

基于图像处理的客观题自动阅卷系统研究开发

马 飞,吕海莲,杨 帅,程荣花
(平顶山学院 软件学院,河南 平顶山 467000)

摘 要:在高校期末阅卷过程中,试卷的人工批改仍是非常繁重的工作。文中采用数字图像处理方法以 VS. net2005 为开发平台、以 SQLSERVER2000 为数据库后台构建了试卷客观题自动识别系统,摒弃了答题卡的限制,实现了通过数码相机获取试卷样本直接识别的方式,主要包括试卷样本图像预处理、字符定位与分割、特征提取、样本训练和识别与成绩统计管理等 5 个模块。客观题试卷图像的识别主要是针对图像中的手写体学号字符和答案字符进行处理、分析和识别。通过实验表明取得了较好的效果。

关键词:数字图像处理;客观题自动识别;成绩统计管理

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2012)07-0242-03

Research of Objective Examination Paper System Automatically Marking Based on Image Processing

MA Fei, LÜ Hai-lian, YANG Shuai, CHENG Rong-hua
(College of Software of Pingdingshan University, Pingdingshan 467000, China)

Abstract: During the final exam marking, paper artificial marking is still very arduous work. It adopts the method of digital image processing and takes the VS. net2005 as the platform, SQLSERVER2000 as database to construct the objective exam automatic marking system, it avoids the limit of the card and recognises the exam papers directly by exam paper sample with digital camera, which includes the sample image preprocessing, character positioning and segmentation, feature extraction, sample training and recognition grade statistical management etc. This system is mainly processing the image of the handwritten number character and answer character and the experimental results show that the system is better.

Key words: digital image processing; objective exam automatic marking; grade statistics and management

0 引 言

卷面考试是教学活动中不可缺少的环节之一。许多考试科目中客观题占有相当的比重,尤其在外语类考试中客观题的比例较大。考试后教师的阅卷、统分等工作非常繁重,浪费大量的人力物力资源,在此过程中也容易出现客观的人为差错。因此对考试后的阅卷形式进行改进是有必要的,国内外专家学者在这方面都进行了研究。现在使用比较多的是采用 OMR(Optical Mark Recognition)技术的传统机器阅卷^[1-3],需光电式阅卷机和专用机读卡,它采用答题卡的形式,可以由计算机处理。它具有阅卷速度快,适合大规模考试的优点。但由于它具有产品价格高、操作复杂、使用

成本高、设备利用率低、日久易出故障的缺点。

1 本文研究思路

针对计算机自动阅卷的需要,客观题答卷的数字化处理以及对其中考生客观题选项的识别提取技术,有十分重要的现实意义。文中研究的主要工作就是综合利用数字图像识别中的各种方法,实现一个能够对相同类型的大量试卷自动识别,并且能够对识别的试卷类型以及所得的学生成绩进行管理的综合型系统。

基于图像处理的客观题自动阅卷系统流程如图 1 所示:

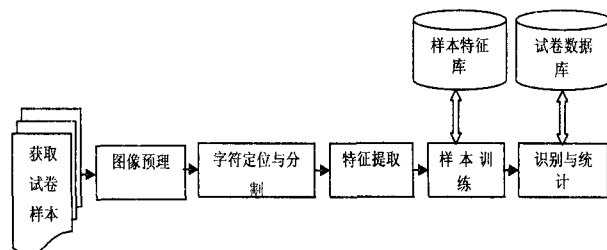


图 1 自动阅卷系统流程图

收稿日期:2011-11-22;修回日期:2012-02-25

基金项目:河南省科技计划重点项目(112102210333);平顶山学院中青年骨干教师专项(201138012);平顶山学院高层次人才科研启动经费(2008016)

作者简介:马 飞(1980-),男,硕士,讲师,研究方向为模式识别;吕海莲,教授,研究方向为模式识别与计算机应用。

2 图像预处理

在图像样本获取时,由于拍摄位置等各种原因,需要对获取的样本进行预处理、规范化处理^[4,5],以更好地符合下一步操作,主要包括图像旋转和二值化处理。图像在获取时很容易使获取到的图像角度发生倾斜,以某个点为旋转中心,旋转某个角度,以方便观察或者进行特征匹配等其它图像处理操作。

由于试卷样本的特点,黑色印刷体、白色纸张为背景,本系统中采用的是固定阈值二值化法,选择阈值 $T = 128$ 。假设原始图像的像素颜色 $P(r, g, b)$, 设其阈值为 $T = t(0 < t < 255)$, 则映射成新的二值化图像的像素颜色 $P(r, g, b)$ 为:

$$P(r, g, b) = \begin{cases} p(000, 000, 000) & (r + g + b) < 128 * 3 \\ p(255, 255, 255) & (r + g + b) > 128 * 3 \end{cases} \quad (1)$$

