

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
G06T 7/00 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480010598.7

[45] 授权公告日 2008 年 4 月 16 日

[11] 授权公告号 CN 100382108C

[22] 申请日 2004. 10. 15

[21] 申请号 200480010598.7

[30] 优先权

[32] 2003. 10. 15 [33] JP [31] 354793/2003

[86] 国际申请 PCT/JP2004/015264 2004. 10. 15

[87] 国际公布 WO2005/038715 日 2005. 4. 28

[85] 进入国家阶段日期 2005. 10. 20

[73] 专利权人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 长桥敏则 日向崇

[56] 参考文献

US2003/0059092A1 2003. 3. 27

JP2002 - 342760A 2002. 11. 29

审查员 周 希

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

代理人 李 辉

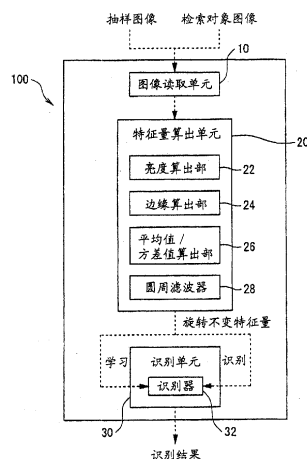
权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 7 页

[54] 发明名称

脸图像候选区域检索方法、检索系统

[57] 摘要

使用圆周滤波器(28)对抽样图像进行滤波,使识别单元(30)学习图像特征量,使用前述圆周滤波器(28)对检索对象图像(G)进行滤波,检测所滤波的各个区域的旋转不变的图像特征量,把所检测的各个图像特征量输入到前述识别单元(30)。这样,可高速判别滤波区域是否是脸图像候选区域,并且图像特征量的维数大幅度减少,因而不仅识别作业,连抽样图像的学习时间也可大幅度缩短。



1、一种脸图像候选区域检索方法，用于从未判明是否包含有脸图像的检索对象图像中检索存在脸图像的可能性高的脸图像候选区域，其特征在于，

使用在同心圆上形成逐渐大出 1 个像素的多个圆柱的圆周滤波器对多个学习用的抽样图像进行滤波，检测各个旋转不变的图像特征量，并使识别单元学习该各个图像特征量，然后，在前述检索对象图像内使用前述圆周滤波器顺次进行滤波，检测滤波后的每个区域的旋转不变的图像特征量，并把所检测的各个图像特征量顺次输入到前述识别单元，使用该识别单元顺次判别与所输入的图像特征量相对应的滤波区域是否是前述脸图像候选区域，而且作为前述旋转不变的图像特征量，使用沿前述圆周滤波器的各个圆的圆周对各个像素中的边缘强度、边缘方差值、亮度中的 1 个或 2 个以上的平均值求线性积分后的值按照圆的数量进行合计后的值。

2、一种脸图像候选区域检索方法，用于从未判明是否包含有脸图像的检索对象图像中检索存在脸图像的可能性高的脸图像候选区域，其特征在于，

使用在同心圆上形成逐渐大出 1 个像素的多个圆柱的圆周滤波器对多个学习用的抽样图像进行滤波，检测各个旋转不变的图像特征量，并根据该各个图像特征量算出前述抽样图像的平均脸向量，然后，使用前述圆周滤波器在前述检索对象图像内顺次进行滤波，检测滤波后的每个区域的旋转不变的图像特征量，并根据该图像特征量算出该每个区域的图像向量，然后，计算所算出的各个图像向量与前述平均脸向量的向量间距离，根据该距离顺次判别与该图像向量相对应的区域是否是脸图像候选区域，而且作为前述旋转不变的图像特征量，使用沿前述圆周滤波器的各个圆的圆周对各个像素中的边缘强度、边缘方差值、亮度中的 1 个或 2 个以上的平均值求线性积分后的值按照圆的数量进行合计后的值。

3、一种脸图像候选区域检索系统，用于从未判明是否包含有脸图像

的检索对象图像中检索存在脸图像的可能性高的脸图像候选区域，其特征在于，具有：

图像读取单元，其读取前述检索对象图像内的规定区域和学习用的抽样图像；

特征量算出单元，其使用相同的在同心圆上形成逐渐大出 1 个像素的多个圆柱的圆周滤波器对由前述图像读取单元所读取的前述检索对象图像内的规定区域和学习用的抽样图像分别进行滤波，来算出各个旋转不变的图像特征量；以及

识别单元，其学习由前述特征量算出单元所算出的学习用的抽样图像的旋转不变的图像特征量，并根据该学习结果识别由前述特征量算出单元所算出的前述检索对象图像内的规定区域是否是前述脸图像候选区域；

而且作为前述旋转不变的图像特征量，使用沿前述圆周滤波器的各个圆的圆周对各个像素中的边缘强度、边缘方差值、亮度中的 1 个或 2 个以上的平均值求线性积分后的值按照圆的数量进行合计后的值。

4、一种脸图像候选区域检索系统，用于从未判明是否包含有脸图像的检索对象图像中检索存在脸图像的可能性高的脸图像候选区域，其特征在于，具有：

图像读取单元，其读取前述检索对象图像内的规定区域和学习用的抽样图像；

特征量算出单元，其使用相同的在同心圆上形成逐渐大出 1 个像素的多个圆柱的圆周滤波器对由前述图像读取单元读取的前述检索对象图像内的规定区域和学习用的抽样图像分别进行滤波，来算出各个旋转不变的图像特征量；以及

