

·信号与信息处理·

## 基于投影的图像识别方法研究

马春燕

(中北大学 信息与通信工程学院, 太原 030051)

**摘要:**根据工程需求研究了基于投影特征的图像识别方法。根据生产线实际,不需要对图像进行预处理,直接对图像进行八个方向投影,提取图像特征压缩。采用神经网络对图像进行识别。对投影进行归一化特征提取,自适应共振型 ART-1 神经网络通过学习训练对模板图像特征具有记忆,选择能够代表模板图像特征的神经元  $I_1$ ;当输入待识别图像特征时,网络选择能够代表它的神经元  $I_2$ ,如果神经元  $I_1$  和  $I_2$  相同,则认为待识别图像与模板图像相同;否则,认为待识别图像与模板图像不同。识别误差和警戒参数  $\rho$  的设置有关。较好地实现了对图像的识别。

**关键词:**投影;归一化;特征提取;神经网络

中图分类号: TP391.41

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2015)-06-0051-05

## Research on Image Recognition Method Based on Projection

MA Chun-yan

(School of Information and Communication Engineering, North University of China, Taiyuan 030051, China)

**Abstract:** According to engineering requirements, the image recognition method based on projection features is researched. Based on the actual production line without preprocessing, the image is projected to eight directions directly and image feature compression is extracted. Neural network is adopted to recognize the image and the projection is performed normalized feature extraction. Adaptive resonance ART-1 neural network can remember template image features through learning and training, so neuron  $I_1$  representing template image features is chosen. When the features of the image to be identified are input, neuron  $I_2$  is represented by network choice. If neuron  $I_1$  and  $I_2$  are same, it is thought that the image to be identified is the same as the template image, and otherwise it is thought that the image to be identified is different from the template image. Recognition error is related with the setting of vigilance parameter  $\rho$ . And image recognition is better achieved in the way.

**Key words:** projection; normalization; feature extraction; neural network

随着计算机技术和现代信息处理技术的快速发展,目标识别已经迅速发展成为一种重要的工具与手段。目标识别是指一个特殊目标(或一种类型的目标)从其他目标(或其他类型的目标)中被区分出来的过程<sup>[1]</sup>。它既包括两个非常相似目标的识别,也包括一种类型的目标同其他类型目标的识别。图像识别总的来说主要包括目标图像特征提

取和分类两个方面。理论上要求识别系统具有通用性、稳健性且学习简单。

解决图像识别的方法概括起来可分为统计模式识别、结构模式识别、模糊图像识别与智能模式识别<sup>[2]</sup>。神经网络图像识别技术是随着当代计算机技术、图像处理、人工智能、模式识别理论等发展起来的一种新兴图像识别技术,是在传统的图像识别

收稿日期: 2015-09-08

基金项目: 高等学校博士学科点专项科研项目(博导类)(20121420110006); 山西省回国留学人员科研资助项目(2013-083); 山西省高等学校优秀创新团队支持计划资助

作者简介: 马春燕(1989-),女,山东青岛人,硕士研究生,研究方向是图像处理。

方法的基础上融合神经网络算法的一种图像识别方法。

通过投影的方法,将图高维空间信息投影到低维空间上,用低维空间信息来表示高维空间信息,在图像识别中有着十分重要的作用。投影的方法有多种多样,其中最广泛的一类就是线性投影法。

神经网络的技术已经比较成熟,基于下列问题,提出ART模型:(1)对于一个学习系统,要求它有适应性及稳定性,适应性可以响应重要事件,稳定性可以存储重要事件。(2)学习时,原有的信息和新信息如何处理,保留有用知识,接纳新知识的关系如何及解决的问题。

## 1 投影

### 1.1 线性投影

将图像在某一方向上做线性积分(或理解为累加求和)。如果将图像看成二维函数  $f(x,y)$ ,则其投影就是在特定方向上的线性积分<sup>[3]</sup>,比如  $f(x,y)$  在垂直方向上的线性积分就是其在  $x$  轴上的投影; $f(x,y)$  在水平方向上的线积分就是其在  $y$  轴上的投影,如图1所示。通过这些投影,可以获取图像在指定方向上的突出特性,这在图像模式识别等处理中会用到。

