

基于模糊集隶属度特征和贴近度的徽标识别

王 刚 靳彦青 刘立柱

(解放军信息工程大学信息工程学院 郑州 450002)

摘 要 模糊信息理论是一种基于模糊集理论的信息科学,模糊集理论在模式识别中表现出很好的性能,两者相结合形成了模糊模式识别。针对图像智能处理中对徽标识别的应用需求,提出了一种基于模糊集隶属度特征和贴近度的徽标识别算法。该算法通过把徽标网格特征映射转化成模糊集的隶属度特征并根据贴近度进行识别,显著增强了对质量不佳图像的适应性和抗干扰性,有效提高了徽标识别系统的柔性处理能力。实验表明,使用该徽标识别算法的识别率能达到94.5%。

关键词 模糊集,隶属度特征,贴近度,徽标识别

中图法分类号 TP391.41 **文献标识码** A

Logo Recognition Based on Membership Degree and Closeness Degree of Fuzzy Sets

WANG Gang JIN Yan-qing LIU Li-zhu

(Institute of Information Engineering, PLA Information Engineering University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract Fuzzy information theory which is based on fuzzy theory is a departure from information science. Higher performance could be obtained in pattern recognition with fuzzy sets theory. People combined fuzzy sets theory with pattern recognition and established fuzzy pattern recognition. Aiming at the application requirement of logo recognition in image intelligent processing, a logo recognition algorithm based on membership degree and closeness degree of fuzzy sets was proposed. By fuzzy mapping, the logo's gridding feature is transformed to the membership degree of fuzzy sets, then using closeness degree to accomplish logo recognition. This significantly enhances the adaptability and anti-interference to poor quality images, and effectively improves the flexible processing capability of logo recognition system. Experimental results show that the recognition rate of this logo recognition algorithm can reach as high as 94.5%.

Keywords Fuzzy sets, Membership degree, Closeness degree, Logo recognition

1 引言

文档图像指图像格式的电子文档,例如传真、扫描得到的文档等等。随着数字化技术的不断发展以及数字图像采集设备的普及和广泛应用,出现了大量的文档图像,完全靠人工标注分类工作量太大。为了方便管理和查阅,迫切需要对文档图像进行自动的智能分类。现有的智能分类方法一般是使用OCR技术对文字进行识别,通过语义进行分类。但由于基于语义的文本分类准确率不高,而且有的文档图像质量比较差,这种方法的分类效果不好。而徽标作为一种标志,是具有唯一性的一种独特标记,能很好地反映文档的来源,表达文档的语义信息,所以徽标识别是文档图像标注分类的有效途径。

2 模糊集隶属度特征

特征提取是图像识别的基本问题,研究者提出了多种特征提取方法,网格特征是其中很重要的一种特征。这种特征首先把图像分割成 $m \times n$ 个网格,然后从每个网格中提取出 k 维特征,一共得到 $m \times n \times k$ 维向量。所提取的特征有黑像素数目、平均灰度、投影直方图等。

有的研究者把网格特征和通用回归神经网络结合起来以提高健壮性^[1];有的研究者根据靠近网格边界处图像的微小变化会引起相邻网格内特征比较大的变化,进一步采取了“模糊边界”^[2];有的研究者使用变形网格来识别图像合法变形较多的复杂图像问题^[3]。这些方法能够较好地描述徽标的大体形状及空间分布信息,但在处理质量较差的图像和识别精度等方面还存在不足。本文针对网格特征提出了基于模糊集隶属度特征和贴近度的徽标识别算法,我们通过把徽标网格特征映射成模糊集的隶属度特征并根据贴近度进行识别,显著增强了对质量不佳图像的适应性和抗干扰性,有效提高了徽标识别的精度。

我们首先在待识别的徽标上划分网格,设 I 是待识别的图像, C 是划分网格的函数。设徽标大小为 $w \times h$,分割成大小为 $x \times y$ 的网格,一共可以得到 $m \times n$ 个网格,其中 $[t]$ 表示取整运算,即取不大于 t 的最大整数)。

$$m = \begin{cases} \frac{w}{x}, & (w \% x) = 0 \\ [\frac{w}{x}] + 1, & (w \% x) \neq 0 \end{cases}$$

