



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102542286 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 04

(21) 申请号 201110305469. 2

(22) 申请日 2011. 09. 30

(30) 优先权数据

2010-229368 2010. 10. 12 JP

(71) 申请人 索尼公司

地址 日本东京都

(72) 发明人 横野顺 大久保厚志

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 朱胜 陈炜

(51) Int. Cl.

G06K 9/62 (2006. 01)

G06K 9/46 (2006. 01)

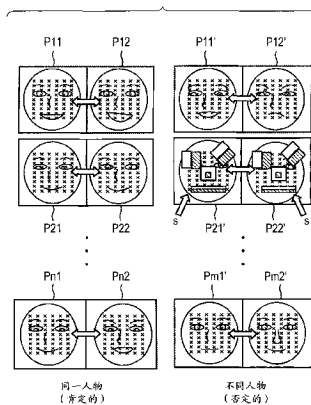
权利要求书 4 页 说明书 15 页 附图 16 页

(54) 发明名称

学习装置、学习方法、识别装置、识别方法和程序

(57) 摘要

本发明提供了一种学习装置、学习方法、识别装置、识别方法和程序,其中,学习装置包括:获取部,其获取相同对象出现的多个图像对和不同对象出现的多个图像对;设置部,其在每个图像对中的一幅图像和另一幅图像上设置特征点;选择部,其选择设置在该一幅图像和该另一幅图像的同位置处的多个指定特征点,由此针对每个指定特征点选择特征提取滤波器;提取部,其通过使用多个特征提取滤波器,提取一幅图像和另一幅图像中的每幅图像的指定特征点的特征;计算部,其计算特征之间的相关性;以及学习部,其基于标记信息和相关性,学习同一对象分类器。



1. 一种学习装置,包括:

获取部,其获取相同对象出现的多个图像对和不同对象出现的多个图像对;

设置部,其在所述获取部获取的每个图像对中的一幅图像和另一幅图像上设置特征点;

选择部,其选择设置在所述一幅图像和所述另一幅图像的相同位置处的多个指定特征点,由此针对每个指定特征点选择用于提取所述指定特征点的特征的特征提取滤波器;

提取部,其通过使用所述选择部选择的多个所述特征提取滤波器,提取所述一幅图像和所述另一幅图像中的每幅图像的所述指定特征点的特征;

计算部,其计算通过所述提取部从所述一幅图像中提取的特征与通过所述提取部从所述另一幅图像中提取的特征之间的相关性;以及

学习部,其基于标记信息和所述计算部计算出的所述相关性,学习用于识别两幅图像中出现的对象是否相同的同一对象分类器,其中,所述标记信息表示所述一幅图像和所述另一幅图像中出现的对象是否是同一对象。

2. 根据权利要求 1 所述的学习装置,

其中,所述学习部通过提升学习所述同一对象分类器,所述同一对象分类器是由多个弱分类器组成的强分类器,并且

其中,每当所述学习部学习所述弱分类器时,所述选择部随机选择所述指定特征点和所述特征提取滤波器。

3. 根据权利要求 2 所述的学习装置,还包括生成部,其中,所述生成部在所述一幅图像和所述另一幅图像中的每幅图像被设置为原始图像时,根据所述原始图像生成第一积分图像,其中,当将所述原始图像的四个角中的指定角设置为基准位置时,所述第一积分图像的每个像素的像素值等于四角形的区域内的像素的亮度值的总和,所述四角形具有将所述基准位置与每个像素的位置连接的对角线,

其中,每个特征提取滤波器是矩形滤波器。

4. 根据权利要求 3 所述的学习装置,其中,所述生成部在所述一幅图像和所述另一幅图像中的每幅图像被设置为所述原始图像时,进一步根据所述原始图像生成第二积分图像,其中,当将所述原始图像的每个像素的位置设置为顶角为 90 度的三角形的顶点并且将所述原始图像的四边中的指定边设置为所述三角形的底边时,所述第二积分图像的每个像素的像素值等于所述三角形的区域内的像素的亮度值的总和。

5. 根据权利要求 1 所述的学习装置,还包括存储部,所述存储部存储表示所述选择部选择的多个所述特征提取滤波器的信息和所述同一对象分类器的信息。

6. 一种学习方法,包括:

获取相同对象出现的多个图像对和不同对象出现的多个图像对;

在所获取的每个图像对中的一幅图像和另一幅图像上设置特征点;

选择设置在所述一幅图像和所述另一幅图像的相同位置处的多个指定特征点,由此针对每个指定特征点选择用于提取所述指定特征点的特征的特征提取滤波器;

通过使用所选择的多个所述特征提取滤波器,提取所述一幅图像和所述另一幅图像中的每幅图像的所述指定特征点的特征;

计算从所述一幅图像中提取的特征与从所述另一幅图像中提取的特征之间的相关性;

以及

基于标记信息和所计算出的相关性,学习用于识别两幅图像中出现的对象是否相同的同一对象分类器,其中,所述标记信息表示所述一幅图像和所述另一幅图像中出现的对象是否是同一对象。

7. 一种程序,用于使计算机执行包括以下功能的处理:

获取相同对象出现的多个图像对和不同对象出现的多个图像对;

在所获取的每个图像对中的一幅图像和另一幅图像上设置特征点;

选择设置在所述一幅图像和所述另一幅图像的相同位置处的多个指定特征点,由此针对每个指定特征点选择用于提取所述指定特征点的特征的特征提取滤波器;

通过使用所选择的多个所述特征提取滤波器,提取所述一幅图像和所述另一幅图像中的每幅图像的所述指定特征点的特征;

计算从所述一幅图像中提取的特征与从所述另一幅图像中提取的特征之间的相关性;

以及

基于标记信息和所计算出的相关性,学习用于识别两幅图像中出现的对象是否相同的同一对象分类器,其中,所述标记信息表示所述一幅图像和所述另一幅图像中出现的对象是否是同一对象。

8. 一种识别装置,包括:

存储部,其存储表示多个特征提取滤波器的信息和通过学习装置的学习而生成的同一对象分类器的信息,其中,所述学习装置:

获取相同对象出现的多个图像对和不同对象出现的多个图像对;

在所获取的每个图像对中的一幅图像和另一幅图像上设置特征点;

选择设置在所述一幅图像和所述另一幅图像的相同位置处的多个指定特征点,由此针对每个指定特征点选择用于提取所述指定特征点的特征的特征提取滤波器;

通过使用所选择的多个所述特征提取滤波器,提取所述一幅图像和所述另一幅图像中的每幅图像的所述指定特征点的特征;

计算从所述一幅图像中提取的特征与从所述另一幅图像中提取的特征之间的相关性;

以及

基于标记信息和所计算出的相关性,学习用于识别两幅图像中出现的对象是否相同的所述同一对象分类器,其中,所述标记信息表示所述一幅图像和所述另一幅图像中出现的对象是否是同一对象;

获取部,其获取所述图像对;

设置部,其在所述获取部获取的每个图像对中的所述一幅图像和所述另一幅图像上设置特征点;

提取部,其通过使用由所述存储部中所存储的信息表示的所述多个特征提取滤波器,在所述获取部获取的图像对中的所述一幅图像和所述另一幅图像中提取所述设置部设置的各个特征点的特征;

计算部,其计算通过所述提取部从所述一幅图像中提取的特征与通过所述提取部从所述另一幅图像中提取的特征之间的相关性;以及

识别部,其在所述计算部计算出的相关性被提供作为输入时,基于所述同一对象分类

器,识别所述获取部获取的图像对中的所述一幅图像和所述另一幅图像中出现的对象是否是同一对象。

9. 根据权利要求 8 所述的识别装置,其中,所述识别部计算基于构成作为强分类器的所述同一对象分类器的多个弱分类器而计算出的得分的总和,并且如果所计算出的总和等于或大于阈值,则将所述获取部获取的图像对中的所述一幅图像和所述另一幅图像中出现的对象识别为同一对象。

10. 一种识别装置的识别方法,所述识别装置包括存储部,其存储表示多个特征提取滤波器的信息和通过学习装置的学习而生成的同一对象分类器的信息,其中,所述学习装置获取相同对象出现的多个图像对和不同对象出现的多个图像对;在所获取的每个图像对中的一幅图像和另一幅图像上设置特征点;选择设置在所述一幅图像和所述另一幅图像的相同位置处的多个指定特征点,由此针对每个指定特征点选择用于提取所述指定特征点的特征的特征提取滤波器;通过使用所选择的多个特征提取滤波器,提取所述一幅图像和所述另一幅图像中的每幅图像的所述指定特征点的特征;计算从所述一幅图像中提取的特征与从所述另一幅图像中提取的特征之间的相关性;以及基于标记信息和所计算出的相关性,学习用于识别两幅图像中出现的对象是否相同的所述同一对象分类器,其中,所述标记信息表示所述一幅图像和所述另一幅图像中出现的对象是否是同一对象,所述识别方法包括以下步骤:

获取图像对;

在所获取的每个图像对中的所述一幅图像和所述另一幅图像上设置所述特征点;

通过使用由所述存储部中所存储的信息表示的所述多个特征提取滤波器,在所获取的图像对中的所述一幅图像和所述另一幅图像中提取所设置的各个特征点的特征;

计算从所述一幅图像中提取的特征与从所述另一幅图像中提取的特征之间的相关性;以及

当所计算出的相关性被提供作为输入时,基于所述同一对象分类器,识别所获取的图像对中的所述一幅图像和所述另一幅图像中出现的对象是否是同一对象。

11. 一种用于使计算机执行识别装置的处理的程序,所述识别装置包括存储部,其存储表示多个特征提取滤波器的信息和通过学习装置的学习而生成的同一对象分类器的信息,其中,所述学习装置获取相同对象出现的多个图像对和不同对象出现的多个图像对;在所获取的每个图像对中的一幅图像和另一幅图像上设置特征点;选择设置在所述一幅图像和所述另一幅图像的相同位置处的多个指定特征点,由此针对每个指定特征点选择用于提取所述指定特征点的特征的特征提取滤波器;通过使用所选择的多个特征提取滤波器,提取所述一幅图像和所述另一幅图像中的每幅图像的所述指定特征点的特征;计算从所述一幅图像中提取的特征与从所述另一幅图像中提取的特征之间的相关性;以及基于标记信息和所计算出的相关性,学习用于识别两幅图像中出现的对象是否相同的所述同一对象分类器,其中,所述标记信息表示所述一幅图像和所述另一幅图像中出现的对象是否是同一对象,所述处理包括以下功能:

获取图像对;

在所获取的每个图像对中的所述一幅图像和所述另一幅图像上设置所述特征点;

通过使用由所述存储部中所存储的信息表示的所述多个特征提取滤波器,在所获取的

图像对中的所述一幅图像和所述另一幅图像中提取所设置的各个特征点的特征；

计算从所述一幅图像中提取的特征与从所述另一幅图像中提取的特征之间的相关性；
以及

当所计算出的相关性被提供作为输入时，基于所述同一对象分类器，识别所获取的图像对中的所述一幅图像和所述另一幅图像中出现的对象是否是同一对象。

学习装置、学习方法、识别装置、识别方法和程序

技术领域

[0001] 本公开内容涉及一种学习装置、学习方法、识别装置、识别方法和程序。具体地，本公开内容涉及能够更迅速地且更精确地识别两幅图像中出现的对象是否是同一对象的学习装置、学习方法、识别装置、识别方法和程序。

背景技术

[0002] 相关技术中的面部识别方法大致分为如下两种方法：使用同一人物分类器的识别方法以及使用多类分类器的识别方法。在“Face Recognition Using Boosted Local Features”(Michael Jones和Paul Viola,Mitsubishi Electric Research Laboratories Technical Report,2003年4月)和“Face Recognition Using Ada-Boosted Gabor Features”(P. Yang, S. Shan, W. Gao, S. Li, D. Zhang, International Conference on)中公开了使用同一人物分类器的识别方法。使用同一人物分类器的识别例如通过以下操作来执行：计算从两幅面部图像中提取的特征之间的差，并且使用该差作为同一人物分类器的输入。

[0003] “Face Recognition Using Boosted Local Features”中所公开的技术被认为应对环境变化（诸如，照明的变化）较弱，这是因为执行了两幅图像的对应点之间的特征差的计算。另外，同样地，“Face Recognition Using Ada-Boosted Gabor Features”中所公开的技术也被认为应对环境变化较弱，这是因为通过使用与“Face Recognition Using Boosted Local Features”中所公开的滤波器不同的滤波器执行相同的计算处理。

[0004] 相应地，为了解决应对环境变化较弱的问题，提出了日本未审查专利申请公布第2008-165731号中所公开的技术。图1是示出日本未审查专利申请公布第2008-165731号中所公开的相关技术中的面部识别的流程的图。

[0005] 在日本未审查专利申请公布第2008-165731号中所公开的设备中，在识别时，如箭头#1和#2的箭尖所示，通过使用多个盖伯滤波器从输入图像的各个特征点提取特征，并且针对每个特征点计算特征向量，该特征向量的参数被设置为通过使用每个盖伯滤波器而提取的特征。

[0006] 图2是示出盖伯滤波器的图。盖伯滤波器的特性由条纹部分的大小和方向定义。在日本未审查专利申请公布第2008-165731号中所公开的设备中，根据特征点的位置，在特性由5种不同大小和8种不同朝向定义的40个不同的滤波器当中选择预定数量的滤波器，并且在提取各个特征点处的特征时使用预定数量的滤波器。

[0007] 在日本未审查专利申请公布第2008-165731号中所公开的设备中，可以计算根据两幅图像的相同特征点计算出的、特征向量之间的相关性，如空心箭头#11的箭尖所示。另外，如箭头#12的箭尖所示，将参数是表示同一特征点的特征的特征向量的相关系数的相关向量用作分类器的输入，由此确定人物是否相同。

[0008] 根据日本未审查专利申请公布第2008-165731号中所公开的技术，在特征提取中没有使用全部40个不同的滤波器，但通过组合滤波器的输出，在特征提取中使用若干个滤

波器。因而,可以改善识别的精确性。

发明内容

[0009] 根据日本未审查专利申请公布第 2008-165731 号中所公开的技术,需要通过针对每个特征点使用多个盖伯滤波器来执行滤波操作,并且因而,提取特征花费了一定时间。

