

视频客流量统计中阈值选取研究

金 凯, 何 野

(南京工业大学 电子与信息工程学院, 江苏 南京 210009)

摘 要: 针对两条虚拟检测线特征提取中人工调节阈值设置的缺陷, 为了保证系统能长期在无人值守的状态下高精度稳定运行, 提出了基于 BP 神经网络的阈值自适应技术以解决阈值选取的问题. 利用 BP 网络工作信号正向传播、误差信号反向传播特性, 自动修正各层连接权值, 最终产生误差极小的输出. 实验证明, 该算法可以在实际应用环境中获得较为适合的阈值.

关键词: BP 神经网络; 阈值; 客流量统计; 自适应算法

中图分类号: TP29

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2012)08-0175-04

Selection and Study of Threshold in Video Traffic Statistics

JIN Kai, HE Ye

(College of Electronics and Information Engineering, Nanjing University of
Technology, Nanjing 210009, China)

Abstract: Virtual test line for two feature extraction threshold is set manually adjust the defect, in order to ensure long-term system in unattended mode high-precision and stable operation, proposed a BP neural network based adaptive threshold technology to solve the threshold selected issues. The use of forward propagation BP network operating signal, error signal back-propagation characteristics, levels of connection weights automatically correct, the resulting error is very small output. Experimental results show that the algorithm can be obtained in the actual application environment more appropriate threshold.

Key words: BP neural network; threshold; customer-counting; adaptive algorithm

1 引言

随着我国加入 WTO, 大量外资零售企业的涌入, 目前, 世界 50 家最大的零售企业已经 70% 进入国内市场, 这些零售业巨头拥有先进的信息化管理技术. 国内的零售业为了应对外资零售业的冲击, 必须利用现代信息技术, 实现企业现代化, 充分把信息技术运用于经营中, 利用先进的数据库技术和数据挖掘技术来了解市场, 改进业务流程, 加强客户服务和促进销售. 对于零售业来说, 顾客是货币的携带者, 是商品的潜在购买者, 研究客流量规律, 可以增加销售机会, 将观看者转变为购物者, 最大限度地挖掘商场的销售潜力, 增加利润. 然而现如今的软硬件设施系统, 仅能为用户提供销售额, 交易笔数这些信

息, 还无法提供未购物的客流信息, 而研究客流量规律这一环节, 还是一座待开发的金矿, 通过商场客流量统计系统, 商场的管理人员能获取客流量随时间的变化趋势和不同网点间的对比信息, 进而优化店面的合理分布; 通过获取各个出入口的客流量, 还能了解出入口设置的合理程度, 能有效分配管理、服务人员, 从而提高商场服务质量, 提高营销的效率; 此外, 通过查看当前客流量状态和变化趋势, 还可以为预防和处理突发事件采取相应的应急措施.

传统的客流量统计多采用红外线对射方式, 但当人数达到一定数量时, 极容易出现误统计. 此外, 由于传统的客流量统计多采用后端软件, 效率上无法满足现代化商场客流统计的需求. 而车站和展馆通常采用三辊闸或检票系统来进行客流统计, 这些

统计方式速度方面有所欠缺,效率并不高,多用于单人通过时的人数检测,相对于公共场合就难以实现大客流量统计.随着视频分析技术的飞速发展,基于视频分析的客流统计技术已日益成熟.这其中采用两条虚拟检测线获得人经过两条虚拟检测线时的信息,经过帧间差分、背景差分、腐蚀和膨胀处理能获得前景目标在虚拟检测线上的信息.

2 算法设计与实验比较

视频图像处理中很多算法都需要阈值^[1],这其中人工调节阈值设置的方法,具有工作量大,不能实时采集等弱点,难以适应人流量大的公共场合.而利用神经元之间的相互连接并行处理信息能力可极大提高运算效率.此外,神经网络系统可以在学习和运算中自我完善、发展提高自身性能.通过学习并合理地调节网络中权系数,网络能“记住”所输入的信息,在执行时,若在网络的输入端输入被噪声污染的信息或者是不完整、不准确的片段,经过网络的处理后,在输出端也可得到完整而准确的信息,因此具有很强的鲁棒性和容错性.当前反向传播神经网络(BP模型)是一种适用于非线性模型的识别和分类预测问题的人工神经网络^[2-4].由于BP网络具有工作信号正向传播、误差信号反向传播特性,可将误差值沿连接通路逐层反馈并修正各层连接权值,最终产生误差很小的输出.

