

基于神经网络的汽车车型识别器的设计

周红晓 金华职业技术学院经贸学院(321007)

Abstract

The automatic recognition of automobile type has a promising and practical future in the traffic control and the designing problem of the BP neural network classifier used in recognizing the automobile types. On the basis of the pretreatment of the images of the automobile type and character abstraction, it mainly set forth how to choose the learning algorithm and put forward a phase learning method. The simulation result indicates that it is an effective learning algorithm.

Keywords: neural network, character abstraction, BP algorithm, conjugate gradient method, automatic recognition

摘要

汽车车型自动识别在现代交通监控和管理中有着广阔的应用前景,本文探讨了用于汽车车型识别的 BP 神经网络分类器的设计问题。在简述车型图象预处理和特征提取的基础上,着重阐述学习算法的选取问题,提出一种分阶段学习方法。仿真结果表明这是一种有效的学习算法。

关键词: 神经网络, 自动识别, 特征提取, BP 算法, 共轭梯度法

0 引言

在现代化交通管理中,计算机自动监控、报告车流量、自动记录及结算费用等的基础是汽车车型的自动识别。目前已有能接受各种信息的精密传感器,问题是如何模拟人脑的思维过程做成模式识别机来识别汽车车型。BP 神经网络是应用最广泛的一种人工神经网络。本文探讨了用于汽车车型识别的 BP 神经网络分类器的设计问题。

用神经网络进行车型识别的过程如图 1 所示。首先利用 CCD 摄像头和图象采集卡获得汽车的原始图象,对图象进行预处理^[1]和特征提取^[2],然后用所获得的特征来训练神经网络分类器,训练成功后固定网络权值,使之处于回想状态,对于一个给定的输入,便产生一个相应的输出,由输出与车型编码进行比较,即可方便地确定车型。

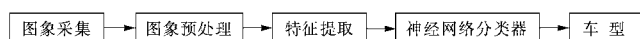


图 1 基于神经网络的汽车车型识别过程

1 车型图象预处理及特征提取

为了实现对汽车车型进行自动识别和分类,首先要对图象进行预处理。具体的处理过程为:

1) 对图象进行平滑处理和边缘增强^[3]。主要目的是去除噪声、提高图象轮廓线的清晰度。

2) 对图象进行分割^[3]。即将汽车从原图象的复杂背景中分离出来。

3) 将所得的边缘图象进行二值化、填充、修饰、细化等一系列处理,最终得到一幅完整的车辆轮廓图象,以便于特征提取。

特征提取是模式识别的难点和重点,特征提取的质量,关系到识别和分类的速度和准确度。通常各类汽车的车身侧视图可提供整个车长、顶蓬位置、顶蓬长度及车辆高度等信息,由于我们在拍摄图象时,镜头与车辆间的距离、角度的微小变化都会造成同一车辆在两次拍摄图象时,上述各参数的绝对大小不等,所以不能用长度、高度等绝对参数作为识别特征。本文仅按汽车的应用功能对汽车车型进行大致分类,即分为客车、轿车和货车三类。通过对这三类车车型的统计分析,我们选取的特征是:顶蓬长度与车辆长度之比,称之为顶长比;顶蓬长度与车辆高度之比,称之为顶高比;以顶蓬中垂线为界,前后两部分之比,称之为前后比。

2 分类器设计

目前,神经网络的模型已达数百种,根据前人的研究成果和实际应用经验,BP 神经网络在模式识别/分类中具有较好的性能,而且一个具有无限隐层节点的三层 BP 网络可以实现任意从输入到输出的非线性映射^[4],所以,本文采用三层 BP 网络。输入层至隐层以及隐层至输出层的传输函数,均选用非线性 S 型函数——Sigmoid 函数,以完成输入模式到输出模式的非线性映射。

2.1 网络结构设计

将提取的特征作为网络的输入向量 $X=\{x_1, x_2, x_3\}$, 其中 x_1 为顶长比, x_2 为顶高比, x_3 为前后比;将车型编码(编码方法见表 1)作为网络的期望输出向量 $T=\{t_1, t_2, t_3\}$, 因此输入层的节点数为 3, 输出层的节点数也为 3。基于 BP 算法的神经元网络中隐层节点数