[0010] 考虑到上述情形而作出了本公开内容,其中,期望更迅速地且更精确地识别两幅图像中出现的对象是否是同一对象。

[0011] 根据本公开内容的第一实施例,提供了一种学习装置,该学习装置包括:获取部,其获取相同对象出现的多个图像对和不同对象出现的多个图像对;设置部,其在获取部获取的每个图像对中的一幅图像和另一幅图像上设置特征点;选择部,其选择设置在该一幅图像和该另一幅图像的相同位置处的多个指定特征点,由此针对每个指定特征点选择用于提取指定特征点的特征的特征提取滤波器;提取部,其通过使用选择部选择的多个特征提取滤波器,提取一幅图像和另一幅图像中的每幅图像的指定特征点的特征;计算部,其计算通过提取部从一幅图像中提取的特征与通过提取部从另一幅图像中提取的特征之间的相关性;以及学习部,其基于标记信息和计算部计算出的相关性,学习用于识别两幅图像中出现的对象是否相同的同一对象分类器,其中,该标记信息表示一幅图像和另一幅图像中出现的对象是否是同一对象。

[0012] 优选地,学习部应该通过提升(boosting)来学习同一对象分类器,该同一对象分类器是由多个弱分类器组成的强分类器。另外,同样优选地,每当学习部学习弱分类器时,选择部应该随机选择指定特征点和特征提取滤波器。

[0013] 优选地,每个特征提取滤波器应该是矩形滤波器。另外,同样优选地,学习装置还应该包括生成部,其中,该生成部在一幅图像和另一幅图像中的每幅图像被设置为原始图像时,根据原始图像生成第一积分图像,其中,当将原始图像的四个角中的指定角设置为基准位置时,该第一积分图像的每个像素的像素值等于四角形的区域内的像素的亮度值的总和,该四角形区域具有将基准位置与每个像素的位置连接的对角线。

[0014] 优选地,生成部应该在一幅图像和另一幅图像中的每幅图像被设置为原始图像时,进一步根据原始图像生成第二积分图像,其中,当将原始图像的每个像素的位置设置为顶角为 90 度的三角形的顶点并且将原始图像的四边中的指定边设置为三角形的底边时,该第二积分图像的每个像素的像素值等于该三角形的区域内的像素的亮度值的总和。

[0015] 优选地,学习装置还应该包括存储部,该存储部存储表示选择部选择的多个特征提取滤波器的信息和同一对象分类器的信息。

[0016] 根据本公开内容的第一实施例,提供了一种学习方法,包括以下步骤:获取相同对象出现的多个图像对和不同对象出现的多个图像对;在所获取的每个图像对中的一幅图像和另一幅图像上设置特征点;选择设置在该一幅图像和该另一幅图像的相同位置处的多个指定特征点,由此针对每个指定特征点选择用于提取指定特征点的特征的特征提取滤波器;通过使用所选择的多个特征提取滤波器,提取一幅图像和另一幅图像中的每幅图像的指定特征点的特征;计算从一幅图像中提取的特征与从另一幅图像中提取的特征之间的相关性;以及基于标记信息和所计算出的相关性,学习用于识别两幅图像中出现的对象是否相同的同一对象分类器,其中,该标记信息表示一幅图像和另一幅图像中出现的对象是否

是同一对象。

[0017] 根据本公开内容的第一实施例,提供了一种程序,用于使计算机执行包括如下步骤的处理:获取相同对象出现的多个图像对和不同对象出现的多个图像对;在所获取的每个图像对中的一幅图像和另一幅图像上设置特征点;选择设置在该一幅图像和该另一幅图像的相同位置处的多个指定特征点,由此针对每个指定特征点选择用于提取指定特征点的特征的特征提取滤波器;通过使用所选择的多个特征提取滤波器,提取一幅图像和另一幅图像中的每幅图像的指定特征点的特征;计算从一幅图像中提取的特征与从另一幅图像中提取的特征之间的相关性;以及基于标记信息和所计算出的相关性,学习用于识别两幅图像中出现的对象是否相同的同一对象分类器,其中,该标记信息表示一幅图像和另一幅图像中出现的对象是否是同一对象。

[0018] 根据本公开内容的第二实施例,提供了一种识别装置,该识别装置包括:存储部,其存储表示多个特征提取滤波器的信息和通过学习装置的学习而生成的同一对象分类器的信息,其中,学习装置获取相同对象出现的多个图像对和不同对象出现的多个图像对;在所获取的每个图像对中的一幅图像和另一幅图像上设置特征点;选择设置在该一幅图像和该另一幅图像的相同位置处的多个指定特征点,由此针对每个指定特征点选择用于提取指定特征点的特征的特征提取滤波器;通过使用所选择的多个特征提取滤波器,提取一幅图像和另一幅图像中的每幅图像的指定特征点的特征;计算从一幅图像中提取的特征与从另一幅图像中提取的特征之间的相关性;以及基于标记信息和所计算出的相关性,学习用于识别两幅图像中出现的对象是否相同的同一对象分类器,其中,该标记信息表示一幅图像和另一幅图像中出现的对象是否是同一对象;获取部,其获取图像对;设置部,其在获取部获取的每个图像对中的一幅图像和另一幅图像上设置特征点;提取部,其通过使用由存储部中所存储的信息表示的多个特征提取滤波器,在获取部获取的图像对中的一幅图像和另一幅图像中提取设置部设置的各个特征点的特征;计算部,其计算通过提取部从一幅图像中提取的特征与通过提取部从另一幅图像中提取的特征之间的相关性;以及识别部,其在计算部计算出的相关性被提供作为输入时,基于同一对象分类器,识别获取部获取的图像对中的一幅图像和另一幅图像中出现的对象是否是同一对象。

[0019] 优选地,识别部应该计算基于构成作为强分类器的同一对象分类器的多个弱分类器计算出的得分的总和,并且如果所计算出的总和等于或大于阈值,则应该将获取部获取的图像对中的一幅图像和另一幅图像中出现的对象识别为相同的对象。

[0020] 根据本公开内容的第二实施例,提供了一种识别装置的识别方法,该识别装置包括存储部,其存储表示多个特征提取滤波器的信息和通过学习装置的学习而生成的同一对象分类器的信息,其中,学习装置获取相同对象出现的多个图像对和不同对象出现的多个图像对;在所获取的每个图像对中的一幅图像和另一幅图像上设置特征点;选择设置在该一幅图像和该另一幅图像的相同位置处的多个指定特征点,由此针对每个指定特征点选择用于提取指定特征点的特征的特征提取滤波器;通过使用所选择的多个特征提取滤波器,提取一幅图像和另一幅图像中的每幅图像的指定特征点的特征;计算从一幅图像中提取的特征与从另一幅图像中提取的特征之间的相关性;以及基于标记信息和所计算出的相关性,学习用于识别两幅图像中出现的对象是否相同的同一对象分类器,其中,该标记信息表示一幅图像和另一幅图像中出现的对象是否是同一对象。该识别方法包括以下步骤:获取

图像对；在所获取的每个图像对中的一幅图像和另一幅图像上设置特征点；通过使用由存储部中所存储的信息表示的多个特征提取滤波器，在所获取的图像对中的一幅图像和另一幅图像中提取所设置的各个特征点的特征；计算从一幅图像中提取的特征与从另一幅图像中提取的特征之间的相关性；以及当所计算出的相关性被提供作为输入时，基于同一对象分类器，识别所获取的图像对中的一幅图像和另一幅图像中出现的对象是否是同一对象。

[0021] 根据本公开内容的第二实施例，提供了一种用于使计算机执行识别装置的处理的程序，该识别装置包括存储部，其存储表示多个特征提取滤波器的信息和通过学习装置的学习而生成的同一对象分类器的信息，其中，学习装置获取相同对象出现的多个图像对和不同对象出现的多个图像对；在所获取的每个图像对中的一幅图像和另一幅图像上设置特征点；选择设置在该一幅图像和该另一幅图像的相同位置处的多个指定特征点，由此针对每个指定特征点选择用于提取指定特征点的特征的特征提取滤波器；通过使用所选择的多个特征提取滤波器，提取一幅图像和另一幅图像中的每幅图像的指定特征点的特征；计算从一幅图像中提取的特征与从另一幅图像中提取的特征之间的相关性；以及基于标记信息和所计算出的相关性，学习用于识别两幅图像中出现的对象是否相同的同一对象分类器，其中，该标记信息表示一幅图像和另一幅图像中出现的对象是否是同一对象。该处理包括以下步骤：获取图像对；在所获取的每个图像对中的一幅图像和另一幅图像上设置特征点；通过使用由存储部中所存储的信息表示的多个特征提取滤波器，在所获取的图像对中的一幅图像和另一幅图像中提取所设置的各个特征点的特征；计算从一幅图像中提取的特征与从另一幅图像中提取的特征之间的相关性；以及当所计算出的相关性被提供作为输入时，基于同一对象分类器，识别所获取的图像对中的一幅图像和另一幅图像中出现的对象是否是同一对象。

[0022] 在本公开内容的第一实施例中，获取相同对象出现的多个图像对和不同对象出现的多个图像对，在所获取的每个图像对中的一幅图像和另一幅图像上设置特征点，选择设置在一幅图像和另一幅图像的相同位置处的多个指定特征点，由此针对每个指定特征点选择用于提取指定特征点的特征的特征提取滤波器。另外，通过使用所选择的多个特征提取滤波器来提取一幅图像和另一幅图像中的每幅图像的指定特征点的特征，计算从一幅图像中提取的特征与从另一幅图像中提取的特征之间的相关性，并且基于标记信息和所计算出的相关性，学习用于识别两幅图像中出现的对象是否相同的同一对象分类器，其中，该标记信息表示一幅图像和另一幅图像中出现的对象是否是同一对象。

[0023] 在本公开内容的第二实施例中，获取图像对，在所获取的每个图像对中的一幅图像和另一幅图像上设置特征点，并且通过使用由存储部中所存储的信息表示的多个特征提取滤波器来在所获取的图像对中的一幅图像和另一幅图像中提取所设置的各个特征点的特征。另外，计算从一幅图像中提取的特征与从另一幅图像中提取的特征之间的相关性，并且当计算部所计算出的相关性被提供作为输入时，基于同一对象分类器，识别所获取的图像对中的一幅图像和另一幅图像中出现的对象是否是同一对象。

[0024] 根据本公开内容的实施例，期望更迅速地且更精确地识别两幅图像中出现的对象是否是同一对象。

附图说明

- [0025] 图 1 是示出相关技术中的面部识别的流程的图；
- [0026] 图 2 是示出盖伯滤波器的图；
- [0027] 图 3 是示出根据本公开内容的实施例的学习装置的示例性配置的框图；
- [0028] 图 4 是示出学习装置执行的学习的图；
- [0029] 图 5 是示出设置有特征点的面部图像的示例的图；
- [0030] 图 6A 至图 6D 是示出特征提取滤波器的示例的图；
- [0031] 图 7 是示出滤波器组的示例的图；
- [0032] 图 8 是示出相关值计算的示例的图；
- [0033] 图 9 是示出中间图像生成的示例的图；
- [0034] 图 10 是示出使用图 9 的中间图像的特征提取的示例的图；
- [0035] 图 11 是示出计算图 9 的中间图像的各个像素的像素值的方法的示例的图；
- [0036] 图 12 是示出另一中间图像生成的示例的图；
- [0037] 图 13 是示出使用图 12 的中间图像进行特征提取的示例的图；
- [0038] 图 14 是示出计算图 12 的中间图像的各个像素的像素值的方法的示例的图；
- [0039] 图 15 是示出学习装置的处理的流程图；
- [0040] 图 16 是示出面部的轮廓部分的特征提取的图；
- [0041] 图 17 是示出识别装置的示例性配置的框图；
- [0042] 图 18 是示出使用识别装置的识别的图；
- [0043] 图 19 是示出识别装置的处理的流程图；
- [0044] 图 20 是示出信息处理设备的示例性配置的框图；以及
- [0045] 图 21 是示出计算机的示例性配置的框图。

具体实施方式

[0046] 根据本公开内容的实施例，公开了一种学习装置，该学习装置包括：获取部，其获取相同对象出现的多个图像对和不同对象出现的多个图像对；设置部，其在获取部获取的每个图像对中的一幅图像和另一幅图像上设置特征点；选择部，其选择设置在该一幅图像和该另一幅图像的相同位置处的多个指定特征点，由此针对每个指定特征点选择用于提取指定特征点的特征的特征提取滤波器；提取部，其通过使用选择部选择的多个特征提取滤波器，提取一幅图像和另一幅图像中的每幅图像的指定特征点的特征；计算部，其计算通过提取部从一幅图像中提取的特征与通过提取部从另一幅图像中提取的特征之间的相关性；以及学习部，其基于标记信息和计算部计算出的相关性，学习用于识别两幅图像中出现的对象是否相同的同一对象分类器，其中，该标记信息表示一幅图像和另一幅图像中出现的对象是否是同一对象。

[0047] 根据本公开内容的另一实施例，公开了一种学习方法，包括以下步骤：获取相同对象出现的多个图像对和不同对象出现的多个图像对；在所获取的每个图像对中的一幅图像和另一幅图像上设置特征点；选择设置在该一幅图像和该另一幅图像的相同位置处的多个指定特征点，由此针对每个指定特征点选择用于提取指定特征点的特征的特征提取滤波器；通过使用所选择的多个特征提取滤波器，提取一幅图像和另一幅图像中的每幅图像的指定特征点的特征；计算从一幅图像中提取的特征与从另一幅图像中提取的特征之间的相

关性；以及基于标记信息和所计算出的相关性，学习用于识别两幅图像中出现的对象是否相同的同一对象分类器，其中，该标记信息表示一幅图像和另一幅图像中出现的对象是否是同一对象。

[0048] 根据本公开内容的又一实施例，公开了一种识别装置，该识别装置包括：存储部，其存储表示多个特征提取滤波器的信息和通过学习装置的学习而生成的同一对象分类器的信息，其中，学习装置获取相同对象出现的多个图像对和不同对象出现的多个图像对；在所获取的每个图像对中的一幅图像和另一幅图像上设置特征点；选择设置在该一幅图像和该另一幅图像的相同位置处的多个指定特征点，由此针对每个指定特征点选择用于提取指定特征点的特征的特征提取滤波器；通过使用所选择的多个特征提取滤波器，提取一幅图像和另一幅图像中的每幅图像的指定特征点的特征；计算从一幅图像中提取的特征与从另一幅图像中提取的特征之间的相关性；以及基于标记信息和所计算出的相关性，学习用于识别两幅图像中出现的对象是否相同的同一对象分类器，其中，该标记信息表示一幅图像和另一幅图像中出现的对象是否是同一对象；获取部，其获取图像对；设置部，其在获取部获取的每个图像对中的一幅图像和另一幅图像上设置特征点；提取部，其通过使用由存储部中所存储的信息表示的多个特征提取滤波器，在获取部获取的图像对中的一幅图像和另一幅图像中提取设置部设置的各个特征点的特征；计算部，其计算通过提取部从一幅图像中提取的特征与通过提取部从另一幅图像中提取的特征之间的相关性；以及识别部，其在计算部计算出的相关性被提供作为输入时，基于同一对象分类器，识别获取部获取的图像对中的一幅图像和另一幅图像中出现的对象是否是同一对象。