识别单元，其根据由前述特征量算出单元算出的旋转不变的图像特征量算出前述学习用的抽样图像的平均脸向量和前述检索对象图像内的规定区域的图像向量，并计算所算出的两向量之间的距离，根据该距离识别前述检索对象图像内的规定区域是否是前述脸图像候选区域；

而且作为前述旋转不变的图像特征量，使用沿前述圆周滤波器的各

个圆的圆周对各个像素中的边缘强度、边缘方差值、亮度中的 1 个或 2 个以上的平均值求线性积分后的值按照圆的数量进行合计后的值。

## 脸图像候选区域检索方法、检索系统

### 技术领域

本发明涉及模式识别(Pattern recognition)和物体识别技术,具体地涉及用于从图像中高速检索存在人脸图像的可能性高的区域的脸图像候选区域检索方法和脸图像候选区域检索系统以及脸图像候选区域检索程序。

### 背景技术

随着近年来模式识别技术和诸如计算机等的信息处理装置的高性能化,字符和声音的识别精度取得显著提高,然而公知的是,对于在映有人物、物体、景色等的图像(例如通过数字照相机等获取的图像)的模式识别中,特别是准确且高速地识别在该图像中是否映有人脸的这一点,仍然是极其困难的作业。

然而,这样使用计算机等自动且准确地识别在图像中是否映有人脸、以及该人物是谁,这在实现生物体识别技术的建立和安全性的提高、罪犯搜查的迅速化、图像数据的整理和检索作业的高速化等方面成为极其重要的课题,关于该课题,以往提出了许多方案。

例如,在特开平 9-50528 号公报等中,对于某个输入图像,首先判定有无肤色区域,针对该肤色区域自动决定镶嵌尺寸来进行镶嵌,通过计算该镶嵌区域与人脸词典的距离来判定有无人脸,通过进行人脸的切出,减少由背景等的影响引起的误抽出,从而高效地从图像中自动找到人脸。

然而,前述以往技术具有的问题是,由于旋转(倾斜)的脸图像不被判断为脸图像,而是作为别的模式来处理,因而到抽出这种脸图像为止需要较长时间。

即,在检测倾斜(旋转)的脸图像的情况下,由于需要假定其旋转角,

针对所假定的每一个旋转角(例如每一个  $10^\circ$ )计算与人脸词典的一致度,或者使图像按每一个固定角度旋转,针对该各个角度计算一致度,因而存在需要庞大的计算时间的问题。

### 发明内容

因此,本发明是为了有效解决该课题而提出的,本发明的目的是提供可以从图像中高速检索存在人脸图像的可能性高的区域的新的脸图像候选区域检索方法和脸图像候选区域检索系统以及脸图像候选区域检索程序。

为了解决前述课题,发明1的脸图像候选区域检索方法,从未判定是否包含有脸图像的检索对象图像中检索存在该脸图像的可能性高的脸图像候选区域,其特征在于,使用规定的圆周滤波器对多个学习用的抽样图像进行滤波,检测各个旋转不变的图像特征量,并使识别单元学习该各个图像特征量,然后,使用前述圆周滤波器在前述检索对象图像内顺次进行滤波,检测滤波后的每个区域的旋转不变的图像特征量,并把所检测的各个图像特征量顺次输入到前述识别单元,使用该识别单元顺次判别与所输入的图像特征量相对应的滤波区域是否是前述脸图像候选区域。

即,本发明在以往用于脸图像的识别等的识别单元的学习时,不是直接输入多个学习用抽样图像的图像特征量来进行学习,而是把由规定的圆周滤波器滤波后的图像特征量作为对象来进行学习。

而且,当使用这样学习了抽样图像的旋转不变的图像特征量后的识别单元来判别检索对象图像中的规定区域图像是否是脸图像候选区域时,同样不是直接输入该区域的图像特征量,而是使用在前述学习时所使用的圆周滤波器进行滤波,算出滤波后的旋转不变的图像特征量,并输入该图像特征量。

这样,与检索对象图像中存在的脸的旋转(倾斜)无关,可以高速判别滤波区域是否是脸图像候选区域。并且,通过利用由圆周滤波器滤波后的旋转不变的图像特征量,图像特征量的维数大幅度减少,因而不仅

识别作业中的计算时间，连抽样图像的学习时间也可大幅度缩短。

并且，发明 2 的脸图像候选区域检索方法，根据发明 1 所述的脸图像候选区域检索方法，其特征在于，作为前述识别单元，使用支持向量机或神经网络。

即，该支持向量机(Support Vector Machine: 以下适当称为“SVM”) (将在后面详述)是在 1995 年由 AT&T 的 V. Vapnik 在统计学习理论的框架内提出的，是能够通过使用边界(margin)这一指标来求出最适合于将所有输入数据进行线性分离的超平面的学习机，公知的是，该支持向量机在模式识别能力方面是最优秀的学习模型之一。并且，即使在不能线性分离的情况下，也能通过使用核心诀窍法(kernel-trick)这一技术，来发挥高的识别能力。

另一方面，神经网络是模仿生物脑神经电路网的计算机模型，特别是作为多层型神经网络的 PDP(Parallel Distributed Processing: 并行分布处理)模型可进行不能线性分离的模式学习，是模式识别技术的分类方法的代表性模型。