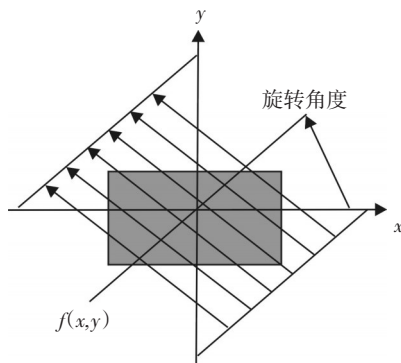


图1  $f(x,y)$  在某一角度上的投影

Radon 变换函数的原理就是计算图像沿着指定方向上的投影。前面已经提到一个二元函数  $f(x,y)$  的投影为一个特定方向的线性积分,如图1所示。

图像函数  $f(x,y)$  在任意一角度  $\theta$  上的 Radon 变换定义式为

$$R_{\theta}(x') = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x' \cos \theta - y' \sin \theta, x' \sin \theta + y' \cos \theta) dy' \quad (1)$$

$$\text{其中, } \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \quad (2)$$

### 1.2 投影归一化

归一化就是为了后面数据处理的方便,其次是保证程序运行时收敛加快<sup>[4]</sup>。在神经网络中,归一化是为了加快训练网络的收敛性。归一化的具体作用是归纳统一样本的统计分布性。归一化在  $0 \sim 1$  之间是统计的概率分布,归一化在  $-1 \sim +1$  之间是统计的坐标分布。投影归一化具体步骤如下:

(1)将图像二值化为  $0 \sim 1$  的向量;

(2)对二值化矩阵进行八个方向投影,得  $E_1, E_2, E_3, E_4, E_5, E_6, E_7, E_8$ 。

(3)对投影向量进行维数归一化,

$$G = S_L(E) \quad (3)$$

(4)对维数归一化的投影向量进行密度归一化,  $F = Q(G)$  (4)

其中,  $Q$  是任意维非负向量的密度变换,即:如果  $L$  维非负向量  $x=0$ ,则  $Q(x)=0$ ;如果  $L$  维非负向量  $x=(x_1, x_2, \dots, x_L)^T, x \neq 0, x_i \geq 0, i=1, 2, \dots, L$ ,那么  $Q(x)$  也是一个  $L$  维非负向量,它的第  $i$  个分向量  $Q(x)[i]$  为

$$Q(x)[i] = \frac{x_i}{\sum_{i=1}^L x_i} \quad (5)$$

(5)生成八向投影归一化向量为

$$D_8 = (F_1 \ F_2 \ F_3 \ F_4 \ F_5 \ F_6 \ F_7 \ F_8)^T \quad (6)$$

### 1.3 投影曲线特征提取

识别某个图形往往是通过它的特征来得出结论的,比如三角形有三个角,正方形的四条边是等长的,同样,不同的曲线也有不同的特征<sup>[5]</sup>。文中对投影曲线进行如下特征提取:

(1)对曲线求导,求曲线的极值。(2)对曲线积分,求出曲线的长度。(3)求曲线所包含的面积(与  $x$  轴围成的面积)。

将以上提取的特征作为神经网络的输入,进而完成识别。

## 2 神经网络

人工神经网络是一个并行的分布处理结构,它

由处理单元(即人工神经元)以及称为连接的无向讯号通道组成<sup>[5]</sup>。这些处理单元具有局部内存,并可以完成局部操作。每个处理单元都有一个单一的输出联接,这个输出可以根据需要被分支成许多并行联接,并且这些并行联接都输出相同的信号,即相应处理单元的信号,信号的大小不会因分支的多少而变化。

### 2.1 ART神经网络

ART是以认知和行为模式为基础的一种无教师、矢量聚类 and 竞争学习的算法。在数学上,ART为非线性微分方程的形式;在网络结构上,ART是全反馈结构,且各层节点具有不同的性质。ART模型来源于 Helmboltz 无意识推理学说的协作-竞争网络交互模型。如图2所示。