[0049] 根据本公开内容的再一实施例，公开了一种识别装置的识别方法，该识别装置包括存储部，其存储表示多个特征提取滤波器的信息和通过学习装置的学习而生成的同一对象分类器的信息，其中，学习装置获取相同对象出现的多个图像对和不同对象出现的多个图像对；在所获取的每个图像对中的一幅图像和另一幅图像上设置特征点；选择设置在该一幅图像和该另一幅图像的相同位置处的多个指定特征点，由此针对每个指定特征点选择用于提取指定特征点的特征的特征提取滤波器；通过使用所选择的多个特征提取滤波器，提取一幅图像和另一幅图像中的每幅图像的指定特征点的特征；计算从一幅图像中提取的特征与从另一幅图像中提取的特征之间的相关性；以及基于标记信息和所计算出的相关性，学习用于识别两幅图像中出现的对象是否相同的同一对象分类器，其中，该标记信息表示一幅图像和另一幅图像中出现的对象是否是同一对象。该识别方法包括以下步骤：获取图像对；在所获取的每个图像对中的一幅图像和另一幅图像上设置特征点；通过使用由存储部中所存储的信息表示的多个特征提取滤波器，在所获取的图像对中的一幅图像和另一幅图像中提取所设置的各个特征点的特征；计算从一幅图像中提取的特征与从另一幅图像中提取的特征之间的相关性；以及当所计算出的相关性被提供作为输入时，基于同一对象分类器，识别所获取的图像对中的一幅图像和另一幅图像中出现的对象是否是同一对象。

[0050] 关于学习装置

[0051] 学习装置的配置

[0052] 图 3 是示出根据本公开内容的实施例的学习装置的示例性配置的框图。

[0053] 图 3 的学习装置 1 通过统计学习而生成同一人物分类器，该同一人物分类器用于识别两幅图像中出现的面部是否是同一人物的面部。学习装置 1 生成的同一人物分类器的

数据被提供给识别装置,该识别装置实际执行关于两幅图像中出现的面部是否是同一人物的面部的识别。

[0054] 在学习装置 1 中,如图 4 所示,作为用于学习的图像,输入了同一人物的面部出现的多个图像对和不同人物的面部出现的多个图像对。图像对 P11 与 P12、图像对 P21 与 P22、以及图像对 Pn1 与 Pn2 中的每一对均是同一人物的面部出现的图像对。另一方面,图像对 P11' 与 P12'、图像对 P21' 与 P22'、以及图像对 Pm1' 与 Pm2' 中的每一对均是不同人物的面部出现的图像对。

[0055] 学习装置 1 在面部图像上的多个特征点当中随机地选择预定数量的特征点,其中,每个面部图像均是每幅输入图像中出现的面部部分的图像。另外,学习装置 1 在预先提供的多个特征提取滤波器当中随机地选择用于提取在所选择的特征点处的面部的特征的特征提取滤波器,并且将该特征提取滤波器设置为弱分类器的候选。

[0056] 在图 4 的示例中,在图像 P21' 和 P22' 中的每幅图像的特征点当中选择在对位位置(每个位置均是各幅图像上的相同位置)处的四个特征点。另外,选择滤波器组 s,该滤波器组由用于提取在各个特征点处的面部的特征的四个特征提取滤波器组成。在学习装置 1 中,如图像 P21' 和图像 P22' 的每幅图像中所示,由白色矩形区域和黑色矩形区域组成的多个不同滤波器被提供作为特征提取滤波器。即,学习装置 1 通过使用矩形滤波器来提取矩形特征,并且通过被称为提升(诸如,Adaboost)的机器学习来执行分类器的学习。

[0057] 学习装置 1 通过使用所选择的滤波器组 s 从每幅图像中提取特征,计算参数是从每个图像对的一幅图像中提取的的特征的特征向量与参数是从每个图像对的另一幅图像中提取的的特征的特征向量之间的相关值。学习装置 1 基于作为输入(特征量)的、所计算出的相关值而学习分类器,并且通过针对每轮提升重新选择滤波器组来重复地执行学习。

[0058] 如上所述,在学习装置 1 中,随机地选择特征点和特征提取滤波器,并且基于根据每个图像对计算出的特征向量的相关值执行分类器的学习。从而,学习装置 1 能够通过组合特征来在学习中使用各种位置的特征,并因而能够生成能够进一步改善识别精确度的分类器。稍后将描述学习装置 1 的一系列处理。

[0059] 图 3 的图像获取部 11 获取同一人物的面部出现的多个图像对和不同人物的面部出现的多个图像对。学习装置 1 接收标记信息的输入,该标记信息表示哪对是同一人物的面部出现的图像对以及哪对是不同人物的面部出现的图像对。图像获取部 11 获取的图像是数码相机拍到的且具有各种大小和角度的人物的面部出现的图像。图像获取部 11 将所获取的图像输出到面部检测部 12。

[0060] 面部检测部 12 通过经由对从图像获取部 11 提供的图像的分析来检测包括在各幅图像中的人物的面部的部分,生成面部图像。面部检测部 12 将所生成的面部图像输出到特征点设置部 13 和归一化部 14。

[0061] 特征点设置部 13 在从面部检测部 12 提供的每幅面部图像上设置多个特征点,并且将特征点的信息输出到归一化部 14。

[0062] 图 5 是示出设置有特征点的面部图像的示例的图。图 5 的图像 P11 与 P12 构成一对。在图 5 的示例中,垂直方向上的 9 个特征点和水平方向上的 6 个特征点(即,总共 54 个特征点)设置在图像 P11 和 P12 中的每个的对应位置处。

[0063] 归一化部 14 通过分析从面部检测部 12 提供的面部图像来检测面部的朝向,并且

执行归一化处理（诸如，对面部图像进行变换的仿射变换），以使得特征点设置部 13 设置的特征点的位置到达基准位置。从而，即使当从面部检测部 12 提供的面部图像中出现的面部未朝向正面时，也将面部图像变换成如同朝向正面的面部出现的图像那样的图像。归一化部 14 将面部图像输出到中间图像生成部 20，并且将归一化后的面部图像上的特征点的信息输出到滤波器组选择部 15，其中，每幅面部图像被变换使得特征点的位置到达基准位置。

[0064] 滤波器组选择部 15 在每幅面部图像上所设置的多个特征点当中随机地选择预定数量的特征点。另外，滤波器组选择部 15 在多个特征提取滤波器当中随机地选择用于提取在所选择的各个特征点处的面部的特征的特征提取滤波器。

[0065] 图 6A 至图 6D 是示出特征提取滤波器的示例的图。

[0066] 图 6A 至图 6D 中所示的二维滤波器是矩形滤波器。矩形滤波器由白色区域和黑色区域构成，其具有以水平方向上的线、垂直方向上的线、或者相对于某一方向以 45 度倾斜的线分割的预定数量的矩形。

[0067] 使用矩形滤波器提取特征是这样执行的：将矩形滤波器布置在图像上的指定位置处，并且计算包括在白色区域中的像素的亮度值的总和与包括在黑色区域中的像素的亮度值的总和之间的差。例如，图 6A 的两个矩形滤波器适合于提取边缘的特征，而图 6B 和图 6C 的三个矩形滤波器适合于提取线的特征。

[0068] 滤波器组选择部 15 在针对随机选择的每个特征点的这些特征提取滤波器当中随机选择指定的特征提取滤波器，并且确定滤波器组。

[0069] 图 7 是示出滤波器组的示例的图。

[0070] 图 7 示出滤波器组 s_1 至 s_n 这 n 个滤波器组。对于例如每轮提升选择每个滤波器组。在图 7 中，附加有数字作为下标的 r 表示特征提取滤波器（矩形滤波器），并且 p 表示特征点。 (r_n, p_{xy}) 表示如下的特征提取滤波器是特征提取滤波器 r_n ：其被选择为用于提取在特征点 p_{xy} 处的面部的特征的特征提取滤波器，其中特征点 p_{xy} 是在 x 列和 y 行的位置处的特征点。

[0071] 滤波器组 s_1 由在特征点 p_{13} 处选择的特征提取滤波器 r_1 、在特征点 p_{51} 处选择的特征提取滤波器 r_5 、在特征点 p_{23} 处选择的特征提取滤波器 r_3 、...、以及在特征点 p_{43} 处选择的特征提取滤波器 r_8 组成。另外，滤波器组 s_2 由在特征点 p_{33} 处选择的特征提取滤波器 r_3 、在特征点 p_{62} 处选择的特征提取滤波器 r_5 、在特征点 p_{63} 处选择的特征提取滤波器 r_1 、...、以及在特征点 p_{36} 处选择的特征提取滤波器 r_7 组成。

[0072] 滤波器组选择部 15 将滤波器组的信息输出到特征提取部 16 和学习部 18，其中，每个滤波器组由如上所述选择的预定数量的滤波器组成。

[0073] 特征提取部 16 通过使用滤波器组选择部 15 选择的滤波器组，从所有面部图像中提取特征。特征提取部 16 针对每幅面部图像计算参数是从每幅面部图像中提取的的特征的特征向量，并且将所计算出的特征向量的信息输出到相关值计算部 17。

[0074] 另外，在特征提取部 16 中，在提取特征时所使用的面部图像不是面部检测部 12 生成并且经归一化部 14 归一化的面部图像，而是中间图像生成部 20 生成的中间图像。如稍后所述，在中间图像生成部 20 中，基于面部检测部 12 生成并且经归一化部 14 归一化的面部图像，生成积分图像作为中间图像。

[0075] 相关值计算部 17 基于从特征提取部 16 提供的信息，计算根据构成输入到学习装置 1 的、用于学习的每个图像对的一幅图像（面部图像）计算出的特征向量与根据另一幅

面部图像计算出的特征向量之间的相关值。

[0076] 图 8 是示出相关值计算的示例的图。

[0077] 将描述选择图 7 的滤波器组 s_1 的情况。在这种情况下,从构成同一对的一幅面部图像中,通过分别使用特征提取滤波器 r_1 、 r_5 、 r_3 、...、和 r_8 提取在特征点 p_{13} 、 p_{51} 、 p_{23} 、...、和 p_{43} 处的特征,从而生成参数是这些特征的特征向量 V_1 。同样地,从构成同一对的另一幅面部图像中,通过分别使用特征提取滤波器 r_1 、 r_5 、 r_3 、...、和 r_8 提取在特征点 p_{13}' 、 p_{51}' 、 p_{23}' 、...、和 p_{43}' 处的特征,从而生成参数是这些特征的特征向量 V_1' 。特征点 p_{13} 、 p_{51} 、 p_{23} 、...、和 p_{43} 中的每个特征点和特征点 p_{13}' 、 p_{51}' 、 p_{23}' 、...、和 p_{43}' 中的每个特征点在每幅图像上的相同位置处。

[0078] 相关值计算部 17 计算特征向量 V_1 与特征向量 V_1' 的对应参数之间的相关值,并且生成参数是所计算出的相关值的相关向量。相关值计算部 17 针对于学习的所有图像对中的每一对生成这样的相关向量,并且将基于每一对生成的相关向量的信息输出到学习部 18。

[0079] 当将上述滤波器组用作弱分类器的候选时,学习部 18 基于相关值计算部 17 生成的相关向量,使用例如 Adaboost 执行统计学习,从而生成由多个弱分类器构成的同一人物分类器。

[0080] 即,当输入用于学习的 N 个图像对时,学习部 18 分配 $1/N$ 作为相关值计算部 17 使用某一滤波器组生成的 N 个相关向量中的每个相关向量的权重。学习部 18 基于 N 个相关向量和标记信息(在同一人物的情况下为 $+1$,否则为 -1)执行学习,从而生成弱分类器。

[0081] 此后,学习部 18 增加在前一阶段未被弱分类器分类为学习目标的样本(用于学习的图像对)的权重,并且基于通过使用不同滤波器组生成的 N 个相关向量而重复地执行加权学习。学习部 18 使得学习数据存储部 19 存储初始数据,该初始数据由通过学习获得的滤波器组的信息和各个弱分类器的参数、以及关于同一人物分类器的信息(诸如,可靠性)组成。每个弱分类器均在接收到相关向量的输入时输出预定得分,其中,该相关向量是通过使用与在弱分类器的学习中所使用的滤波器组相同的滤波器组而从面部图像提取的。

[0082] 中间图像生成部 20 基于从归一化部 14 提供的面部图像生成积分图像,并且将这些图像作为中间图像输出到特征提取部 16。如上所述,在学习装置 1 中使用的特征提取滤波器是由白色矩形区域和黑色矩形区域组成的矩形滤波器。生成中间图像,以便容易地计算包括在具有指定形状的白色区域或黑色区域中的像素的亮度值的总和。

[0083] 图 9 是示出中间图像生成的示例的图。

[0084] 中间图像的大小(像素数量)与原始图像的大小相同。假设将指定位置(诸如,原始图像的四个角中的左上角)设置为基准位置,则中间图像的每个像素的像素值表示包括在如下四角形中的原始图像的各个像素的亮度值的总和;其具有将基准位置与每个像素的位置连接的对角线。

[0085] 在图 9 的示例中,在左上角处的点 A_1 被设置为基准位置。在中间图像上的点 A_4 处的像素的像素值表示包括在如下四角形的区域中的原始图像的各个像素的亮度值的总和;其对角线连接点 A_1 和点 A_4 且其顶点是点 A_1 、 A_2 、 A_4 和 A_3 。同样地,例如,在中间图像上的右下角处的像素的像素值表示原始图像的全部像素的亮度值的总和。

[0086] 图 10 是示出使用中间图像的特征提取的示例的图。

[0087] 将对如下情况给出描述：计算包括在如下四边形的区域中的原始图像的像素的亮度值的总和；其以图 10 中的阴影线表示并且其顶点是点 A13、A14、A4 和 A15。点 A11 是点 A1 与 A2 之间的点，并且点 A12 是点 A1 与点 A3 之间的点。点 A14 是点 A2 与 A4 之间的点，并且点 A15 是点 A3 与点 A4 之间的点。点 A13 是将点 A12 与点 A14 连接的水平线与将点 A11 与点 A15 连接的垂直线之间的交点。