当需要对一批新试卷图像进行识别时,需要做的准备工作就是创建这批试卷的一个标准模板试卷。创建模板试卷的前提是:保证这批试卷图像的试卷类型、试卷科目、试卷的拍摄位置都要基本保持一致。

创建新试卷具体步骤如下:

1. 用户要打开一张新试卷作为模板,然后点击创建新试卷,会提示用户输入新试卷编号和科目名称;

2. 输入试卷编号和科目名称,点击确定,系统会对试卷编号和科目名称进行验证;

如果试卷编号已存在,会提示用户该试卷编号已存在。如果验证通过,则直接显示设置学号位置;

3. 点击开始设置学号位置按钮,随后可以在试卷图像界面中以矩形框的形式确定学号的正确位置;

4. 对定位的学号位置信息进行确定,确定后会直接显示试题设置项;

5. 在设置试题时,首先要输入和确定试题数量;

6. 对每道试题进行属性设置和位置定位,包括题号、类型、标准答案、分数和定位该题答案区的两点坐标。

学号区和答案区的定位都要确保定位区域尽量大,且不包含其它字符,因为不同学生所写的学号长度和答案大小可能不同,保证能识别所有试卷中的学号和答案就要尽量扩大识别区。数字字符串分割效果图,如图2所示。

3 特征提取与样本入库

由于数码扫描后的试卷面积较大,并且同一课程的试卷各答案填写的位置相对固定,为避免自动检索的时间浪费,文中采用人工指定各答案小括号区域位置的方式来定位,提高了效率。

为提高答案识别的高精度,文中采用了 9×9 网格模板匹配^[6] 配算法对手写体^[5-7] 数字(0~9)、字母(A~D)和判断题(\checkmark 、 \times)等字符进行识别。将定位出的字符进行网格划分,字符按 9×9 个小区域进行划分,每个小区域将会被视为一个特征值区,即用一个特征值0或1来表示,故此步骤是在进行特征信息提取的重要步骤。

不同类型的字符分割效果图,如图3所示:



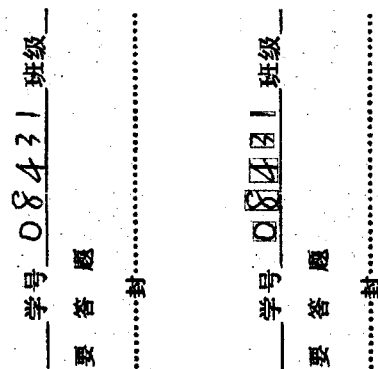
图3 字符 9×9 网格划分效果图

特征提取方法:根据已经得出的定位划分后字符的上、下、左、右边界,将字符区域分为 9×9 的小区域,依次计算 9×9 的每一个小区域中黑像素点的个数,若区域的像素点个数超过1,此区域的特征值为1,否则为0;将各网格对应的特征值,文中共选取了81个特征值,依次写入特征文件库中。

在样本训练过程中,选择了5名男生和5名女生共10个学生进行了各字符的相对规范的手写,即0~9十种数字,A~D四个英文字母, \checkmark 、 \times 两个判断符号,每人每种字符在输入区书写10次,作为样本训练集。

4 基于欧式距离的模板匹配

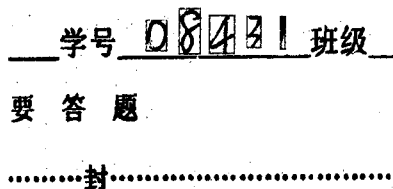
字符识别算法有很多如模板匹配、神经网络^[8-11]等。由于试卷输入的学号数字、答案字母和判断对错的字符有限、简单,并且各字符区分度较好,为提高识别速度,所以文中采用基于欧式距离的模板匹配算法^[12]。



(a) 原图

(b) 定位分割图

图2 学号字符分割旋转效果图



(c) 旋转效果图

设有两个标准样品模板为 A 和 B,其特征向量为 n 维特征: $X_A = (x_{A1}, x_{A2}, \dots, x_{An})^T$ 和 $X_B = (x_{B1}, x_{B2}, \dots, x_{Bn})^T$ 。任何一个待识别的样品 X ,其特征向量为 $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ 。使用模板匹配的方法来识别,利用距离来判断。如果 X 距离 X_A 比距离 X_B 近,则 X 属于 X_A ,否则属于 X_B 。

任意两点 M, N 之间的距离:

$$d(M, N) = \left[\sum_{i=1}^n (m_i - n_i)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

根据距离远近可作为判据,构成距离分类器,其判别方法为

$$d(X, X_A) < d(X, X_B) \Rightarrow X \in A, d(X, X_A) > d(X, X_B) \Rightarrow X \in B \quad (3)$$

