

CAS-PEAL 大规模中国人脸图像数据库及其基本评测介绍

张晓华, 山世光, 曹波, 高文, 周德龙, 赵德斌
中国科学院计算技术研究所数字化研究室, 北京, 100080
{xhzhang, sgshan, bcao, wgao, dlzhou, dbzhao}@jdl.ac.cn

摘要:

人脸图像数据库是人脸识别算法研究、开发、评测的基础, 具有重要的意义。本文介绍了我们创建并已经部分共享的CAS-PEAL大规模中国人脸图像数据库及其基准测试结果。CAS-PEAL人脸库包含了1,040名中国人共99,450幅头肩部图像。所有图像在专门的采集环境中采集, 涵盖了姿态、表情、饰物和光照四种主要变化条件, 部分人脸图像具有背景、距离和时间跨度的变化。目前该人脸库的标准训练、测试子库已经公开发布。与其他已经公开发布的人脸库相比, CAS-PEAL人脸数据库在人数、图像变化条件等方面具有综合优势, 将对人脸识别算法的研究、评测产生积极的影响。同时作为以东方人为主的人脸库, CAS-PEAL人脸库也使人脸识别算法在不同人种之间的比较成为可能, 利于人脸识别算法在国内的实用化。本文还给出了两种基准人脸识别算法(Eigenface和Correlation)和两个著名商业系统在该人脸库上的测试结果, 定量分析了该人脸库对于人脸识别算法的难易程度和人脸识别算法的发展现状。

关键词: 人脸识别; 人脸图像数据库; 性能评测

1. 引言

人脸识别的研究工作自20世纪60年代开始以来, 经历了近四十年发展, 已成为图像分析和理解领域最热门的研究内容之一[1]。目前, 人脸识别技术已经从实验室中的原型系统逐渐走向了商用, 出现了大量的识别算法和若干商业系统[1, 2, 3]。然而, 人脸识别的研究仍旧面临着巨大的挑战, 人脸图像中姿态、光照、表情、饰物、背景、时间跨度等因素的变化对人脸识别算法的鲁棒性有着负面的影响, 一直是影响人脸识别技术进一步实用化的主要障碍[2, 3]。多数人脸识别算法的研究、开发和测试需要更多的人脸图像来克服上述障碍, 主要包括两方面: 人脸库所包含的人数, 人脸库中每个人所具有的在不同条件下的人脸图像数。

目前人脸识别领域常用的人脸数据库主要有:

1. FERET人脸数据库[2]

由FERET项目创建, 包含14,051张多姿态、光照的灰度人脸图像, 是人脸识别领域应用最广泛的人脸数据库之一。其中的多数人是西方人, 每个人所包含的人脸图像的变化比较单一。

2. MIT人脸数据库[4]

由麻省理工大学媒体实验室创建, 包含16位志愿者的2,592张不同姿态、光照和大小面部图像。

3. Yale人脸数据库[5]

由耶鲁大学计算视觉与控制中心创建, 包含15位志愿者的165张图片, 包含光照、表情和姿态的变化。

4. Yale人脸数据库B[6]

包含了10个人的5,850幅多姿态、多光照的图像。其中的姿态和光照变化的图像都是在严格控制条件下采集的, 主要用于光照和姿态问题的建模与分析。由于采集人数较少, 该数据库的进一步应用受到了比较大的限制。

5. PIE人脸数据库[7]

由美国卡耐基梅隆大学创建, 包含68位志愿者的41,368张多姿态、光照和表情的面部图像。其中的姿态和光照变化图像也是在严格控制条件下采集的, 目前已经逐渐成为人脸识别领域的一个重要测试集合。

6. ORL人脸数据库[8]

由剑桥大学 AT&T 实验室创建，包含 40 人共 400 张面部图像，部分志愿者的图像包括了姿态、表情和面部饰物的变化。该人脸库在人脸识别研究的早期经常被人们采用，但由于变化模式较少，多数系统的识别率均可以达到 90% 以上，因此进一步利用的价值已经不大。

7. PF01 人脸数据库[9]

由韩国浦项科技大学创建，包含 103 人的 1,751 张不同光照、姿态、表情的面部图像，志愿者以韩国人为主。

8. AR 人脸数据库[10]

由西班牙巴塞罗那计算机视觉中心建立，包含 116 人的 3,288 幅图像。采集环境中的摄像机参数、光照环境、摄像机距离等都是严格控制的。

9. BANCA 人脸数据库[11]

该数据库是欧洲 BANCA 计划的一部分，包含了 208 人，每人 12 幅不同时间段的面部图像。

10. KFDB 人脸数据库[12]

包含了 1,000 人，共 52,000 幅多姿态、多光照、多表情的面部图像，其中姿态和光照变化的图像是在严格控制的条件下采集的。志愿者以韩国人为主。

11. MPI 人脸数据库[13]

该人脸数据库包含了 200 人的头部 3 维结构数据和 1,400 幅多姿态的人脸图像。

12. XM2VTS 人脸数据库[14]

包含了 295 人在 4 个不同时间段的图像和语音视频片断。在每个时间段，每人被记录了 2 个头部旋转的视频片断和 6 个语音视频片断。此外，其中的 293 人的 3 维模型也可得到。

