

基于 OpenCV 的图像分类软件的设计与实现

贾宁 高楠 力贵才 王兆云

(大连东软信息学院 大连 116023)

摘要 本系统针对图片分类问题进行分析 and 讨论,旨在提取图片中的脸部轮廓,利用脸部的详细信息对比不同图片中人脸的相似度,从而实现对相册图片的自动分类管理。利用 OpenCV 中提供的人脸检测和人脸识别的功能,即使用哈尔小波变换(Haar)和 Adaboosting 算法进行检测,找出图片中脸部所在区域,进而使用局部二进制模式直方图(LBPH)对人脸进行预测,获得两张脸部之间的相似度,依照目录整理后,可达到图片按人脸分类的效果。在此基础上设计用户操作界面,实现简易、快捷的操作。软件测试结果表明,该软件人脸检测和人脸匹配的成功率较高,为生活提供了便利。

关键词 OpenCV,人脸识别,人脸检测,图像分类

中图分类号 TP368.1 **文献标识码** A

Design and Implementation of Image Classification Software Based on OpenCV

JIA Ning GAO Nan LI Gui-cai WANG Zhao-yun

(Dalian Neusoft University of Information, Dalian 116023, China)

Abstract For a system of analysis and discussion of image classification, the main problem to be solved is similarity extraction of face and contrast to images of two human face, to realize automatic classification management on the album picture. Application of OpenCV in face detection and face recognition function, using Haar and Adaboosting, can find images of the face region, and then use LBPH to predict the face, to obtain the similarity between two faces. In accordance with the directory, the pictures in the face classification can be achieved. After the completion of the user interface design, the user can obtain simple, convenient operation. Software test results show that face detection and face matching function have a higher success rate, and this software provides a convenient conditions for life.

Keywords OpenCV, Facerecogniz, Facedetect, Classification

生活的色彩需要记录,每一张照片都是生活的记录。如今已是科技时代,无论身处国内国外,大家都惯用数码相机拍照,拍出来的照片可在计算机中存储,由于无需冲印,拍摄量也随存储卡容量的增大而显著增多,拍客们习惯在计算机的文件夹中对照片进行分类管理,可是将成百上千的照片进行逐张筛选的任务量是非常巨大的。

本文以解决大量图片分类难题为目标,以 OpenCV 技术为依托^[1],设计能够自动识别图片主人公头像的软件,通过头部轮廓相似度的对比,自动识别图片主人公,并将其存储至计算机中指定的文件夹^[2]。

随着计算机技术的迅速发展,人脸识别技术得到广泛的研究与开发。目前,与人脸检测相关的技术比较成熟,人脸识别成为近 30 年里模式识别和图像处理中最热门的研究主题之一^[3]。综述国内外现状,人脸检测与识别都属于计算机视觉科学^[4],已经应用在门禁系统、防盗系统等领域^[5],但缺少将人脸识别与检测用于用户贴身生活中的应用。本文所研究的课题旨在解决生活中最常见的问题,设计实现用计算机将这些成百上千甚至更多的照片高效率地分类管理的软件。

1 LBPH 简介

本文主要采用 OpenCV 中已成型的人脸识别(FaceRecognizer)类中的 LBPH(Local Binary Patterns Histograms, 局部二进制模式直方图)模型,这个模型通过 FaceRecognizer 类的 createLBPHFaceRecognizer()方法进行创建^[6]。

LBP(Local Binary Patterns)算子^[7]在网上有很多相关介绍,其基本思想是对图像的像素和它局部周围像素进行对比^[8],并将其结果进行求和。以此像素为中心,与相邻像素进行阈值比较。如果中心像素的亮度大于等于它的相邻像素,将其标记为 1;否则标记为 0。

在使用 LBP 实现人脸识别时,首先将人脸图片分为若干个相等的矩形区域^[9],对每个区域的像素分别进行 LBP 算子的转换,从而构建一个全局性的直方图,该直方图由各个区域的直方图串联起来,这种方法不仅可以保留原图像的统计信息,而且从直方图上也可以看出位置信息^[10]。进而利用已经计算的 x_2 特征空间上的最近邻域分类器作为直方图之间的差异性衡量标准,得到一个距离矩阵^[11],其中包含了图像之间的距离^[12]。计算公式如下,其中 S_i 表示分布在中心周围