基于欧式距离的字符识别算法 R 实现如下:

[Step1]:读取特征文件,将训练集中的该字符的特征读取出来存放在数组 `dataArray[]` 中;

[Step2]:使用式 2 所示公式,计算待测样品 x 与训练集中的数字的每个特征的距离,并将结果存放在数组 `arrTrainedFeature[]` 中;

[Step3]:循环计算待测样品和所有训练集中已知样品之间的距离;将数组 `arrTrainedFeature[]` 中第一个数字赋值给 `min`,然后使 `min` 依次与二维数组 `arrTrainedFeature[]` 中的数值进行比较,若 `min` 大,则将该数值赋值给 `min`,并记录该数值所在位置;若 `min` 小,则继续与下一个数进行比较;

[Step4]:找出数组 `arrTrainedFeature[]` 中的最小值及其位置,从而得到与待测样品距离最近的数字作为下标返回,即待测样品的识别结果。

5 数据库设计

本系统数据库采用 SQLSERVER2000 数据库,系统数据库名称为 `examdb`,包括五张表,即用户信息表、学生成绩表、试卷信息表、学号信息表、单张试卷成绩表。篇幅所限略去了用户信息表。

表 1 为学生总成绩表,主要记录学生对应课程的总成绩信息。表 2 为试卷信息表,记录试卷设置的各项基本信息。表 3 为单张试卷成绩表,记录当前试卷面的学生成绩信息。表 4 为学号位置表,记录学号区域在整个试卷中的定位坐标的基本信息。

表 1 学生总成绩表

列名	数据类型	长度	允许空	注释
studentNumber	char	255	否	学号
subjectName	char	255	否	科目名称
grade	char	255	否	成绩

表 2 试卷信息表

列名	数据类型	长度	允许空	注释
examPaperName	char	255	否	试卷编号
questNumber	char	255	否	题目序号
questType	char	255	否	题目类型
standardAnswer	char	255	否	标准答案
score	char	255	否	分数
leftUpX	char	255	否	左上点横坐标
leftUpY	char	255	否	左上点纵坐标
rightDownX	char	255	否	右下点横坐标
rightDownY	char	255	否	右下点纵坐标
lastLeftX	char	255	否	左边界横坐标
lastRightX	char	255	否	右边界横坐标
lastUpY	char	255	否	上边界纵坐标
lastDownY	char	255	否	下边界纵坐标

表 3 单张试卷成绩表

列名	数据类型	长度	允许空	注释
examPaperName	char	255	否	试卷编号
subjectName	char	255	否	科目名称
studentNumber	char	255	否	学号
grade	char	255	否	成绩

表 4 学号信息表

列名	数据类型	长度	允许空	注释
examPaperName	char	255	否	试卷编号
stuNumberLeftUpX	char	255	否	学号左上点横坐标
stuNumberLeftUpY	char	255	否	学号左上点纵坐标
stuNumberRightDownX	char	255	否	学号右下点横坐标
stuNumberRightDownY	char	255	否	学号右下点纵坐标

6 结束语

文中以 VS. net2005 为开发平台,以 SQLSERVER2000 为数据库后台构建了试卷客观题自动识别系统,系统能够直接在试卷指定的答题区域进行手写答案,摒弃了专用答题卡等限制,并为用户提供了完善的试卷管理功能,具有新试卷模型的创建、查看和删除等多种功能完整的操作,还为用户提供多种必要的功能模块,包括用户信息管理模块、成绩管理模块、样本训练模块、摄像模块和图像识别检测模块等。

尽管系统基本功能已经实现完整,但仍存在一些问题。如系统对识别的试卷有一定要求,就是学号和答案应按照规定进行填写,在这方面虽然做了很大的改进,但在一定程度上还是对书写有所限制。下一步的工作将进行试卷中填空题、问答题等题型的手写体

(下转第 248 页)

电动机工作时,控制电压不正常时,电动机转到某一固定位置停止,根据直流电机稳态运行方程如式(4)。

$$U = C_e \cdot \Phi \cdot N + R_a \cdot I_a \quad (4)$$

其中: Φ 为电机每极磁通量, C_e 为电动势常数, N 为电机转数, I_a 为电枢电流, R_a 电枢回路电阻。在图5中,EN_A、EN_B为电机主要控制引脚,当EN_A、EN_B为低电平时,电机不工作。当EN_A、EN_B为不同相时,电机正转或反转。同时为高电平电机刹停^[15]。为防止运行时间过长可能使电机烧坏。利用输入信号加大延时脉冲的频率。保证电机正常启动、工作。