人脸图像库在提供标准的人脸图像训练、测试集合的同时，还应该能对影响人脸识别性能的不同情况进行模拟，以方便研究人员针对不同的关键问题进行重点研究。但是，现有的人脸数据库大多存在数据量较小或者图像变化情况比较单一的缺陷。此外，现有的人脸数据库中提供面部图像的志愿者多为西方人，由于东西方人在面部特征上存在一定的差异，使用西方人的面部图像进行识别系统的研究可能会给我们所开发的技术在国内的应用带来不利因素。因此，建立一个大规模、多样化的东方人脸数据库对国内人脸识别技术的发展将会有极大的推动作用。

CAS-PEAL 人脸数据库正是基于上述考虑而创建的大规模、多变化的东方人脸数据库。该数据库的建立是国家“863”课题——“中文平台总体技术研究与基础数据库建设”的一部分，同时得到国家自然科学基金项目和“863”计划项目的资助，由中国科学院计算技术研究所-银晨科技人像识别联合实验室负责建立。建库工作开始于 2002 年 8 月，2003 年 4 月最终完成，共采集并整理了 1,040 位志愿者（其中 595 位男性，445 位女性）的共 99,450 幅人脸图片。CAS-PEAL 人脸数据库中的所有图片分为姿态变化、表情变化、饰物变化、光照变化、背景变化、距离变化、时间跨度变化等 7 种变化模式子库，这 7 个变化模式中又以姿态（Pose）、表情（Expression）、饰物（Accessory）和光照（Lighting）4 种变化为主（故简称为 PEAL）。各个变化模式子库均可以与姿态变化子库进行组合，以满足研究工作中的不同要求。在本文中，我们将从采集环境、变化模式两个方面介绍 CAS-PEAL 人脸数据库，并结合几种人脸识别算法和商业系统在该数据库已经发布的基准训练、测试子库上的测试结果，进一步说明 CAS-PEAL 人脸数据库用于人脸识别系统性能评测的难易程度，并简要分析了目前最好的识别算法的性能情况。

2. CAS-PEAL 数据库采集环境

采集环境是建立人脸数据库所需要的基本硬件条件，包括摄像头和控制设备的布局、光照环境的建立等等。这些硬件的组织和应用直接决定了人脸数据库的特性和质量的高低。在建立 CAS-PEAL 人脸库之前，我们对采集环境进行了认真设计，以求在现有的硬件条件下，达到最佳的采集效果。CAS-PEAL 数据库的采集环境主要包括了以下几个特点：

1. 多角度摄像头图像采集系统

为获得多角度的人脸面部图像，我们采用了多摄像头的采集系统布局。编号从 0-8 的 9 个摄像头在半

圆形框架上等角度分布。摄像头分布示意图如图 1 所示。被采集对象位于半圆形摄影架的圆心位置，调整椅子高度以使被采集人正对 C4 摄像头。9 个摄像头通过 USB 连接线连接到 PC 机，由程序统一控制 9 个摄像头进行拍摄。每次拍摄，0-8 号摄像头依次抓取图像（总耗时小于 2 秒），并按照统一的命名规则保存。多摄像头同时拍摄获取多角度图像的方法与使用单个摄像头拍摄而由被采集者转动头部获取多角度图像的方法相比，很好的控制了图像之间的角度变化，能保持角度间隔的一致性，更有利于研究多视角人脸识别问题。

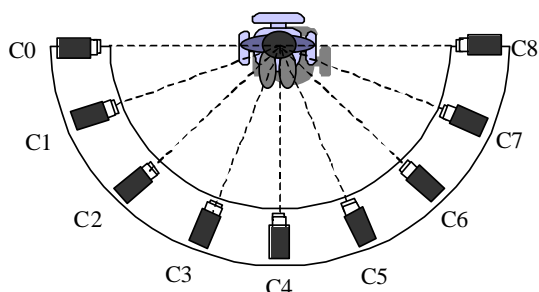


图 1 摄像头在水平面上的排列

2. 多光源分布环境

为获得一致均匀的自然环境光，同时也为了便于控制，我们完全遮挡了室外光线，用太阳灯照射粗糙的白色墙壁，利用其反射光来模拟自然环境光照，模拟自然环境光的光源叫做环境光源。

