



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103902961 A

(43) 申请公布日 2014. 07. 02

(21) 申请号 201210587618. 3

(22) 申请日 2012. 12. 28

(71) 申请人 汉王科技股份有限公司

地址 100193 北京市海淀区东北旺西路 8 号
5 号楼三层

(72) 发明人 黄磊 任智杰 彭菲

(74) 专利代理机构 北京中博世达专利商标代理
有限公司 11274

代理人 赵婷婷

(51) Int. Cl.

G06K 9/00 (2006. 01)

G06K 9/62 (2006. 01)

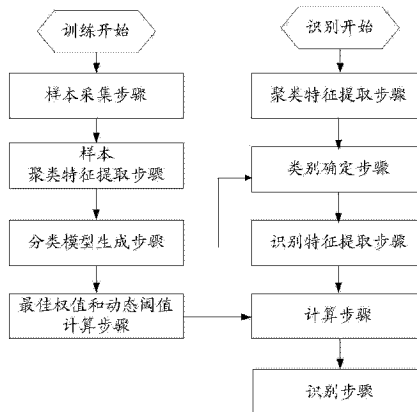
权利要求书3页 说明书12页 附图3页

(54) 发明名称

一种人脸识别方法及装置

(57) 摘要

本发明提供一种人脸识别方法及装置, 该方法包括: 对经过预处理模板人脸图像和待识别人脸图像进行聚类特征提取; 将提取的聚类特征输入到预先训练的聚类类别模型, 确定聚类类别; 对经过预处理的模板人脸图像与待识别人脸图像分别进行 N 种识别特征的提取, 其中 N 为大于 1 的自然数; 分别计算待识别人脸图像的与模板人脸图像的 N 种识别特征的相似度, 并根据确定的聚类类别选择预先确定的最佳权值组合及动态阈值, 对提取的 N 种识别特征的相似度进行加权融合, 获得待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分; 选择获得待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分最高的与动态阈值比较; 不小于动态阈值, 通过识别; 小于动态阈值, 则拒识。



1. 一种人脸识别方法,其特征在于,包括:

聚类特征提取步骤,用于对经过预处理的模板人脸图像和待识别人脸图像进行聚类特征提取;所述聚类特征包括:光源信息特征,和 \ 或,遮挡信息特征;

类别确定步骤,将提取的聚类特征输入到预先训练的聚类类别模型,确定所述模板人脸图像和待识别人脸图像的聚类类别;

识别特征提取步骤,用于对经过预处理的模板人脸图像与待识别人脸图像分别进行 N 种识别特征的提取,其中 N 为大于 1 的自然数;

计算步骤,用于分别计算所述待识别人脸图像的与模板人脸图像的 N 种识别特征的相似度,并根据所述类别确定步骤中确定的聚类类别选择预先确定的最佳权值组合及对应的动态阈值,对所述提取的 N 种识别特征的相似度进行加权融合,获得待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分;

识别步骤,用于将待识别人脸图像与所有的模板人脸图像进行匹配,选择所述获得待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分最高的;将所述最高的综合相似度得分与所述动态阈值比较,如果不小于所述动态阈值,判断所述待识别人脸图像为综合相似度最高得分对应的人脸模板,通过识别;如果小于所述动态阈值,则拒识。

2. 根据权利要求 1 所述的人脸识别方法,其特征在于,

所述计算步骤还包括:获取所述待识别人脸图像与所有的模板人脸图像中第 k 个类别对应的相似度调整量;根据所述获取的相似度调整量,对所述获得的待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分进行调整,获取修正的待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分;

所述识别步骤还包括:选择所述获取的修正的待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分最高的;将所述最高的修正综合相似度得分与所述动态阈值比较,如果不小于所述动态阈值,判断所述待识别人脸图像为综合相似度最高得分对应的人脸模板,通过识别;如果小于所述动态阈值,则拒识。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的人脸识别方法,其特征在于,在识别特征提取步骤之前包括:

样本采集步骤,用于采集多种聚类特征条件下的人脸图像样本,以构造训练样本集,所述训练样本集包括:测试人脸图像集和注册人脸图像集;

样本聚类特征提取步骤,用于对训练样本集中的测试人脸图像和注册人脸图像分别提取特征,组成聚类特征;

分类模型生成步骤,用于根据从训练样本集中提取出的聚类特征,采用聚类方法得到 K 类聚类类别模型,其中, K 为正整数;

最佳权值和动态阈值计算步骤,用于根据所述聚类类别模型将所述测试人脸图像和注册人脸图像对划分为多个样本集,对每个样本集中的测试人脸图像和注册人脸图像对分别提取 N 种识别特征,并计算 N 种识别特征的相似度;根据人脸图像样本的最大化识别率或最小化等错率或最大化通过率获得所述测试人脸图像和注册人脸图像对的最佳权值的组合;并根据所述每个样本集中的测试人脸图像和注册人脸图像对的识别结果设定在人脸识别过程中的给定误识下的动态阈值。

4. 根据权利要求 3 所述的人脸识别方法,其特征在于,所述聚类方法包括有监督聚类

方法和无监督聚类方法；所述有监督的聚类方法包括LVQ方法、SVM方法、BP神经网络方法，所述无监督聚类方法包括K-均值方法、统计参数建模方法，ISODATA方法、竞争学习方法。

5. 根据权利要求4所述的人脸识别方法，其特征在于，所述光源信息特征包括：人脸图像样本的灰度均值特征、方差特征；所述遮挡信息特征包括：人脸图像样本的灰度均值特征、方差特征、LBP特征。

6. 一种人脸识别装置，其特征在于，包括：

聚类特征提取单元，用于对经过预处理的模板人脸图像和待识别人脸图像进行聚类特征提取；所述聚类特征包括：光源信息特征，和\或，遮挡信息特征；

类别确定单元，将提取的聚类特征输入到预先训练的聚类类别模型，确定所述模板人脸图像和待识别人脸图像的聚类类别；

识别特征提取单元，用于对经过预处理的模板人脸图像与待识别人脸图像分别进行N种识别特征的提取，其中N为大于1的自然数；

计算单元，用于分别计算所述待识别人脸图像的与模板人脸图像的N种识别特征的相似度，并根据所述类别确定步骤中确定的聚类类别选择预先确定的最佳权值组合及对应的动态阈值，对所述提取的N种识别特征的相似度进行加权融合，获得待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分；

识别单元，用于将待识别人脸图像与所有的模板人脸图像进行匹配，选择所述获得待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分最高的；将所述最高的综合相似度得分与所述动态阈值比较，如果不小于所述动态阈值，判断所述待识别人脸图像为综合相似度最高得分对应的人脸模板，通过识别；如果小于所述动态阈值，则拒识。

7. 根据权利要求6所述的人脸识别装置，其特征在于，

所述计算单元，还用于获取所述待识别人脸图像与所有的模板人脸图像中第k个类别对应的相似度调整量；根据所述获取的相似度调整量，对所述获得的待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分进行调整，获取修正的待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分；

所述识别单元，还用于选择所述获取的修正的待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分最高的；将所述最高的修正综合相似度得分与所述动态阈值比较，如果不小于所述动态阈值，判断所述待识别人脸图像为综合相似度最高得分对应的人脸模板，通过识别；如果小于所述动态阈值，则拒识。

