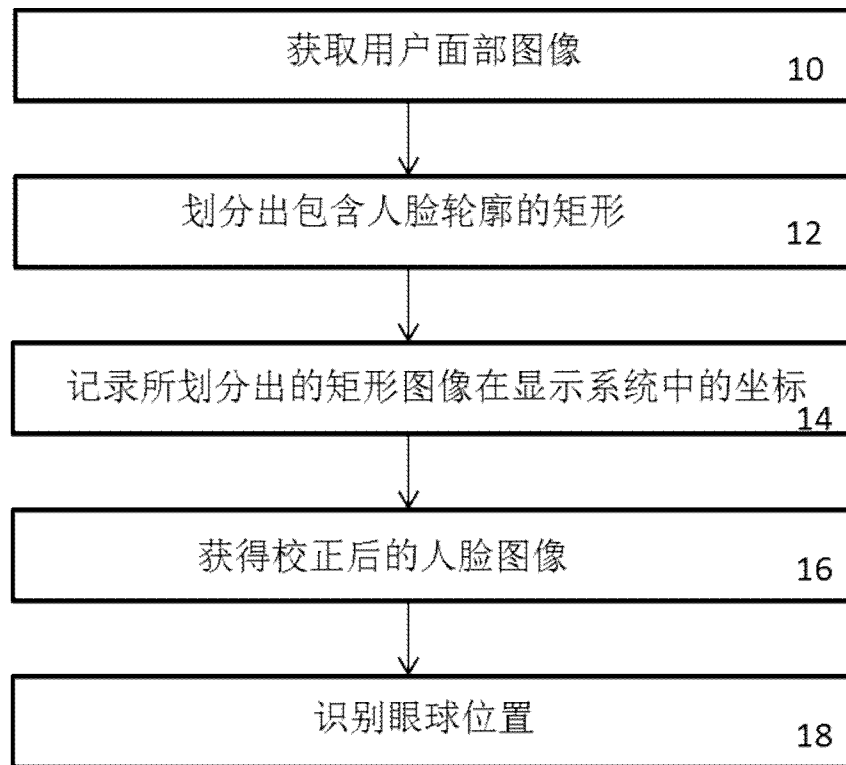


图 1

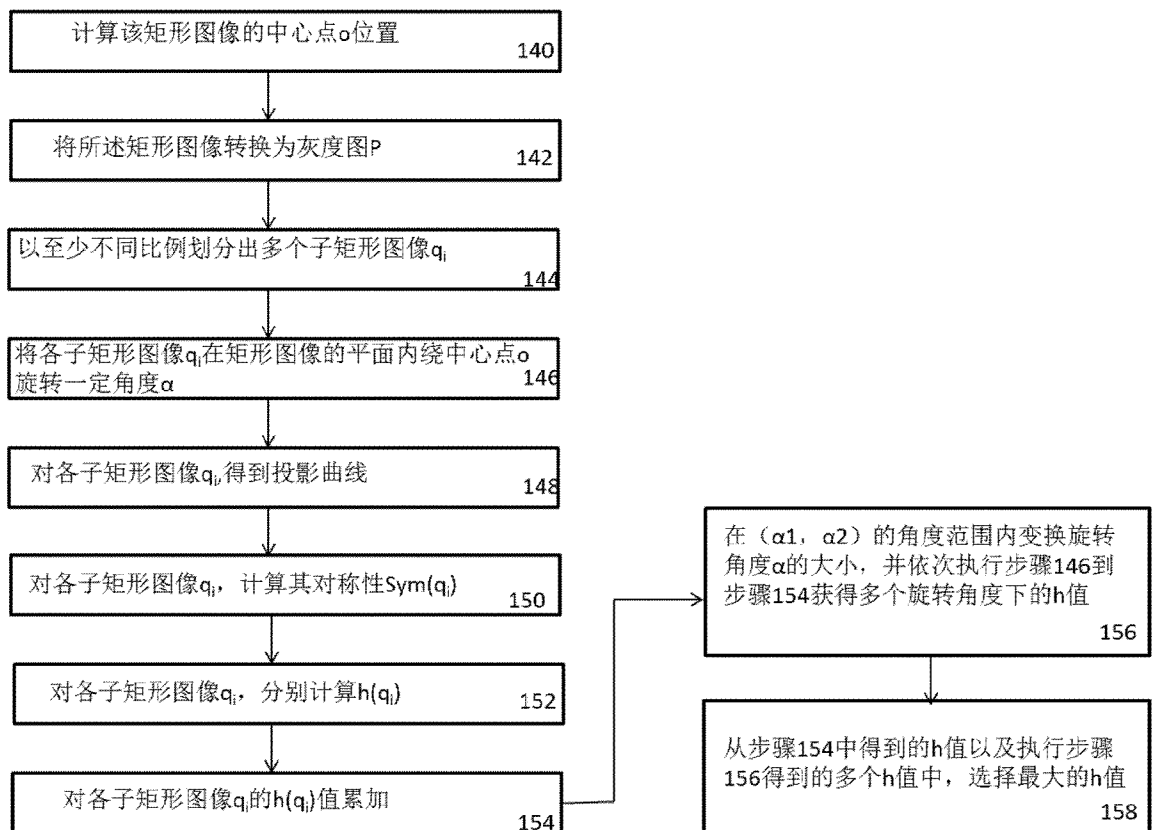


图 2

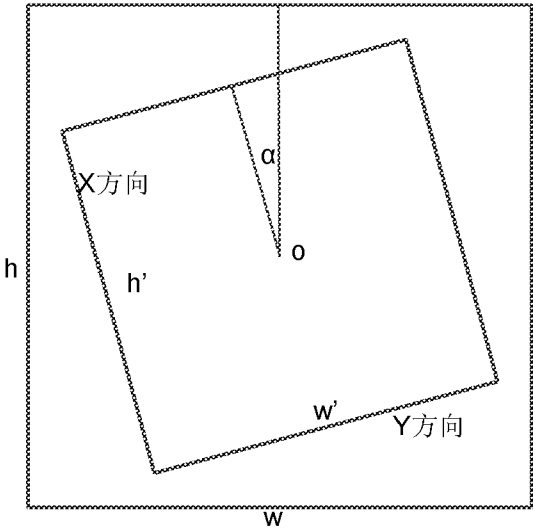


图 3

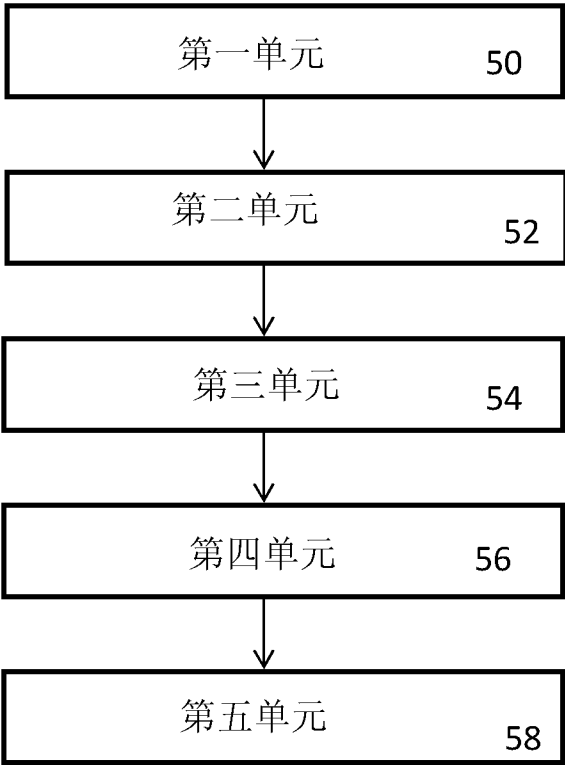


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/111515

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06K 9/00 (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)