为了获取不同光照条件下的面部图像。我们在 3 个垂直方向（上、中、下）和每个垂直方向的 5 个水平方向上共布置了 15 个光源，并按照光源所处的垂直和水平位置分别对每个光源进行了编号。由于这 15 个光源对被拍摄者的面部来说都具有很强的方向性，因此我们把这 15 个光源叫做方向光源。方向光源的分布示意图如图 2 所示。

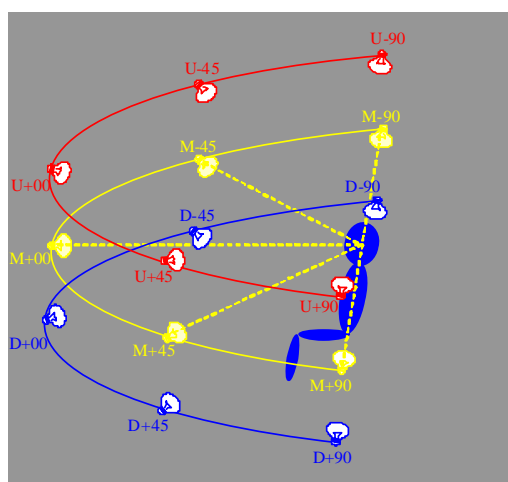


图 2 光照设备布局

在多光照模式的拍摄过程中，首先关闭所有光源，每次只打开 1 个方向光源进行拍摄。每次变换方向光，9 个摄像头都同时工作，采集 9 幅不同角度的面部图像。多光源分布环境结合多角度的摄像头系统，使得我们的光照变化图像更加丰富，有利于研究者研究多光照条件下的人脸识别问题。

3. 多饰物选择

我们预备了 3 种不同样式的眼镜和 3 种不同样式的帽子，要求被采集者依次佩戴这 6 种饰物进行图像拍摄。每次更换饰物，9 个摄像头均同时工作拍摄不同视角的图像。

4. 背景变化

很多情况下,进行人脸识别时所用的摄像头大多被打开了自动白平衡功能。在遇到背景颜色变化的情况时,由于摄像头的白平衡功能,所摄取的图片会有较大的色彩变化。因此我们在采集环境中设置了5种不同颜色的背景,默认的拍摄背景为蓝色,此外在红色、黑色、黄色、白色背景条件下各进行了一次环境光照模式的图像拍摄。在多光照模式的拍摄情况下,我们也采用了白色背景。同样的每次变换背景,9个摄像头同时拍摄不同视角图像。

3. CAS-PEAL 人脸数据库图像变化模式介绍

CAS-PEAL 人脸数据库中总共包括 1,040 人,99,450 幅人脸图片,这些图片可以划分为姿态、表情、背景、饰物、光照、距离、时间等 7 个子库。

1. 姿态子库

在环境光照模式下,要求志愿者变换平视、抬头、低头三种俯仰姿态分别进行拍摄,每次变换俯仰姿态,多角度摄像头系统都获得 9 幅水平深度旋转姿态变化的图像。因此,姿态子库中的每个志愿者有 27 幅环境光照模式下的标准姿态变化图像。姿态变化图像示例如图 3 所示:



图 3 每人的 27 幅姿态图像。分别为低头、平视、抬头三种俯仰姿态变化,多角度摄像头系统一次拍摄可同时获得同一俯仰姿态下的 9 幅不同水平姿态的图像。

2. 表情子库

环境光照模式下,要求志愿者做出笑、皱眉、惊讶、闭眼、张嘴 5 种表情,这五种都是造成面部特征变化比较大的表情,有利于研究识别算法对表情变化的鲁棒性。表情子库的示例如图 4 所示:

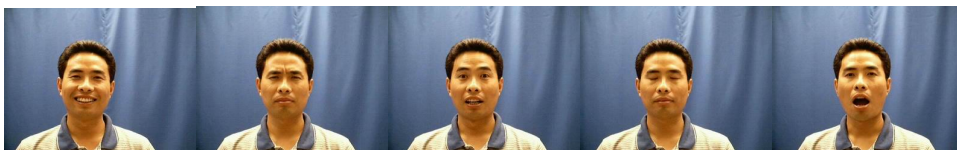


图 4 表情子库中五种不同的表情(笑、皱眉、惊讶、闭眼、张嘴)

3. 饰物子库

环境光照模式下,志愿者佩戴 3 种不同的帽子和 3 种不同的眼镜,如图 5 所示:



图 5 饰物子库中的三种帽子、三种眼镜饰物

4. 光照子库

采集光照子库图片时,环境光源关闭,每次打开一个方向光源进行图片采集,如图 6 所示:

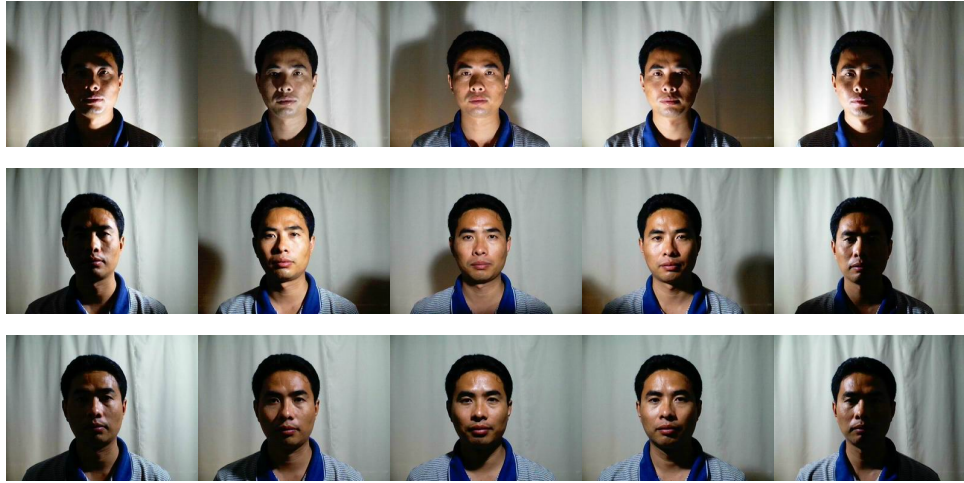


图 6 光照子库中的 15 种方向光

5. 背景子库

5 种不同的背景颜色包括蓝色、红色、黑色、白色和黄色。环境光照模式下，由于摄像头的白平衡功能，面部图像的色彩分布在每种背景颜色条件下均有不同，如图 7 所示：



图 7 背景子库中的蓝、红、黑、白、黄 5 种背景

6. 距离子库

环境光照模式下，改变志愿者与摄像头的相对距离，获取到距离子库中每个志愿者的 3 种不同距离的面部图像，如图 8 所示：



图 8 距离子库中三种不同的距离下的图片

7. 时间跨度子库

随着时间的改变，人的面部特征会有一些的变化。在我们的人脸数据库中，我们引入了时间跨度子库，子库中的志愿者图片距离他们第一次采集的图片有 6 个月的时间跨度，如图 9 所示：



图 9 时间子库，第二行的图像为第一次采集 6 个月后再次拍摄的图像

4. CAS-PEAL-R1 共享人脸库

为了方便国内外人脸识别领域的研究者使用 CAS-PEAL 人脸数据库,我们提供了 CAS-PEAL 人脸数据库的共享版本 CAS-PEAL-R1[15]。CAS-PEAL-R1 共享数据库包含 1,040 人的 30,900 幅图像,分为两个子库:正面图像子库和姿态图像子库。

正面图像子库:包含 1,040 人的共 9,060 幅图像。子库中的所有图像均由编号为 C4 的摄像头拍摄。其中涉及的变化条件如表 1 所示,其中有 377 人有 6 种表情变化的图像,438 人有 6 种面部饰物变化的图像,233 人有至少 9 种光照变化的图像,297 人有 2-4 种背景变化的图像,296 人有 1-2 种距离变化的图像。此外还有 66 人有 2 幅时间跨度变化的图像。

姿态图像子库:包含 1,040 人的共 21,840 幅图像。每人 21 幅姿态变化的图像。姿态变化包括了 3 种俯仰姿态变化(抬头、平视、低头)和每种俯仰姿态下的 7 种水平深度旋转姿态变化。

表 1 CAS-PEAL-R1 的正面图像子库和姿态子库的图像情况

		变化种类	人数	图像数目
正面子库	标准	1	1,040	1,040
	表情	5*	377	1,884
	光照	≥9	233	2,450
	饰物	6	438	2,646
	背景	2-4	297	650
	距离	1-2	296	324
	时间	1*	66	66
正面子库图像总数:				9,060
姿态子库		21 (3×7)	1,040	21,840
姿态子库图像总数:				21,840