8. 根据权利要求6或7所述的人脸识别装置，其特征在于，还包括：

样本采集单元，用于采集多种聚类特征条件下的人脸图像样本，以构造训练样本集，所述训练样本集包括：测试人脸图像集和注册人脸图像集；

样本聚类特征提取单元，用于对训练样本集中的测试人脸图像和注册人脸图像分别提取特征，组成聚类特征；

分类模型生成单元，用于根据从训练样本集中提取出的聚类特征，采用聚类方法得到K类聚类类别模型，其中，K为正整数；

最佳权值和动态阈值计算单元，用于根据所述聚类类别模型将所述测试人脸图像和注册人脸图像对划分为多个样本集，对每个样本集中的测试人脸图像和注册人脸图像对分别提取N种识别特征，并计算N种识别特征的相似度；根据人脸图像样本的最大化识别率或最

小化等错率或最大化通过率获得所述测试人脸图像和注册人脸图像对的最佳权值的组合；并根据所述每个样本集中的测试人脸图像和注册人脸图像对的识别结果设定在人脸识别过程中的给定误识下的动态阈值。

9. 根据权利要求 8 所述的人脸识别装置,其特征在于,所述聚类方法包括有监督聚类方法和无监督聚类方法;所述有监督的聚类方法包括 LVQ 方法、SVM 方法、BP 神经网络方法,所述无监督聚类方法包括 K-均值方法、统计参数建模方法, ISODATA 方法、竞争学习方法。

10. 根据权利要求 9 所述的人脸识别装置,其特征在于,所述光源信息特征包括:人脸图像样本的灰度均值特征、方差特征;所述遮挡信息特征包括:人脸图像样本的灰度均值特征、方差特征、LBP 特征。

一种人脸识别方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及数字图像处理及基于计算机视觉的模式识别领域,特别涉及一种人脸识别方法及装置。

背景技术

[0002] 生物特征识别技术是身份识别的有效技术,近来发展最快的是人脸识别技术以及与人脸识别技术相融合的生物特征识别技术。

[0003] 为了提高人脸识别分类器的性能,目前普遍采用多特征加权融合。对于不同的特征,识别性能不尽相同,加权就是对不同的特征采用不同的权值进行融合。每个特征的权值是由该特征本身的特性(可分性,识别率等)所决定的,不同的融合特征对应不同的融合权值。对识别性能好的特征赋予较大的权值,而识别性能差的特征赋予较小的权重。

[0004] 然而在实际应用过程中,由于应用场景的不同(如安防和现场监控等场景)或者识别对象外貌的遮挡信息特征的不同(如识别对象的眼镜、刘海和胡子等人脸遮挡物的变化),使得不同条件下的特征融合的最佳权值也在发生变化,若固定各特征的融合权值以进行不同条件下的人脸识别,则将导致人脸识别的性能下降。

[0005] 在安防和现场监控等场景中,模板库中数万张的人脸图片本身就存在光源差异,即采集设备迥异导致图片质量存在重大差异。例如:在不同光源下同一个人的脸图片,三张图片分别为光线昏暗状态下的红外人脸图像,专业相机采集的闪光灯下的证件照,普通可见光摄像头采集的人脸图像。上述三种不同光源条件下采集成像的差异图片给人脸识别带来较大困难。

[0006] 在识别对象外貌的遮挡信息特征不同的情况下,例如:识别人脸的外貌的遮挡信息特征由于有眼镜、刘海和胡子等人脸遮挡物的变化,从而使得一个人在不同环境下的差异性大于不同人相同环境下的差异性。在无约束场景应用中,人脸遮挡物的变化在增加识别困难的同时,也会影响不同场景中不同特征的识别性能。如注册图片和识别图片都戴眼镜,以及注册图片戴眼镜识别图片不戴眼镜,用来识别的某个特征的识别性能是有差异的。

[0007] 因此,在人脸识别的应用过程中,在不同光源条件下或者在人脸外貌的遮挡信息特征的不同遮挡条件下,人脸的各个特征的识别性能并不恒定。如果在不同光源条件下或者不同外貌的遮挡信息特征条件下,仍然采用恒定的人脸识别的多特征的权值,则人脸识别的误判率增加,通过率降低。

发明内容

[0008] 本发明的目的是提出一个自适应的多特征权值融合的人脸识别方案,解决识别条件变化,如光源不同或者外貌的遮挡信息特征发生变化等导致不同特征性能发生改变时,固定权值方案识别性能下降的问题。

[0009] 本发明提供一种人脸识别方法,包括:

[0010] 聚类特征提取步骤,用于对经过预处理的模板人脸图像和待识别人脸图像进行聚

类特征提取 ;所述聚类特征包括 :光源信息特征,和 \ 或,遮挡信息特征 ;

[0011] 类别确定步骤,将提取的聚类特征输入到预先训练的聚类类别模型,确定所述模板人脸图像和待识别人脸图像的聚类类别 ;

[0012] 识别特征提取步骤,用于对经过预处理的模板人脸图像与待识别人脸图像分别进行 N 种识别特征的提取,其中 N 为大于 1 的自然数 ;

[0013] 计算步骤,用于分别计算所述待识别人脸图像的与模板人脸图像的 N 种识别特征的相似度,并根据所述类别确定步骤中确定的聚类类别选择预先确定的最佳权值组合及对应的动态阈值,对所述提取的 N 种识别特征的相似度进行加权融合,获得待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分 ;

[0014] 识别步骤,用于将待识别人脸图像与所有的模板人脸图像进行匹配,选择所述获得待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分最高的 ;将所述最高的综合相似度得分与所述动态阈值比较,如果不小于所述动态阈值,判断所述待识别人脸图像为综合相似度最高得分对应的人脸模板,通过识别 ;如果小于所述动态阈值,则拒识。

[0015] 本发明还提供一种人脸识别装置,包括 :

[0016] 聚类特征提取单元,用于对经过预处理的模板人脸图像和待识别人脸图像进行聚类特征提取 ;所述聚类特征包括 :光源信息特征,和 \ 或,遮挡信息特征 ;

[0017] 类别确定单元,将提取的聚类特征输入预先训练的聚类类别模型,确定所述模板人脸图像和待识别人脸图像的聚类类别 ;

[0018] 识别特征提取单元,用于对经过预处理的模板人脸图像与待识别人脸图像分别进行 N 种识别特征的提取,其中 N 为大于 1 的自然数 ;

[0019] 计算单元,用于分别计算所述待识别人脸图像的与模板人脸图像的 N 种识别特征的相似度,并根据所述类别确定步骤中确定的聚类类别选择预先确定的最佳权值组合及对应的动态阈值,对所述提取的 N 种识别特征的相似度进行加权融合,获得待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分 ;

[0020] 识别单元,用于将待识别人脸图像与所有的模板人脸图像进行匹配,选择所述获得待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分最高的 ;将所述最高的综合相似度得分与所述动态阈值比较,如果不小于所述动态阈值,判断所述待识别人脸图像为综合相似度最高得分对应的人脸模板,通过识别 ;如果小于所述动态阈值,则拒识。

[0021] 本发明提供的人脸识别方法及装置,采用了自适应的多特征融合的人脸识别方案,通过所述方案中获取到的所述 N 种识别特征与其在预先注册的人脸模板中的对应特征的相似度,并根据在所述确定步骤中确定的聚类特征 (光源信息特征,和 \ 或,遮挡信息特征) 的类别,确定所述 N 种识别特征在进行加权融合时的最佳权值组合及对应的动态阈值,以获得所述人脸图像与所述人脸模板的综合相似度得分,从而使得该权值方案更灵活,能使人脸识别过程中的多特征融合性能始终保持最佳或接近于最佳,可以同时适应用于多种场景。与此同时,本发明技术方案还预设了动态阈值,通过将待识别人脸图像与所有的模板人脸图像进行匹配,选择所述获得待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分最高的 ;将所述最高的综合相似度得分与所述动态阈值比较,如果不小于所述动态阈值,判断所述待识别人脸图像为综合相似度最高得分对应的人脸模板,通过识别 ;如果小于所述动态阈值,则拒识,从而可以鲁棒地反映图片采集环境的光源条件和 / 或遮挡条件,基于聚类的