因此，具体地说，如果具体使用这种高精度的识别器来作为前述识别单元，则误识别会大幅度减少，可实施高精度的识别。

并且，发明 3 的脸图像候选区域检索方法，从未判明是否包含有脸图像的检索对象图像中检索存在该脸图像的可能性高的脸图像候选区域，其特征在于，使用规定的圆周滤波器对多个学习用的抽样图像进行滤波，检测各个旋转不变的图像特征量，并根据该各图像特征量算出前述抽样图像的平均脸向量，然后，使用前述圆周滤波器在前述检索对象图像内顺次进行滤波，检测滤波后的每个区域的旋转不变的图像特征量，并根据该图像特征量算出每个区域的图像向量，然后，计算所算出的各图像向量与前述平均脸向量的向量间距离，根据该距离顺次判别与该图像向量相对应的区域是否是脸图像候选区域。

即，发明 1 使用由 SVM 等识别器构成的识别单元来判别滤波区域是否是脸图像候选区域，相对之下，本发明计算从抽样脸图像获得的平均脸向量与从滤波区域获得的图像向量的向量间距离，根据该距离判别与

该图像向量相对应的区域是否是脸图像候选区域。

这样，即使不使用由 SVM 等识别器构成的专用识别单元，也能高精度地识别滤波区域是否是脸图像候选区域。

并且，发明 4 的脸图像候选区域检索方法，根据发明 1~3 中的任意一项所述的脸图像候选区域检索方法，其特征在于，作为前述旋转不变的图像特征量，使用各像素中的边缘强度、或者边缘方差值、或者亮度中的任意一方，或者使用将沿前述圆周滤波器的各圆的圆周对该组合的平均数值求线性积分后的值按照圆的数量进行合计后的值。

这样，可以分别可靠地检测多个学习用的抽样脸图像和各滤波区域中的各个旋转不变的图像特征量，以及根据该图像特征量，可靠地检测前述抽样脸图像的平均脸向量和各滤波区域的图像向量。

并且，发明 5 的脸图像候选区域检索方法，根据发明 4 所述的脸图像候选区域检索方法，其特征在于，前述各像素中的边缘强度、或者边缘方差值是使用 Sobel(索贝尔)运算符来算出的。

即，该 Sobel 运算符是用于检测诸如图像中的边缘或线那样的浓淡急剧变化的部分的差分型边缘检测运算符之一，公知的是，与诸如 Roberts 和 Prewitt 等的其他差分型边缘检测运算符相比，是特别适于检测人脸的轮廓等的最佳运算符。

因此，通过使用该 Sobel 运算符算出各像素中的边缘强度或边缘方差值，能够准确地检测图像特征量。

另外，该 Sobel 运算符的形状如图 9(a: 横向边缘)和(b: 纵向边缘)所示，在把使用各个运算符算出的结果求平方和之后，通过取平方根，可求出边缘强度。

并且，发明 6 的脸图像候选区域检索系统，从未判定是否包含有脸图像的检索对象图像中检索存在脸图像的可能性高的脸图像候选区域，其特征在于，具有：图像读取单元，其读取前述检索对象图像内的规定区域和学习用的抽样图像；特征量算出单元，其使用相同圆周滤波器对由前述图像读取单元读取的前述检索对象图像内的规定区域和学习用的抽样图像分别进行滤波，来算出各个旋转不变的图像特征量；以及识别

单元，其学习由前述特征量算出单元算出的学习用的抽样图像的旋转不变的图像特征量，并根据该学习结果识别由前述特征量算出单元算出的前述检索对象图像内的规定区域是否是前述脸图像候选区域。

这样，与发明 1 一样，与检索对象图像中存在的脸的旋转无关，可高速且自动地判别滤波区域是否是脸图像候选区域，并且图像特征量的维数大幅度减少，因而不仅识别作业，连抽样图像的学习时间也可大幅度缩短。

并且，发明 7 的脸图像候选区域检索系统，根据发明 6 所述的脸图像候选区域检索系统，其特征在于，前述识别单元是支持向量机或神经网络识别器。

这样，与发明 2 一样，对滤波区域的误识别可大幅度减少，可实施高精度的识别。

并且，发明 8 的脸图像候选区域检索系统，从未判明是否包含有脸图像的检索对象图像中检索存在脸图像的可能性高的脸图像候选区域，其特征在于，具有：图像读取单元，其读取前述检索对象图像内的规定区域和学习用的抽样图像；特征量算出单元，其使用相同圆周滤波器对由前述图像读取单元读取的前述检索对象图像内的规定区域和学习用的抽样图像分别进行滤波，来算出各个旋转不变的图像特征量；以及识别单元，其根据由前述特征量算出单元算出的旋转不变的图像特征量算出前述学习用的抽样图像的平均脸向量和前述检索对象图像内的规定区域的图像向量，并计算所算出的两向量之间的距离，根据该距离识别前述检索对象图像内的规定区域是否是前述脸图像候选区域。

这样，与发明 3 一样，即使不使用由 SVM 等识别器构成的专用识别单元，也能判别滤波区域是否是脸图像候选区域。

并且，发明 9 的脸图像候选区域检索程序，用于从未判明是否包含有脸图像的检索对象图像中检索存在脸图像的可能性高的脸图像候选区域，其特征在于，该程序使计算机执行以下步骤：图像读取步骤，读取前述检索对象图像内的规定区域和学习用的抽样图像；特征量算出步骤，使用相同圆周滤波器对在前述图像读取步骤读取的前述检索对象图像内

的规定区域和学习用的抽样图像分别进行滤波，来算出各个旋转不变的图像特征量；以及识别步骤，学习在前述特征量算出步骤算出的学习用的抽样图像的旋转不变的图像特征量，并根据该学习结果识别在前述特征量算出步骤算出的前述检索对象图像内的规定区域是否是前述脸图像候选区域。