贾宁(1985—),女,硕士,讲师,主要研究方向为嵌入式软硬件设计,E-mail:jianing@neusoft.edu.cn;高楠 主要研究方向为嵌入式软件开发;力贵才 主要研究方向为嵌入式软件开发;王兆云 主要研究方向为嵌入式软件开发。

点的位置信息,而 M_i 表示中心点的位置信息。

$$X^2(S, M) = \sum_i \frac{(S_i - M_i)^2}{S_i + M_i} \quad (1)$$

由于图片上各个区域包含的有效信息量不同,有些区域信息较多,部分区域信息较少甚至为零,因此可以对各个区域赋予不同的权重。本文采用如下方法:将图像分为若干个区域后,依次取用每个区域对图像进行识别^[13],识别率在 0.2 以下的权重为 0,识别率在 0.8 以上的权重为 2,识别率在 0.9 以上的权重为 4,其余的权重设为 1。基于此,式(1)可以修改为式(2)。其中, w_j 为不同区域的权重信息。

$$X_w^2(S, M) = \sum_{i,j} w_j \frac{(S_{i,j} - M_{i,j})^2}{S_{i,j} + M_{i,j}} \quad (2)$$

相比 LBP 算子的半径及数量对识别率的影响,窗口的大小对识别率的影响比较大^[14]。窗口越小,识别率越高,反之则越低。随着窗口的增加,特征的维数也在增加^[15],因此需要在两者之间平衡,不能盲目地追求高识别率。

LBP 则意味着将把图像的数据当作图像空间的高维向量,进行更深度的处理。

2 图像分类软件设计方案

此软件有加入样本的功能,因为算法约束,需要用户手动选择一些样本图片,该软件会针对样本去寻找相似的照片,从而建立对应保存路径,此种设计方案可以方便用户清晰地看到结果,实现举一反三的效果。当用户误操作时,本软件还提供删除样本的功能。

当样本选择无误后,提供路径选择方案,在样本、路径都确认后,可以实现对图片分类管理的功能,即对该目录下的所有图片进行归档。

2.1 图像分类策略

OpenCV 提供了强大的图片处理功能,本软件在用户选择好样本后为了根据样本找出相关的照片并分类,进行如下操作:

在目标照片中找出所有人脸,即使用 OpenCV 中的 CascadeClassifier 类的 detectMultiScale 方法,将图片中的人脸信息找出后并存储起来。



图1 多人脸识别效果

通过样本对找出的人脸进行预测,即使用 FaceRecognizer 建立 LBP 模型,再通过 predict 方法将样本人脸与找出

的人脸进行预测,得到预测值和最相似标签。

根据预测结果将目标照片另存。目前分类策略为,单人照另存到以最相似的样本标签为名的路径,2-4 人的照片会另存到以人数为名的路径,其他则另存到 other 路径(分类失败、与样本无关或人数过多的照片)。

图 1 为在多人照片中找出人脸并进行标记的结果。对于此种找出脸部轮廓的方法,该软件的成功率可达到 95% 以上。

2.2 软件结构设计

在设计此软件时,考虑到用户会提供样本图片和待分类图片,可以交由用户手动选择样本信息,并确定最终归档目录,在将所有图片归档后,会将结果保存在一个 result 路径下,待用户查看,添加样本信息的数据流如图 2 所示。

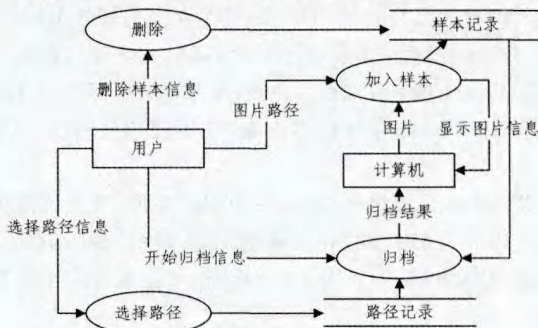


图2 添加样本的数据流图

样本体现为一个或多个人脸,用户在提供样本时,需要提供一个含样本的照片,在此基础上选择样本。待归档的照片体现为一个路径,即此路径下的所有照片。

当用户准备好样本和照片后,软件会根据样本处理照片,先根据样本生成 LBP 模型,然后遍历路径生成待处理图片列表(生成这个列表主要是为了知道处理队列的长度,在处理时可以让用户大致掌握处理进度),之后的归档工作即由 LBP 模型和归档策略来完成,归档后的结果保存在 result 路径下。图 3 示出软件的详细设计流程。