虚拟检测线法采用两条虚拟的检测线(图1中两根白色色线)进行检测,当人进卖场时,必先经过视频截图上方的A检测线,然后经过B检测线,最后离开两条检测线进入卖场.而这个过程就是一个完整的计数过程.本文采用3层BP神经网络结构^[5-7],其中输入层、隐含层和输出层的个数均为1.首先,对虚拟检测线上的数据进行预处理并提取样本,将长度为B虚拟检测线均匀分为M段(设B可以被M整除,且单人在检测线上能覆盖3~5段).根据式(1)获得本文所需的样本,其中第k个样本表示为 $P_k = (\chi_{k1}, \chi_{k2}, \chi_{k3}, \dots, \chi_{km})$, $(k=1, 2, \dots)$.

$$\begin{cases} \sum x_{km} ++, & |I(j) - B(j)| \geq thd; \\ x_{km} = x_{km}, & |I(j) - B(j)| < thd; \end{cases} \quad (1)$$

式中, $I(j)$ 表示所选检测线当前帧第j个像素点的Y值, $B(j)$ 表示所选检测线的背景帧第j个像素点的Y值, thd 为当前的阈值, χ_{km} 表示第k个样品的检测线第m段当前帧与背景帧Y值的差值大于或等于 thd 的像素点的个数.

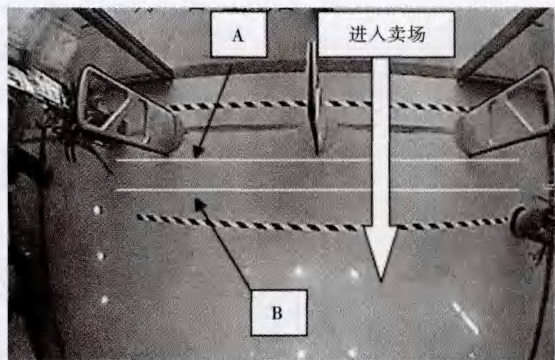
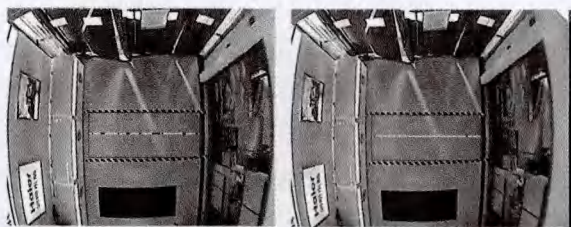
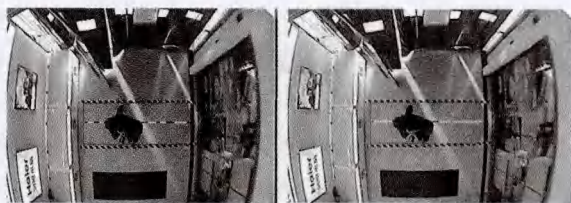


图1 虚拟检测线法示意图

根据式(1)获得的若干样本,从中选择L个作为训练样本和T个测试样本.L个训练样本中,L1个样本是检测线上无人且散点数在不可接受范围需要调整阈值的样本,如图2(a)输出 $y_k=1$;L2个样本检测线上无人且散点数在可接受范围不需要调整阈值的样本,如图2(b)输出 $y_k=0$;L3个样本是检测线上有人且散点数在可接受范围不需要调整阈值的样本,如图2(c)输出 $y_k=0$;L4个样本是检测线上有人且散点数在不可接受范围需要调整阈值的样本,如图2(d)输出 $y_k=1$.其中, ϵ 定义为散点数的接受范围, $P_b(P_b = (\chi_{b1}, \chi_{b2}, \chi_{b3}, \dots, \chi_{bm}))$ 为人工调整得到合适阈值 $thd1$ 时,检测线上第i段当前帧与背景帧Y值的差值大于或等于 $thd1$ 的像素点的个数 χ_{bi} ,当 P_b 跟 P_k 的各元素的差值的最大值(即 $\max(|\chi_{k1} - \chi_{b1}|, |\chi_{k2} - \chi_{b2}|, \dots, |\chi_{km} - \chi_{bm}|)$)小于或等于 ϵ ,则输出 $y_k=0$,即不需要调节阈值,否则输出 $y_k=1$,即需要调节阈值.