这样，可取得与发明 1 相同的效果，并可使用个人计算机等通用计算机系统在软件上实现它们的各个功能，因而与制造各专用硬件来实现各个功能的情况相比，更经济且容易实现。并且，只需改写程序的一部分，就可容易地进行该各个功能的改进。

并且，发明 10 的脸图像候选区域检索程序，用于从未判明是否包含有脸图像的检索对象图像中检索存在脸图像的可能性高的脸图像候选区域，其特征在于，该程序使计算机执行以下步骤：图像读取步骤，读取前述检索对象图像内的规定区域和学习用的抽样图像；特征量算出步骤，使用相同圆周滤波器对在前述图像读取步骤读取的前述检索对象图像内的规定区域和学习用的抽样图像分别进行滤波，来算出各个旋转不变的图像特征量；以及识别步骤，根据在前述特征量算出步骤获得的旋转不变的图像特征量算出前述学习用的抽样图像的平均脸向量和前述检索对象图像内的规定区域的图像向量，并计算所算出的两向量之间的距离，根据该距离识别前述检索对象图像内的规定区域是否是前述脸图像候选区域。

这样，可取得与发明 3 相同的效果，并可与发明 9 一样使用个人计算机等通用计算机系统在软件上实现它们的各个功能，因而与制造各专用硬件来实现各个功能的情况相比，更经济且容易实现。并且，只需改写程序的一部分，就可容易地进行该各个功能的改进。

#### 附图说明

图 1 是示出脸图像候选区域检索系统的一实施方式的方框图。

图 2 是示出脸图像候选区域检索方法的一实施方式的流程图。

图 3 是示出检索对象图像的一例的图。

图 4 是示出使用圆周滤波器对检索对象图像的一部分区域进行了滤波后的状态的概念图。

图 5 是示出使用圆周滤波器对检索对象图像的一部分区域进行了滤波后的状态的概念图。

图 6 是示出构成圆周滤波器的观察像素的排列的说明图。

图 7 是示出构成圆周滤波器的观察像素的排列的说明图。

图 8 是示出构成圆周滤波器的观察像素的排列的说明图。

图 9 是示出 Sobel 运算符的形状的图。

### 具体实施方式

下面, 参照附图对本发明的最佳实施方式进行详述。

图 1 是示出本发明的脸图像候选区域检索系统 100 的一实施方式的图。

如图所示, 该脸图像候选区域检索系统 100 主要由以下部分构成: 图像读取单元 10, 其读取学习用的抽样图像和检索对象图像; 特征量算出单元 20, 其算出由该图像读取单元 10 读取的图像的旋转不变的图像特征量; 以及识别单元 30, 其根据由该特征量算出单元 20 算出的旋转不变的图像特征量, 识别前述检索对象图像是否是脸图像候选区域。

该图像读取单元 10, 具体地说, 是诸如数字静态照相机和数字摄像机等的 CCD(Charge Coupled Device: 电荷耦合器件)照相机或视象管摄像机、图像扫描器、鼓形扫描器等, 并提供以下功能: 把所读入的检索对象图像内的规定区域以及成为学习用的抽样图像的多个脸图像和非脸图像进行 A/D 转换, 并把该数字数据顺次发送到特征量算出单元 20。

特征量算出单元 20 进一步由以下部分构成: 亮度算出部 22, 其算出图像中的亮度; 边缘算出部 24, 其算出图像中的边缘强度; 平均值/方差值算出部 26, 其求出边缘强度的平均值、亮度的平均值或边缘强度的方差值; 以及圆周滤波器 28, 其具有多个同心圆, 并且特征量算出单元 20 提供以下功能: 通过沿圆周滤波器 28 的圆周对由平均值/方差值算出部 26 进行离散抽样的像素值求线性积分, 并把其值按各圆的圆周数进行合

计，来算出各抽样图像和检索对象图像的旋转不变的图像特征量，并把该图像特征量顺次发送到识别单元 30。

识别单元 30，具体地说，具有由支持向量机(SVM)构成的识别器 32，并提供以下功能：学习由前述特征量算出单元 20 算出的成为学习用的抽样的多个脸图像和非脸图像的旋转不变的图像特征量，并根据该学习结果，识别由特征量算出单元 20 算出的检索对象图像内的规定区域是否是脸图像候选区域。

该支持向量机是如前所述可使用边界这一指标求出最适合于使所有输入数据线性分离的超平面的学习机，公知的是，即使在不能线性分离的情况下，也能通过使用核心诀窍法(kernel trick)的技术，发挥高的识别能力。

而且，在本实施方式中使用的 SVM 可分为 2 个步骤：1. 进行学习的步骤；2. 进行识别的步骤。

首先，在 1. 进行学习的步骤，如图 1 所示，在使用图像读取单元 10 读取了成为学习用的抽样图像的多个脸图像和非脸图像之后，使用特征量算出部 20 算出由圆周滤波器 28 滤波后的各个图像的特征量，并将该特征量作为特征向量来学习。

此后，在 2. 进行识别的步骤，顺次读入检索对象图像内的规定区域并同样使用圆周滤波器 28 对其进行滤波，算出滤波后的图像的旋转不变的特征量，将其作为特征向量输入，根据所输入的特征向量在该识别超平面与哪个区域对应来判别是否是存在脸图像的可能性高的区域。