* 中性表情的标准正面图像没有包括在内

CAS-PEAL 数据库中的原图片为 640×480 像素,24 位 RGB 色彩的 BMP 位图图像。为了方便图像的发布和共享,CAS-PEAL-R1 库中的图像全部在原图像的基础上进行了处理。图像大小被裁减到 360×480 像素,并去除了颜色信息转换为灰度图像,图像格式为 BMP 位图格式,这样整个 CAS-PEAL-R1 共享库的数据量为 5G 字节左右。CAS-PEAL-R1 中的图像示例如图 10-图 11 所示。

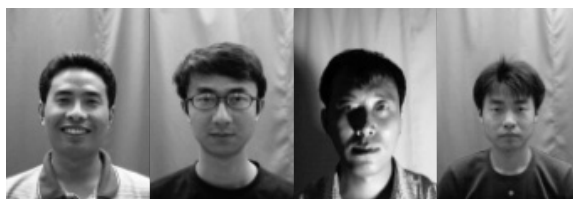


图 10 CAS-PEAL-R1 正面子库中的图像示例



图 11 CAS-PEAL-R1 姿态子库中的图像示例

5. CAS-PEAL-R1 建议评测协议

人脸识别系统的评测工作，目的是为了评价各个识别系统的性能差距，并指导人脸识别领域未来的研究方向。要达到这个目的，评测方法的设计尤为重要。科学的评测方法应该能够解决著名的“三熊问题”（Three bears problem）[2]。即对所有待测算法或系统来说，评测不能太难，以致超出了现有系统的识别能力；也不能太简单，使得对所有系统的测试结果都非常好。要解决“三熊问题”，就需要仔细地选择数据库并合理地制定评测协议。本节主要介绍了我们建议的基于 CAS-PEAL-R1 的评测协议，主要包括基准训练、测试集合的划分和评测性能指标等方面的内容。

5.1. CAS-PEAL-R1 标准训练、测试集合划分

根据待测试算法的特性，我们从 CAS-PEAL-R1 人脸库中整理出了三个大的集合，分别作为训练集合（Training Set）、原型图像集合（Gallery）和测试集合（Probe Sets）。

训练集合（Training Set）：除了模板匹配等少数简单算法，多数人脸识别算法都是需要进行训练的。因此，我们从正面子库中随机选择 300 人，每人随机选择 4 幅正面图像，共 1,200 幅图像构成训练集；

原型图像集合（Gallery）：提供给算法为待识别人员建立识别原型的图像子集，包含 1,040 人，每人 1 幅标准正面图像（正面平视，环境光照，中性表情，无饰物）；

测试集合（Probe Set）：提供给算法进行识别测试的图像子集。对正面子库，测试集包括除去训练集和原型集以外余下的 6,992 幅图像，分为表情变化、光照变化、饰物变化、背景变化、距离变化和时间跨度变化 6 个子集；对于姿态子库，测试集包括除去原型集中图像外的、水平深度姿态旋转在 ± 30 度以内的共 21,840 幅姿态变化图像，分为低头、平视、抬头 3 个子集。

考虑到算法泛化能力（也称推广能力）的问题，严格的讲，训练集中的图像与测试集合和原型集中的图像乃至人物应该是不能有重叠的。考虑到降低问题的难度，参照 FERET 的做法，我们的原型集合与训练集中的图像有部分重复。而测试集中的图像则与训练集合和原型集中的图像都是严格没有重复的。上述三个子集的图片示例如图 12-图 15 所示：



图 12 训练集中的图像示例

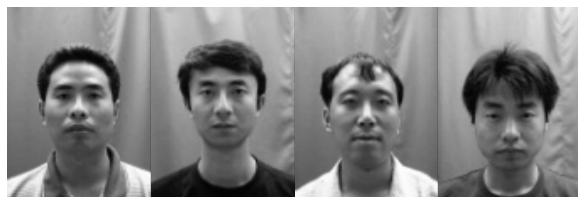


图 13 原型集中的图像示例

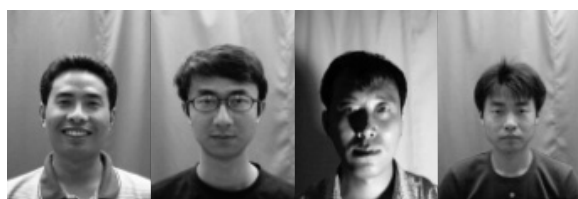


图 14 测试集中的图像示例，正面



图 15 测试集中的图像示例，姿态

5.2. 算法性能测试指标

在 FERET 和 FRVT 测试中，对测试结果的表示有比较详细说明[2,3]。常用的表示不同系统间测试结果的方法有 CMC 曲线和 ROC 曲线。在我们的测试中，为了方便直观地表现各个系统在不同测试集合上的识别性能，我们仅选择了各个系统在每个测试集合上的首选识别率进行比较并将测试结果综合到一个首选识别率柱状图中进行直观的对比。