G06K

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)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: human face, eyeball, eye, pupil, identify, recognize, distinguish, position, orientate, location, coordinate, face, correct, amend, modify, revise, adjust, project, curve, angle, rectangle, frame

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 105590103 A (CHINA UNIONPAY CO., LTD.), 18 May 2016 (18.05.2016), the whole document	1-6
A	CN 104063700 A (WUHAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY), 24 September 2014 (24.09.2014), description, paragraphs [0044]-[0046] and [0106]-[0115]	1-6
A	CN 101794377 A (SEIKO EPSON CORPORATION), 04 August 2010 (04.08.2010), the whole document	1-6
A	CN 102867172 A (TCL CORPORATION), 09 January 2013 (09.01.2013), the whole document	1-6
A	CN 103325099 A (BEIJING ZENOINTEL TECHNOLOGY CO., LTD.), 25 September 2013 (25.09.2013), the whole document	1-6
A	WO 2015067084 A1 (BEIJING TECHSHINO TECHNOLOGY CO., LTD.), 14 May 2015 (14.05.2015), the whole document	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 15 February 2017 (15.02.2017)	Date of mailing of the international search report 01 March 2017 (01.03.2017)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer XU, Wei Telephone No.: (86-10) 61648244

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/111515

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2008013799 A1 (FOTONATION VISION LTD.), 17 January 2008 (17.01.2008), the whole document	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2016/111515

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 105590103 A	18 May 2016	None	
CN 104063700 A	24 September 2014	None	
CN 101794377 A	04 August 2010	JP 2010176314 A	12 August 2010
		CN 101794377 B	26 December 2012
		US 2010189361 A1	29 July 2010
CN 102867172 A	09 January 2013	CN 102867172 B	21 December 2016
CN 103325099 A	25 September 2013	None	
WO 2015067084 A1	14 May 2015	CN 103632136 A	12 March 2014
		US 2016253550 A1	01 September 2016
US 2008013799 A1	17 January 2008	US 2014036109 A1	06 February 2014
		US 8391645 B2	05 March 2013
		US 8761449 B2	24 June 2014
		US 2012155709 A1	21 June 2012
		US 2012075504 A1	29 March 2012
		US 8498446 B2	30 July 2013
		US 7986811 B2	26 July 2011
		US 2013314525 A1	28 November 2013
		US 7630527 B2	08 December 2009
		US 2013169821 A1	04 July 2013
		US 7440593 B1	21 October 2008
		US 2008013800 A1	17 January 2008
		US 7912245 B2	22 March 2011
		US 9008374 B2	14 April 2015
		US 8989443 B2	24 March 2015
		US 2010220899 A1	02 September 2010
		US 2013315488 A1	28 November 2013