这里，用于学习的抽样用的脸图像和非脸图像的大小与圆周滤波器 28 的大小是相同大小，例如如果圆周滤波器 28 是  $19 \times 19$  像素(pixel)，则抽样用的脸图像和非脸图像的大小按照  $19 \times 19$  像素来执行，并且，即使在检测脸图像时，也针对相同大小的区域来执行。

而且，下面将参照“パターン認識と学習の統計学”(岩波书店，麻生英树、津田宏治、村田昇著)pp107~118 的描述对该 SVM 进行更详细的说明，在识别的问题是是非线性的情况下，SVM 可使用非线性核函数，这种情况下的识别函数由以下公式 1 来表示。

即，在公式 1 的值是“0”的情况下，该识别函数为识别超平面，在是除“0”以外的情况下，该识别函数为根据所提供的图像特征量计算的到识别超平面的距离。并且，在公式 1 的结果是非负的情况下，是脸图像，在负的情况下，是非脸图像。

[公式 1]

$$f(\Phi(x)) = \sum_{i=1}^n \alpha_i * y_i * K(x, x_i) + b$$

其中， $x$ 、 $x_i$  是图像特征量。 $K$  是核函数，在本实施方式中使用下述公式 2 的函数。

[公式 2]

$$K(x, x_i) = (a * x * x_i + b)^T$$

其中， $a=1$ 、 $b=0$ 、 $T=2$

另外，该特征量算出单元 20、识别单元 30 以及图像读取单元 10 的控制等实际上是使用其中将 CPU(中央控制装置)、RAM(主存储装置)、ROM(辅助存储装置)、各种接口等通过总线连接的硬件系统，以及预先存储在诸如硬盘驱动器(HDD)、半导体 ROM 或者 CD-ROM、DVD-ROM 等的各种记录介质内的专用计算机程序(软件)在个人计算机等的计算机系统上实现的。

下面，对本发明的脸图像候选区域检索方法的一例进行说明。

图 2 是实际示出对成为检索对象的图像的脸图像候选区域检索方法的一例的流程图，然而在实际进行识别时，必须预先经过学习脸图像和非脸图像的步骤，该脸图像和非脸图像为由用于识别的 SVM 构成的识别器 32 的学习用抽样图像。

该学习步骤，如以往那样，算出成为抽样图像的各脸图像和非脸图像的特征量，将该特征量连同表示是脸图像还是非脸图像的信息一起输入，而作为该输入的图像特征量，使用由图 6～图 8 所示的包含 9 个同心圆的 9 维圆周滤波器进行了滤波后的旋转不变的特征量。

如图 6～图 8 所示，该圆周滤波器 28 是把滤波器尺寸设定为  $19 \times 19$ ，即把标准化的图像尺寸设定为  $19 \times 19$  像素的例，通过沿着其圆周对与各图中符号“1”相当的像素求线性积分，并将该积分值按各圆进行合计，

来针对各图像获得 9 维的旋转不变的特征量。

即，对于图 6(a)的滤波器  $F^0$ ，由表示成为线性积分计算对象的像素的符号“1”构成的圆最大，对于图 6(b)的滤波器  $F^1$ ，示出与滤波器  $F^0$  的圆相比纵横各少 1 个像素的圆，对于图 6(c)的滤波器  $F^2$ ，示出比图 6(b)纵横再各少 1 个像素的圆。并且，对于图 7(a)~(c)的滤波器  $F^3 \sim F^5$ ，示出纵横再各少 1 个像素的圆，对于图 8(a)~(c)的滤波器  $F^6 \sim F^8$ ，示出纵横再各少 1 个像素的圆，滤波器  $F^8$  的圆为最小的圆。即，对于本实施方式的圆周滤波器 28，滤波器尺寸是  $19 \times 19$  像素，在同心圆上形成从其中中央逐渐大出 1 个像素的 9 个圆。

另外，在预先要学习的学习图像大于  $19 \times 19$  的情况下，使用特征量算出单元 20 的平均值/方差值算出部 28 把该图像镶嵌处理成  $19 \times 19$  的块，然后再使用前述滤波器 28 获得 9 维旋转不变的特征量。

然后，使用这样由 9 个同心圆构成的圆周滤波器 28 进行前述学习，并可通过使用下述公式 3 所示的计算式，来求出下面用于识别的旋转不变的图像特征量。

[公式 3]

$$V_k = \sum_{x,y=0}^{x=w-1,y=h-1} F^k(x,y) * P(x,y)$$

式中，

-w 是横向像素数，h 是纵向像素数

-x、y 是像素在横、纵向的位置

- $F^k$  是圆周滤波器

-P 是使用前述方法求出的像素特征量

然后，如果要使识别器 32 这样进行旋转不变的图像特征量的学习，则如图 2 的步骤 S101 所示，选择检索对象图像 G 内的成为识别对象的区域。

这里，作为该检索对象图像 G，是例如图 3 和图 4 所示的一对年轻男女的照片，男性的脸垂直并面向正面，而女性的脸处于倾斜(旋转)的状态，而且，假定要利使用的圆周滤波器 28 的大小是该检索对象图像 G 的大约 1/4。

在此情况下, 首先, 作为最初选择的检索对象区域, 是把该检索对象图像 G 从其中央纵横分割成 4 部分后的左上区域, 如图 4 所示, 针对该区域的图像使用前述的圆周滤波器 28, 生成该区域的旋转不变的图像特征量(步骤 S103)。

然后, 当这样生成针对该检索对象区域的旋转不变的图像特征量后, 转到下一步骤 S105, 把该旋转不变的图像特征量输入到作为识别器 32 的 SVM, 利用该 SVM 判定该区域是否是脸图像候选区域。另外, 该判定结果单独存储在未作图示的存储单元等内。