思想进行自适应识别,在判断光源场景和 / 或遮挡场景的同时,提升了识别通过率。

附图说明

- [0022] 图 1 为本发明实施例提供的一种人脸识别方法的流程图 ;
[0023] 图 2 为本发明提供的一种人脸识别方法的实现原理框图 ;
[0024] 图 3 为本发明实施例一提供的人脸识别方法的实现原理框图 ;
[0025] 图 4 为本发明实施例二提供的人脸识别方法的实现原理框图 ;
[0026] 图 5 为本发明实施例提供的一种人脸识别装置的结构示意图。

具体实施方式

[0027] 在本发明技术方案实现的过程中,首先需要采集多种聚类特征条件下的人脸图像样本,以构造训练样本集,所述训练样本集包括:测试人脸图像集和注册人脸图像集;然后对训练样本集中的测试人脸图像和注册人脸图像分别提取特征,组成聚类特征。所述特征提取的主要内容是从人脸图片中提取可以反映外界不同光源环境信息特征或者可以反映人脸面部遮挡信息特征。再次根据从训练样本集中提取出的聚类特征,采用聚类方法得到 K 类聚类类别模型,其中, K 为正整数;所述聚类方法包括有监督聚类方法和无监督聚类方法;所述有监督的聚类方法包括 LVQ 方法、SVM 方法、BP 神经网络方法,所述无监督聚类方法包括 K-均值方法、统计参数建模方法,ISODATA 方法、竞争学习方法。最后根据所述聚类类别模型将所述测试人脸图像和注册人脸图像对划分为多个样本集,对每个样本集中的测试人脸图像和注册人脸图像对分别提取 N 种识别特征,并计算 N 种识别特征的相似度;根据人脸图像样本的最大化识别率或最小化等错率或最大化通过率获得所述测试人脸图像和注册人脸图像对的最佳权值的组合;并根据所述每个样本集中的测试人脸图像和注册人脸图像对的识别结果设定在人脸识别过程中的给定误识下的动态阈值。人脸识别应用时,对测试人脸图像分别提取用于判断聚类类别的光源信息特征和 \ 外貌的遮挡信息特征,以及用于身份识别的多类识别特征。根据光源信息特征和 \ 外貌的遮挡信息特征将待识别图像划分到最近的聚类中心对应的类别中,获取相应的最佳权值及其对应的动态阈值,,对所述提取的 N 种识别特征的相似度进行加权融合,获得待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分,最后将待识别人脸图像与所有的模板人脸图像进行匹配,选择所述获得待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分最高的;将所述最高的综合相似度得分与所述动态阈值比较,如果不小于所述动态阈值,判断所述待识别人脸图像为综合相似度最高得分对应的人脸模板,通过识别;如果小于所述动态阈值,则拒识。

[0028] 如图 1 所示,为本发明实施例子提供的一种人脸识别方法,该方法包括:包括训练过程和识别过程;

[0029] 所述训练过程包括:样本采集步骤、样本聚类特征提取步骤、分类模型生成步骤、最佳权值和动态阈值计算步骤;

[0030] 所述样本采集步骤,用于采集多种聚类特征条件下的人脸图像样本,以构造训练样本集,所述训练样本集包括:测试人脸图像集和注册人脸图像集;

[0031] 所述样本聚类特征提取步骤,用于对训练样本集中的测试人脸图像和注册人脸图像分别提取特征,组成聚类特征;所述聚类特征包括:光源信息特征,和 \ 或,遮挡信息特

征；

[0032] 所述分类模型生成步骤,用于根据从训练样本集中提取出的聚类特征,采用聚类方法得到 K 类聚类类别模型,其中, K 为正整数；

[0033] 所述最佳权值和动态阈值计算步骤,用于根据所述聚类类别模型将所述测试人脸图像和注册人脸图像对划分为多个样本集,对每个样本集中的测试人脸图像和注册人脸图像对分别提取 N 种识别特征,并计算 N 种识别特征的相似度;根据人脸图像样本的最大化识别率或最小化等错率或最大化通过率获得所述测试人脸图像和注册人脸图像对的最佳权值的组合;并根据所述每个样本集中的测试人脸图像和注册人脸图像对的识别结果设定在人脸识别过程中的给定误识下的动态阈值。

[0034] 所述识别过程包括:聚类特征提取步骤、类别确定步骤、识别特征提取步骤、计算步骤及识别步骤。

[0035] 所述聚类特征提取步骤,用于对经过预处理的模板人脸图像和待识别人脸图像进行聚类特征提取;所述聚类特征包括:光源信息特征,和 \ 或,遮挡信息特征;

[0036] 所述类别确定步骤,将提取的聚类特征输入到预先训练的聚类类别模型,确定所述模板人脸图像和待识别人脸图像的聚类类别;

[0037] 所述识别特征提取步骤,用于对经过预处理的模板人脸图像与待识别人脸图像分别进行 N 种识别特征的提取,其中 N 为大于 1 的自然数;

[0038] 所述计算步骤,用于分别计算所述待识别人脸图像的与模板人脸图像的 N 种识别特征的相似度,并根据所述类别确定步骤中确定的聚类类别选择预先确定的最佳权值组合及对应的动态阈值,对所述提取的 N 种识别特征的相似度进行加权融合,获得待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分;

[0039] 所述识别步骤,用于将待识别人脸图像与所有的模板人脸图像进行匹配,选择所述获得待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分最高的;将所述最高的综合相似度得分与所述动态阈值比较,如果不小于所述动态阈值,判断所述待识别人脸图像为综合相似度最高得分对应的人脸模板,通过识别;如果小于所述动态阈值,则拒识。

[0040] 需要说明的是,本发明采用的动态阈值的通过判断方法,还可以通过选择所属类别的相似度调整量来修正综合相似度得分,进行通过判断。

[0041] 因此,所述计算步骤还可以包括:获取所述待识别人脸图像与所有的模板人脸图像中第 k 个类别对应的相似度调整量;根据所述获取的相似度调整量,对所述获得待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分进行调整,获取修正的待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分;

[0042] 所述识别步骤还包括:选择所述获取的修正待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分最高的;将所述最高的修正综合相似度得分与所述动态阈值比较,如果不小于所述动态阈值,判断所述待识别人脸图像为综合相似度最高得分对应的人脸模板,通过识别;如果小于所述动态阈值,则拒识。

[0043] 有关训练过程及识别过程的具体实现方式将通过两个具体实施例进行详细说明。

[0044] 实施例一,设聚类特征为光源信息特征,如图 2 和图 3 所示为采用本发明人脸识别方法的实现原理框图其具体实现过程如下:

[0045] 所述聚类特征为光源信息特征时,所述人脸识别方法的训练过程具体如下:

[0046] 该实施例设注册集无光源环境变化,测试集有光源环境变化的情况。

[0047] 步骤 1:采集多种聚类特征条件下的人脸图像样本,构造训练样本集,所述训练样本集包括:测试人脸图像集和注册人脸图像集。

[0048] 所述训练样本集涵盖各样光源条件下的样本。在本发明技术方案中,需要采集不同光源下的近红外图片、不同型号下的可见光图片,以及专业设备采集的证件照图片等,保证不同光源条件下都有对应的人脸图片集,并且图片数据量基本一致。在完成采样过程后,通常还需要对样本图像进行预处理。在本发明实施例中,对原始人脸图像进行的预处理主要包括人脸定位、图像对齐、尺寸调整、图像的灰度及方差的归一化处理。经过预处理后,所有图像尺寸相同、灰度统一到标准水平,且灰度层次比较分明。