[0088] 在这种情况下，在中间图像上的点 A13 处的像素的像素值表示包括在顶点是点 A1、A11、A13 和 A12 的四边形的区域中的原始图像的像素的亮度值的总和。另外，在点 A14 处的像素的像素值表示包括在顶点是 A1、A2、A14 和 A12 的四边形的区域中的原始图像的像素的亮度值的总和。在点 A15 处的像素的像素值表示包括在顶点是点 A1、A11、A15 和 A3 的四边形的区域中的原始图像的像素的亮度值的总和。

[0089] 如上所述，在点 A4 处的像素的像素值表示包括在顶点是点 A1、A2、A4 和 A3 的四边形的区域中的原始图像的像素的亮度值的总和。因此，包括在以阴影线表示的区域中的原始图像的像素的亮度值的总和可以这样获得：从在点 A4 处的像素的像素值中减去在点 A14 处的像素的像素值和点 A15 处的像素的像素值，并且与点 A13 处的像素的像素值相加。

[0090] 图 11 是示出计算中间图像的各个像素的像素值的方法的示例的图。

[0091] 将描述计算图 11 的下侧的以阴影线表示的中间图像的像素 p'_{101} 的亮度值的情况。中间图像的像素 p'_{101} 、 p'_{102} 、 p'_{103} 和 p'_{104} 分别对应于原始图像的像素 p_{101} 、 p_{102} 、 p_{103} 、 p_{104} 。

[0092] 在位于中间图像上的指定位置处的 2×2 四个像素当中在右下侧的单个像素的像素值可以这样获得：从右上像素的像素值与左下像素的像素值的总和中减去左上像素的像素值，并且与原始像素中在对应位置处的单个像素的亮度值相加。即，可以通过从像素 p'_{103} 的像素值与像素 p'_{104} 的像素值的总和中减去像素 p'_{102} 的像素值、并且与原始图像的像素 p_{101} 的亮度值相加，获得中间图像的像素 p'_{101} 的像素值。

[0093] 中间图像生成部 20 通过使用输入到学习装置 1 的所有图像作为原始图像，生成这样的中间图像。一旦生成这样的中间图像，则当特征提取部 16 通过使用每个区域以水平线或垂直线分割的多个特征提取滤波器（垂直滤波器和水平滤波器）来执行特征提取时，可以容易地执行计算。

[0094] 图 12 是示出另一中间图像生成的示例的图。

[0095] 中间图像生成部 20 还使用特征提取滤波器（倾斜滤波器）生成用于利于计算的中间图像，其中，该特征提取滤波器的区域以相对于水平线或垂直线以 45 度倾斜的线来分割。中间图像被生成使得其每个像素的像素值表示包括在如下三角形的区域中的原始图像的各个像素的亮度值的总和；该三角形的顶点处于每个像素的位置处，底边是指定边（诸如，原始图像的四个边的上边），并且顶角是 90 度。

[0096] 在图 12 的示例中，上边是该三角形的底边。在中间图像上的点 A33 处的像素的像素值表示包括在顶角为 90 度且顶点是点 A31、A32 和 A33 的三角形的区域中的原始图像的各个像素的亮度值的总和。

[0097] 图 13 是示出使用图 12 的中间图像的特征提取的示例的图。

[0098] 将描述计算包括在如下四边形的区域中的原始图像的像素的亮度值的总和的情况；其以图 13 中的阴影线表示且顶点是点 A43、A45、A33 和 A44。点 A44 是点 A31 与 A33 之

间的点,并且点 A45 是点 A33 与点 A32 之间的点。点 A42 是与将点 A32 与点 A33 连接的线平行并且通过点 A44 的线与将点 A31 与点 A32 连接的线之间的交点。点 A41 是与将点 A31 与点 A33 连接的线平行且通过点 A45 的线与将点 A31 与点 A32 连接的线之间的交点。点 A43 是将点 A41 与点 A45 连接的线与将点 A42 与点 A44 连接的线之间的交点。

[0099] 在这种情况下,在点 A43 处的像素的像素值表示包括在顶点是点 A41、A42 和 A43 的三角形的区域中的原始图像的像素的亮度值的总和。同样地,在点 A44 处的像素的像素值表示包括在顶点是点 A31、A42 和 A44 的三角形的区域中的原始图像的像素的亮度值的总和。在点 A45 处的像素的像素值表示包括在顶点是 A41、A32 和 A45 的三角形的区域中的原始图像的像素的亮度值的总和。

[0100] 在中间图像上的点 A33 处的像素的像素值表示包括在顶点是点 A31、A32 和 A33 的三角形的区域中的原始图像的像素的亮度值的总和。相应地,可以通过从在点 A33 处的像素的像素值中减去在点 A44 处的像素的像素值和点 A45 处的像素的像素值、并且与点 A43 处的像素的像素值相加,获得包括在以阴影线表示的区域中的原始图像的像素的亮度值的总和。

[0101] 图 14 是示出计算图 12 的中间图像的各个像素的像素值的方法的示例的图。

[0102] 将描述计算图 14 的下侧的以阴影线表示的中间图像的像素 p'_{111} 的亮度值的情况。中间图像的像素 p'_{111} 、 p'_{112} 、 p'_{113} 和 p'_{114} 分别对应于原始图像的像素 p_{111} 、 p_{112} 、 p_{113} 、 p_{114} 。

[0103] 位于中间图像上的指定位置处的单个像素的像素值可以这样获得:从左上像素的像素值与右上像素的像素值的总和中减去正上方像素的像素值、并且与原始图像中在对应位置处的单个像素的亮度值相加。即,可以通过从中间图像的像素 p'_{112} 的像素值与像素 p'_{114} 的像素值的总和中减去像素 p'_{113} 的像素值、并且与原始图像的像素 p_{111} 的亮度值相加,获得中间图像的像素 p'_{111} 的像素值。

[0104] 中间图像生成部 20 通过将输入到学习装置 1 的所有图像作为原始图像,生成这样的中间图像。从而,当特征提取部 16 通过使用倾斜滤波器来执行特征提取时,可以容易地执行计算。

[0105] 学习装置的操作

[0106] 接下来,参照图 15 的流程图,将描述如上所述配置的学习装置 1 的处理。

[0107] 在步骤 S1 中,图像获取部 11 获取同一人物的面部出现的多个图像对以及不同人物的面部出现的多个图像对。

[0108] 在步骤 S2 中,面部检测部 12 通过检测包括在图像获取部 11 获取的各幅图像中的人物的面部的部分,生成面部图像。

[0109] 在步骤 S3 中,特征点设置部 13 在每幅面部图像上设置多个特征点。

[0110] 在步骤 S4 中,归一化部 14 通过分析面部图像来检测面部的朝向,并且对面部图像进行归一化,以使得特征点的位置到达基准位置。

[0111] 在步骤 S5 中,中间图像生成部 20 基于归一化后的面部图像生成中间图像。中间图像生成部 20 将用于通过使用垂直 / 水平滤波器提取特征的中间图像和用于通过使用倾斜滤波器提取特征的中间图像输出到特征提取部 16,其中,根据由图像获取部 11 获取作为原始图像的各幅图像生成中间图像。

[0112] 在步骤 S6 中,滤波器组选择部 15 随机地选择在面部图像上所设置的多个特征点。另外,滤波器组选择部 15 随机地选择用于提取在所选择的各个特征点处的面部的特征的特征提取滤波器。

[0113] 在步骤 S7 中,特征提取部 16 通过将滤波器组选择部 15 选择的滤波器组应用于中间图像,提取所有面部图像的特征。特征提取部 16 针对每幅面部图像计算参数是所提取的特征的特征向量。

[0114] 这里,特征提取部 16 可通过某一特征提取滤波器提取特征,从而生成特征向量,并且此后,通过黑色区域和白色区域彼此替换的相同特征提取滤波器提取在相同位置处的特征,从而生成特征向量。使用黑色区域和白色区域被替换的特征提取滤波器的特征提取对应于包括在白色区域中的像素的亮度值的总和与包括在黑色区域中的像素的亮度值的总和之间的差的绝对值的计算。

[0115] 从而,具体地,如图 16 所示,当通过使用白色区域和黑色区域分别布置在面部的轮廓的一部分的左侧和右侧的特征提取滤波器 R 来提取面部的轮廓的一部分处的特征时,可以执行不取决于背景的亮度的分类器的学习。

[0116] 另外,在通过某一特征提取滤波器提取在某一特征点处的特征后,通过经由同一特征提取滤波器提取在与该特征点相邻的像素点处的特征,可以生成参数是特征的总和或平均值的特征向量。即,通过使位置偏移并且通过同一特征提取滤波器提取特征,特征提取部 16 计算特征的总和或平均值。

[0117] 以这种方式,可以生成不管面部的形状变化如何都能够精确地执行识别的分类器。可任意设置相邻像素点的范围,并且在 x 轴方向和 y 轴方向上的偏移范围可彼此不同。

[0118] 另外,考虑到特征提取等所消耗的时间,可以略过绝对值的计算和特征提取滤波器的位置偏移的特征提取。

[0119] 返回到图 15 的描述,在步骤 S8 中,相关值计算部 17 计算根据构成用于学习的图像对的一幅图像计算出的特征向量与根据构成同一对的另一幅图像计算出的特征向量之间的相关值,从而生成表示相关性的相关向量。

[0120] 在步骤 S9 中,学习部 18 基于相关值计算部 17 生成的相关向量执行学习。

[0121] 在步骤 S10 中,学习部 18 确定学习是否结束。如果在步骤 S10 中确定学习未结束,则过程返回到步骤 S6,重新选择滤波器组,并且重复提升。

[0122] 相反,如果在步骤 S10 中确定学习结束,则在步骤 S11 中,学习部 18 使学习数据存储部 19 存储关于作为由多个弱分类器构成的强分类器的同一人物分类器的信息,并且结束处理。

[0123] 如上所述,通过组合通过使用多个特征提取滤波器从多个特征点提取的特征来执行学习。以这种方式,可以生成能够进一步改善识别的精确性的分类器。例如,类似于通过同时从两幅图像中的每一幅中提取面部的眼睛和鼻子的特征来执行学习的方式,通过使用在面部上的多个位置处的特征的组合,分类器的精确性可提高。

[0124] 另外,生成积分图像作为中间图像,并且通过使用矩形滤波器来执行特征提取。因此,可以使用多个特征提取滤波器与多个特征点的组合,容易地执行更加复杂的计算。当将原始图像直接设置为特征提取的目标而不生成积分图像时,需要亮度值的卷积运算,但在该实施例中,不需要执行该运算。

[0125] 关于识别装置

[0126] 识别装置的配置

[0127] 图 17 是示出识别装置的示例性配置的框图。

[0128] 图 17 的识别装置 2 基于学习装置 1 生成的同一人物分类器, 识别两幅图像中出现的的面部是否是同一人物的面部。关于同一人物分类器的信息通过网络或通过诸如存储卡的记录介质从学习装置 1 被提供给识别装置 2。

[0129] 如图 18 所示, 识别装置 2 接收人物的面部出现的图像对的输入作为识别目标图像。如空心箭头的箭尖所示, 识别装置 2 基于作为在学习期间选择的特征提取滤波器组的滤波器组 s11, 提取各幅图像中出现的的面部的特征。识别装置 2 计算参数是从一幅图像中提取的的特征的特征向量与参数是从另一幅图像中提取的的特征的特征向量之间的相关性, 并且通过使用这些向量作为到通过滤波器组 s11 学习的弱分类器的输入, 计算得分。

[0130] 同样地, 识别装置 2 基于滤波器组 s12 提取各幅图像中出现的的面部的特征, 并且计算参数是从一幅图像中提取的的特征的特征向量与参数是从另一幅图像中提取的的特征的特征向量之间的相关性。当所计算出的相关性被提供作为到通过滤波器组 s12 学习的弱分类器的输入时, 识别装置 2 计算得分。识别装置 2 通过各个弱分类器计算这样的得分。例如, 如果得分的总和等于或大于阈值, 则确定两幅输入图像中出现的的面部是同一人物的面部。

[0131] 以这种方式, 基于学习装置 1 生成的同一人物分类器, 识别装置 2 能够精确地识别两幅输入图像中出现的的面部是否是同一人物的面部。

[0132] 图 17 的图像获取部 31 获取人物的面部出现的图像对, 并且将图像对输出到面部检测部 32。

[0133] 类似于学习装置 1 的面部检测部 12, 面部检测部 32 通过经由对从图像获取部 31 提供的图像的分析来检测包括在各幅图像中的人物的面部的部分, 生成面部图像。面部检测部 32 将所生成的面部图像输出到特征点设置部 33 和归一化部 34。

[0134] 特征点设置部 33 在从面部检测部 32 提供的每幅面部图像上设置多个特征点, 并且将特征点的信息输出到归一化部 34。

[0135] 类似于学习装置 1 的归一化部 14, 归一化部 34 通过分析从面部检测部 32 提供的的面部图像检测面部的朝向, 并且对面部图像进行归一化, 以使得特征点设置部 33 设置的特征点的位置到达基准位置。归一化部 34 将归一化后的面部图像输出到中间图像生成部 39, 并且将特征点的信息输出到特征提取部 35。

[0136] 特征提取部 35 基于存储在学习数据存储部 38 中的信息, 选择滤波器组。学习数据存储部 38 存储关于学习装置 1 生成的同一人物分类器的信息。滤波器组的信息包括表示构成滤波器组的每个特征提取滤波器在特征提取中使用哪个特征点的信息。

[0137] 特征提取部 35 通过使用构成所选择的滤波器组的各个特征提取滤波器, 提取在每幅面部图像的指定特征点处的特征。特征提取部 35 针对每幅面部图像计算参数是从每幅面部图像中提取的的特征的特征向量, 并且将所计算出的特征向量的信息输出到相关值计算部 36。另外, 在特征提取部 35 中在提取特征时使用的的面部图像可以是中间图像生成部 39 生成的中间图像, 并且可以是面部检测部 32 生成且经归一化部 34 归一化的面部图像。

[0138] 相关值计算部 36 基于从特征提取部 35 提供的信息, 计算根据作为输入到识别装置 2 的识别目标的对中的一幅面部图像计算出的特征向量与根据另一幅面部图像计算出