然后, 当这样结束了针对该检索对象图像 G 的左上区域的判定后, 转到下一步骤 S107, 判断针对检索对象图像 G 内的所有区域的判定是否结束, 当判断为未结束时(No), 再次转到最初的步骤 S101, 选择下一区域, 重复同样的步骤。

在图 4 的例中, 由于仅对检索对象图像 G 的左上区域进行了判定, 因而在步骤 S107 当然选择否(No), 转到最初步骤 S101 之后, 选择从该最初区域朝图中右侧移动了一定距离, 例如从最初区域朝图中右侧移动了 5 个像素的区域作为下一判定区域, 顺次进行同样的判定。然后, 如果该圆周滤波器 28 到达了检索对象图像 G 内的右端区域, 则使该圆周滤波器 28 直接朝下方向移动例如 5 个像素之后, 此次在检索对象图像 G 内朝左方向顺次移动的同时, 针对各区域进行判定。

然后, 在这样在该检索对象图像 G 内顺次移动到下一区域的同时, 实施判定, 如图 5 所示, 到达检索对象图像 G 内的最右下区域, 如果判断为针对所有区域的判定结束(Yes), 则转到下一步骤 S109, 判定在前述步骤 S105 被认为是脸图像区域的区域实际上是否是脸图像, 然后结束处理。在图 3~图 5 的示例中, 当圆周滤波器 28 到达了男性的脸图像区域时, 和当圆周滤波器 28 到达了除上述男性脸图像区域之外的女性的脸图像区域时, 这 2 个区域都检测为脸图像候选区域。另外, 该步骤 S109 的判定, 如果直接应用如现有技术, 即前述特开平 9-50528 号公报等那样通过镶嵌肤色区域, 计算该镶嵌区域和人脸词典的距离, 并由此来判定有无人脸的技术, 则可自动实施人脸判定。

这样，本发明针对学习用的图像和检索图像使用圆周滤波器来求出旋转不变的图像特征量，根据该旋转不变的图像特征量判定是否是脸图像候选区域，因而不仅可大幅度减少学习所需要的时间，而且还可大幅度缩短检索所需要的时间，可高速实现脸图像候选区域的检索。

即，尽管在前述例中针对与  $19 \times 19$  个像素直接对应的图像特征量需要计算 361 ( $19 \times 19$ ) 维的特征，然而根据本发明，计算所需要的维数是 9 维，可相应地大幅度削减计算时间。并且，如图 3~图 5 所示，针对各区域原则上是进行 1 次判别作业，不仅是垂直竖立的男性的脸，连倾斜的女性的脸都可以确实地判别是脸图像候选区域。

另外，在本实施方式中，以使用 SVM 等识别器 32 作为识别滤波区域是否是脸图像候选区域的识别单元 30 为例进行了说明，然而即使采用不使用这种识别器 32 的方法，也能识别该区域是否是脸图像候选区域。

即，使用前述公式 3，根据学习用的抽样脸图像生成平均脸向量，并同样使用公式 3，根据滤波区域生成图像向量，计算该 2 个向量之间的距离，如果该向量间距离小于等于根据脸图像和非脸图像所预先求出的规定阈值，则判定为是脸图像候选区域，在该向量间距离超过该阈值的情况下，判定为不是脸图像候选区域。

即，如果下述公式 4 的值小于该阈值，则认为是脸图像区域。

[公式 4]