6. CAS-PEAL-R1 上的基本评测情况

6.1. 特征脸 (Eigenface) 算法和模板匹配 (Correlation) 算法的评测设计

Eigenface 和 Correlation 算法是人脸识别领域的两个基准算法，通过对这两个算法的测试，有助于检验 CAS-PEAL 人脸数据库的基本难易程度。

为了有效去除背景、头发等因素的影响，我们把测试集中的图像根据双眼中心坐标位置进行了几何归一化处理，每幅人脸图像被剪裁并缩放到 32×32 像素大小。此外为了进一步去除背景信息，我们在人脸上覆盖了一个掩模 (mask)，从而使得每幅图像只包含了人脸内部特征区域，其最终的效果如图 16-图 19 所示。我们实验中的 Eigenface 和 Correlation 方法都是在这样的图像基础上进行测试的。

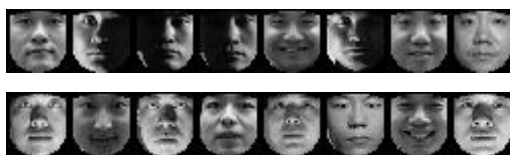


图 16 Training set 中图片示例 (32×32)



图 17 Gallery 中的图片示例 (32×32)



图 18 Probe set 中的图像示例 (32×32), 正面



图 19 Probe set 中的图像示例 (32×32), 姿态

对于 Correlation 方法, 我们采用归一化的相关量计算方法来计算图像之间的相似度。对于 Eigenface 算法, 其 PCA 变换矩阵是对 CAS-PEAL-R1 训练集中所有的 1200 幅图像进行特征值分解得到的, 综合考虑计算速度和识别效果, 我们的测试中所保留的主成分特征维数为 600。

6.2. 对商业系统的测试

我们还同时对两个国外最优秀的商业人脸识别系统在 CAS-PEAL-R1 上的性能进行了初步评测 (由于种种原因, 我们不能公开这两个商业系统的名字, 仅用系统 A 和系统 B 来分别表示)。这两个系统的性能在已有的人脸识别商业系统中被认为是最好的, 通过对这两个系统的评测, 我们可以知道 CAS-PEAL 人脸库和我们的测试方法对现有商业系统的难易度, 同时可以发现更多值得进一步研究的课题方向和关键问题。

系统 A 和系统 B 对测试图像的大小并没有特别要求, 因此我们在测试过程中直接使用 CAS-PEAL-R1 库中的 360×480 像素大小的图像。两个系统的工作过程如下:

系统首先依次读入原型集中的人脸图像和每个人脸图像的眼睛位置坐标, 建立起每个人的原型模板。

随后, 系统读入待识别图像 I_i , 自动在 I_i 中检测人脸的位置并建立待识别模板, 将待识别模板与原型模板进行比较, 输出 I_i 与每个原型的相似度, 并最终通过相似度的排序来完成整个识别过程。

6.3. 测试结果及分析

我们将 Eigenface 算法、Correlation 算法、系统 A 和系统 B 的测试结果综合到一起, 取测试结果的首选识别率进行比较, 结果如图 20 和图 21 所示。从 Eigenface 和 Correlation 算法的测试结果不难看出, 在正面子库上, Eigenface 和 Correlation 两种算法除了在背景和距离两个子集上达到或接近了 80% 的识别率之外, 在表情子集上, 两种算法的识别率不到 60%, 时间跨度子集上识别率不到 50%, 饰物子集上识别率不到 40%, 而光照子集上识别率还不到 10%; 在姿态子库上, 两个算法对平视姿态变化的识别率都不到 40%, 而对俯仰姿态变化的识别率都不到 10%。测试结果说明, Eigenface 和 Correlation 两个基准算法不能很好地解决饰物、表情、光照、时间跨度和姿态变化情况下的识别问题; 对于背景和距离变化的情况, 即使对图像事先进行了几何归一化处理 and 添加掩模, Eigenface 和 Correlation 算法的识别效果依然不能让人满意。

