

# 用光学联合变换方法对手写汉字 进行分类识别

黄琴 陈祯培 苏红军

(四川联合大学光电系, 成都 610061)

**提要** 用光学联合变换方法, 结合 CCD 数据采集系统, 对手写汉字进行统计分类识别, 通过实验得出了各类别的相关峰值范围, 其实验结果良好, 有较大的应用前景。

**关键词** 联合变换相关(JTC), 手写体汉字, 统计模式分类

## 1 引言

目标识别是信息处理领域重要的内容之一。光电混合模式识别系统基于光学相关的目标识别系统, 融合了光学处理的快速、大容量、并行性和计算机的灵活性、可程序化、精度高等优点, 可以进行实时和智能化的目标识别。我们的工作目的是对手写体汉字进行真伪分类识别, 由于手写体汉字各部件结构搭配以及不同人书写风格不同, 具有不稳定的特征, 自我仿写的字与不同人仿写的字存在一定的差异。本系统识别的依据是: 相关点强度反映出被识别字体的相似程度, 基于相关点强度的不同即可对本人写的字, 还是别人仿写的字作出判断。

## 2 基本原理

### 2.1 联合变换的基本原理

最近, 人们在研究中引入非线性图象相关<sup>[1]</sup>, 将它与普通的光学相关作比较, 具有很多优越的性能, 这就是 JTC 的基本系统。其基本思想是允许输入物体和参考物体同时输入, 在傅氏平面得到其频谱, 利用 LCLV 的平方律记录特性对功率谱进行实时记录, 然后再对其作逆傅氏变换, 由傅氏变换的理论, 我们在输出面上得到了自相关函数和互相关函数, 如图 1。

在输入面  $P_1$  处并排放入待识别物函数  $s(x)$  和参考物函数  $r(x)$ , 设两物距中心位置为  $(-a, +b)$ , 则在相关输出面上得出相关结果:

$$I(x_3) = F\{E(a)\} = s(x_3) \star s(x_3) + r(x_3) \star r(x_3) \\ + s(x_3) \star r(x_3) \times \delta[x_3 + (a+b)f_2/f_1] + s(x_3) \star r(x_3) \times \delta[x_3 - (a+b)f_2/f_1] \quad (1)$$

式中  $\star$  为相关符号,  $\times$  为卷积符号,  $x_3$  为相关输出面  $P_3$  的物理位置。由(1)式可见, 前两项为直流项, 为两个物函数各自相关之和, 位置在相关输出面的原点。后两项为两个物函数的互相关

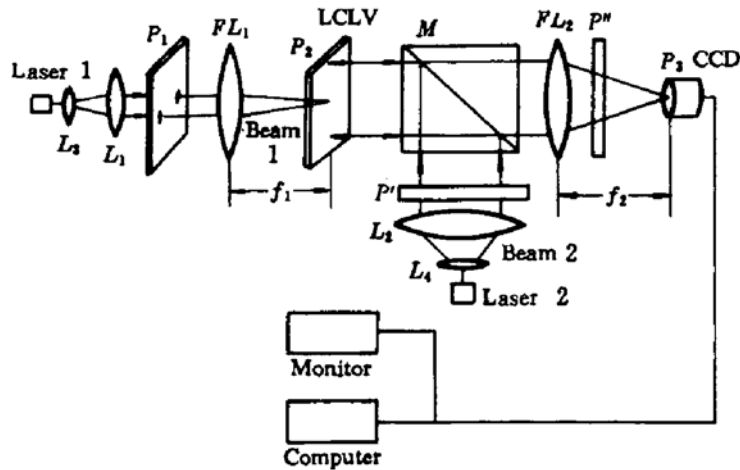


Fig. 1 Schematic diagram of the JTC system

$L_1, L_2$ : lenses;  $P_1$ : located samples;  $P_2$ : LCLV;  $L_3, L_4$ : needle filter;  $M$ : beam splitter;  $P', P''$ : polarizer and analyzer;  $FL_1, FL_2$ : Fourier lenses;  $P_3$ : correlation output planes (focus plane of  $FL_2$ ); CCD: the monitor and computer composed data sampling system