[0049] 步骤 2:对训练样本集中的测试人脸图像和注册人脸图像分别提取特征,组成聚类特征;所述聚类特征包括:光源信息特征。

[0050] 输入训练样本,提取光源信息特征,所述光源信息特征包括但不限于灰度均值、方差等特征。提取图像的灰度均值、方差的方法是本领域技术人员所公知的技术,本实施例不再赘述。

[0051] 步骤 3:分类模型生成。

[0052] 根据从训练样本集中提取出的光源信息聚类特征,采用聚类方法得到 K 类聚类类别模型,其中, K 为正整数。所述聚类方法包括有监督聚类方法和无监督聚类方法;所述有监督的聚类方法包括 LVQ 方法、SVM 方法、BP 神经网络方法,所述无监督聚类方法包括 K-均值方法、统计参数建模方法, ISODATA 方法、竞争学习方法。

[0053] 步骤 4:最佳权值和动态阈值的获取,其具体获取过程如下:

[0054] 首先,需要提取识别特征;根据所述聚类类别模型将所述测试人脸图像和注册人脸图像对划分为多个样本集,对每个样本集中的测试人脸图像和注册人脸图像对分别提取用于识别的 P (P ≥ 2) 种特征,包括但不限于局部二元模式特征 (LBP)。

[0055] 其次,分别计算 K 类样本的各识别特征的最佳权值组合;并根据所述每个样本集中的测试人脸图像和注册人脸图像对的识别结果设定在人脸识别过程中的给定误识下的动态阈值。即对步骤 3 中已划分好的 K 类训练样本分别计算各识别特征的最佳权值,并根据所述每个样本集中的测试人脸图像和注册人脸图像对的识别结果设定在人脸识别过程中的给定误识下的动态阈值。

[0056] 所述最佳权值可通过衡量各类样本的最大化识别率、最小化等错率、最大化通过率等方式获取。本发明采用识别率最大时的权值作为最佳权值,具体实施方式如下:

[0057] 假设模板集 T 内共有人脸样本 M 个, $T = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$, 模板 t_i 对应标签为 $label_{t_i}$ ($i = 1, \dots, M$)。训练集 X 中被划分为第 k 类光源的集合 X_k 内共有人脸样本 N 个, $X_k = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$, 训练样本 x_j 对应标签为 $label_{x_j}$ ($j = 1, \dots, N$)。用于识别的特征为 P 类。假设第 k 类最佳权值组合中第 1 个特征的权重为 ω_k^1 , 第 k 类最佳权值 W_k 可表示为

$$W_k = \{\omega_k^1 \mid \sum_{i=1}^P \omega_k^i = 1\}, \text{ 总体最佳阈值 } W \text{ 可表示为 } W = \{W_k, k = 1, \dots, K\}$$

[0058] 给定一个训练样本 x_n 与一个模板 t_m , 各个特征之间的欧氏距离分别为 $s_{m,n}^1$ ($1 = 1, \dots, P$), 给定某一组权值 $\omega_1, \dots, \omega_p$, 则训练样本 x_n 和模板 t_m 之间的综合距离

为 $s_{m,n}^0 = \omega_1 * s_{m,n}^1 + \dots + \omega_p * s_{m,n}^p$

[0059] 将上述过程扩展到整个模板集 T。给定一个训练样本 x_n ，与模板集 T 的综合距离序列为 $s_{i,n}^0 (i = 1, \dots, M)$ 。模板集 T 中与训练样本 x_n 最相近的模板距离为

$s_{n=\min}^0 (s_{i,n}^0, i = 1, \dots, M)$ 。假设该最小距离 $s_{n=\min}^0$ 对应的模板为 t_m ，根据最近邻法则，判定该给定权值下样本 x_n 与模板 t_m 匹配。如果 $label_{t_m} = label_{x_n}$ ，则识别正确，否则识别错误。

[0060] 将上述过程扩展到整个训练集合 X_k 和整个模板集 T。给定训练集 X_k ，与模板集 T 的最小的综合距离序列为 $s_j^0 (j = 1, \dots, N)$ ，对应的匹配模板标签为 $label_{r_j} (j = 1, \dots,$

$N)$ ，识别正确样本数 $RecNum = \sum_{j=1}^N (label_{x_j} == label_{r_j})$ ，识别率 $RecRate = RecNum / N * 100\%$ 。

[0061] 按固定步长遍历权值组合，可得到不同的识别率，选择最大的识别率对应的权值组合记为该最佳权值 W_k ，将错误接受率 0.1% 对应的相似度值记为阈值 T_k 。

[0062] 其他类训练样本的最佳权值和动态阈值均可由此获得。

[0063] 所述聚类特征为光源信息特征时，所述人脸识别方法的识别过程具体如下：

[0064] 步骤 1：采集待识别人脸图像，并采用与上述训练过程中相同的方法对采集的人脸图像进行预处理。所述预处理过程与上述训练过程中的预处理步骤一致，此处不再赘述。

[0065] 步骤 2：对经过预处理的模板人脸图像和待识别人脸图像进行聚类特征提取；所述聚类特征包括：光源信息特征；

[0066] 所述提取过程与上述训练过程中的光源信息特征提取步骤一致。

[0067] 步骤 3：根据所述待识别人脸图像中提取出的所述聚类特征，从训练集的模板人脸图像聚类特征中获取与所述经过预处理的待识别人脸图像相匹配的聚类特征类别，从而确定所述待识别人脸图像的聚类特征的分类。具体的讲，就是根据所述光源信息特征，将测试图像光源类型划分到最近的训练模型中聚类中心对应的类别。

[0068] 步骤 4：提取识别特征，对经过预处理的模板人脸图像与待识别人脸图像分别进行 N 种识别特征的提取，其中 N 为大于 1 的自然数；

[0069] 所述提取识别特征步骤与上述训练过程中的识别特征提取步骤一致，此处不再赘述。

[0070] 步骤 5：通过多特征加权融合方法，获得所述人脸图像与所述人脸模板的综合相似度，并根据所述类别确定步骤中确定的聚类类别选择预先确定的最佳权值组合及对应的动态阈值，对所述提取的 N 种识别特征的相似度进行加权融合，获得待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分。该步骤具体实现过程如下：

[0071] 首先，选取最佳权值；如果采样图像光源分类为第 k 类，则对应的最佳权值为 W_k ，相应阈值为 T_k 。

[0072] 其次，假设注册集 T 内共有人脸样本 M 个， $T = \{t_1, t_2, \dots, t_M\}$ ，模板 t_i 对应标签为 $label_{t_i} (i = 1, \dots, M)$ 。将待识别人脸 y 与模板人脸 t_m 的第 1 类特征值之间的欧式距离作为相似度 $s_m^1 (i = 1, \dots, P)$ ，按照上述获取的最佳权值 W_k 进行相似度融合，待识别人脸

y 和模板 t_m 之间的综合相似度距离为： $s_m^0 = \omega_k^1 * s_m^1 + \omega_k^2 * s_m^2 + \dots + \omega_k^P * s_m^P$ 遍历整个注册集 T ，待识别人脸 y 与注册集 T 的综合距离序列为 $s_i^0 (i = 1, \dots, M)$ 最相近的模板距离为 $s^0 = \min(s_i^0, i = 1, \dots, M)$ 假设该最小距离 s^0 对应的模板为 t_m ，则待识别人脸 y 与模板 t_m 模板匹配。