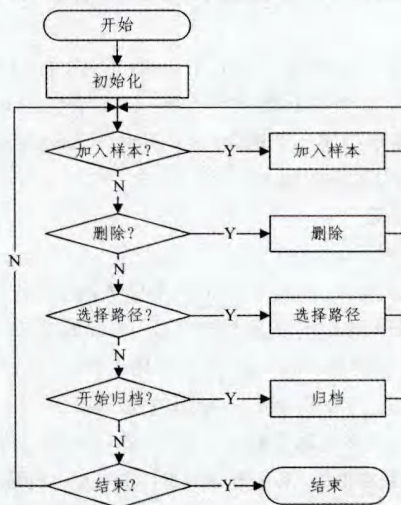


图3 软件设计流程

2.3 图像处理格式

1. QImage 类:用于 Qt 中图像处理

QImage 类提供了一个硬件无关的图像表示方法,该图像可以逐像素地被访问和用于画图设备。QImage 提供了很多可以用于获取图像信息和进行图像变换的函数。QImage 中的每一个像素由一个整数表示,这个整数的大小取决于不同的图像格式。8bit 图像的每一个像素值是 color table List 中的一个索引,在 32bit 图像中,每一个像素拥有一个自己的 RGB 值,allGray 和 isGrayscale 方法可以用来检查一个彩色图像是否可以被安全转换为灰度图像。

QImage 还提供了 mirrored、scaled、rgbSwapped、scaledToWidth 等图像变换的函数。本文主要应用 scaled、save 等函数。

2. QPixmap:用于在界面上显示图片

QPixmap 专门为绘图而生,当需要绘制图片时可直接使用 QPixmap。与 QImage 不同是,QPixmap 与硬件是相关的,如 X11,Mac 以及 Symbian 平台上,QPixmap 存储在服务器端,而 QImage 则是存储在客户端;在 Windows 平台上,QPixmap 和 QImage 都存储在客户端,并不使用任何的 GDI 资源。

QPixmap 也提供与 QImage 类似的功能,并且这两种类型是可以相互转换的,在需要时可以调用转换函数 fromImage()和 toImage()。本文中 QPixmap 主要应用于图片的显示。

3. cv::Mat:用于 OpenCV 中图像处理

Mat 类表示一个 n 维的密集数值单通道或多通道数组。它可以用于存储实数或复数值的向量和矩阵、灰度或彩色图像、体素、向量场、点云、张量、直方图。Mat 是 OpenCV2.0 推出的处理图像的新的数据结构,能够更加方便地进行内存管理,无需手动管理内存的释放。这是 Mat 最大的优势。

Mat 提供了一些图像处理的函数,在后期图像处理中被广泛地使用。

4. QImage 与 cv::Mat 转换

实现两种图像格式的转换是建立 Qt 与 OpenCV 的桥梁,简单地说就是 OpenCV 主要负责处理图像,Qt 主要负责显示图像。

OpenCV 存储图片默认使用 BGR 顺序,而 QImage 使用 RGB 顺序,所以从 Mat 转换到 QImage 时需要用 cvtColor 方法实现,同时删掉第 4 个通道,完成两种图像格式转换是此软件开发过程中的重要独立环节。

2.4 人脸提取

1. CascadeClassifier

CascadeClassifier 是 OpenCV 中做人脸检测时的一个级联分类器,旧版本的分类器只支持类 Haar 特征,而新版本的分类器既可以使用 Haar,也可以使用 LBP 特征。本文采用的 OpenCV 是 2.4.6 高版本,使用的是 Haar 特征。

Haar 特征识别物体时,同样需要计算积分图像为后面计算 Haar 特征做准备,采用与训练时同样大小的窗口遍历整幅图像,以后逐渐放大窗口,以同样方法遍历搜索物体;每当窗口移动到一个位置,即计算该窗口内的 Haar 特征,加权后与分类器中 Haar 特征的阈值比较,从而选择左或者右分支值,累加一个级的分支值与相应级的阈值比较,大于该阈值才

可以通过进入下一轮筛选。当通过分类器所有级时说明这个物体以大概率被识别。

简单来说此方法要求计算机存储大量供学习的脸部轮廓,从而让计算机认识到脸部的重要特征。本文使用训练好的 DetectFaces 模型来检测图片中的人脸时,效率比较高。