函数,位置在相关输出面  $P_3$  的  $x_3 = \pm (a + b)f_2/f_1$  处。

对于物函数来讲,  $s(x)$  与  $r(x)$  相近似,则第三项,第四项的互相关函数所表现出的两物函数含信息相近程度比完全相同物函数的弱,但比完全不同物函数的强,我们的实验就是基于对相关点亮度进行定量分析从而对手写体汉字进行统计分类、识别。

## 2.2 统计模式分类法

我们对多个输入物体样本的相关点亮度进行统计分析,将要识别的手写汉字样本分为三种模式,每个模式样本的特征值在特征空间中表现为一个点,同类模式样本在特征空间的点相互靠近成一个挨在一起的点集,这称为类聚,不同类别的模式样本的特征值通常差得较多,在特征空间中各个占据不同区域的靠在一起的点集就代表不同类别的模式,这就是在特征空间进行模式分类的基本思想。

我们的测量仅对相关点亮度进行数据采集,特征空间为一维,而我们的系统共有  $K = 3$  个模式类,记为类别集合:

$$\Omega = \{\omega_1, \omega_2, \omega_3\}$$

令在类别  $\omega_i$  中模式样本  $\bar{x}$  出现的概率为  $P(\bar{x}/\omega_i)$ 。根据 Bayes 公式有

$$P(\omega_i/\bar{x}) = \frac{P(\bar{x}/\omega_i)P(\omega_i)}{\sum_{k=1}^K P(\bar{x}/\omega_k)P(\omega_k)} \quad (2)$$

这就是模式样本  $\bar{x}$  属于  $\omega_i$  类的后验公式。

令各类别的出现概率  $P(\omega_k)$  为常数,则

$$P(\omega_i/\bar{x}) = \frac{P(\bar{x}/\omega_i)}{\sum_{k=1}^K P(\bar{x}/\omega_k)} \quad (3)$$

根据最大似然准则,模式分类的判决准则是:当且仅当所有的  $i \neq j$  时,有

$$P(\omega_i/\bar{x}) > P(\omega_j/\bar{x})$$

则可判决  $\bar{x} \in \omega_i$  类。

即当  $\frac{P(\bar{x}/\omega_i)}{P(\bar{x}/\omega_j)} > 1$  时,  $\bar{x} \in \omega_i$ 。

对于具体实验所采集的数据其分布为正态分布,它的均值  $\mu$  和方差  $\sigma$  可由其点估计而计算出,由于样本足够多,可认为  $\mu$  和  $\sigma$  为无偏估计值,对于正态分布

$$P(\bar{x}/\omega_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_i} \exp\left[-\frac{(\bar{x} - \mu_i)^2}{2\sigma_i^2}\right] \quad (4)$$

则

$$\frac{P(\bar{x}/\omega_i)}{P(\bar{x}/\omega_j)} = \frac{\sigma_j}{\sigma_i} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left[\frac{(\bar{x} - \mu_i)^2}{\sigma_i^2} - \frac{(\bar{x} - \mu_j)^2}{\sigma_j^2}\right]\right\} \quad (5)$$

若比值大于 1,则属于  $\omega_i$ ,若比值小于 1,则属于  $\omega_j$ 。因而令

$$\frac{P(\bar{x}/\omega_i)}{P(\bar{x}/\omega_j)} = 1 \quad (6)$$

解此方程即可求得  $\omega_i$  与  $\omega_j$  的分界面。

### 2.3 液晶光阀对功率谱记录时工作参数的选择

联合变换相关可以用液晶光阀作为空间光调制器来实现,如图 1 所示,将信号图象与参考图象同时显示到物平面  $P_1$  上,经傅氏透镜  $FL_1$  作傅氏变换,在其后焦平面  $P_2$  上形成 JTC 的功率谱,在  $P_2$  面上放置 LCLV,则可将 JTC 功率谱记录下并转换为强度谱。

对于液晶光阀的工作特性,文献[2]中得出了液晶光阀的反射读出光强  $I$  与落在液晶盒上的电压  $v$ ,读出光的偏振态  $\phi$ ,以及读出光的波长  $\lambda$  的关系式为

$$I(v, \phi, \lambda) = \frac{E^2}{4} \left\{ 2 - \frac{3}{2} \sin^2 2\phi - 2 \cos^2 2\phi \cos \frac{2\pi}{\lambda} [2\Delta(v)] - \frac{1}{2} \sin^2 2\phi \cos \frac{2\pi}{\lambda} [4\Delta(v)] \right. \\ \left. + 2 \sin 4\phi \sin \frac{2\pi}{\lambda} [2\Delta(v)] \sin \frac{2\pi}{\lambda} [\Delta(v)] \right\} \quad (7)$$