的特征向量之间的相关向量。相关值计算部 36 将所计算出的相关向量的信息输出到识别部 37。

[0139] 识别部 37 从学习数据存储部 38 读出构成同一人物分类器的弱分类器的信息,并且计算当相关值计算部 36 计算出的相关向量被提供作为到每个弱分类器的输入时的得分。如果通过使用各个弱分类器计算出的得分的总和等于或大于阈值,则识别部 37 确定两幅输入图像中出现的面部是同一人物的面部。如果总和小于阈值,则识别部 37 确定两幅输入图像中出现的面部不是同一人物的面部。识别部 37 的确定结果可显示在例如连接到识别装置 2 的显示器上,或者可作为声音从连接到识别装置 2 的扬声器输出。

[0140] 类似于学习装置 1 的中间图像生成部 20,中间图像生成部 39 基于从归一化部 34 提供的面部图像,适当地生成积分图像,并且将图像作为中间图像输出到特征提取部 35。

[0141] 识别装置的操作

[0142] 接下来,参照图 19 的流程图,将描述识别装置 2 的处理。

[0143] 在步骤 S21 中,图像获取部 31 获取识别目标的图像对。

[0144] 在步骤 S22 中,面部检测部 32 通过检测包括在图像获取部 31 获取的各幅图像中的人物的面部的部分,生成面部图像。

[0145] 在步骤 S23 中,特征点设置部 33 在每幅面部图像上设置多个特征点。

[0146] 在步骤 S24 中,归一化部 34 对面部图像进行归一化。

[0147] 在步骤 S25 中,中间图像生成部 39 基于归一化后的面部图像生成中间图像。类似于学习装置 1 的中间图像生成部 20,中间图像生成部 39 根据图像获取部 31 获取作为原始图像的各幅图像,生成用于通过使用垂直 / 水平滤波器提取特征的中间图像以及用于通过使用倾斜滤波器提取特征的中间图像。

[0148] 在步骤 S26 中,特征提取部 35 基于存储在学习数据存储部 38 中的信息,选择滤波器组。

[0149] 在步骤 S27 中,特征提取部 35 通过使用构成所选滤波器组的各个特征提取滤波器,提取在每幅面部图像的指定特征点处的特征。特征提取部 35 针对每幅面部图像计算参数是从每幅面部图像中提取的的特征的特征向量。

[0150] 在步骤 S28 中,相关值计算部 36 生成根据作为输入到识别装置 2 的识别目标的对的一幅面部图像计算出的特征向量与根据另一幅面部图像计算出的特征性之间的相关向量。

[0151] 在步骤 S29 中,识别部 37 从学习数据存储部 38 读出构成同一人物分类器的弱分类器的信息,并且计算当相关值计算部 36 计算出的相关向量被提供作为到每个弱分类器的输入时的得分。

[0152] 在步骤 S30 中,识别部 37 将新计算出的得分与到目前为止计算出的得分相加。

[0153] 在步骤 S31 中,识别部 37 确定识别是否结束。如果在步骤 S31 中确定识别未结束,则过程返回到步骤 S26,重新选择滤波器组,并且重复得分计算。例如,在通过使用全部弱分类器计算得分以前,重复使用弱分类器的得分计算。

[0154] 相反,如果在步骤 S31 中确定识别结束,则在步骤 S32 中,识别部 37 基于通过使用各个弱分类器计算出的得分的总和,确定两幅图像中出现的面部是否是同一人物的面部。识别部 37 输出识别结果,并且结束处理。

[0155] 通过上述处理,可以精确地识别两幅图像中出现的面部是否是同一人物的面部。

[0156] 变型示例

[0157] 在以上描述中,学习装置 1 和识别装置 2 是不同的装置。然而,如图 20 所示,可在单个信息处理设备 3 中实现学习装置 1 和识别装置 2。由在信息处理设备 3 中实现的学习装置 1 获得的学习结果被提供给识别装置 2,并且用在关于两幅图像中出现的面部是否是同一人物的面部的识别中。

[0158] 另外,描述了在关于面部是否属于同一人物的识别中所使用的分类器的学习以及使用分类器的识别。然而,上述处理可应用于在关于两幅图像中出现的不同对象是否相同的识别中所使用的分类器的学习以及使用分类器的识别。

[0159] 计算机的示例性配置

[0160] 上述一系列处理可通过硬件执行,以及可通过软件执行。当这一系列处理通过软件执行时,构成软件的程序从程序记录介质被安装在内置于专用硬件中的计算机、通用个人计算机等中。

[0161] 图 21 是示出通过程序执行上述一系列处理的计算机的硬件的示例性配置的框图。

[0162] CPU(中央处理单元)101、ROM(只读存储器)102、和 RAM(随机存取存储器)103 通过总线 104 彼此连接。

[0163] 总线 104 还连接到输入/输出接口 105。输入/输出接口 105 连接到:由键盘、鼠标等构成的输入部 106;以及由显示器、扬声器等构成的输出部 107。另外,输入/输出接口 105 连接到:由硬盘、非易失性存储器等构成的存储部 108;由网络接口等构成的通信部 109;以及驱动可拆卸介质 111 的驱动器 110。

[0164] 在如上所述配置的计算机中,例如,CPU 101 通过输入/输出接口 105 和总线 104 将存储在存储部 108 中的程序加载到 RAM 103 中并且执行该程序,从而执行上述一系列处理。

[0165] CPU 101 执行的程序存储在例如可拆卸介质 111 中。可替代地,程序通过有线或无线传输介质(诸如,局域网、因特网或数字广播)提供,并且安装在存储部 108 中。

[0166] 另外,计算机执行的程序可以是以本说明书的描述顺序按时间顺序执行处理的程序,并且可以是并行或者在诸如调用定时的必要定时执行处理的程序。

[0167] 本公开内容包含与 2010 年 10 月 12 日向日本专利局提交的日本优先权专利申请 JP 2010-229368 中所公开的主题内容相关的主题内容,在此通过引用将其全文合并于此。