2. 操作流程

首先将图像加载成 Mat 格式,再转成灰度图像,使用双线性差值缩小图像,图像缩小后可加快检测速度。此时,可将图像进行直方图均值化处理。

完成以上操作后,可使用 CascadeClassifier 类的 detectMultiScale()方法将图片中的人脸区域存储起来,再把 Mat 格式的图像转成 QImage,使用 QImage 类的 copy()函数,即可将人脸区域的图像复制出来,并通过转换成 QPixmap 格式显示到软件界面上。

2.5 人脸识别

人脸识别主要采用的是 FaceRecognizer 类,它是基于 Algorithm(算法)的常见类,Ptr<FaceRecognizer>则是 FaceRecognizer 的智能指针,方便用户使用 FaceRecognizer 类,不用考虑内存的申请和释放。

目前,FaceRecognizer 类支持的人脸识别有 3 种,特征脸 EigenFace、Fisher 脸和局部二元模式直方图 LBPHFace,其分别通过调用 createEigenFaceRecognizer 等相关函数建立模型。这 3 种模型都要求训练和测试的图像是灰度图。

FaceRecognizer 在建立模型时需要准备一个 vector<Mat>,其为用于存放样本的容器,vector<int>是用于存放样本标签的容器,即样本名。此后,可使用 FaceRecognizer 的 createLBPHFaceRecognizer()方法建立 LBPH 模型,再使用 train(vector<Mat>,vector<int>)方法进行样本训练,最终得到一个可以用来识别目标人脸的 LBPH 模型。

识别时使用 FaceRecognizer 的 predict 方法识别目标人脸,得到两个结果值,第一个是结果标签,表示这个目标人脸与哪个样本最相似,也就是归档结果;第二个则是目标人脸与最相似目标样本的相似度,这个相似度越小表示越像,相似度最低为零,表示目标人脸与样本一模一样,相似度越高越不像,这是一种类似欧氏距离的值。

3 测试结果

基于上文实现的图像分类软件,可实现对目标脸部轮廓提取、图片识别等功能,基于此,设计如下测试方法,实现对软件的性能验证。表 1 为使用若干测试用例后得到的结果。

表 1 性能验证

测试性能	测试结果
用例 1 提取人脸准确性	95%以上(其他为非人脸,由用户过滤)
用例 2 单人归档正确率	约 90%(阈值影响较大)
用例 3 双人归档正确率	约 80%(阈值影响较大)
用例 4 三人归档正确率	约 75%(阈值影响较大)
用例 5 归档速度	每秒能处理 2MB 的图片

由测试结果可知,图片中人脸识别和单人匹配准确率较高,多人匹配准确率相对有待提高。这是由于识别率存在多方面因素的影响,例如光照、色彩等,此方法将图像转成灰度图像进行处理,不仅要达到准确、快速的检测并分割出人脸部

分,而且要有有效地实现变化补偿、特征描述,达到准确的分类效果,这也是人脸识别的难点。

结束语 本文主要利用 LBPH 模型和 Haar 变换进行人脸识别与相似度检测,利用识别结果进行图片中主人公信息的匹配与图片分类,用户可以方便快捷地将上百上千张图片按照主人公进行合理分配,提高工作效率,其中人脸识别和单人匹配准确率较高,多人匹配准确率有待提高,多人匹配和阈值参数的调配也是未来工作的主要研究方向。

参 考 文 献

- [1] 梁路宏,艾海舟. 人脸检测研究综述[J]. 计算机学报,2002,25(5):449
- [2] 严云洋,郭志波,杨静宇. 基于特征空间划分的 AdaBoost 人脸检测算法[J]. 小型微型计算机系统,2007,28(11):2106
- [3] 陈胜勇,刘胜. 基于 OpenCV 的计算机视觉技术实现[M]. 北京:科学出版社,2008
- [4] 唐徒文,曾义. 人脸检测级联分类器快速训练算法[J]. 计算机仿真,2007,24(12):324
- [5] 唐渝. 人脸实时监测技术研究与实现[D]. 重庆:重庆大学,2012
- [6] Heisele B, Serreb T, Prenticeb S. Hierarchical Classification and Feature Reduction for Fast Face Detection with Support Vector Machines [J]. Pattern Recognition, 2003, 01(09):2007