A. 主题的分类 G06K 9/00 (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) G06K 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)) CNPAT, CNKI, WPI, EPDOC: 眼球, 眼睛, 眼珠, 瞳孔, 识别, 辨别, 辨识, 定位, 位置, 坐标, 人脸, 面部, 校正, 修正, 投影, 曲线, 角度, 矩形, 框, eyeball, eye, pupil, identify, recognize, distinguish, position, orientate, location, coordinate, face, correct, amend, modify, revise, adjust, project, curve, angle, rectangle, frame																							
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 105590103 A (中国银联股份有限公司) 2016年 5月 18日 (2016 - 05 - 18) 全文</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104063700 A (武汉工程大学) 2014年 9月 24日 (2014 - 09 - 24) 说明书第[0044]-[0046]、[0106]-[0115]段</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101794377 A (精工爱普生株式会社) 2010年 8月 4日 (2010 - 08 - 04) 全文</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102867172 A (TCL集团股份有限公司) 2013年 1月 9日 (2013 - 01 - 09) 全文</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103325099 A (北京智诺英特科技有限公司) 2013年 9月 25日 (2013 - 09 - 25) 全文</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2015067084 A1 (BEIJING TECHSHINO TECHNOLOGY CO., LTD.) 2015年 5月 14日 (2015 - 05 - 14) 全文</td> <td>1-6</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 105590103 A (中国银联股份有限公司) 2016年 5月 18日 (2016 - 05 - 18) 全文	1-6	A	CN 104063700 A (武汉工程大学) 2014年 9月 24日 (2014 - 09 - 24) 说明书第[0044]-[0046]、[0106]-[0115]段	1-6	A	CN 101794377 A (精工爱普生株式会社) 2010年 8月 4日 (2010 - 08 - 04) 全文	1-6	A	CN 102867172 A (TCL集团股份有限公司) 2013年 1月 9日 (2013 - 01 - 09) 全文	1-6	A	CN 103325099 A (北京智诺英特科技有限公司) 2013年 9月 25日 (2013 - 09 - 25) 全文	1-6	A	WO 2015067084 A1 (BEIJING TECHSHINO TECHNOLOGY CO., LTD.) 2015年 5月 14日 (2015 - 05 - 14) 全文	1-6
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
PX	CN 105590103 A (中国银联股份有限公司) 2016年 5月 18日 (2016 - 05 - 18) 全文	1-6																					
A	CN 104063700 A (武汉工程大学) 2014年 9月 24日 (2014 - 09 - 24) 说明书第[0044]-[0046]、[0106]-[0115]段	1-6																					
A	CN 101794377 A (精工爱普生株式会社) 2010年 8月 4日 (2010 - 08 - 04) 全文	1-6																					
A	CN 102867172 A (TCL集团股份有限公司) 2013年 1月 9日 (2013 - 01 - 09) 全文	1-6																					
A	CN 103325099 A (北京智诺英特科技有限公司) 2013年 9月 25日 (2013 - 09 - 25) 全文	1-6																					
A	WO 2015067084 A1 (BEIJING TECHSHINO TECHNOLOGY CO., LTD.) 2015年 5月 14日 (2015 - 05 - 14) 全文	1-6																					
☒ 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 2017年 2月 15日		国际检索报告邮寄日期 2017年 3月 1日																					
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10) 62019451		授权官员 许微 电话号码 (86-10) 61648244																					

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
A	US 2008013799 A1 (FOTONATION VISION LTD.) 2008年 1月 17日 (2008 - 01 - 17) 全文	1-6

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/111515

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	105590103	A	2016年 5月 18日	无			
CN	104063700	A	2014年 9月 24日	无			
CN	101794377	A	2010年 8月 4日	JP	2010176314	A	2010年 8月 12日
				CN	101794377	B	2012年 12月 26日
				US	2010189361	A1	2010年 7月 29日
CN	102867172	A	2013年 1月 9日	CN	102867172	B	2016年 12月 21日
CN	103325099	A	2013年 9月 25日	无			
WO	2015067084	A1	2015年 5月 14日	CN	103632136	A	2014年 3月 12日
				US	2016253550	A1	2016年 9月 1日
US	2008013799	A1	2008年 1月 17日	US	2014036109	A1	2014年 2月 6日
				US	8391645	B2	2013年 3月 5日
				US	8761449	B2	2014年 6月 24日
				US	2012155709	A1	2012年 6月 21日
				US	2012075504	A1	2012年 3月 29日
				US	8498446	B2	2013年 7月 30日
				US	7986811	B2	2011年 7月 26日
				US	2013314525	A1	2013年 11月 28日
				US	7630527	B2	2009年 12月 8日
				US	2013169821	A1	2013年 7月 4日
				US	7440593	B1	2008年 10月 21日
				US	2008013800	A1	2008年 1月 17日
				US	7912245	B2	2011年 3月 22日
				US	9008374	B2	2015年 4月 14日
				US	8989443	B2	2015年 3月 24日
				US	2010220899	A1	2010年 9月 2日
				US	2013315488	A1	2013年 11月 28日