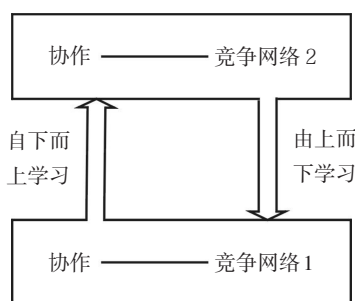


图2 协作-竞争网络交互模型

### 2.2 ART-1型网络

ART-1型网络结构如图3所示。由图可见,网络分为输入和输出两层,一般根据各层所有的功能特征而称输入层为比较层,输出层为识别层。和其他阶层型网络的显著区别是,ART-1型网络不仅具有从输入层到输出层的前馈连接权,还有从输出层到输入层的反馈连接权。

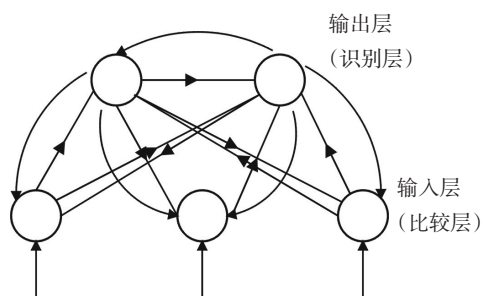


图3 ART-1型网络结构

ART网络的学习及工作可归结为如下过程。

(1) 初始化。令  $t_{ij}(0)=1$  ,  $w_{ij}(0)=\frac{1}{N+1}$  ,  $i=1,2,\dots,N$  ,  $j=1, 2, \dots,M$  。其中,警戒参数  $0<\rho<1$  。

(2)将输入模式  $A_k=(a_{1k},a_{2k},\dots,a_{Nk})$  提供给网络的输入层。

(3)计算输出层各个神经元的输入加权和为

$$s_j = \sum_{i=1}^N w_{ij} a_i^k, \quad j=1,2,\dots,M \quad (7)$$

(4)选择输入模式的分类结果为

$$s_g = \max s_j, j=1,2,\dots,M \quad (8)$$

令神经元  $g$  的输出为1。

(5)计算以下三个公式,并进行判断。

$$|A_k| = \sum_{i=1}^N a_i^k \quad (9)$$

$$|T_g \cdot A_k| = \sum_{i=1}^N t_{gi} a_i^k \quad (10)$$

$$\frac{|T_g \cdot A_k|}{|A_k|} > \rho \quad (11)$$

如果式(11)成立,则转入步骤(7),否则转入步骤(6)。

(6)取消识别结果,将输出层神经元  $g$  的输出值复位为0,并将这一神经元排除在下次识别的范围之外,返回步骤(4)。当所有已利用过的神经元都无法满足步骤(5)中的最后一式时,则选择一个新的神经元作为分类结果,并进入步骤(7)。

(7)接收识别结果,并按照下式调整连接权值为

$$w_{ig}(t+1) = \frac{t_{gi}(t)a_i}{0.5 + \sum_{i=1}^N t_{ig}(t)a_i} \quad (12)$$