[0168] 本领域的技术人员应当理解,在所附权利要求或其等同方案的范围内,根据设计需要和其它因素,可进行各种修改、组合、子组合以及变更。

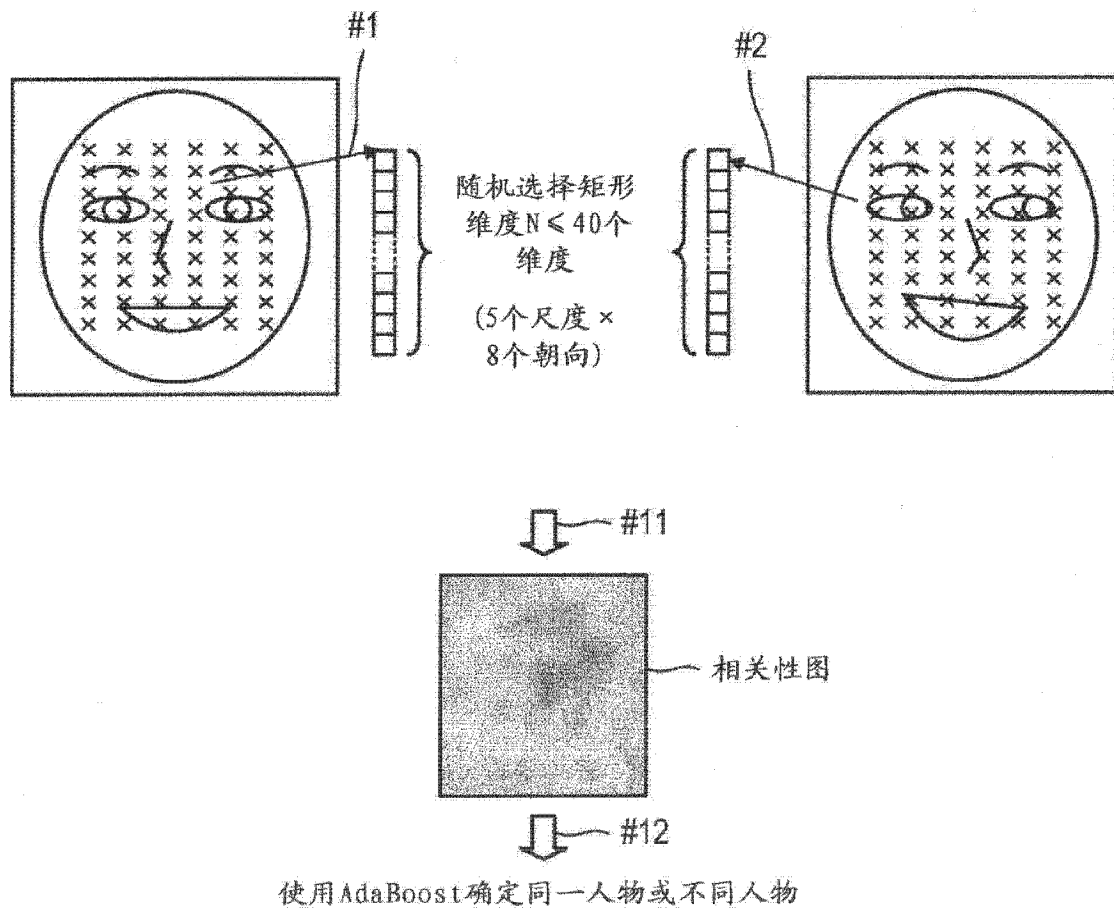


图 1

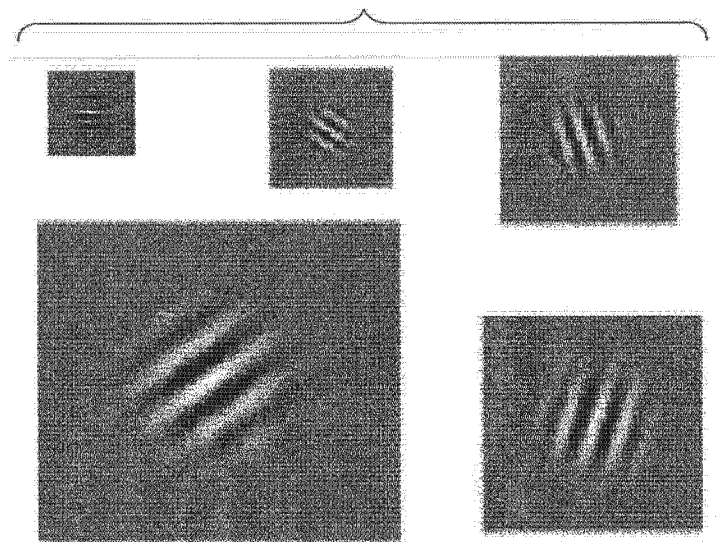


图 2

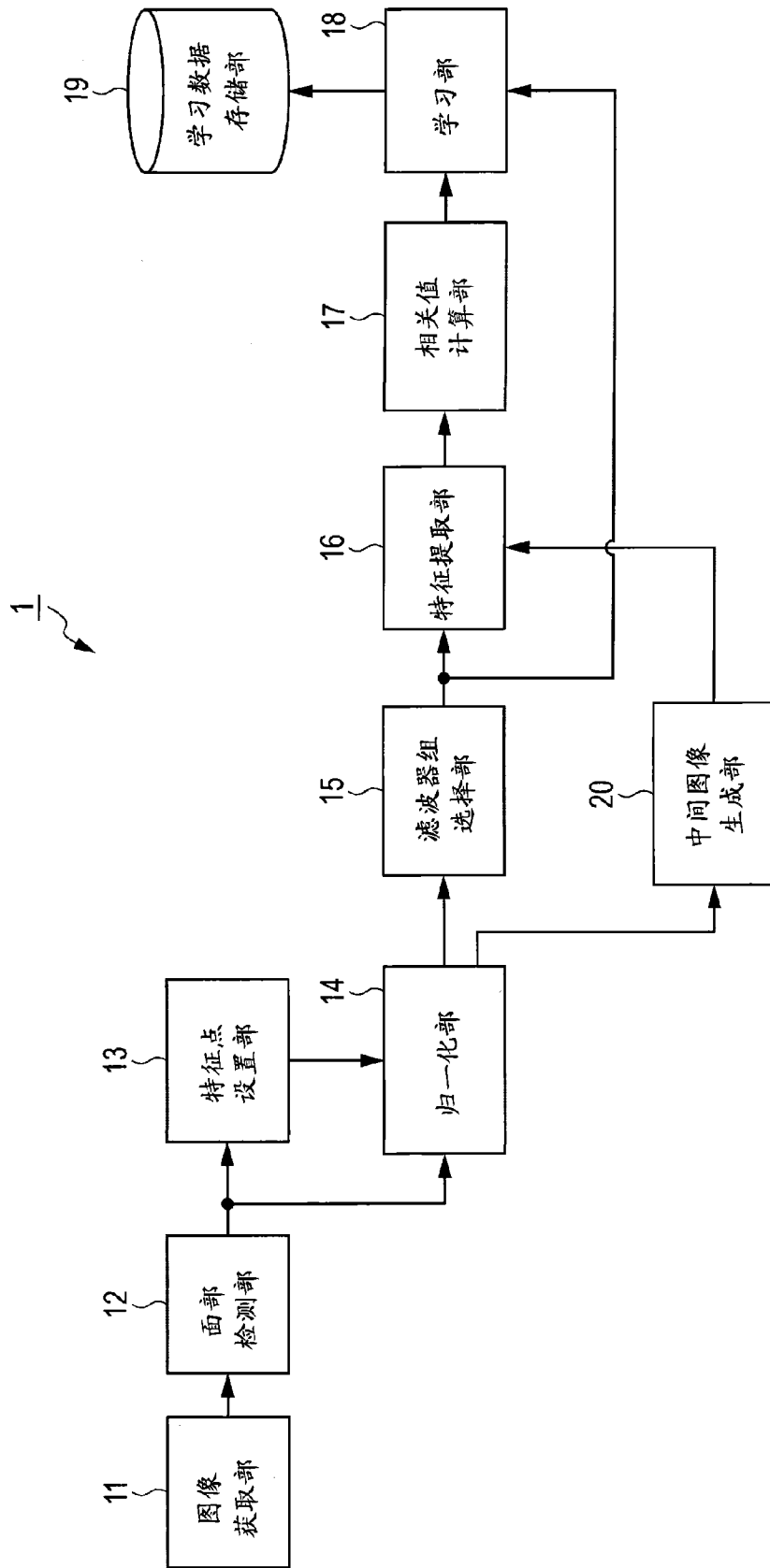


图 3

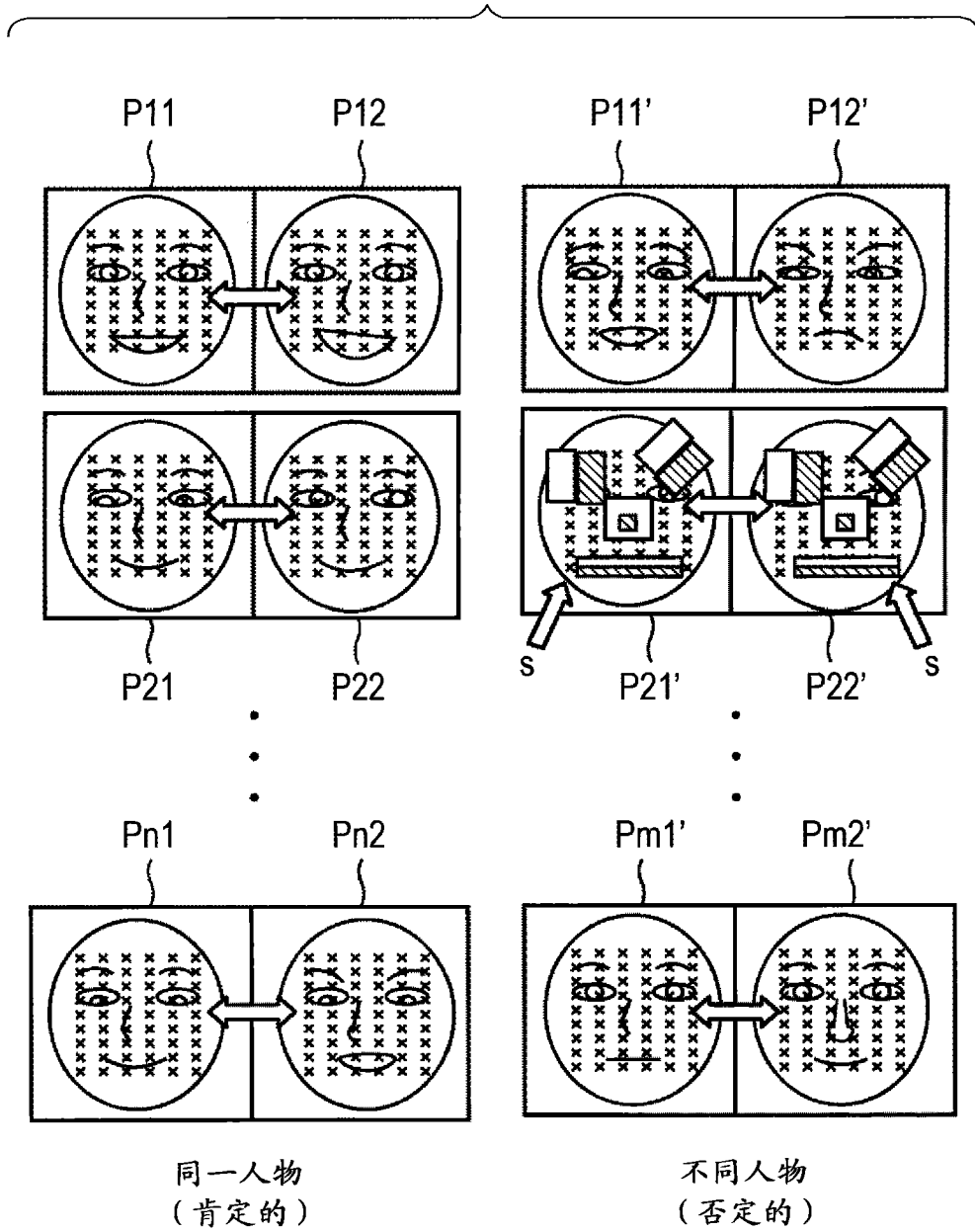


图 4

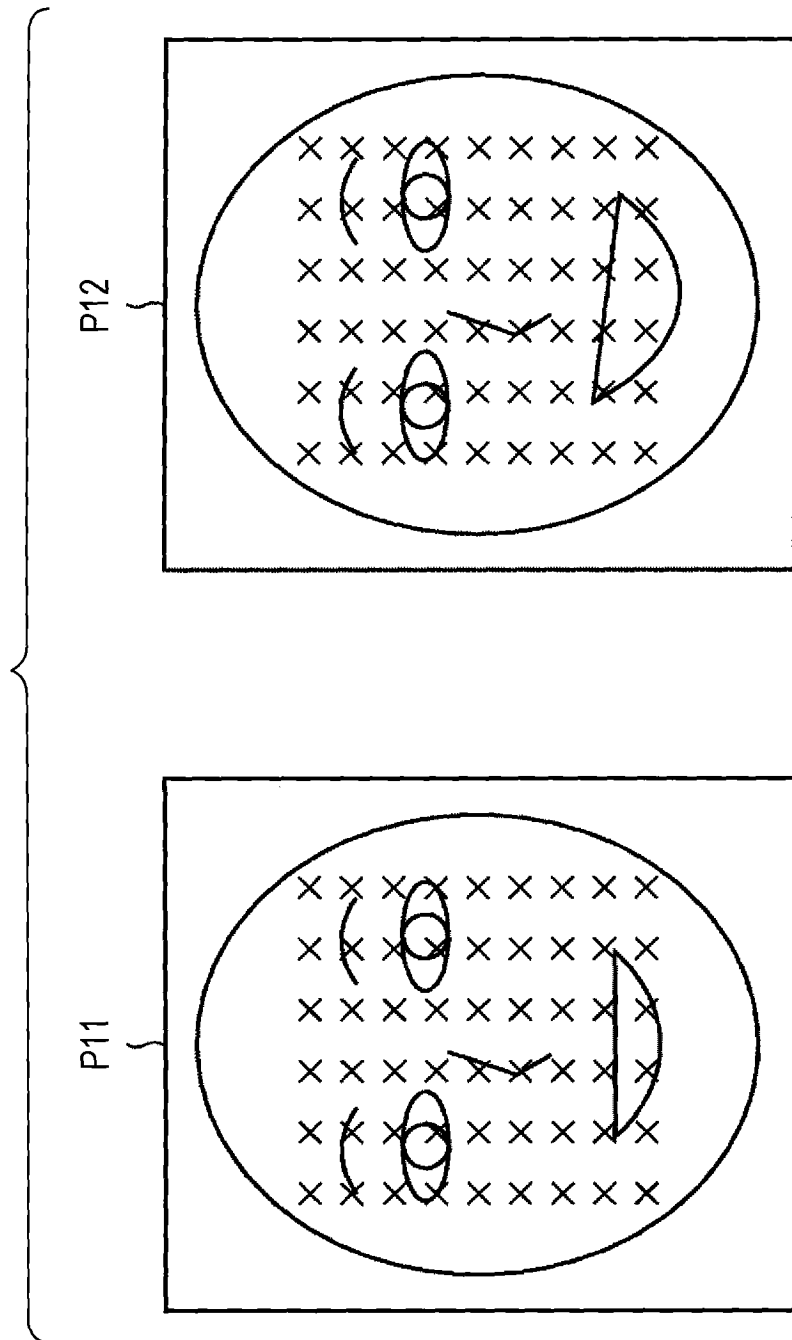


图 5

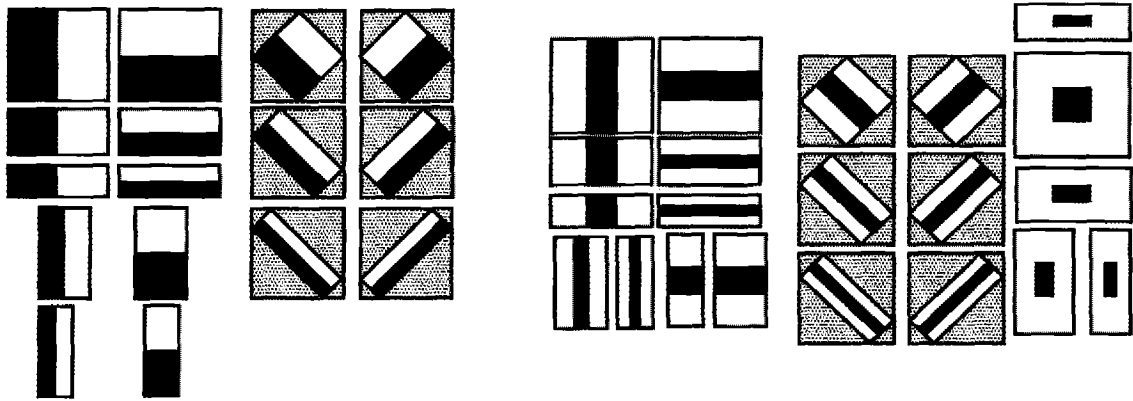


图 6A

图 6B

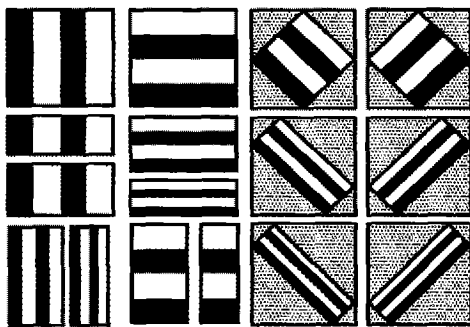


图 6C

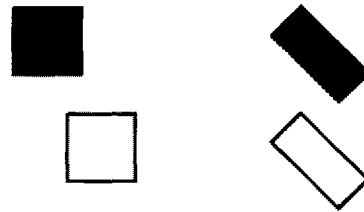


图 6D

$$\begin{aligned}
 s1 &= [(r1, p13), (r5, p51), (r3, p23), \dots, (r8, p43)] \\
 s2 &= [(r3, p33), (r5, p62), (r1, p63), \dots, (r7, p36)] \\
 &\vdots \\
 sn &= [(r4, p41), (r2, p69), (r6, p29), \dots, (r2, p23)]
 \end{aligned}$$