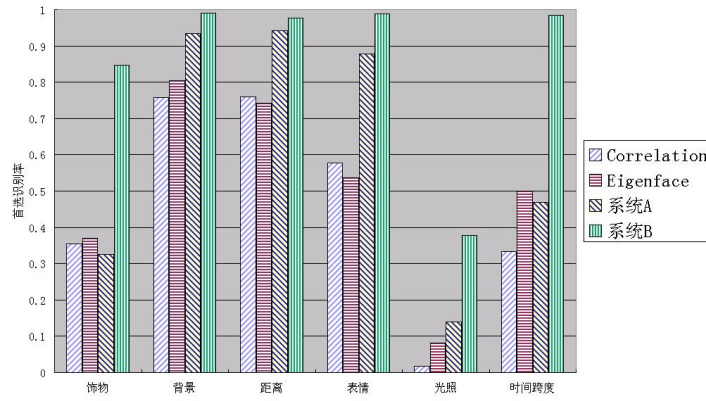


图 20 CAS-PEAL-R1 正面子库上的测试结果

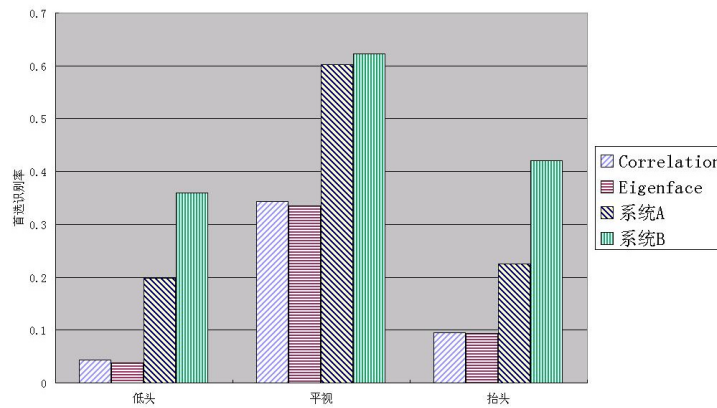


图 21 CAS-PEAL-R1 姿态子库上的测试结果

对商业系统的测试结果显示，在我们的 6 个测试子集中，表现最佳的系统 B 对表情、背景、距离、时间跨度几种变化的识别率已经接近 100%，对饰物变化的识别率也已经超过 80%。系统 A 尽管在饰物子集上的表现比较差，但在背景、表情、距离子集上的性能与系统 B 也差别不大。但是我们也看到，对正面子库中光照变化图像的识别率，表现最佳的系统 B 仍然达不到 40%，系统 A 只有 10% 多一点。在姿态子库中，平视状态下水平姿态变化识别率最高只有 60%，俯仰状态下的姿态变化识别率最高也仅 40% 上下。这些结果一方面表明，尽管对环境光照模式下的正面图像的饰物、表情、背景、距离等变化情况，优秀的商业系统已经能够较好地解决识别问题，但是对复杂光照和较大范围的态度变化，商业系统的识别性能依然差强人意。

由测试结果可以看出，人脸识别的商业系统在 CAS-PEAL 人脸数据库上，对于正面图像的表情、饰物、背景、距离等变化已经表现出了较强的鲁棒性，综合性能已经远远超出了基准的识别算法。但是商业系统在光照和姿态子集上较差的性能也表明，如何提高光照变化条件下的正面图像识别率和姿态变化条件下的识别率，以及如何进一步提高光照与姿态组合变化条件下的识别率，这些方面的问题还没有得到很好地解决，将是今后人脸识别研究需要重点关注的问题。

7. 总结及未来工作

本文介绍了我们建立的 CAS-PEAL 人脸数据库的采集平台、创建过程和覆盖的图像变化条件。它提供了一个大型的、多样化的人脸图像数据资源，在一定程度上弥补了国内在大规模人脸数据库方面的不足。CAS-PEAL 人脸库包含了 1,040 名中国人共 99,450 幅头肩部图像。所有图像在专门的采集环境中采集，涵盖了姿态、表情、饰物和光照四种主要变化条件，部分人脸图像具有背景、距离和时间跨度的变化。目前该人脸库第一版的标准训练、测试子库已经公开发布。

我们测试了 Eigenface、Correlation 两种基准算法，以及两种商业系统在我们已经共享的 CAS-PEAL-R1 人脸图像数据库上的性能。结果表明：

1. Eigenface 和 Correlation 算法在 CAS-PEAL-R1 人脸图像库上的识别性能非常差。这说明该人脸数据库具备了一定的难度；
2. 两个最著名商业系统的识别性能远远高于基准算法，尤其是对表情、背景、距离变化的情况，取得了接近 100% 的正确识别率，这说明目前的人脸识别方法对于这些变化已经具备了良好的适应能力，而对饰物变化的鲁棒性还需要进一步的研究；
3. 两个最著名的商业系统在光照、姿态变化时的识别性能很不理想，这说明光照和姿态变化问题是人脸识别领域需要进一步研究的关键性问题；
4. 光照和姿态两个子集不仅对于基准算法，而且对于优秀的商业系统也表现出了较大的难度，提供了一个光照和姿态变化的人脸图像数据平台，有望在今后对这两个方面的研究中得到进一步的应用。