$$t_{gi}(t+1) = t_{gi}(t)a_i \quad (13)$$

其中,  $i=1,2,\dots,N$  。

(8)将步骤(6)中复位的所有神经元重新加入识别范围中,返回步骤(2)对下一个模式进行识别。

### 3 神经网络识别结果

不同的待识别图像识别结果如下,这里只取了两个比较有代表性的例子。

其中,待识别图像1和模板图像有较小的不同;待识别图像2较模板图像缺少了比较明显的一部

分:杯子的把手。

模板图像和待识别图像如图4所示。



(a)原始模板图像 (b)待识别图像1 (c)待识别图像2

图4 原始图像

在文中,对图像取的是八个方向投影,其中 $\theta = [0, 22.5, 45, 67.5, 90, 112.5, 135, 157.5]$ 。

投影曲线如图5所示(只给出模板图像的投影曲线)。

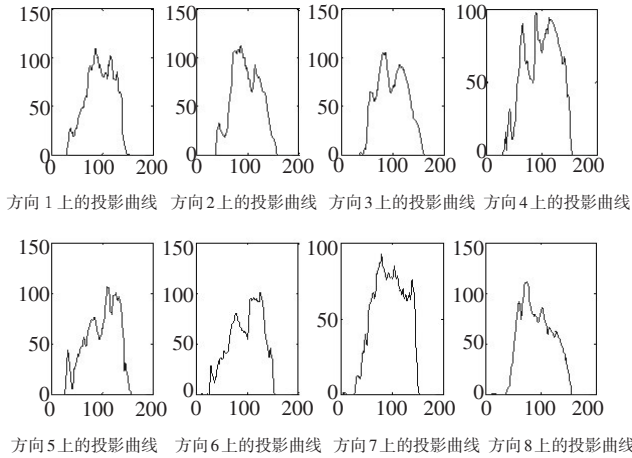


图5 模板图像投影曲线

输入模式的维数  $n=20$ , 输入神经元和输出神经元都是 20 个,  $w_{ij} = \frac{1}{n+1} = \frac{1}{21}$ ,  $t_{ij} = 1$ , 其中,  $i, j = 1, 2, \dots, 20$ , 通过不断验证取  $\rho = 0.8$ 。

$\rho$  值的选择对分类过程影响很大:  $\rho$  值过大, 大部分待分类的模式与已存储模式相似度难以同, 只能存为新模式, 导致分类剧增; 反之,  $\rho$  值过小, 则不同模式均化为一类, 使已存储类别模式频繁大幅度修改, 导致该类特征很不明显。

目前尚无有效理论指导  $\rho$  值的选择, 一种可行途径是自适应调制, 随机给出一个  $\rho$  值, 将分类结果作为反馈调制之, 直到有合适的分类数。ART-1 型

神经网络程序流程如图6所示。

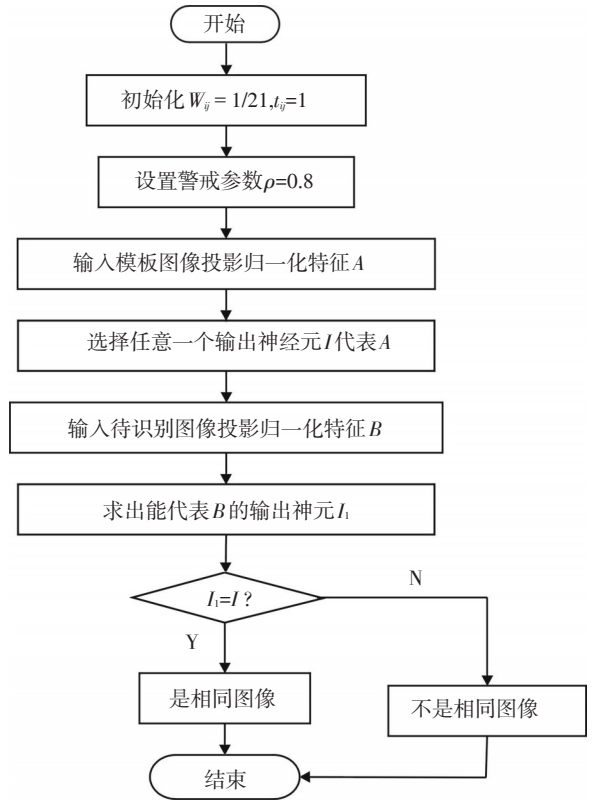


图6 ART-1型神经网络程序流程

在这里只取了比较典型的待识别图像2的结果。模板投影归一化结果如图7所示。

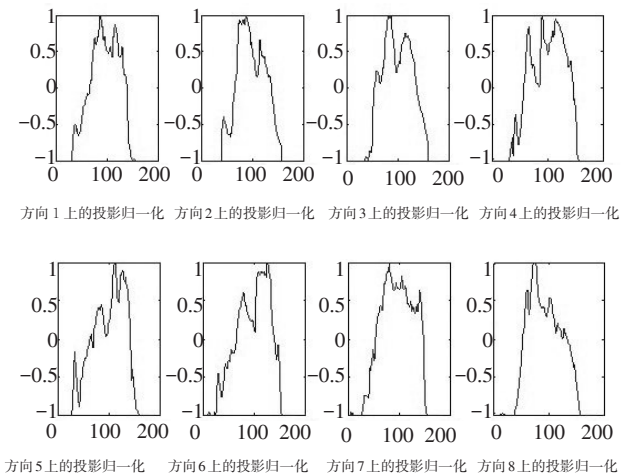


图7 模板图像投影归一化

权值如下所示:

Columns1 through8

0.000 1 0.000 1 0.059 9 0.059 9 0.065 9 0.059 9 0.059 9 0.059 4

Columns9 through16

0.059 3 0.006 6 0.006 6 0.059 3 0.006 6 0.059 3 0.060 0 0.065 3

Columns17 through20

0.006 5 0.006 6 0.000 7 0.000 7

各个神经元的输出值如下所示:

Jingzheng=

Columns1 through8

1.000 0 0.690 5 0.452 7 0.389 4 -0.233 8 -0.040 3 0.934 2 0.567 1

Columns9 through16

-0.180 5 0.914 7 -0.606 0 0.058 7 0.008 4 -0.033 2 -0.244 8 0.039 4

Columns17 through20

0.631 5 -0.592 7 -0.222 4 -0.907 7

其中,第一个神经元的输出为1,表示它记忆了输入模式,即模板投影特征。

识别结果如图8所示。



图8 识别结果

## 4 结 论

对图像投影曲线进行归一化,然后进行特征提取。主要提取了归一化投影曲线的极值。将提取的模板图像的归一化投影特征作为ART-1型神经网络的输入,训练神经网络让其具有记忆,进而对待识别图像进行识别。警戒参数 $\rho$ 设置的越大,ART-1型神经网络的分类能力越强。

目前对图像的识别方法是对图像直接提取特征,通过相关匹配等方法进行识别。基于图像的投影特征,利用ART-1型神经网络进行识别,简单易行,且识别误差可以通过警戒参数的设置而提高。

该方法可以用于检验生产线上产品是否合格,主要是用于外形方面的检测。与人工检测相比,不仅效率高,而且可以提高准确度

仍存在以下问题:(1)不能对不同大小的图像进行识别。(2)不能对旋转图像进行识别。在下一步研究中将解决存在的问题。

## 参考文献

- [1] 张家怡. 数字图像识别的技术现状和发展趋势[M]. 河北:电脑知识与技术,2010.
- [2] 全书海,薛志华,王琴. 基于投影图像分布特征的车牌定位算法研究与实[J]. 武汉理工大学学报,2005,29(6):879-882.
- [3] 桂志国,薄瑞峰,韩焱. 基于投影特征的图像匹配的快速算法[J]. 华北工学院测试技术学报,2000,14(1):17-19.
- [4] 张伟. 基于归一化投影直方图不变矩的图像特征提取[J]. 计算机工程,2011,37(1):226-228.
- [5] 刘岩. 基于MATLAB与神经网络的汽车牌照识别系统[J]. 湖南农机,2012,39(7):52-53.
- [6] 杨晓敏,吴炜,卿粼波,等. 图像特征点提取及匹配技术[J]. 光学精密工程,2009,17(9):2277-2279.
- [7] Rafael CGonzalez. Digital Image Processing[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2007:644-655.
- [8] JING Yong-ming, DONG Hua-ying, LIANG Gui-shu. Study on Characteristic of Fractional Master-Slave Neural Network[M]. Hebei: School of Electric Engineering, North China Electric Power University, 2012:500-503.
- [9] 章毓晋. 图像工程[M].2版.北京:清华大学出版社,2007.
- [10] 高隽. 人工神经网络原理及仿真实例[M]. 北京:机械工业出版社,2003.
- [11] 周治紧. 基于非完全切分和投影归一化的英文字符识别[D]. 北京:北京工业大学,2005.
- [12] 杨晓敏,吴炜,卿粼波,等. 图像特征点提取及匹配技术[J]. 光学精密工程,2009,17(9):2277-2279.
- [13] 贺兴华,周媛媛,王继阳,等. MATLAB 7.x 图像处理[M]. 北京:人民邮电出版社,2006.
- [14] 陈慧芳. 文本分类中特征向量空间降维方法研究[D]. 南京:东南大学,2005.
- [15] 高满国,曲仕茹,李西琴. 计算机视觉研究中的投影理论和方法[M]. 西安:西北工业大学出版社,1998.