的选择对网络性能影响很大,隐层节点数太少,网络可能训练不出来,因为隐层节点数少时,局部极小就多,或者不“鲁棒”,不能识别以前没有看到过的样本,容错性差^[4]。增加隐层节点数可能改善网络与训练组匹配的精确度,但是隐节点数太多又使学习时间过长,误差也不一定最佳。关于隐节点数的选取至今尚未找到一个很好的解析式来表示,大多数还是以经验为依据。用于模式识别的 BP 网络,根据前人经验,可以参照以下公式进行设计: $n=\sqrt{n_1+n_0}+a$ (其中 n 为隐节点数, n_1 为输入节点数, n_0 为输出节点数, a 是 1~10 之间的常数)由此公式选取隐层节点数为 8。因此本系统的网络结构如图 2 所示,其中 $Y=(y_1, y_2, y_3)$ 表示网络的实际输出, W, V 表示权矩阵。

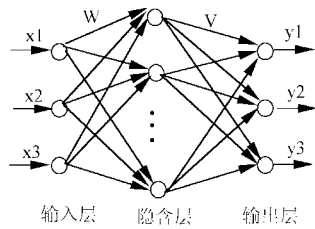


图 2 网络结构

2.2 学习算法的选取

前向神经网络 BP 算法采用最速下降寻优算法,即梯度法^[4]。设有 N 对学习样本,采取批处理学习方法,目标函数 E 取为: $E=\frac{1}{2N}\sum_{k=1}^N(T_k-Y_k)^2$,其中 T_k, Y_k 分别为第 k 对样本的期望输出和实际输出向量。 E 反映网络输出与样本的总体误差。学习过程就是通过修改各神经元之间的权值,使得目标函数 E 的值最小,权值按下列公式修正: $\Delta w_{ij}=-\eta\frac{\partial E}{\partial w_{ij}}$,其中 η 为学习速率。

最速下降法在非二次型较强的区域能使目标函数收敛较快。BP 算法的最速下降方向即目标函数 E 在权值空间上的负梯度方向,在无约束优化目标函数 E 时,相邻的两个搜索方向正交,因而,当权值接近于极值区域时,每次迭代移动的步长很小,呈现出“锯齿”现象,严重影响了收敛速率,有时甚至不能收敛而在局部极值区域振荡。为此,不少学者针对不同应用领域提出了各种加速学习速率的优化算法^[3],其中加动量项的算法为当前广为应用的方法,其权值修正公式为:

$$\Delta w_{ij}(t)=-\eta\frac{\partial E}{\partial w_{ij}}+\alpha\Delta w_{ij}(t-1)$$

其中 α 为动量系数。引入动量项后,使得调节向着底部的平均方向变化,不致产生大的摆动,即起到缓冲平滑的作用,若系统进入误差函数面的平坦区,那么误差将变化很小,动量项的引入使得调节尽快脱离这一平坦区,有助于缩短向极值逼近的时间,所以动量项的引入,加快了学习速度。

共轭梯度法^[5,6]是重要的无约束最优化方法,它利用一维搜索所得到的极小点处的最速下降方向生成共轭方向,并据此搜索目标函数极值。共轭梯度法的计算步骤和梯度法差别不大,主要差别在搜索方向的不同,即每一步的方向不再是梯度方向,而是一种共轭的方向,由原来的负梯度方向加上一个修正项(前一点的梯度乘以适当的系数)得到共轭方向。设梯度向量为 g ,共轭向量为 p ,则第 k 次的共轭方向为:

$$P_k=\begin{cases} -g_k & k=0 \\ -g_k+\beta_{k-1}p_{k-1} & k\geq 1 \end{cases} \quad \text{其中 } \beta_{k-1}=g_k^T g_{k-1}/g_{k-1}^T g_{k-1}, \text{ 是一个标量,其大小必须保证 } p_k \text{ 和 } p_{k-1} \text{ 为共轭方向。}$$