图 7

相关性

$$V1 = [r1 \cdot f13, r5 \cdot f51, r3 \cdot f23, \dots, r8 \cdot f43]$$

$$V1' = [r1 \cdot f13', r5 \cdot f51', r3 \cdot f23', \dots, r8 \cdot f43']$$

图 8

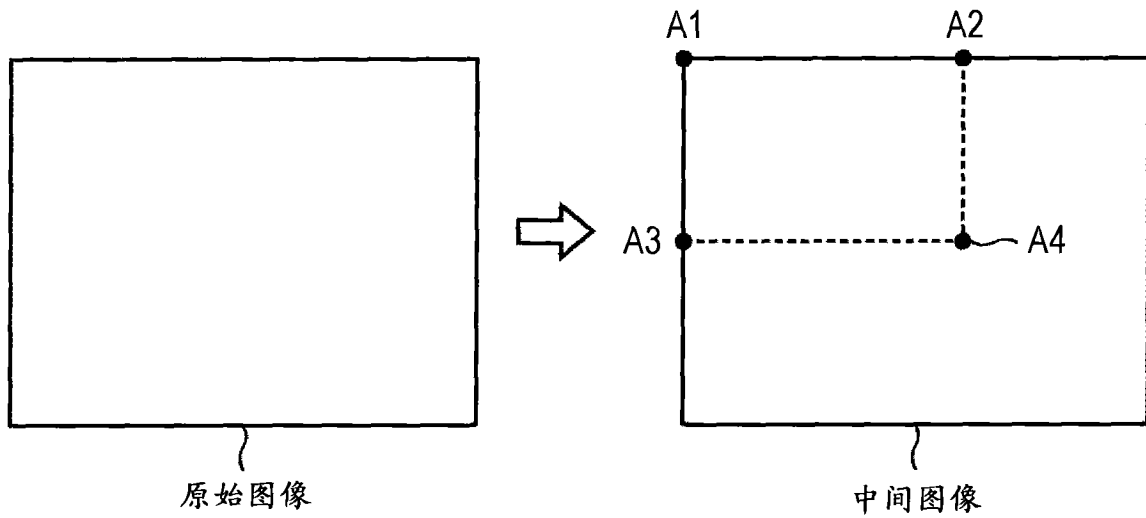


图 9

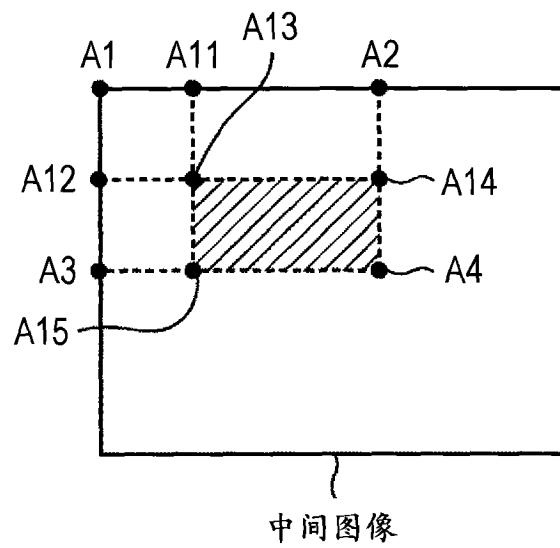


图 10

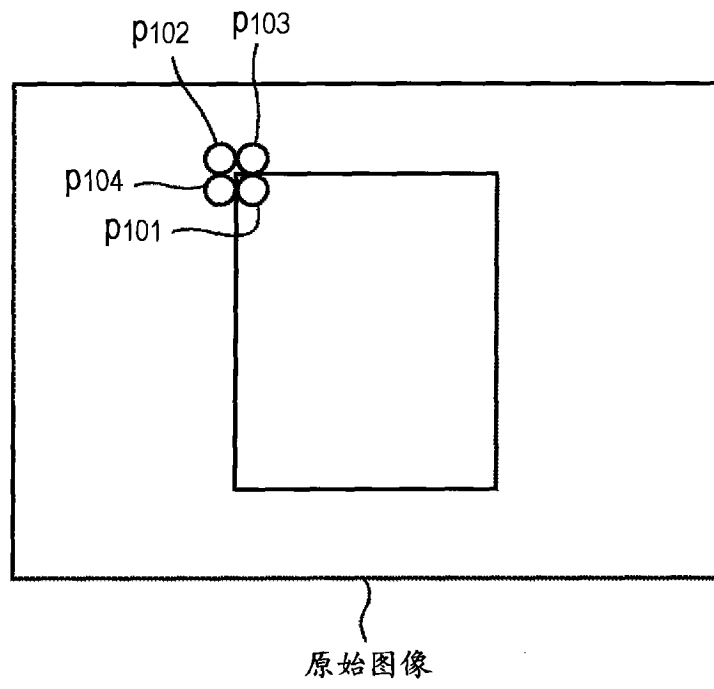


图 11A

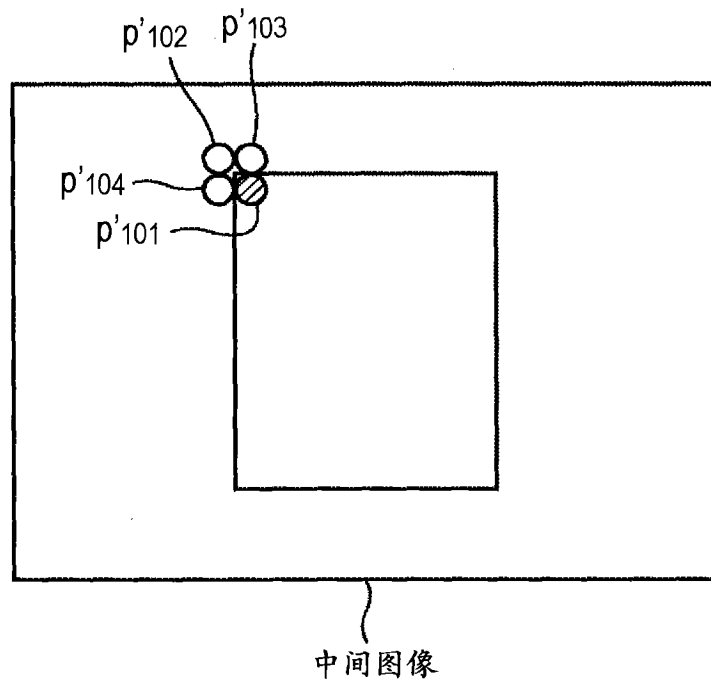


图 11B

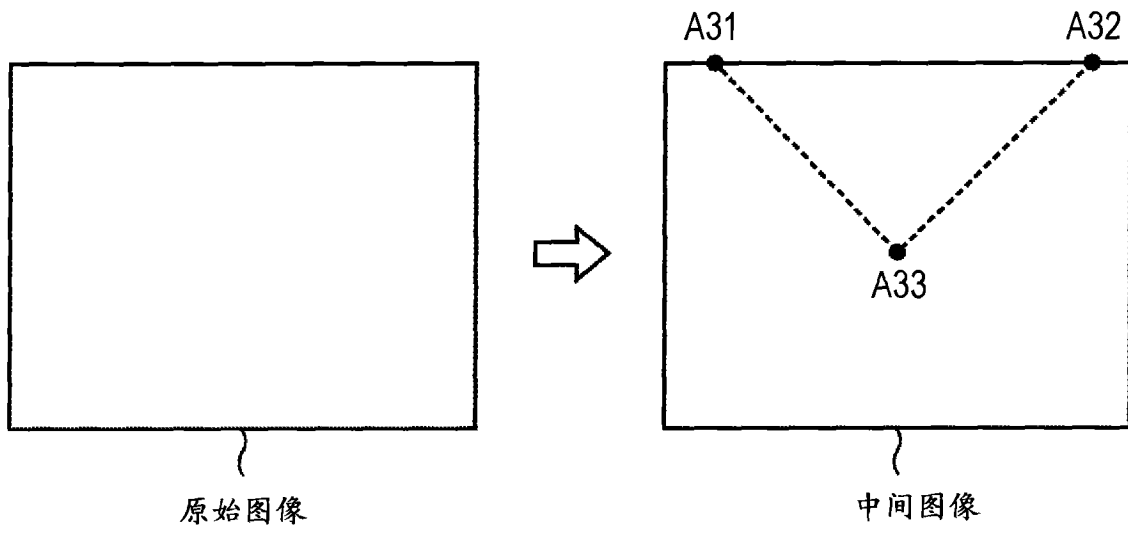


图 12