(a) 无人且散点数在不可接受 (b) 无人且散点数在可接受



(c) 有人且散点数在可接受 (d) 有人且散点数在不可接受

图2 四类训练样本图

通过分析样本,设计了3层结构的BP神经网络,其结构如图3所示,其中输入层层数为1,输入层的神经元个数根据要求解的问题数及数据所表示的方式来确定.中输入层的神经元个数为样本 P_k 的维度.本文隐含层的层数为1,隐含层的神经元个数可以公式:

$$n = \sqrt{n_i + n_o} + a \quad (2)$$

式中, n 表示隐含层的神经元个数, n_i 表示输入层神经元的个数, n_o 表示输出层神经元的个数, a 为1~10的常数.输出层的层数为1,神经元个数也为1.

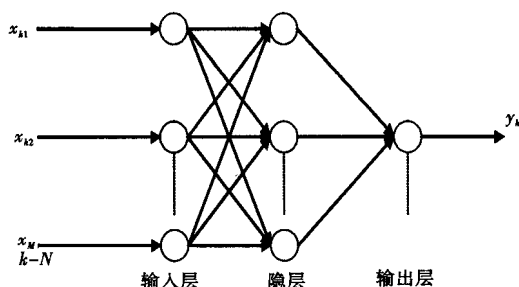


图3 3层BP神经网络结构图

BP网络的初始权值一般取 $[0, 1]$ 之间的随机数,选取小的权值可使BP网络学习尽早进入饱和状态.而期望误差一般设定为 $[0.000\ 1, 0.01]$ 之间的数,初始学习率一般取 $[0, 1]$ 之间的随机数.根据BP网络的学习算法步骤对BP网络进行训练,训练

完成之后,用训练好的BP网络去判断当前的阈值是否需要调整.若需要调整,则对当前阈值增加步长 b 之后,继续带入BP网络进行判断,直至BP网络判断当前阈值不需要调整即停止,此时的阈值就是当前应用环境下最合适的阈值.

3 实验与结果分析

由于虚拟检测线长度为300个像素点,以10个像素点为间隔分为30段($M=30$).针对本文情况选取400(即 $N=400$)个样本和400个测试样本.400个训练样本中200个样本是检测线上无人且散点数在不可接受范围需要调整阈值的样本(样本对应的实际输出结果 $y_k=1$),40个样本检测线上无人且散点数在可接受范围不需要调整阈值的样本(样本对应的实际输出结果 $y_k=0$),30个样本是检测线上有人且散点数在可接受范围不需要调整阈值的样本(样本对应的实际输出结果 $y_k=0$),30个样本是检测线上有人且散点数在不可接受范围需要调整阈值的样本(样本对应的实际输出结果 $y_k=1$).表1中列出了四个具有代表性的样本.根据项目的实际应用经验设灰度值 Y 初始阈值为20,输入层神经元个数为30,隐层神经元个数为12,输出层神经元个数为1,BP神经网络的最大训练次数定为2000,期望误差为0.001,学习率为0.05,调节阈值的步长 $b=1$,初始权值设定为 $[0, 1]$ 之间的随机数.

表1 四个具有代表性的样本

样本编号	输入样本 P_k	输出 y_k
1	$P1=(5,1,2,4,0,0,7,8,1,9,0,0,0,1,4,7,0,0,0,0,0,0,1,0,0,3,2,4,0,7)$	1
2	$P2=(0,1,2,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,2,0,0,0)$	0
3	$P3=(0,10,10,10,10,10,10,7,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,2,0,0,0)$	0
4	$P4=(0,10,10,10,10,10,10,3,7,0,0,4,8,0,0,9,10,0,0,7,0,0,0,9,0,0,0,6,7,0,0)$	1

表1中, $P1$ 、 $P2$ 、 $P3$ 和 $P4$ 分别是检测线上无人且散点数在不可接受范围需要调整阈值的样本,检测线上无人且散点数在可接受范围需要调整阈值的样本,检测线上有人且散点数在可接受范围需要调整阈值的样本和检测线上有人且散点数在不可接受范围需要调整阈值的样本.用这400个样本训练BP神经网络之后,用400个训练样本和400个测试样本来测试该算法,结果如表2所示.