因此,可以说共轭梯度法是把过去的梯度和现在某点的梯度信息综合利用,用其线性组合来构造更好的搜索方向。采用共轭梯度法,权值的修正公式为: $w_i(k)=w_i(k-1)+\eta p_{ik}$ 。共轭梯度法在二次型较强的区域能使目标函数收敛较快^[7]。而一般目标函数在极小点附近的性态近似于二次函数,故共轭梯度法在极小点附近有较好的收敛性。

综上所述,在计算过程的第一阶段,最速下降法是比较理想的寻优方法,而在最优点附近,由于接近于二次型函数,宜采用共轭梯度法。因而本文提出一种分阶段学习法,在训练开始时采用带动量的 BP 算法,精度达到一定程度后,改用共轭梯度法进行学习。

3 实验结果及分析

采集了三类车型的 36 对样本,其中每类车 12 对样本(包括多种型号),每类车取 8 对样本进行学习,另外 4 对样本用于测试。具体数据见表 1。

表 1 样本数据、网络期望输出及训练后网络的实际输出

车型	车型编号	期望输出(目标值)			训练后网络的实际输出			误差的绝对值		
		y_1	y_2	y_3	y_1	y_2	y_3	e_1	e_2	e_3
客	1	0.9645	2.3053	0.9288	0.9852	-0.0131	0.0196	0.0118	0.0131	0.0196
	2	0.8329	1.9963	0.9325	0.9937	-0.0362	-0.0171	0.0063	0.0362	0.0171
	3	0.9498	2.4015	0.9460	0.9937	0.0079	0.0137	0.0063	0.0079	0.0137
	4	0.8735	2.4342	0.8950	0.9935	-0.0102	-0.0143	0.0065	0.0102	0.0143
	5	0.7797	1.7103	0.9315	0.9867	0.0143	-0.0255	0.0193	0.0143	0.0255
	6	0.8805	1.7903	0.9460	0.9472	0.0344	0.0113	0.0528	0.0344	0.0113
	7	0.7193	1.3771	0.9313	0.9827	0.0231	-0.0357	0.0173	0.0231	0.0357
	8	0.8495	1.7366	0.9521	0.9840	0.0055	-0.0278	0.0160	0.0055	0.0278
货	9	0.1473	0.4372	0.3526	-0.0470	0.9772	-0.0159	0.0410	0.0228	0.0159
	10	0.1523	0.1592	0.4388	0.0053	0.9750	-0.0141	0.0053	0.0250	0.0041
	11	0.3121	1.0066	0.5166	0.0353	0.9632	0.0626	0.0353	0.0368	0.0626
	12	0.3164	0.9250	0.1875	0.0085	0.9864	-0.0208	0.0085	0.0136	0.0208
	13	0.2311	0.9159	0.1306	-0.0184	0.9874	-0.0147	0.0184	0.0126	0.0147
	14	0.1334	0.3280	0.5172	0.0528	0.9733	-0.0128	0.0528	0.0267	0.0028
	15	0.3005	0.8457	0.1874	0.0090	0.9861	-0.0123	0.0090	0.0139	0.0123
	16	0.3923	1.0277	0.1875	0.0316	0.9856	0.0960	0.0316	0.0141	0.0960
转左	17	0.3962	0.7500	1.5238	-0.0149	0.0141	0.9898	0.0149	0.0141	0.0102
	18	0.3687	0.8138	0.8623	0.0360	-0.0121	0.9846	0.0360	0.0121	0.0154
	19	0.4444	1.0012	0.1818	0.0193	0.0013	0.9917	0.0193	0.0013	0.0083
	20	0.2921	0.9845	0.3000	-0.0687	0.0170	0.9917	0.0687	0.0170	0.0088
	21	0.3319	1.0751	1.1878	-0.0163	0.0060	0.9583	0.0163	0.0060	0.0117
	22	0.3745	1.3827	1.3690	-0.0155	-0.0113	0.9829	0.0155	0.0113	0.0171
	23	0.2747	0.9500	1.4878	0.0229	0.0005	0.9223	0.0229	0.0005	0.0277
	24	0.3353	1.1801	1.5331	-0.0133	-0.0175	0.9809	0.0133	0.0175	0.0191
客	25	0.8819	2.3788	0.9156	0.9557	0.0108	-0.0159	0.0143	0.0108	0.0159
	26	0.9112	2.4393	0.9517	0.9739	0.0388	-0.0069	0.0221	0.0388	0.0069
	27	0.9310	2.8712	0.9612	0.9766	0.0276	-0.0305	0.0234	0.0276	0.0305
	28	0.9740	2.1551	0.9702	0.9598	0.0158	0.0159	0.0092	0.0158	0.0159
	29	0.1874	0.8576	0.2028	-0.0372	0.9852	-0.0874	0.0372	0.0148	0.0874
	30	0.1331	1.0675	0.5166	-0.1262	0.9348	0.2434	0.1262	0.0668	0.2434
	31	0.1173	0.6312	0.3666	0.0090	0.9727	-0.0136	0.0090	0.0273	0.0136
	32	0.3227	0.7238	0.1875	0.0070	0.9852	-0.0337	0.0070	0.0148	0.0337
试	33	0.3095	1.0331	1.3225	-0.0471	0.0224	0.9998	0.0471	0.0224	0.0092
	34	0.2675	0.8109	1.1118	0.0502	-0.0528	0.9998	0.0502	0.0528	0.0092
	35	0.3382	1.1298	1.3228	0.0090	0.0197	0.9993	0.0090	0.0197	0.0097
	36	0.4378	1.4347	1.8372	0.0878	-0.0099	0.9916	0.0878	0.0099	0.0084