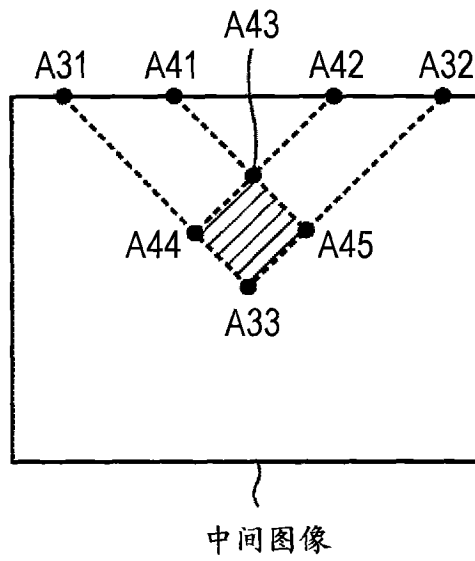


图 13

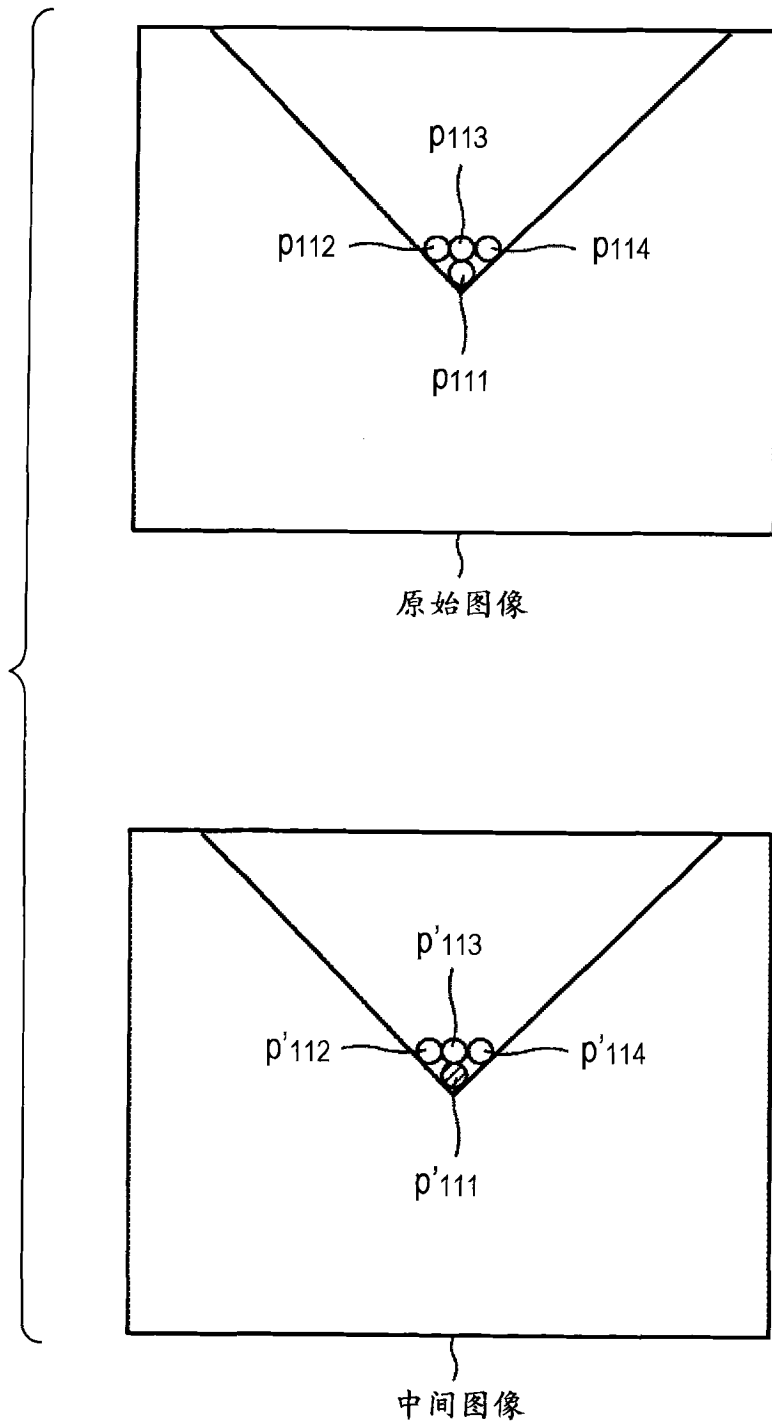


图 14

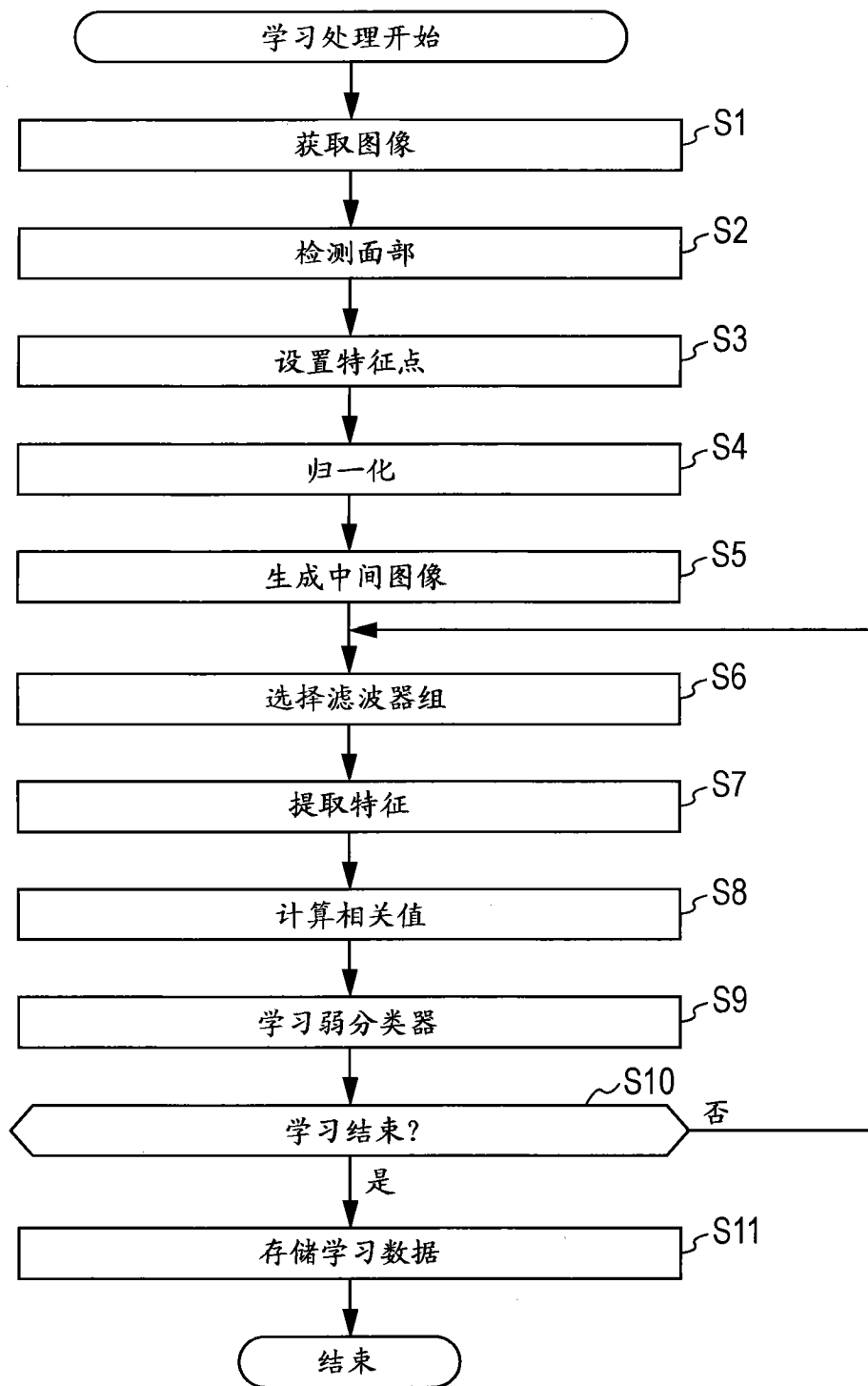


图 15

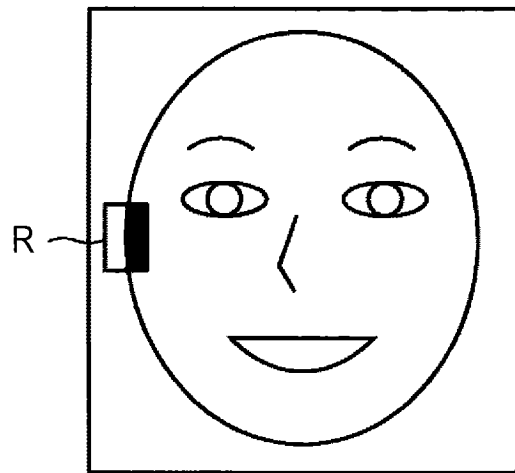


图 16

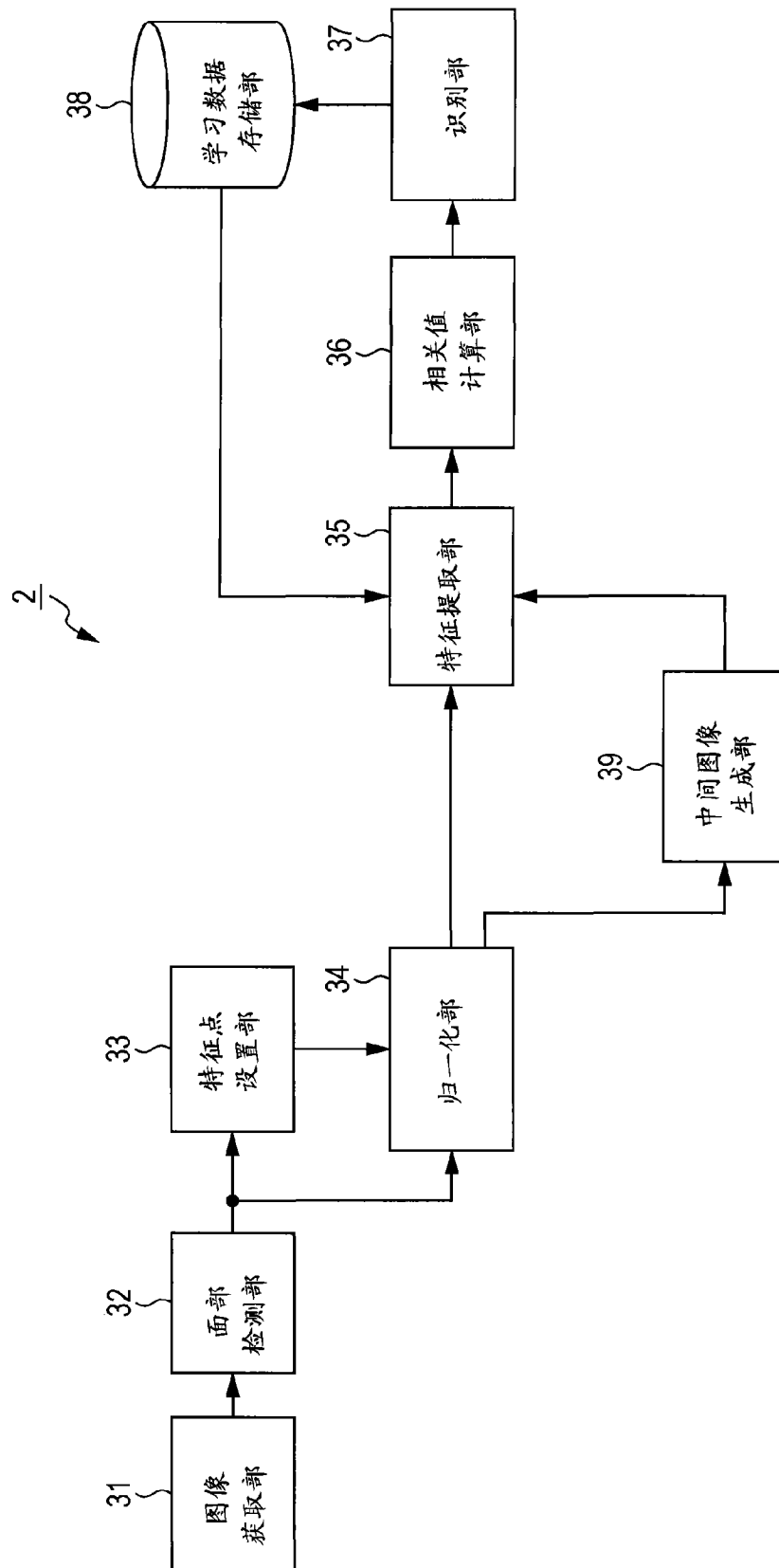


图 17

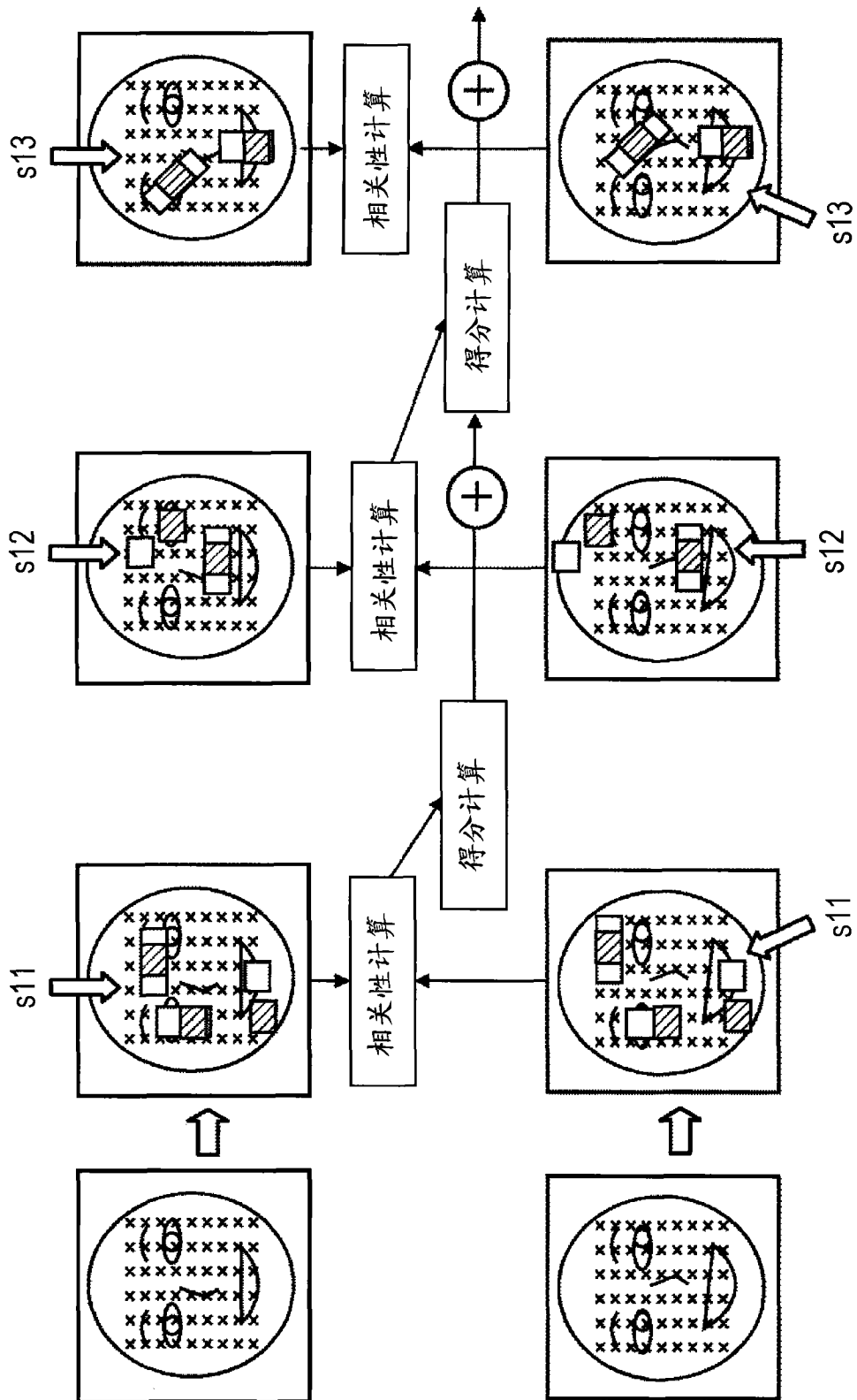


图 18

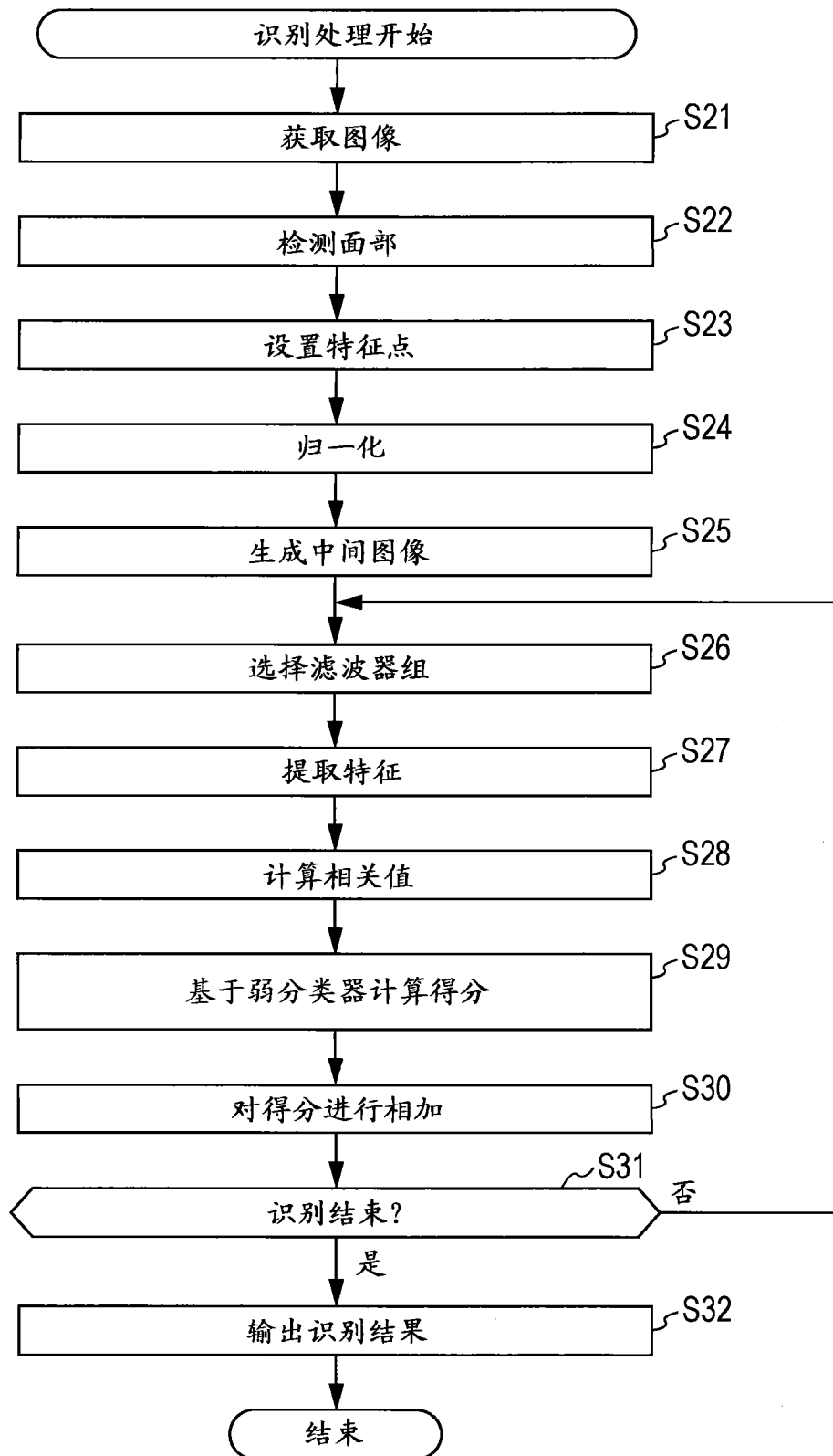


图 19

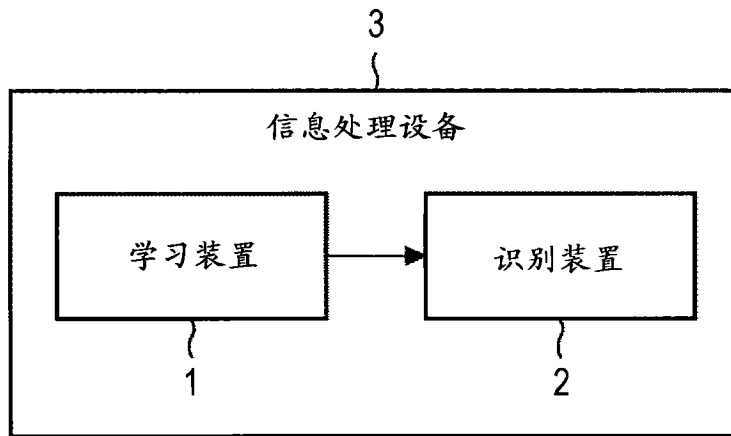


图 20

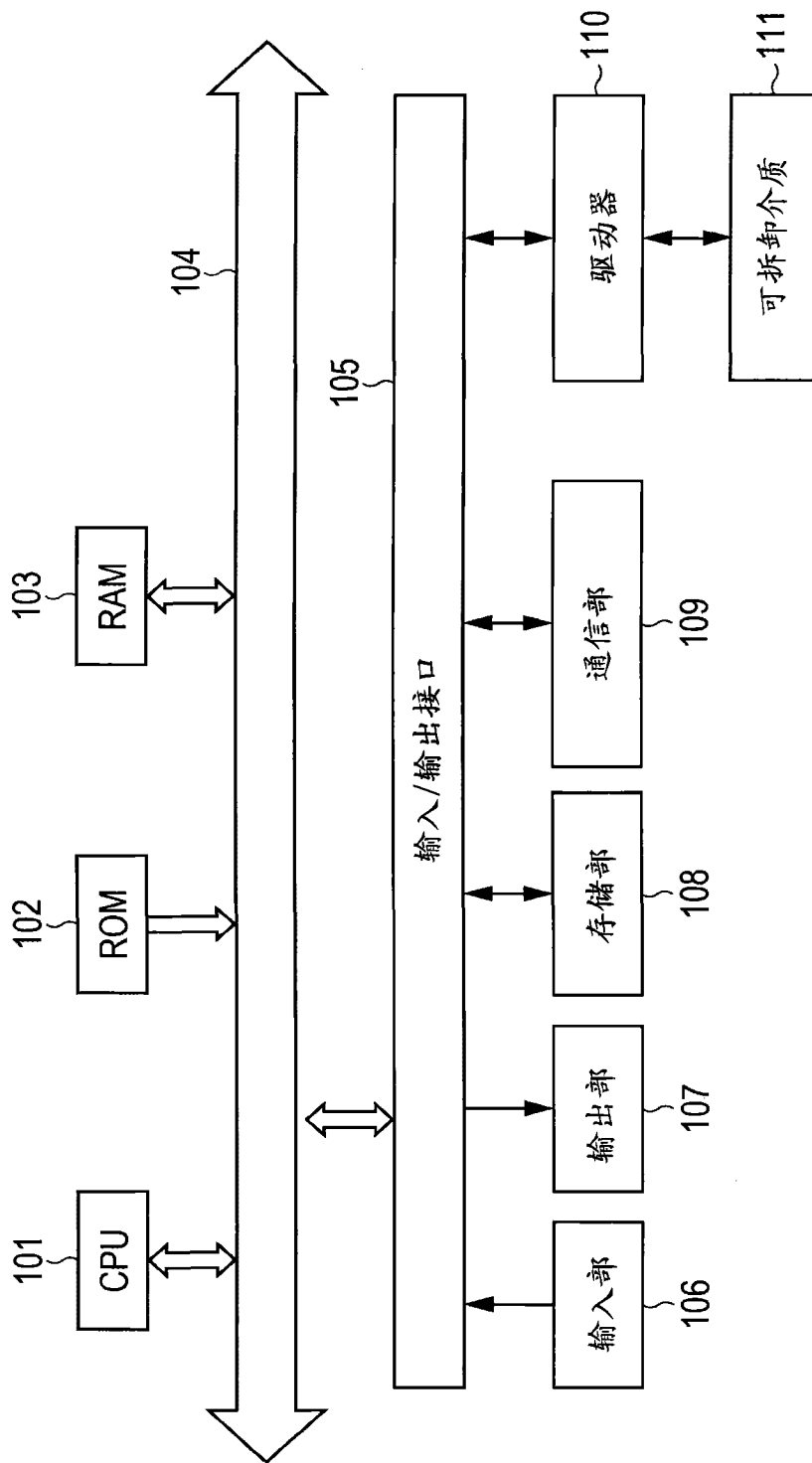


图 21