4 结束语

该系统设计了一个车灯的随动系统,在不改变已设计照明系统的前提下,在方向盘转动时车灯随之转动。本系统将自适应系统和模糊控制算法相结合,将方向盘的连续转动数据模糊化后进入控制系统,解决了不同步和自动复位的问题。经试验,该设计和已有的系统相比,汽车在拐弯时驾驶员的视野范围不减小,有效的避免和减少交通事故的发生。

参考文献:

- [1] 陈建林. 基于驾驶模拟器的汽车 AFS 系统控制策略研究[D]. 武汉:武汉理工大学,2009.
- [2] 刘建勋,邓天民,杨磊. 汽车前照灯随动转向规律分析与研究[J]. 客车技术与研究,2008(3):9-13.
- [3] Jin Qibing, Liu Siwen, Quan Ling. Internal Model Control Based on Singular Value Decomposition and Its Application to Non-square Processes[J]. Acta Automatica Sinica,2011(3):

102-105.

- [4] 董宁. 自适应控制[M]. 北京:北京理工大学出版社,2009:183-187.
- [5] 谢瑞和,杨明. Motorola 68HC08 微控制器与嵌入式系统基础[M]. 北京:清华大学出版社,2003:164-168.
- [6] Li Zuo, Li Bin, Zhu Xuedan. Fuzzy Self-adjusting PID Controller Design and Simulation[J]. Control and Instruments in Chemical Industry,2010(3):25-28.
- [7] 袁慧彬. 汽车前照灯转角模糊控制设计[J]. 四川职业技术学院学报,2009,19(2):116-117.
- [8] Bonchis A, Corke P I, Rye D C. Variable structure methods in hydraulic servo systems control[J]. Automatica,2001,37:589-595.
- [9] 吴昇冉,王启志. 基于 LabVIEW 的模型参考自适应控制的实现[J]. 计算机技术与发展,2008,18(11):180-182.
- [10] 陈书剑,徐峰,褚渊. 高精度角度传感器自动标定系统[J]. 仪表技术与传感器,2006(8):15-19.
- [11] 陈池来,梅涛,汪小华,等. 用于汽车方向盘转角的测量方法:中国,200810126440[P]. 2008-10-29.
- [12] Xu Ying, Zhang Tao, Zhang Rong. Optimization design on multi-blade capacitive angular sensor[J]. Control and Instruments in Chemical Industry,2003(4):69-71.
- [13] Ni Hongfei, Zhong Junbin, Sun Yugang. A Research of Shift Strategy for Improving Shift Quality of AMT Vehicle Based on Engine Torque Control[J]. Automobile Science & Technology,2010(3):51-54.
- [14] 吴栋念,唐慧强. 基于 LPC2148 的步进电机调速和测速系统设计[J]. 电子设计工程,2010,18(10):54-56.
- [15] 林阳,蒋珉,柴干. 基于模糊控制的微车辆换道模型的研究及仿真[J]. 计算机技术与发展,2009,19(11):250-253.

(上接第 244 页)

汉字自动化处理。

参考文献:

- [1] 王红玉. 基于网上阅卷的 OMR 扫描图像识别系统的设计与实现[D]. 武汉:武汉理工大学,2007.
- [2] 高育鹏,杨俊,何广军. 基于图像识别的自动阅卷系统研究[J]. 现代电子技术,2006,30(11):119-127.
- [3] 张香让. 击中/击中不中变换在标准答题卡分割中的应用[J]. 计算机应用,2004,24(10):141-144.
- [4] Castleman K R. Digital Image Processing[M]. [s.l.]:Prentice-Hall International, Inc., 1988.
- [5] 李志荣,杨丹,周奇. 基于模板匹配的脱机手写数字识别研究[J]. 哈尔滨师范大学自然科学学报,2009(4):84-88.
- [6] 杨淑莹. 模式识别与智能计算:Matlab 技术实现[M]. 北

京:电子工业出版社,2008.

- [7] 戴建辉. 自由手写体数字识别系统的设计与实现[D]. 武汉:武汉科技大学,2009.
- [8] 洪沛霖. 基于改进模拟退火算法的手写体数字识别[J]. 计算机技术与发展,2007,17(9):15-18.
- [9] Pandya A S, Macy R B. Pattern Recognition with Neural Networks in C++[M]. [s.l.]:IEEE Press,1999:156-172.
- [10] 张充. 基于 BP 神经网络的手写体数字识别[J]. 计算机技术与发展,2008,18(6):128-130.
- [11] Abu-Mostafa Y S, Psaltis D. Recognition aspects of moment invariant[J]. IEEE Trans. on Pattern Anal. Machine Intell., 1984,6(6):698-706.
- [12] 夏国恩,金炜东,张葛祥,等. 基于组合特征的手写体数字识别方法[J]. 计算机应用研究,2006,27(6):170-172.