到稿日期:2008-03-17 本文受 863 课题——一种基于无冗余标识的通用可信接入机制及关键技术研究(项目编号 2007AA01Z434)资助。

王 刚(1981—),男,硕士,主要研究方向为信息处理和模式识别, E-mail: angwzhg@163.com;靳彦青(1983—),工程师,主要研究方向为无线通信;刘立柱(1949—),教授,主要研究方向为传真和网络信息处理。

$$n = \begin{cases} \frac{h}{y}, & (h \% y) = 0 \\ \lceil \frac{h}{y} \rceil + 1, & (h \% y) \neq 0 \end{cases} \quad (1)$$

网格划分函数 C 把 I 划分成的 $m \times n$ 个网格, 表示为

$$C(I) = \begin{bmatrix} I_{11} & I_{12} & \cdots & I_{1n} \\ I_{21} & I_{22} & \cdots & I_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ I_{m1} & I_{m2} & \cdots & I_{mn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

其中 I_{ij} ($1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n$) 是 I 中网格 (i, j) 格子中的元素组成的子阵。

设 E 是特征提取函数, E 以 $C(I)$ 作为参数, 提取每个网格 I_{ij} 的特征, 排在一起得到特征集合 F , 有

$$F = E(C(I)) = \begin{bmatrix} E(I_{11}) & E(I_{12}) & \cdots & E(I_{1n}) \\ E(I_{21}) & E(I_{22}) & \cdots & E(I_{2n}) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ E(I_{m1}) & E(I_{m2}) & \cdots & E(I_{mn}) \end{bmatrix} \quad (3)$$

其中 $E(I_{ij})$ ($1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n$) 是 I 中网格 (i, j) 的特征。

设映射 μ_F 是 F 的隶属函数, 网格 I_{ij} 的特征对 F 的隶属度是 $\mu_F(E(I_{ij}))$, 我们通过隶属函数的映射, 把网格特征转化成模糊隶属度特征矩阵 $\mu_F(F)$, 得到

$$\begin{aligned} \mu_F(F) &= \mu_F(E(C(I))) \\ &= \begin{bmatrix} \mu_F(E(I_{11})) & \mu_F(E(I_{12})) & \cdots & \mu_F(E(I_{1n})) \\ \mu_F(E(I_{21})) & \mu_F(E(I_{22})) & \cdots & \mu_F(E(I_{2n})) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mu_F(E(I_{m1})) & \mu_F(E(I_{m2})) & \cdots & \mu_F(E(I_{mn})) \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (4)$$

其中 $\mu_F(E(I_{ij}))$ ($1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n$) 是 I 中网格 (i, j) 的模糊隶属度特征。

图 1 是使用式(4)提取得到的模糊隶属度特征所对应的图像示意图。图 1(a)是原始徽标; 图 1(b)是使用 5×5 大小的网格划分徽标, 用式(4)提取得到的隶属度特征示意图; 图 1(c)是使用 10×10 大小的网格划分徽标, 用式(4)提取得到的隶属度特征示意图。



图 1 模糊隶属度特征示意图

由于扫描等原因会造成图像深浅差别较大, 同一种徽标在一份文档图像中可能纹路较粗甚至会出现看不清细节的情况, 但在另一份文档图像中就有可能纹路较细甚至有断裂现象, 如图 2 所示。



图 2 深浅程度不同的徽标示意图

这种情况会影响识别的精度, 需要对隶属度特征进行归

一化。归一化方法如下:

① 初始化归一化因子 $\mu = 1.0$, 设 $\mu_{MAX} = 1.0$;

② 找出隶属度特征矩阵中隶属度最大的值记作 $\mu_{F \max} =$

$$\bigvee_{i=1}^m \bigvee_{j=1}^n [\mu_F(E(I_{ij}))];$$

③ 计算归一化因子的大小: $\mu = \frac{\mu_{MAX}}{\mu_{F \max}}$;

④ 对隶属度特征矩阵 $\mu_F(F)$ 中每个特征向量 $\mu_F(E(I_{ij}))$, 用归一化因子进行归一化得到 $\mu_F(F)'$: $\mu_F(E(I_{ij}))' = \mu_F(E(I_{ij})) \times \mu$ 。

