

基于模糊启发式搜索的汉字识别方法

崔国伟

(清华大学电子工程系, 北京 100084)

摘 要

本文阐述了识别过程中的模糊表示, 并介绍了以隶属度为启发函数的搜索过程. 试验表明此方法较好地解决了汉字识别速度低的问题.

关键词: 汉字识别, 树型分类器, 启发式搜索, 模糊模式识别.

一、前 言

研究表明, 使用树型分类器进行大类别的模式识别, 可以在很大程度上加快分类判决速度^[1]. 但是, 使用树型分类器进行传统的自上而下的搜索时存在着严重的误差累积问题^[2], 在树型分类器上使用模糊启发式搜索的汉字识别方法可以很好地解决这个问题.

二、子特征空间的模糊表示

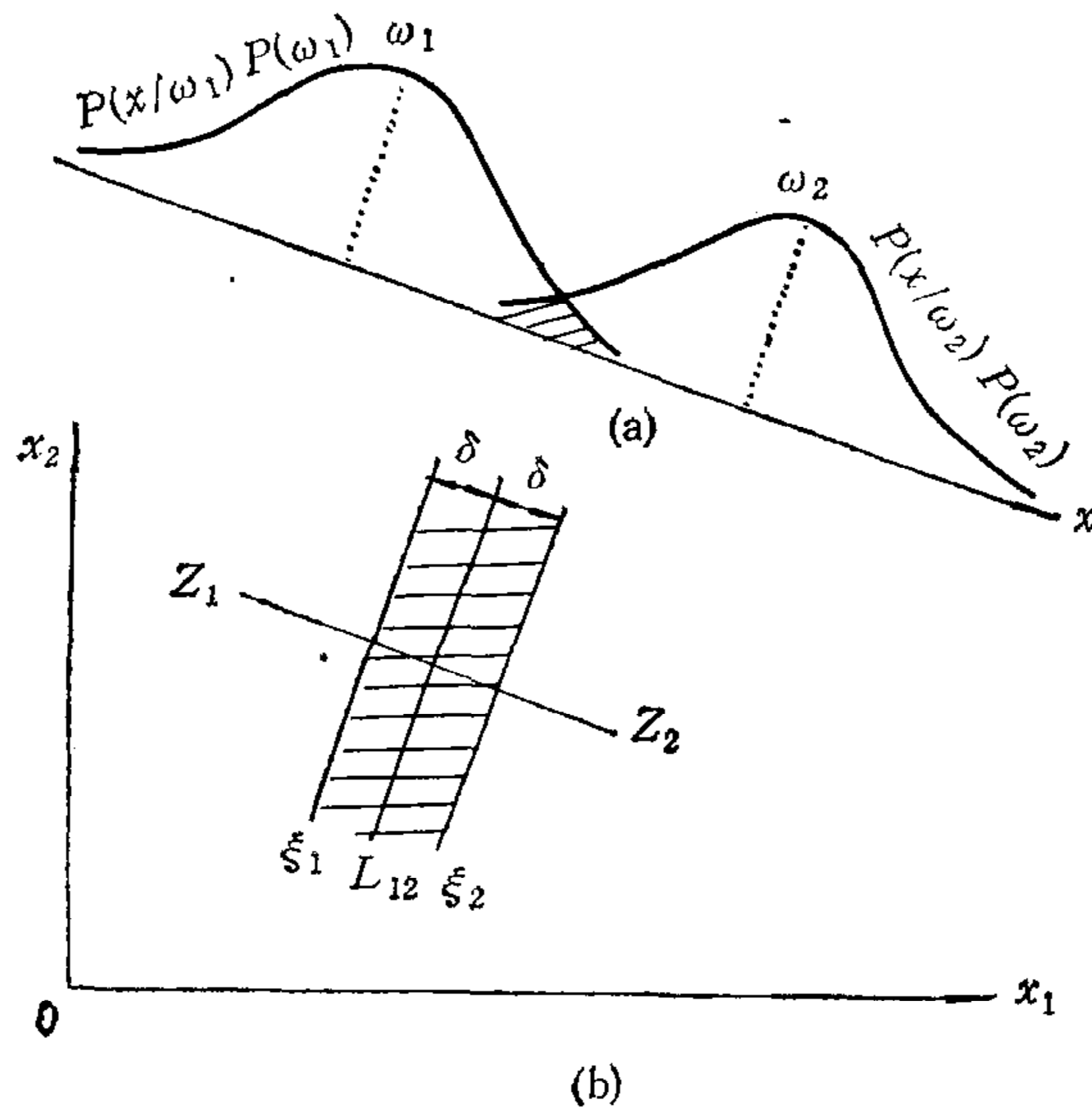
当采用符合 Bayes 判别准则进行分类时, Bayes 分类器的错误概率就是图 1(a) 中阴影面积. 这个区域的样本的归属可以用基于特征空间距离的隶属函数来表示.