参考文献

- [1] R.Chellappa, C.L.Wilson, S.Sirohey. Human and Machine Recognition of faces: A survey. In: Proceedings of the IEEE, 1995, 83 (5): 704-741.
- [2] P. Johnathon Phillips, H. Moon, Syed A. Rizvi *et al.* The FERET Evaluation Methodology for Face-Recognition Algorithms. IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2000, 22 (10): 1090-1104.
- [3] P.J.Philips, P.J.Grother, R.J.Micheals *et al.* Face Recognition Vendor Test 2002: Evaluation Report [R]. National Institute of Standards and Technology, NISTIR 6965, 2003.
- [4] Matthew Turk, and Alex Pentland. Eigenfaces for Recognition. Journal of Cognitive Neuroscience. 1991, 3 (1): 71-86.
- [5] Peter N. Belhumeur, Joao P. Hespanha, and David J. Kriegman. Eigenfaces vs. Fisherfaces: Recognition Using Class Specific Linear Projection. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1997, 19 (7): 711-720.
- [6] A. Georghiades, D. Kriegman, and P. Belhumeur. From few to many: Generative models for recognition under variable pose and illumination. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2001, 23(6): 643-660.
- [7] Terence Sim, Simon Baker, and Maan Bsath. The CMU Pose, Illumination and Expression Database. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2003, 25 (12): 1615-1618.
- [8] F. S. Samaria, and A. C. Harter. Parameterization of a Stochastic Model for Human Face Identification. In: Proceedings of the 2nd IEEE Workshop on Applications of Computer Vision, Sarasoto, FL, 1994.
- [9] Hyoja-Dong, and Nam-Gu. Asian Face Image Database PF01. Pohang University of Science and Technology.
- [10] A. R. Martinez and R. Benavente. The AR Face Database [R]. Computer Vision Center (CVC), Barcelona, Spain, Technical Report 24, 1998.
- [11] E. Bailly-Bailliere, S. Bengio, F. Bimbot *et al.* The BANCA Database and Evaluation Protocol. In: Fourth International Conference on Audio- and Video-based Biometric Person Authentication (AVBPA), Guildford, UK, 2003: 625-638.
- [12] B.-W. Hwang, H. Byun, M.-C. Roh and S.-W. Lee. Performance Evaluation of Face Recognition Algorithms on the Asian Face Database, KFDB. In: Fourth International Conference on Audio- and Video-based Biometric Person Authentication (AVBPA), Guildford, UK, 2003: 557-565.
- [13] V. Blanz and T. Vetter. A Morphable Model for the Synthesis of 3D Faces. In: Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series (SIGGRAPH), Los Angeles, USA, 1999: 187-194.
- [14] K. Messer, J. Matas, J. Kittler *et al.* XM2VTSDB: The Extended M2VTS Database. In: Second International Conference on Audio and Video-based Biometric Person Authentication, Washington DC, USA, 1999: 72-77.

[15] Wen Gao, Bo Cao, Shiguang Shan *et al.* The CAS-PEAL Large-Scale Chinese Face Database and Evaluation Protocols [R], Joint Research & Development Laboratory, CAS, No. JDL_TR_04_FR_001, 2004.

CAS-PEAL: A Large-scale Chinese Face Database and Some Primary Evaluations

Xiaohua Zhang, Shiguang Shan, Bo Cao, Wen Gao, Delong Zhou, Debin Zhao

Digital Lab, Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China, 100080

{xhzhang, sgshan, bcao, wgao, dlzhou, dbzhao}@jdl.ac.cn

Abstract: As the basis of research, development and evaluation of face recognition algorithms, face image database is of great importance. In this paper, we introduce the construction and basic content of the CAS-PEAL large-scale Chinese face database and some primary evaluation results based on it. The CAS-PEAL face database consists of 99,450 facial images of 1,040 Chinese individuals. All the images in the database were collected in specially designed environment with four principal variations of Pose, Expression, Accessory and Lighting, as well as three other variations of Background, Distance and Aging. Currently, the standard training set and probe set of CAS-PEAL face database have been made publicly available for research purpose only on a case-by-case basis. Compared with other public face databases, CAS-PEAL face database excels in its large-scale and variation modes and is expected to have positive impact on the development and evaluation of face recognition algorithms. In addition, as an oriental face image database, CAS-PEAL makes possible the compare of algorithms' performance between different ethnic groups and will benefit the application of face recognition technology in China. This paper also gives the evaluation results of two basic face recognition algorithms (Eigenface and Correlation) and two business systems, explains the difficulty of the database to the face recognition algorithms and analyses the current development status of face recognition technology.

Keywords: Face Recognition; Face Database; Performance Evaluation