- [7] Choi J Y, Ro Y M, Plataniotis K N. Boosting color feature selection for color face recognition [J]. IEEE Trans Image Processing, 2011, 20(05):1425
- [8] Yang J, Lu W, Waibel IBEL A. Skin-color modeling and adaptation [J]. Lecture Notes in Computer Science, 1997, 10(10):687
- [9] 李伟红,陈伟民,龚卫国. 一种人脸特征选择新方法的研究[J]. 电子测量与仪器学报,2006,20(02):16
- [10] 祝海龙,屈梁生,张海军. 基于小波变换和支持向量机的人脸检测系统[J]. 西安交通大学学报,2002,36(9):947
- [11] Huang Lin-lin, Shimizu A, Kobatake H. Classification Based Face Detection Using Gabor Filter Features [J]. Pattern Recognition Letters, 2005, 10(10):1641
- [12] Tsao W K, Lee A J T, Lin Y H. A Data Mining Approach to Face Detection [J]. Pattern Recognition, 2010, 43(3):1039
- [13] Viola P, Jones M. Rapid object detection using a boosted cascade of simple features [J]. Computer Vision and Pattern Recognition, 2001, 1(10):512
- [14] 武妍,项恩宁. 动态权值预划分实质 Adaboost 人脸检测算法[J]. 计算机工程,2007,33(3):208-209
- [15] Li S Z, Zhang Zhen-qiu. Floatboost learning and statistical face detection [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2004, 26(9):1112-1113

(上接第 143 页)

- [39] Ardelean I, Díaz-Pernil D, Gutiérrez-Naranjo M A, et al. Counting Cells with Tissue-like P Systems [C] // Proceedings of the Tenth Brainstorming Week on Membrane Computing, 2012
- [40] Gimel'farb G L. Probabilistic regularisation and symmetry in binocular dynamic programming stereo [J]. Pattern Recognition Letters, 2002, 23(4):431-442
- [41] Gimel'farb G, Nicolescu R, Ragavan S. P systems in stereo matching [C] // Computer Analysis of Images and Patterns. Springer Berlin Heidelberg, 2011:285-292
- [42] Burtseva L. Unconventional computation answer on challenges of medical imaging [C] // 2nd International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering. Chisinau Republic of Moldova, 2013:1-4
- [43] Gutiérrez-Naranjo M A, Pérez-Jiménez M J, Riscos- Núñez A. Available membrane computing software [M]. Applications of membrane computing. Springer Berlin Heidelberg, 2006: 411-436
- [44] García-Quismondo M, Gutiérrez-Escudero R, Martínez-del-Amor M A, et al. P-Lingua 2.0: A software framework for cell-like P systems [J]. International Journal of Computers Communications & Control, 2009, 4(3):234-243
- [45] Gutiérrez-Naranjo M A, Pérez-Jiménez M J, Ramírez-Martínez D. A software tool for verification of spiking neural P systems [J]. Natural Computing, 2008, 7(4):485-497
- [46] Borrego-Ropero R, Díaz-Pernil D, Pérez-Jiménez M J. Tissue simulator: A graphical tool for tissue P systems [C] // Proceedings of the International Workshop Automata for Cellular and

Molecular Computing, 2007:23-34

- [47] Díaz-Pernil D, Pérez-Hurtado I, Pérez-Jiménez M J, et al. A P-lingua programming environment for membrane computing [M]. Membrane Computing. Springer Berlin Heidelberg, 2009: 187-203
- [48] García-Quismondo M, Gutiérrez-Escudero R, Pérez-Hurtado I, et al. An overview of P-lingua 2.0 [M]. Membrane Computing. Springer Berlin Heidelberg, 2010:264-288
- [49] Gutiérrez A, Fernández L, Arroyo F, et al. Hardware and software architecture for implementing membrane systems; a case of study to transition P systems [M] // DNA Computing. Springer Berlin Heidelberg, 2008:211-220
- [50] Nguyen V, Kearney D, Gioiosa G. An extensible maintainable and elegant approach to hardware source code generation in Reconfig-P [J]. The Journal of Logic and Algebraic Programming, 2010, 79(6):383-396
- [51] Nickolls J, Buck I, Garland M, et al. Scalable parallel programming with CUDA [J]. Queue, 2008, 6(2):40-53
- [52] Cecilia J M, García J M, Guerrero G D, et al. Simulation of P systems with active membranes on CUDA [J]. Briefings in Bioinformatics, 2010, 11(3):313-322
- [53] Garnier S, Gautrais J, Theraulaz G. The biological principles of swarm intelligence [J]. Swarm Intelligence, 2007, 1(1):3-31
- [54] Wang Z, Ma Y, Cheng F, et al. Review of pulse-coupled neural networks [J]. Image and Vision Computing, 2010, 28(1):5-13