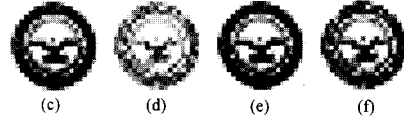


图 3 模糊隶属度特征归一化前后对比示意图

图 3 是模糊隶属度特征归一化前后所对应的图像对比示意图。其中, 图 3(c)和图 3(d)分别是图 2(a)和图 2(b)的模糊隶属度特征归一化前的示意图, 图 3(e)和图 3(f)分别是图 2(a)和图 2(b)的模糊隶属度特征归一化后的示意图。

分析图 3 可知, 通过对隶属度特征的归一化, 能够减弱图像因颜色深浅程度不同而造成的隶属度特征的差别, 并能够拉大隶属度特征矩阵中各维特征之间的距离, 有利于提高识别能力。

3 模糊集的贴近度

我们提出了一种运用综合信息度量模糊集相关性的方法:

$$N(A, B) = \frac{1}{2} [A \Delta B + (1 - A \nabla B)] \quad (5)$$

其中,

$A \Delta B$ 是 n 元低端信息均值, 我们设计的计算公式为

$$A \Delta B = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [\mu_A(x_i) \wedge \mu_B(x_i)] \quad (6)$$

$A \nabla B$ 是 n 元高端信息均值, 我们设计的计算公式为

$$A \nabla B = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [\mu_A(x_i) \vee \mu_B(x_i)] \quad (7)$$

这个算法采用了查德“与”、查德“或”算子与算术运算相结合的混合运算, 综合利用了 n 个元素的高端和低端信息。

最贴近原则^[4,5]: 设论域为 X , B 为待分类对象, $A_1, A_2, \dots, A_n$ 和 B 为论域中的模糊集, 若

$$N(A_j, B) = \bigvee_i N(A_i, B) \quad i=1, 2, \dots, n \quad (8)$$

则认为 B 和 A_j 的贴近度最高, 可把 B 归类为 A_j 类, 这称为最贴近(择近)原则。

4 徽标识别

在实验中我们使用的网格特征以前景点密度、交叉线相交次数和边缘方向为基础, 充分反映了徽标的形状和空间分布的统计特性。图 4 表示的是基于模糊隶属度特征和贴近度的徽标识别算法。

(下转第 193 页)

比较结果显示,本文算法在小样本的识别上还是存在一定的优势,识别性能高于其它几种文献的测试结果。

结束语 本文利用头部质心作为中心点,结合步态的角度和轮廓区域特征,同时运用模糊聚类遗传算法构建集成融合分类器并对步态序列进行识别,在小样本数据集上测试取得了较高的识别率,特别是在抱着物品的情况下同样能取得较好的识别结果,具有较好的研究前景。下一步的工作主要是在更大规模的数据库上进行算法性能测试,同时寻找更好的步态特征,提高算法识别率。

参考文献

- [1] Boulgouris N V, Hatzinakos D, Plataniotis K N. Gait recognition: a challenging signal processing technology for biometric identification. *IEEE Signal Process. Mag.*, 2005, 22: 78-90
- [2] Cunado D, Nixon M S, Carter J N. Using gait as a biometric, via phase-weighted magnitude spectra[C]// *Lecture Notes in Computer Science Proc. AVBPA 97*. 1997, 1203: 95-102
- [3] Lee L, Grimson W E L. Gait Analysis for Recognition and Classification[C]// *Proceeding of the IEEE Press*. 1994: 214-221

- [4] Wang Liang, Ning Huazhong, Tan Tieniu, et al. Fusion of Static and Dynamic Body Biometrics for Gait Recognition// *IEEE International Conference on Computer Vision*. 2003
- [5] Mowbra Y S D, Nixon M S. Automatic gait recognition via fourier descriptors of deformable object s [A]. *Avbpa[C]*. Guildford, U K, 2003
- [6] 王亮,胡卫明,谭铁牛. 基于步态的身份识别[J]. *计算机学报*, 2003(3): 353-360
- [7] 边肇祺,张学工. 模式识别[M]. 第2版. 北京:清华大学出版社, 2000: 280-281
- [8] Zhang Daoqiang, Chen Songcan. A comment on "Alternative C-means clustering algorithms" [J]. *Pattern Recognition*, 2004, 37 (2): 173-174
- [9] Lo Bosco G. An integrated fuzzy cells-classifier. *Image and Vision Computing*, 2007: 214-219
- [10] 韩鸿哲,王志良. 基于线性判别分析和支持向量机的步态识别[J]. *模式识别与人工智能*, 2005: 160-164
- [11] Zhang R, Vogler C, Metaxas D. Human Gait Recognition// *Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshop*. 2004