$$\sum_k (\mathbf{v}_k - \bar{\mathbf{v}})^2 / |\mathbf{v}| |\bar{\mathbf{v}}|$$

式中， $|\mathbf{v}|$ 、 $|\bar{\mathbf{v}}|$  是各向量的大小。

这样，与前述实施方式一样，可高速实施脸图像候选区域的检索，实际上采用该方法，也能以较高概率抽出脸图像候选区域。

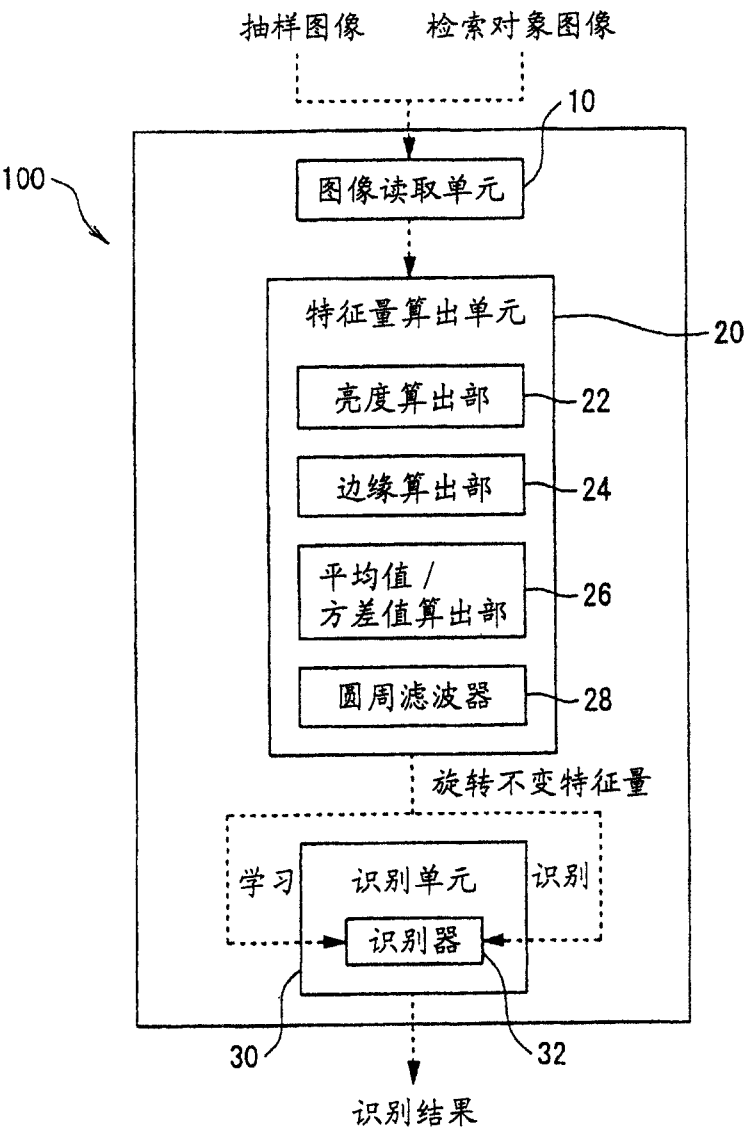


图 1

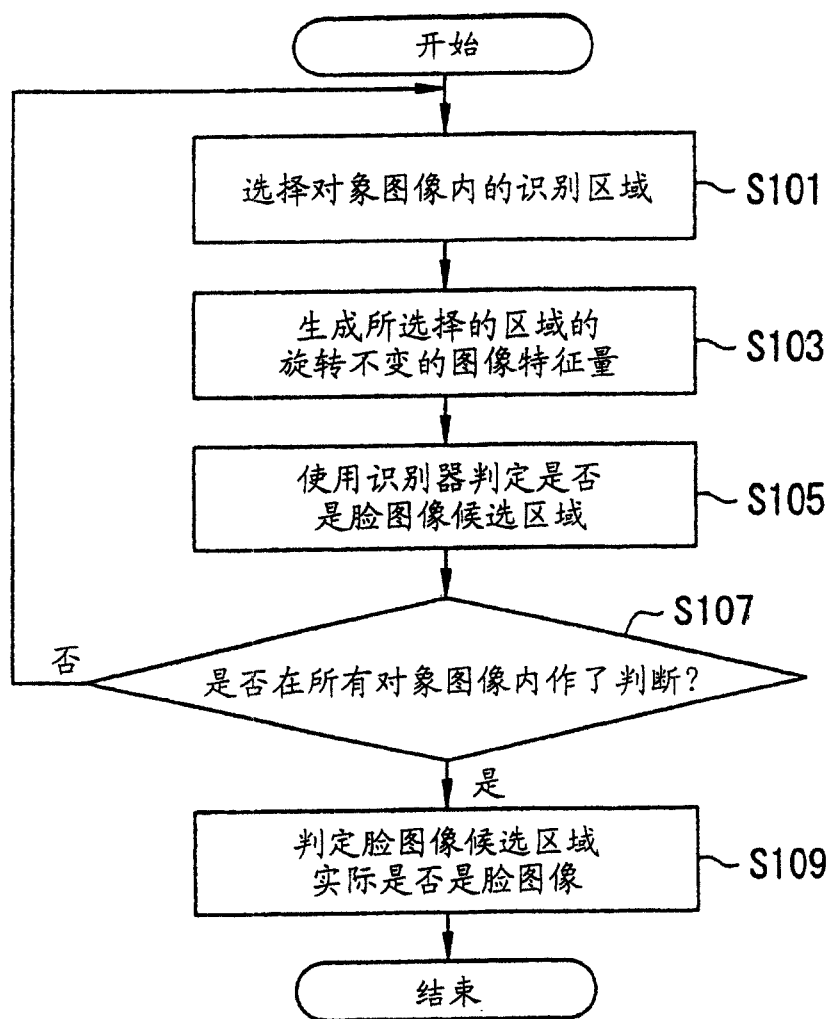


图 2

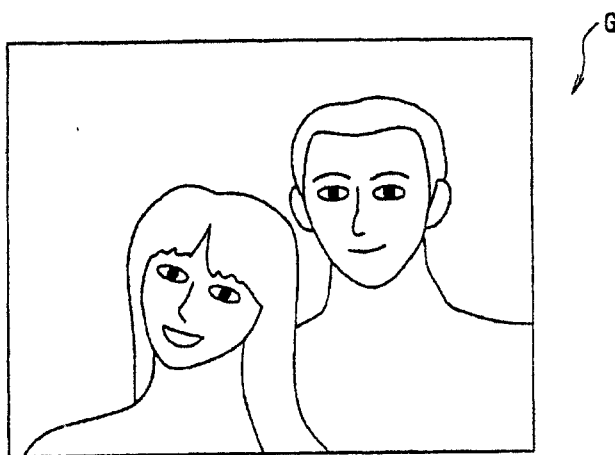


图 3