表2 测试结果

样本类型	样本数	准确率
训练样本	400	99.4%
测试样本	400	97.8%

根据测试结果分析,400个训练样本的准确率为99.4%,400个测试样本的准确率为97.8%.由此可见,对于已训练的样本,算法准确率为比较高,对于新样本,只有其特征值包含于训练模式中才可

被识别。

将人为设置灰度值 Y 阈值为 40 的程序和由基于 BP 神经网络的阈值自适应获得灰度值 Y 阈值的

程序在相同的实际应用环境中运行 5 个小时(两个程序都有背景更新算法保证背景与实际背景基本相同)^[8-9],以比较两种方法的效果如图 4 所示。

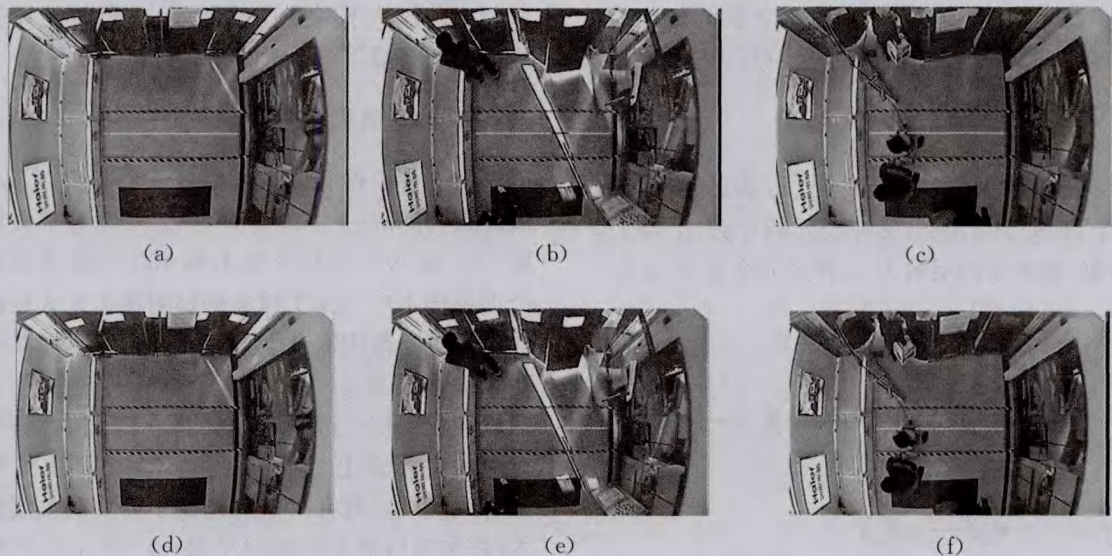


图 4 两种程序效果对比图

在图 4 中(a)、(b)和(c)分别是人为设置灰度值 Y 的阈值为 40 的程序在 13:08:22, 14:06:14 和 16:33:40 三个时刻根据该时刻的阈值在检测线上进行背景差分的效果,黑色部分为检测出来的前景目标。(d)、(e)和(f)分别是由基于 BP 神经网络的阈值自适应获得灰度值 Y 的阈值的程序在 13:08:22, 14:06:14 和 16:33:40 三个时刻根据该时刻的阈值在检测线上进行背景差分的效果^[10-13]。通过对比可以知道,开始时,两个程序所得的背景差分效果都很好(即阈值比较合适);到 14:06:14 时,人为设置灰度值 Y 的阈值为 40 的程序在实际情况是无前景目标的情况下,根据背景差分却得到检测线上有前景目标的结果,如图 4(b),而该时刻由基于 BP 神经网络的阈值自适应获得灰度值 Y 的阈值的程序的背景差分是检测线上无前景目标,如图 4(e);到 16:33:40 时,人为设置灰度值 Y 的阈值为 40 的程序在实际情况是有前景目标的情况下,根据背景差分检测线前景目标部分很小,如图 4(c);而该时刻由基于 BP 神经网络的阈值自适应获得灰度值 Y 阈值的程序的背景差分较完整的检测出前景目标,如图 4(f);根据以上两种程序的对比,可以知道长时间运行时,人为设置灰度值 Y 阈值为 40 的程序会检测出虚假前景目标和漏检的情况,而由基于 BP 神经网络的阈值自适应获得灰度值 Y 阈值的程序检测结果准确。

4 结束语

本文针对视频的客流量检测算法中的阈值提取问题,提出了基于 BP 神经网络的阈值自适应技术,引入 BP 神经网络学习和运算中自我完善,工作信号正向传播、误差信号反向传播特性来判断阈值是否合适。实验证明,通过该技术获取的阈值在实际应用环境中比较合适。