(上接第 185 页)

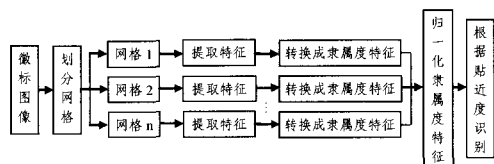


图4 基于模糊集隶属度特征和贴近度的徽标识别算法

徽标识别步骤:

① 调整 $x \times y$, 分别采用不同大小的网格对徽标进行划分, 根据式(1)可以得到 $m \times n$ 个网格, 每个网格中提取 8 维特征, 这样徽标的特征一共有 $m \times n \times 8$ 维;

② 根据式(4)通过隶属函数 μ_F 把网格特征映射成模糊集隶属度特征 $\mu_F(F)$;

③ 对隶属度特征进行归一化得到 $\mu_F(F)'$;

④ 用式(5)度量两个特征向量的相关性;

⑤ 根据模糊集最贴近原则, 用式(8)找出贴近度最高的特征向量;

⑥ 和阈值 T 进行比较, 给出识别结果。

我们使用的实验数据主要来自传真图像, 总共收集了 5796 个徽标。经过训练, 我们建立起含有 358 种徽标的徽标特征库。随机从测试集中选择 1600 个徽标进行实验, 分别用大小为 5×5 , 10×10 , 15×15 和 20×20 的网格划分徽标进行识别。表 1 是实验结果。

表 1 徽标识别测试结果

网格大小(像素×像素)	正确	错误	识别率(%)
5×5	1483	117	92.7
10×10	1512	88	94.5
15×15	1501	99	93.8
20×20	1445	155	90.3

从表 1 可知, 当网格大小是 10×10 时, 识别率最高, 达到了 94.5%。在此基础上, 不论是减小网格还是增大网格, 识别率都会出现下降。

结束语 本文针对网格特征提出了基于模糊集隶属度特

征和贴近度的徽标识别算法, 并通过实验证明了该算法的有效性。通过对实验过程和实验结果的分析, 我们可以得出这样的结论: 模糊集隶属度特征的最大优点就是能够包容事物特征的细节信息, 也就是具有较强的适应能力, 所以把徽标的网格特征映射成模糊集隶属度特征后, 可以大大减少不利因素(如缺线、离散噪声、轻微倾斜等)对图像质量的影响, 有利于提高识别率。

我们通过对表 1 的实验结果做进一步的分析发现, 细密的网格会减弱特征对噪声的抵抗力, 需要增大相邻网格间特征的“模糊化”程度来抵抗噪声, 而稀疏的网格会减少特征的维数, 需要调整特征提取函数来增加每个网格中的特征维数。下一步我们将深入研究如何减少网格疏密程度对特征提取的影响。

参考文献

- [1] Zyga K, Price D R, Williams B. A Generalized Regression Neural Network for Logo Recognition// *Fourth International Conference on Knowledge-based Intelligent Engineering Systems & Allied Technologies*. Brighton, UK, 2000: 475-478
- [2] Yan Ji-kun, Zheng Hui, Xi Jian-min. Logo recognition in low quality document images// *Proceedings of International Conference on Intelligent Information Technology(ICIT2002)*. Beijing, China, 2002: 185-189
- [3] 燕继坤, 张震, 郑辉. 变形网格及其在图像识别中的应用. *电子与信息学报*, 2004, 26(8): 1183-1189
- [4] 郭桂蓉, 庄钊文. 信息处理中的模糊技术. 长沙: 国防科技大学出版社, 1993
- [5] 刘立柱. 概率与模糊信息论及其应用. 北京: 国防工业出版社, 2004
- [6] Theodoridis S, Koutroumbas K. 模式识别. 英文版第 2 版. 北京: 机械工业出版社, 2004
- [7] Cesarini F, Francesconi E, Gori M, et al. A Neural-based Architecture for Spot-Noisy Logo Recognition// *Proc. 4th Int. Conf. Document Analysis and Recognition*. 1997, 1(1): 175-179
- [8] Tan C L, Huang W, Yu Z, et al. Imaged Document Text Retrieval Without OCR. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 2002, 24(6): 838-844