[0073] 步骤 6：获得识别结果，将待识别人脸图像与所有的模板人脸图像进行匹配，选择所述获得待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分最高的；将所述最高的综合相似度得分与所述动态阈值比较，如果不小于所述动态阈值，判断所述待识别人脸图像为综合相似度最高得分对应的人脸模板，通过识别；如果小于所述动态阈值，则拒识。

[0074] 通过比较步骤 5 得到的最小欧氏距离，即最大相似度 s^0 与预设阈值 T_k 的大小。如果 $s^0 \geq T_k$ ，则判断识别成功，识别结果为模板 t_m 的标签 $label_{t_m}$ ；如果 $s^0 < T_k$ ，则拒识。

[0075] 需要说明的是，本发明采用的动态阈值的通过判断方法，还可以通过选择所属类别的相似度调整量来修正综合相似度得分，进行通过判断。

[0076] 因此，所述计算步骤还可以包括：获取所述待识别人脸图像与所有的模板人脸图像中第 k 个类别对应的相似度调整量；根据所述获取的相似度调整量，对所述获得待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分进行调整，获取修正的待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分；

[0077] 所述识别步骤还包括：选择所述获取的修正待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分最高的；将所述最高的修正综合相似度得分与所述动态阈值比较，如果不小于所述动态阈值，判断所述待识别人脸图像为综合相似度最高得分对应的人脸模板，通过识别；如果小于所述动态阈值，则拒识。

[0078] 进一步的，可将本发明实施例推广至注册集和测试集均涉及光源变化的情况。将模板集和训练集分别聚类为 K 个类别，形成 $K * K$ 个光源组合，分别获取各个光源组合下的最佳权值和阈值。人脸识别应用时，分别判断注册图像和测试图像所属的聚类类别，选择最佳权值进行识别特征的融合，提高识别性能。

[0079] 还需要说明的是，所述的聚类特征，在实际应用不同的情况下，可以构造出不同的包含注册信息和识别信息的聚类特征。所述聚类特征可由三部分信息组成：识别图片的光源特征、对应的注册图片的光源特征以及识别得分。所述聚类特征也可以只有两部分组成：识别图片的光源特征，对应的注册图片的光源特征。

[0080] 本发明提出一种基于聚类学习的动态多特征权值设定规则，这种规则涵盖了不同光源条件下人脸识别的多特征权值设定方案。对于新的测试样例，通过判断其光源类别或者注册 - 识别对的光源类别来自适应的选择通过多特征权值。相对固定权值方案，在不提升误识的同时提高识别通过率。

[0081] 实施例二，设聚类特征为外貌的遮挡信息特征，即可以反映人脸面部遮挡信息特征，如图 2 和图 4 所示为采用本发明人脸识别方法的实现原理框图，其具体实现过程如下：其中，所述遮挡因素此实施例设为眼镜和眼镜反光组合。

[0082] 所述聚类特征为反映人脸面部遮挡信息特征时，所述人脸识别方法的训练过程具体如下：

[0083] 步骤 1:采集多种聚类特征条件下的人脸图像样本,构造训练样本集,所述训练样本集包括:测试人脸图像集和注册人脸图像集。

[0084] 所述训练样本集涵盖各样遮挡条件下样本。在本发明技术方案中,需要采集不戴眼镜、戴不同眼镜、不同眼镜反光下的人脸图片,保证不同遮挡条件下都有对应的人脸样本,并且采样人脸样本数据量基本一致。在完成采样过程后,通常还需要对样本图像进行预处理。在本发明实施例中,对原始人脸图像进行的预处理主要包括人脸定位、图像对齐、尺寸调整、图像的灰度及方差的归一化处理。经过预处理后,所有图像尺寸相同、灰度统一到标准水平,且灰度层次比较分明。

[0085] 步骤 2:对训练样本集中的测试人脸图像和注册人脸图像分别提取特征,组成聚类特征;所述聚类特征包括:遮挡信息特征。

[0086] 输入训练样本,提取与反映人脸面部遮挡信息特征,所述遮挡信息特征包括但不限于灰度均值、方差等特征。提取图像的灰度均值、方差的方法是本领域技术人员所公知的技术,本实施例不再赘述。

[0087] 步骤 3:分类模型生成。

[0088] 根据所述提取到的反映人脸面部遮挡信息特征,采用聚类方法得到 K 类聚类类别模型,其中, K 为正整数。所述聚类方法包括有监督聚类方法和无监督聚类方法;所述有监督的聚类方法包括 LVQ 方法、SVM 方法、BP 神经网络方法,所述无监督聚类方法包括 K-均值方法、统计参数建模方法, ISODATA 方法、竞争学习方法。

[0089] 步骤 4:最佳权值和动态阈值的获取,其具体获取过程如下:

[0090] 首先,需要提取识别特征;

[0091] 根据所述聚类类别模型将所述测试人脸图像和注册人脸图像对划分为多个样本集,对每个样本集中的测试人脸图像和注册人脸图像对分别提取用于识别的 P(P ≥ 2) 种特征,包括但不限于局部二元模式特征 (LBP)。

[0092] 其次,分别计算 K 类样本的各识别特征的最佳权值组合;并根据所述每个样本集中的测试人脸图像和注册人脸图像对的识别结果设定在人脸识别过程中的给定误识下的动态阈值。即对步骤 3 中已划分好的 K 类训练样本分别计算各识别特征的最佳权值,并根据所述每个样本集中的测试人脸图像和注册人脸图像对的识别结果设定在人脸识别过程中的给定误识下的动态阈值。

[0093] 所述最佳权值可通过衡量各类样本的最大化识别率、最小化等错率、最大化通过率等方式获取。本发明采用识别率最大时的权值作为最佳权值,具体实施方式如下:

[0094] 假设模板集 T 内共有人脸样本 M 个, $T = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$, 模板 t_i 对应标签为 $label_{t_i}$ ($i = 1, \dots, M$)。训练集 X 中被划分为第 k 类遮挡的集合 X_k 内共有人脸样本 N 个, $X_k = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$, 训练样本 x_j 对应标签为 $label_{x_j}$ ($j = 1, \dots, N$)。用于识别的特征为 P 类。假设第 k 类最佳权值组合中第 1 个特征的权重为 ω_k^1 , 第 k 类最佳权值 W_k 可表示为

$$W_k = \{\omega_k^1 \mid \sum_{i=1}^P \omega_k^i = 1\}, \text{ 总体最佳阈值 } W \text{ 可表示为 } W = \{W_k, k = 1, \dots, K\}.$$

[0095] 给定一个训练样本 x_n 与一个模板 t_m , 各个特征之间的欧氏距离分别为 $s_{m,n}^1 (l = 1, \dots, P)$, 给定某一组权值 $\omega_1, \dots, \omega_p$, 则训练样本 x_n 和模板 t_m 之间的综合距离

为 $s_{m,n}^0 = \omega_1 * s_{m,n}^1 + \dots + \omega_p * s_{m,n}^p$

[0096] 将上述过程扩展到整个模板集 T 。给定一个训练样本 x_n ，与模板集 T 的综合距离序列为 $s_{i,n}^0 (i = 1, \dots, M)$ 。模板集 T 中与训练样本 x_n 最相近的模板距离为

$s_{n}^0 = \min(s_{i,n}^0, i = 1, \dots, M)$ 。假设该最小距离 s_{n}^0 对应的模板为 t_m ，根据最近邻法则，判定该

给定权值下样本 x_n 与模板 t_m 匹配。如果 $\text{label}t_m = \text{label}x_n$ ，则识别正确，否则识别错误。

[0097] 将上述过程扩展到整个训练集合 X_k 和整个模板集 T 。给定训练集 X_k ，与模板集 T 的最小的综合距离序列为 $s_j^0 (j = 1, \dots, N)$ ，对应的匹配模板标签为 $\text{label}r_j (j = 1, \dots,$