参考文献:

- [1] 范立南,韩晓微,张广渊. 图像处理与模式识别[M]. 北京:科学出版社,2007.
- [2] 张立明. 人工神经网络的模型及其应用[M]. 上海:复旦大学出版社,1993.
- [3] 吴晨. 几类神经网络模型的动力学分析及混沌理论的研究[D]. 上海:复旦大学,2006.
- [4] 张剑湖,叶峰. 人工神经网络的模型、特征及其发展方向[J]. 现代电子技术,2004,27(12):57-60.
- [5] 王学武,谭得健. 神经网络的应用与发展趋势[J]. 计算机工程与应用,2003,39(3):98-100.
- [6] 焦李成. 神经网络系统理论[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,1996.
- [7] 王雪光,郭艳兵,齐占庆. 激活函数对 BP 网络性能的影响及其仿真研究[J]. 自动化技术与应用,2002,21(4):15-17.
- [8] 李青峰,胡访宇. 利用 BP 神经网络实现监控图像盲复原[J]. 计算机仿真,2009,26(5):223-226.

(下转第 184 页)

表 3 定点到浮点数的转换 FPGA 时序约束

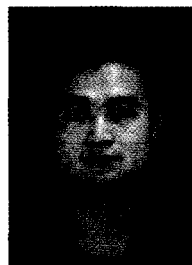
Type	Slack	Required Time	Actual Time	From	To	From Clock	To Clock	Failed Paths
Worst-case tsu	N/A	None	4.967 ns	i_data[4]	i_dec1[8]	---	clk	0
Worst-case th	N/A	None	-2.137 ns	en	out_en1	---	clk	0
Worst-case tco	N/A	None	10.137 ns	m[20]	f_data[20]	clk	---	0
Total number of failed paths								0
Clock Setup: 'clk'	N/A	None	399.04 MHz (period=2.506 ns)	i_dec2[8]	r[2]	clk	clk	0

[R]. Altera Corp. 2005.

参考文献:

- [1] 夏宇闻. Verilog 数字系统设计教程 [M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2009.
- [2] 唐清贵, 夏宇闻. 浮点算法转换成硬件定点算法中的问题[J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2005(12): 75-76.
- [3] LSI Logic Corp. Ramon Trombetta Tim O Gara. 在定点 DSP 上实现浮点运算[J]. 电子产品世界, 2005, 196(11): 67-68.
- [4] 周凡, 杨军, 尹爱昌. SoC 芯片中基于统计分析的浮点到定点转换方法[J]. 电路与系统学报, 2007, 12(1): 124-129.
- [5] 袁著, 张伟. 离散余弦变换原理以及在 FPGA 上的实现. 综合电子系统技术教育部重点实验室 2009 年度会议暨电子科技大学电子科学技术研究院第五届学术会议论文集[C]//成都: 电子科技大学出版社, 2009.
- [6] Stratix II EP2S60 DSP Development Board Data Sheet

作者简介:



张 益 男, (1982—), 硕士研究生, 讲师. 研究方向为基于 FPGA 的数字图像处理.

袁 著 男, (1983—), 硕士. 研究方向为雷达数字信号处理.

罗金选 男, (1984—), 硕士研究生. 研究方向为嵌入式系统设计.

(上接第 178 页)

- [9] 王燕妮, 樊养余. 改进 BP 神经网络的自适应预测算法[J]. 计算机工程与应用, 2010, 46(17): 23-26.
- [10] HAGAN Martin T, DEMUTH Howard B, BEALE Mark H. 神经网络设计[M]. 戴葵, 译. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [11] 石伟, 孙永荣. BP 神经网络在车牌识别技术中的应用[J]. 工业控制计算机, 2010, 23(4): 17-19.
- [12] 尹显东, 姚军, 李在铭. 基于 BP 神经网络的图像感兴趣区自动检测技术[J]. 系统工程与电子技术, 2006, 28(2): 192-196.
- [13] 何四华, 杨绍清, 邵晓方, 等. 利用图像区域自然尺度特征的海面舰船目标检测[J]. 红外与激光工程, 2011, 40(9): 1812-1817.

作者简介:



金 凯 男, (1985—), 硕士研究生. 研究方向为信号与信息处理;



何 野 男, (1960—), 教授, 硕士生导师. 研究方向为微电子学、电子设计自动化、计算机辅助设计.