在图 1 中假设 Z_1 和 Z_2 分别为 ω_1 类和 ω_2 类的类中心, 为正态分布, 且 ω_1 和 ω_2 方差相等. L_{12} 是 Z_1 到 Z_2 的垂直平分线, 在这条线上的样本属于 ω_1 类和属于 ω_2 类的概率相等, ξ_1 线和 ξ_2 线是 L_{12} 的平行线, 它们所包围的区域(阴影部分)属于模糊区域. 可以证明在 $\xi_1(\xi_2)$ 线上的任意一点 x 到 Z_2 的距离平方与 x 到 Z_1 的距离平方之差为一常数.

根据图 1 所示的情况, 作者希望在 ξ_1 线上的未知样本 x 与 ω_1 类的隶属度 μ_1 很大, 与 ω_2 类的隶属度 μ_2 很小; 在 ξ_2 线上则希望 μ_2 很大, μ_1 很小. 为此, 设计了升降半梯形分布的隶属函数

$$\mu_1(x) = \begin{cases} 0, & D_2^2 - D_1^2 < -\lambda, \\ (1-b)(D_2^2 - D_1^2)/2\lambda + (1+b)/2, & -\lambda \leq D_2^2 - D_1^2 < \lambda, \\ 1, & \lambda \leq D_2^2 - D_1^2, \end{cases} \quad (1.a)$$

$$\mu_2(x) = \begin{cases} 1, & D_2^2 - D_1^2 \leq -\lambda, \\ (1-b)(D_2^2 - D_1^2)/(-2\lambda) + (1+b)/2, & -\lambda < D_2^2 - D_1^2 \leq \lambda, \\ 0, & \lambda < D_2^2 - D_1^2. \end{cases} \quad (1.b)$$



(a) 两类模式的概率密度(在 x 方向上)
 (b) 两类有交叠的模糊表示

图 1

式中 D_1^2 和 D_2^2 分别为未知样本 x 与 ω_1 类中心和 ω_2 类中心的加权欧氏距离平方, b 和 λ 为常数. 可以看出, 未知样本 x 在模糊区域越靠近 ω_1 类中心, 与 ω_1 类的隶属度 μ_1 越大, 与 ω_2 类的隶属度 μ_2 越小; 反之 μ_1 越小, μ_2 越大.

三、模糊启发式搜索方法

对于一个未知样本 x , 沿着设计的分类树自上而下搜索, 在一个父节点根据(1)式计算 x 与每一个子节点的隶属度以及和父节点隶属度的乘积, 结果大于一定阈值的子节点则保存下来以便继续向下搜索, 否则终止这一节点的向下搜索. 搜索结束时, 结果是一些和未知样本相似程度很大的汉字, 然后再根据这些汉字的特征均值与未知样本特征进行综合判决, 从中选取一个相似程度最大的汉字作为识别结果.

四、实验结果

基于上述方法, 本文对一级宋体印刷汉字做了识别试验. 在建立树型分类器时, 根据树型分类器的理论分析结果, 将分类树的每个节点分叉个数控制在 3—5 之间, 并且选择 Isodata 聚类算法作为分类树的递归聚类算法. 在相同的条件下(相同的特征抽取算法和训练样本), 首先选取了 5000 个字符的实际文本扫描输入, 分别使用上述的模糊启发式搜索的识别方法和全域最小距离判决的识别方法进行比较, 试验结果是前者识别率为 99.02%, 后者识别率为 99.06%; 前者识别用的纯时间(不包括前处理和抽取特征时间)为

5 毫秒/字,后者识别用的纯时间为 346 毫秒/字。由此可以看出,在识别率基本不变(下降了万分之四)的条件下,采用在分类树上的模糊启发式搜索识别方法与传统的识别方法相比较,识别速度可以提高 69 倍。

参 考 文 献

- [1] 郭宝兰、张彩录,汉字识别中正确识别率与识别速度的探讨,通信学报,7(1986),5,57—62.
[2] Wang, Q. R. and Suen, C. Y., Analysis and Design of A Decision Tree Based on Entropy Reduction and Its Application to Large Character Set Recognition, *IEEE Trans. on PAMI*, PAMI-6(1984), 4, 406—417.

CHINESE CHARACTER RECOGNITION USING FUZZY HEURISTIC SEARCH AND GLOBAL DISCRIMINATION

CUI GUOWEI

(Dept. of Electronic Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084)

ABSTRACT

A fuzzy presentation in a recognition process and heuristic search algorithm based on membership grade are proposed in this paper. Experiments show that the approach can increase recognition speed comparatively.

Key words: Chinese character recognition; decision tree classifier; heuristic search; fuzzy pattern recognition.

(本期编辑: 隗秀英 刘 丽)