$N)$ ，识别正确样本数 $\text{RecNum} = \sum_{j=1}^N (\text{label}x_j == \text{label}r_j)$ 识别率 $\text{RecRate} = \text{RecNum} / N * 100\%$ 。

[0098] 按固定步长遍历权值组合，可得到不同的识别率，选择最大的识别率对应的权值组合记为该最佳权值 W_k ，将错误接受率 0.1% 对应的相似度值记为阈值 T_k 。

[0099] 其他类训练样本的最佳权值和阈值均可由此获得。

[0100] 所述聚类特征为反映人脸面部遮挡信息特征时，所述人脸识别方法的识别过程具体如下：

[0101] 步骤 1：采集人脸图像，并采用与上述训练过程中相同的方法对采集的人脸图像进行预处理。所述预处理过程与上述训练过程中的预处理步骤一致，此处不再赘述。

[0102] 步骤 2：对预处理后的图像提取反映人脸面部遮挡信息特征；

[0103] 所述提取过程与上述训练过程中提取所述遮挡信息特征步骤一致，此处不再赘述。

[0104] 步骤 3：根据所述待识别人脸图像中提取出的所述聚类特征，从训练集的模板人脸图像聚类特征中获取与所述经过预处理的待识别人脸图像相匹配的聚类特征类别，从而确定所述待识别人脸图像的聚类特征的分类。具体的讲，就是根据所述光源信息特征，将测试图像光源类型划分到最近的训练模型中聚类中心对应的类别。

[0105] 步骤 4：提取识别特征，对经过预处理的模板人脸图像与待识别人脸图像分别进行 N 种识别特征的提取，其中 N 为大于 1 的自然数；

[0106] 所述提取识别特征步骤与上述训练过程中的识别特征提取步骤一致，此处不再赘述。

[0107] 步骤 5：通过多特征加权融合方法，获得所述人脸图像与所述人脸模板的综合相似度，并根据所述类别确定步骤中确定的聚类类别选择预先确定的最佳权值组合及对应的动态阈值，对所述提取的 N 种识别特征的相似度进行加权融合，获得待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分。该步骤具体实现过程如下：

[0108] 首先，选取最佳权值；

[0109] 如果采样图像遮挡分类为第 k 类，则对应的最佳权值为 W_k ，相应阈值为 T_k 。

[0110] 其次，假设注册集 T 内共有人脸样本 M 个， $T = \{t_1, t_2, \dots, t_M\}$ ，模板 t_i 对应标签为 $\text{label}t_i (i = 1, \dots, M)$ 。将待识别人脸 y 与模板人脸 t_m 的第 1 类特征值之间的欧式距

离作为相似度 $s_m^1 (l = 1, \dots, P)$ ，按照所述获取的最佳权值 W_k 进行相似度融合，待识别人脸 y 和模板 t_m 之间的综合相似度距离为： $s_m^0 = \omega_k^1 * s_m^1 + \omega_k^2 * s_m^2 + \dots + \omega_k^P * s_m^P$ 。遍历整个注册集 T ，待识别人脸 y 与注册集 T 的综合距离序列为 $s_i^0 (i = 1, \dots, M)$ 。最相近的模板距离为 $s^0 = \min(s_i^0, i = 1, \dots, M)$ 。假设该最小距离 s^0 对应的模板为 t_m ，则待识别人脸 y 与模板 t_m 模板匹配。

[0111] 步骤6：获得识别结果，将待识别人脸图像与所有的模板人脸图像进行匹配，选择所述获得待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分最高的；将所述最高的综合相似度得分与所述动态阈值比较，如果不小于所述动态阈值，判断所述待识别人脸图像为综合相似度最高得分对应的人脸模板，通过识别；如果小于所述动态阈值，则拒识。

[0112] 通过比较步骤5得到的最小欧氏距离，即最大相似度 s^0 与预设阈值 T_k 的大小。如果 $s^0 \geq T_k$ ，则判断识别成功，识别结果为模板 t_m 的标签 $label_{t_m}$ ；如果 $s^0 < T_k$ ，则拒识。

[0113] 需要说明的是，本发明采用的动态阈值的通过判断方法，还可以通过选择所属类别的相似度调整量来修正综合相似度得分，进行通过判断。

[0114] 因此，所述计算步骤还可以包括：获取所述待识别人脸图像与所有的模板人脸图像中第 k 个类别对应的相似度调整量；根据所述获取的相似度调整量，对所述获得待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分进行调整，获取修正的待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分；

[0115] 所述识别步骤还包括：选择所述获取的修正待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分最高的；将所述最高的修正综合相似度得分与所述动态阈值比较，如果不小于所述动态阈值，判断所述待识别人脸图像为综合相似度最高得分对应的人脸模板，通过识别；如果小于所述动态阈值，则拒识。

[0116] 进一步的，可将本发明实施推广至注册集和测试集均涉及遮挡变化的情况。将模板集和训练集分别聚类为 K 个类别，形成 $K * K$ 个遮挡组合，分别获取各个遮挡组合下的最佳权值和阈值。人脸识别应用时，分别判断注册图像和测试图像所属的聚类类别，选择最佳权值进行识别特征的融合，提高识别性能。

[0117] 还需要说明的是，所述的聚类特征，在实际应用不同的情况下，可以构造出不同的包含注册信息和识别信息的聚类特征。所述聚类特征可由三部分信息组成：识别图片的光源特征、对应的注册图片的光源特征以及识别得分。所述聚类特征也可以只有两部分组成：识别图片的光源特征，对应的注册图片的光源特征。

[0118] 本发明提出一种基于聚类学习的动态多特征权值设定规则，这种规则涵盖了不同遮挡条件下人脸识别的多特征权值设定方案。对于新的测试样例，通过判断其遮挡类别或者注册-识别对的遮挡类别来自适应的选择通过多特征权值。相对固定权值方案，在不提升误识的同时提高识别通过率。

[0119] 如图5所示，为本发明实施例提供的一种人脸识别装置，该装置包括：

[0120] 聚类特征提取单元501，用于对经过预处理的模板人脸图像和待识别人脸图像进行聚类特征提取；所述聚类特征包括：光源信息特征，和\或，遮挡信息特征；

[0121] 类别确定单元502，将提取的聚类特征输入到预先训练的聚类类别模型，确定所述

模板人脸图像和待识别人脸图像的聚类类别；

[0122] 识别特征提取单元 503,用于对经过预处理的模板人脸图像与待识别人脸图像分别进行 N 种识别特征的提取,其中 N 为大于 1 的自然数；

[0123] 计算单元 504,用于分别计算所述待识别人脸图像的与模板人脸图像的 N 种识别特征的相似度,并根据所述类别确定步骤中确定的聚类类别选择预先确定的最佳权值组合及对应的动态阈值,对所述提取的 N 种识别特征的相似度进行加权融合,获得待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分；

[0124] 识别单元 505,用于将待识别人脸图像与所有的模板人脸图像进行匹配,选择所述获得待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分最高的；将所述最高的综合相似度得分与所述动态阈值比较,如果不小于所述动态阈值,判断所述待识别人脸图像为综合相似度最高得分对应的人脸模板,通过识别；如果小于所述动态阈值,则拒识。

[0125] 需要说明的是,本发明采用的动态阈值的通过判断方法,还可以通过选择所属类别的相似度调整量来修正综合相似度得分,进行通过判断。

[0126] 因此,所述计算单元还可以用于获取所述待识别人脸图像与所有的模板人脸图像中第 k 个类别对应的相似度调整量；根据所述获取的相似度调整量,对所述获得待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分进行调整,获取修正的待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分；