在本系统中读出光的波长  $\lambda$  为一定值,反射读出光强是受读出光的偏振态  $\phi$  和落在液晶盒上的电压  $v$  调制的,由(7)式可见,当读出光的偏振态为某种状态时,通过调节落在液晶盒上的电压,使得反射读出光强最大,则得到的功率谱就越强,光阀工作在最佳状态。本实验所取的 LCLV 状态为 100 Hz, 4 V,得到了很好的相关特性。

## 3 实验装置及实验

图 1 为对手写体样本的相关识别实验所用光路图。

3.1 对本实验,我们首先是制作待测样本,由于我们的目的是对手写体汉字进行真伪识别,因而对手写体汉字作了如下分类:

$\omega_1$  为本人写的字经复印后,完全相同的字;  $\omega_2$  为本人写的字与本人仿写自己的字;  $\omega_3$  为本人写的字与不同的人仿写的字。

三类均以某一人手写的字作为参考信号,每组都做了三十多个样本,以达到统计效果,所做的部分样本如图 2 所示。制作过程是将被识别的汉字(姓名)由人手写在纸上,然后以同一暗室条件进行高反差处理,将其信息记录在干板上,以使字体笔迹处的透过率最大,且与周围形成黑白对比,以使其透过率带来的误差达到最小。

3.2 对上面三类样本分别取一个样本进行观察。

将样本  $\omega_1$  放入图 1 所示的光路中,通过调节光路(光阀的工作状态为 100 Hz, 4.0 V),结果在  $FL_2$  焦平面用面阵 CCD 摄下相关点图,如图 3(a) 所示,其峰值点灰度级为 225;同样将  $\omega_2$

放入光路中,则相关结果为图 3(b)所示,其峰值点灰度级为 210;将  $\omega_3$  放入光路中则相关结果为图 3(c)所示,其峰值点灰度级为 155。

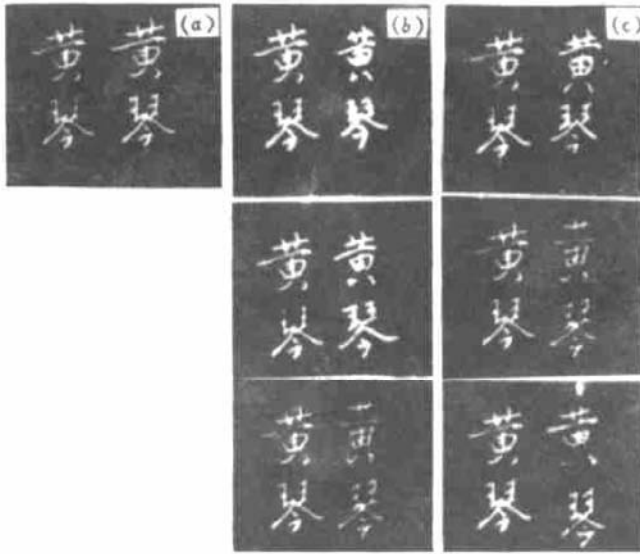


Fig. 2 Different samples used in experiments

(a) the right two chinese characters are the photocopy of the left characters; (b) the left characters in the three samples are identical, and the right characters are imitated by the same person who has written the left characters; (c) the left characters in the three samples are identical, and the right characters are imited by different persons