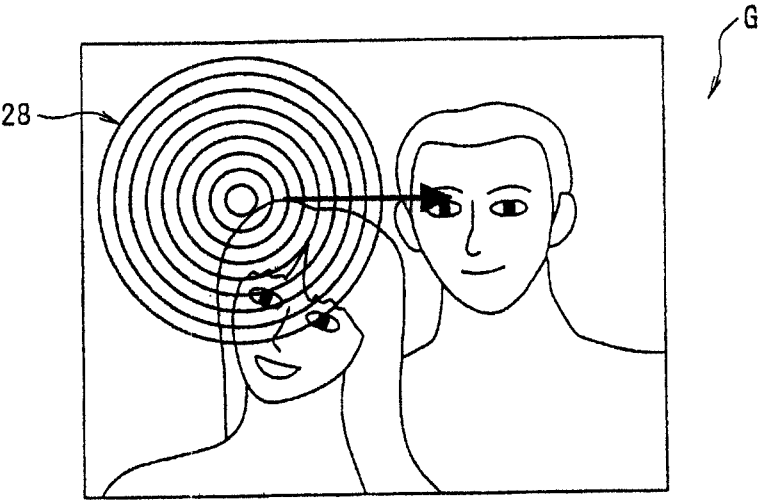


图 4

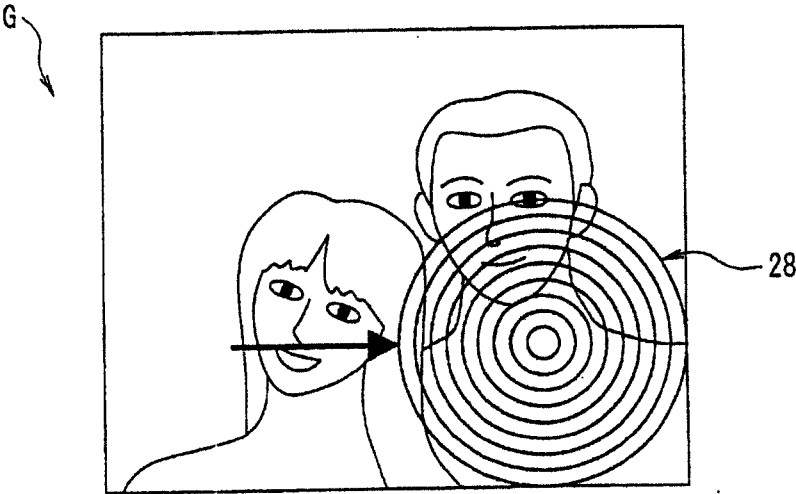


图 5

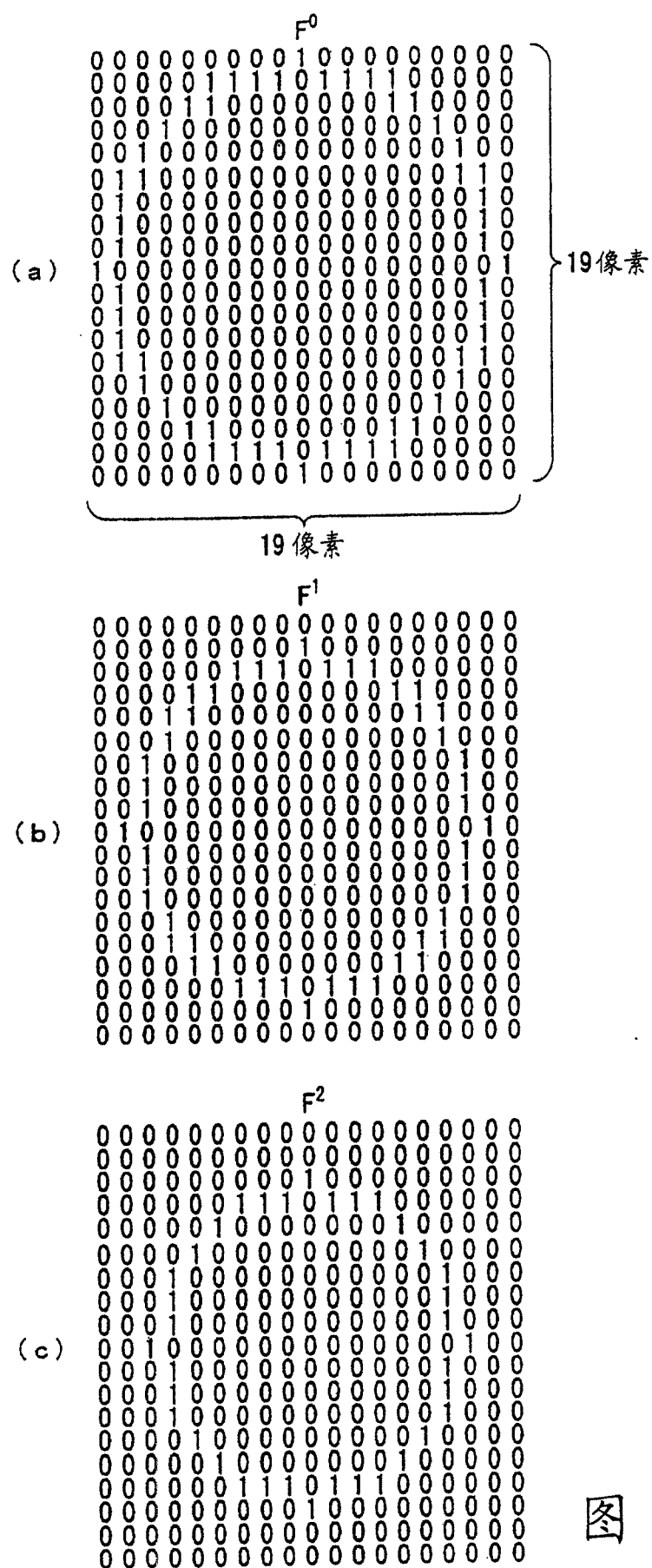


图 6



[illegible][illegible][illegible]

图 8

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

横向边缘

(a)

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{pmatrix}$$

纵向边缘

(b)

图 9