[0127] 所述识别单元还可以用于选择所述获取的修正待识别人脸图像与模板人脸图像的综合相似度得分最高的；将所述最高的修正综合相似度得分与所述动态阈值比较,如果不小于所述动态阈值,判断所述待识别人脸图像为综合相似度最高得分对应的人脸模板,通过识别；如果小于所述动态阈值,则拒识。

[0128] 还需要说明的是,该装置还包括：

[0129] 样本采集单元 506,用于采集多种聚类特征条件下的人脸图像样本,以构造训练样本集,所述训练样本集包括：测试人脸图像集和注册人脸图像集；

[0130] 样本聚类特征提取单元 507,用于对训练样本集中的测试人脸图像和注册人脸图像分别提取特征,组成聚类特征；

[0131] 分类模型生成单元 508,用于根据从训练样本集中提取出的聚类特征,采用聚类方法得到 K 类聚类类别模型,其中, K 为正整数；

[0132] 最佳权值和动态阈值计算单元 509,用于根据所述聚类类别模型将所述测试人脸图像和注册人脸图像对划分为多个样本集,对每个样本集中的测试人脸图像和注册人脸图像对分别提取 N 种识别特征,并计算 N 种识别特征的相似度；根据人脸图像样本的最大化识别率或最小化等错率或最大化通过率获得所述测试人脸图像和注册人脸图像对的最佳权值的组合；并根据所述每个样本集中的测试人脸图像和注册人脸图像对的识别结果设定在人脸识别过程中的给定误差下的动态阈值。

[0133] 以上所述聚类方法包括有监督聚类方法和无监督聚类方法；所述有监督的聚类方法包括 LVQ 方法、SVM 方法、BP 神经网络方法,所述无监督聚类方法包括 K-均值方法、统计参数建模方法, ISODATA 方法、竞争学习方法。所述光源信息特征包括：人脸图像样本的灰度均值特征、方差特征；所述遮挡信息特征包括：人脸图像样本的灰度均值特征、方差特征、LBP 特征。

[0134] 本发明提供的人脸识别方法及装置,采用了自适应的多特征融合的人脸识别方案,通过所述方案中获取到的所述N种识别特征与其在预先注册的人脸模板中的对应特征的相似度,并根据在所述确定步骤中确定的聚类特征(光源信息特征,和\或,遮挡信息特征)的类别,确定所述N种识别特征在进行加权融合时的最佳权值组合,以获得所述人脸图像与所述人脸模板的综合相似度。从而使得该权值方案更灵活,能使人脸识别过程中的多特征融合性能始终保持最佳或接近于最佳,可以同时应用于多种场景。与固定权值方案相比,本发明实现方案在不提升误识的同时提高识别通过率。

[0135] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分步骤是可以通程序来指令相关的硬件来完成,所述的程序可以存储于一计算机可读取存储介质中,该程序在执行时,包括如下步骤:(方法的步骤),所述的存储介质,如:ROM/RAM、磁碟、光盘等。