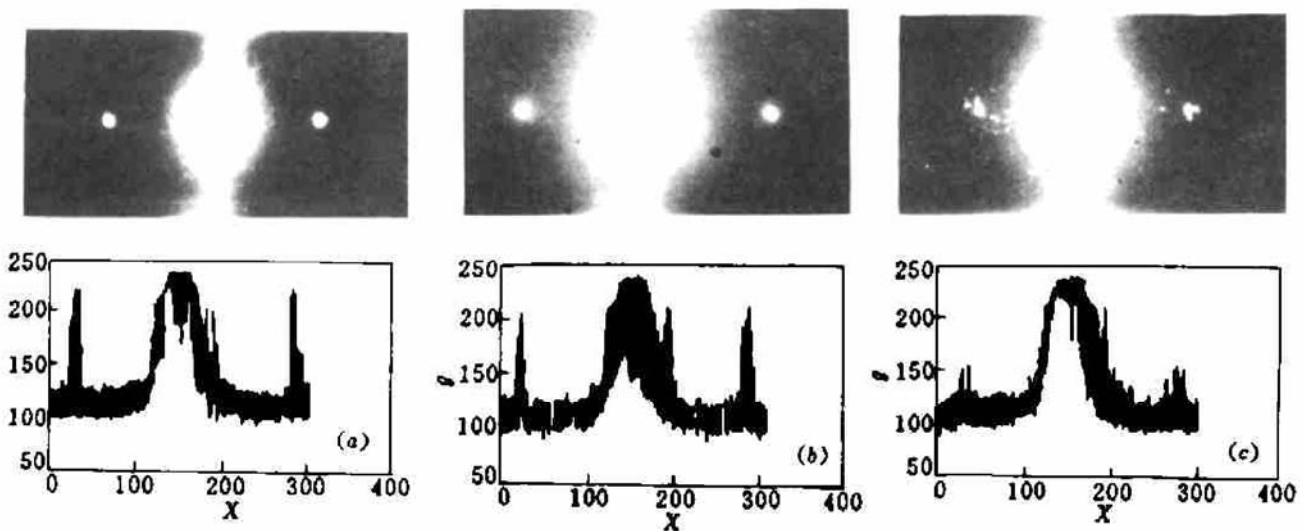


Fig. 3 Shows the correlation points and the correlation peaks that are obtained with the apparatus in Fig. 1. (a), (b) and (c) correspond the respective cases (a), (b) and (c) in Fig. 2, showing the auto-correlation (a) and the cross-correlation (b) and (c),  $x$  axis indicates the positions of the correlation points, and  $y$  axis the grey scale

由上面图片可见,完全相同的字体相关,其相关点质量最好;自我仿写字体相关,结果次之;不同人仿写字体相关,其相关点质量最差,相关点周围出现弥散的斑点,这些结果与前面相关理论分析相一致,因而以此为根据可对各类别样本的相关点灰度级进行统计分析,从而实现对手写汉字进行真伪识别。

3.3 测定各组样本的相关点亮度值(相关点为左右两点),通过对各类样本测量三次,求出各组的平均值  $\bar{x}$ ,标准偏差  $s$ ,然后进行统计分析,均值和偏差见表 1。

由统计模式分类法进行数据处理, $\omega_1$ 类与 $\omega_2$ 类的分界限, $\omega_2$ 与 $\omega_3$ 类的分界限,其结果示于表 2。

Table 1

		$\omega_1$	$\omega_2$	$\omega_3$
$\bar{x}$	Left	225	203	152
	Right	225	203	155
s	Left	2.62	12.05	18.12
	Right	2.71	12.35	18.35

Table 2

	Left correlation peak intensity value	Right correlation peak intensity value
$\omega_1 \sim \omega_2$ border	220	220
$\omega_2 \sim \omega_3$ border	181	182

从以上处理可见,左、右两相关点各类分界限结果是相一致的,相差一个灰度级,这是在误差所允许的范围内,结果说明自我仿写相关结果与不同人仿写相关结果的区别是很明显的,若相关点峰值灰度级大于 182,则被检测的样本为同一人所写;若相关点峰值灰度级小于 182,则被检测的样本为不同人所写,可以此为判据,对手写体汉字进行真伪识别。

## 参 考 文 献

- 1 B. Javidi, Qing Tang, Don A. Gergory *et al.*. Experiments on nonlinear joint transform correlator using an optically addressed spatial light modulator in the Fourier plane. *Appl. Opt.*, 1991, 30(14): 1772~1776
- 2 何 战, 陈祯培. 液晶光阀实时假彩色编码的色度特性. *中国激光*, 1991, 18(11): 876

## Classification and Identification of Chinese Characters Scripts by JTC

Huang Qin Cheng Zhenpei Shu Hongjun

(Department of Photoelectricity, Sichuan Union University, Chengdu 610061)

**Abstract** A research for the classification and identification of chinese characters scripts using the optical Joint Transformation Correlation (JTC) and CCD data sampling system was introduced in this paper. The range of the correlation peaks intensity value was obtained experimentally. The experiment indicates that the method is practical and can be applied in many fields.

**Key words** Joint Translation Correlation, chinese characters scripts, statistical pattern classification