[0136] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

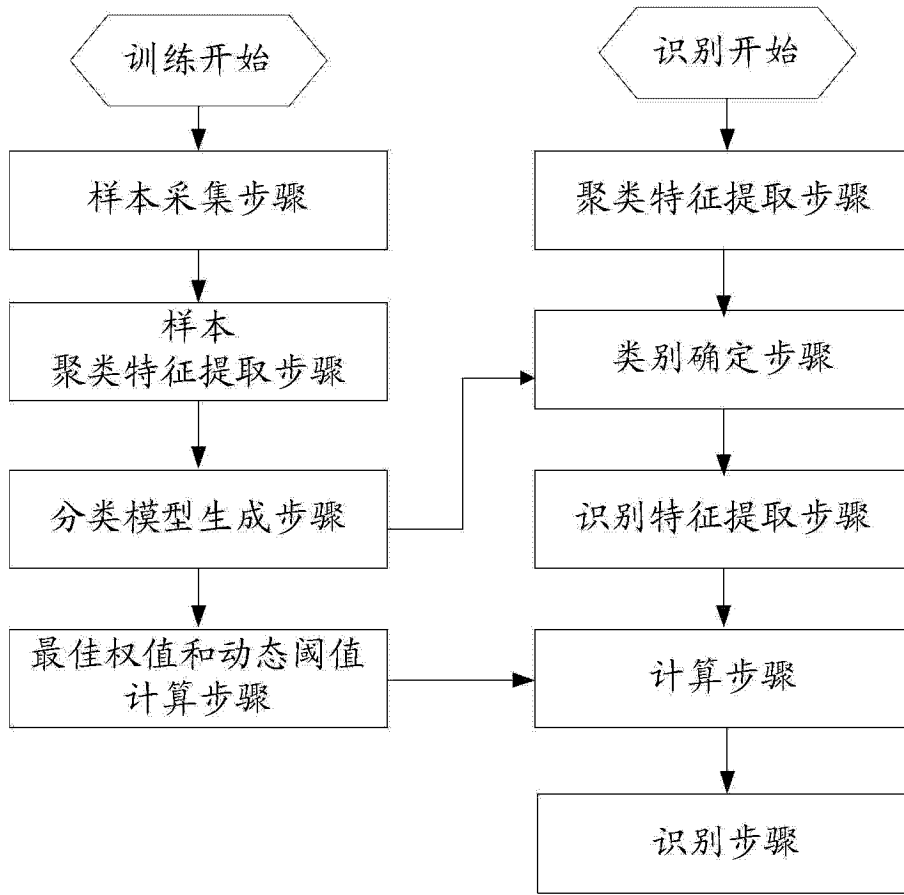


图 1

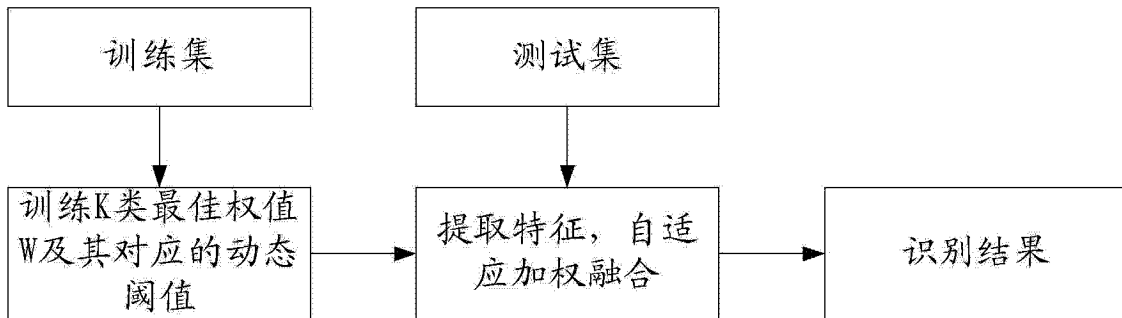


图 2

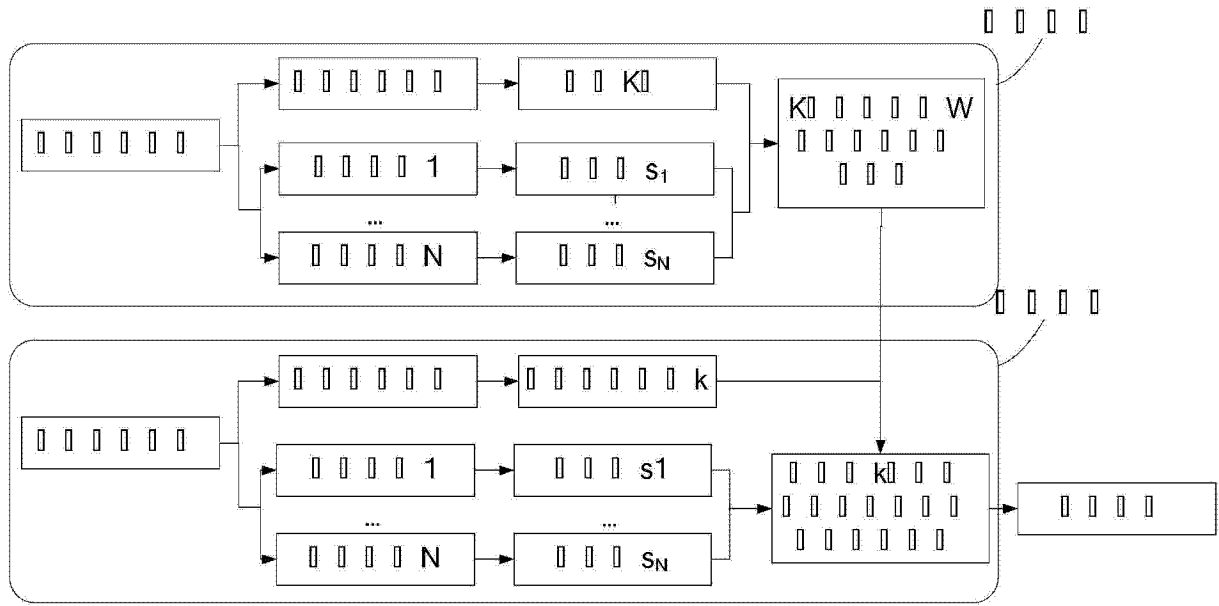


图 3

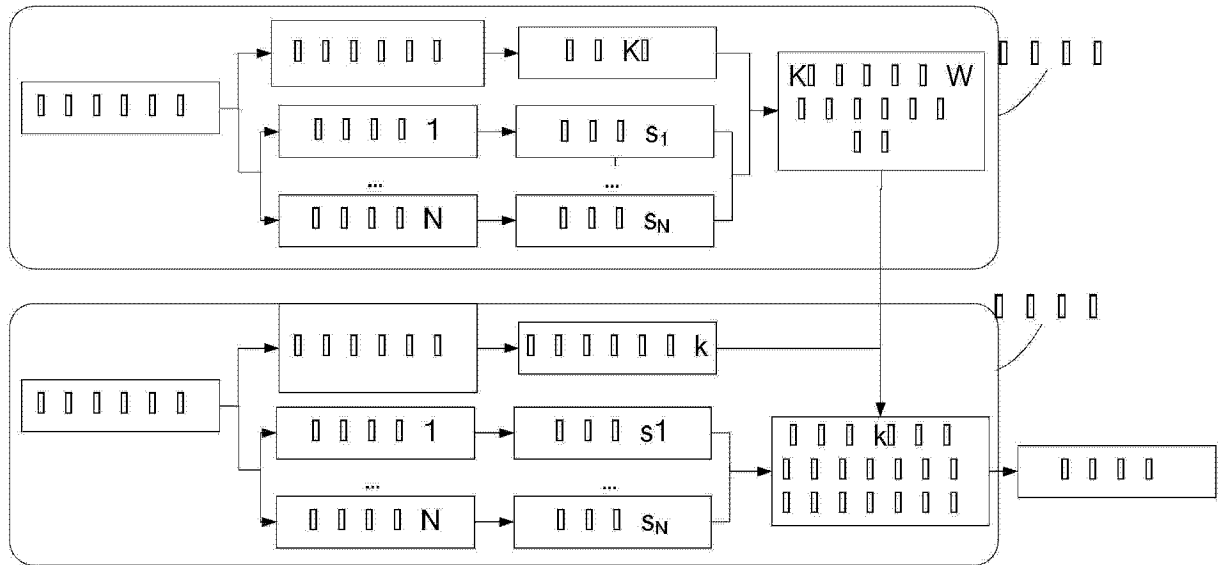


图 4

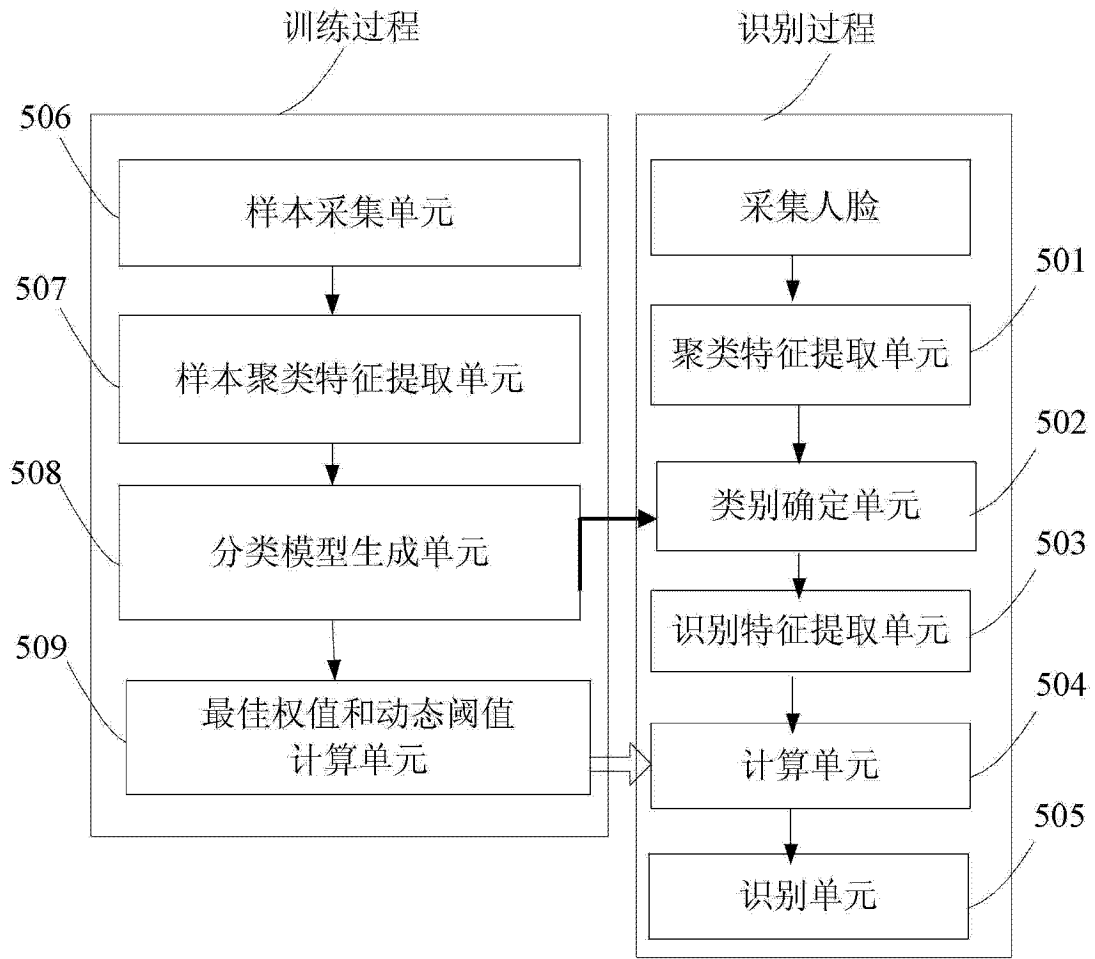


图 5