运用 MATLAB 神经网络工具箱^[8],建立 3-8-3 的 BP 网络,设定目标误差为 0.001,初始权值在[-0.2,

0.2]间随机取,进行下列实验。

1) 采用带动量的梯度下降法,动量 $\alpha=0.9$,学习速率 $\eta=0.6$ 进行 10 次训练,平均学习时间为 51.65 秒,平均学习周期为 2436。

2) 采用共轭梯度法进行 10 次训练,有 4 次由于达到最小步长,在未达到精度要求时就停止学习。

3) 第一阶段采用带动量的梯度下降法,精度(均方误差)达到 0.05 后,采用共轭梯度法继续训练,进行 10 次训练,平均学习时间为 8.02 秒,平均学习周期为 122。

以上结果表明:分阶段训练法综合了两种方法的优点,使得收敛速度加快,学习周期明显减少。用以上第 3) 种方法训练后的网络进行仿真,对训练集的样本,均方误差达到 4.99×10^{-4} ,最大的误差分量为 0.0960,识别率为 100%;对测试集的样本,均方误差达到 0.0027,最大的误差分量为 0.2433,识别率为 100%。具体数据见表 1。

实验表明:①使用分阶段训练法,具有更快的学习速度。②该网络能正确识别所有训练模式,而且具有较好的泛化能力,因此,只要样本正确,利用上述网络能正确区分三类车型。

通过上述学习训练,网络获得了汽车车型知识,这些知识是以分布在网络内部的连接权值隐性表达的。当学习收敛后,冻结神经网络的权值和阈值,使训练好的神经网络处于回想状态,对于一个给定的输入便产

生一个相应的输出,由输出与车型编码进行比较即可方便地确定汽车类别。

4 结束语

汽车车型自动识别在现代交通监控和管理中有着广阔的应用前景,可应用于高速公路、路桥、各类车辆收费站及大型停车场等自动收费系统。本文提出的基于 ANN 的汽车识别方法是一个成功的尝试。文中所采用的分阶段训练方法,具有较快的学习速率,是一种实用的学习方法。

参考文献

- 1 陶青萍,陶白云.基于模糊神经网络的汽车类型自动识别分类系统[J].计算机工程与应用,1998(11):78~81
- 2 王年,任彬,等.基于神经网络的汽车车型图象自动识别[J].中国图象图形学报,1999(8):668~672
- 3 容观澳.计算机图象处理[M].北京:清华大学出版社,2000
- 4 袁曾任.人工神经网络及其应用[M].北京:清华大学出版社,1999
- 5 边肇祺,张学工,等.模式识别(第二版)[M].北京:清华大学出版社,2000
- 6 周建华.共轭梯度法在 BP 网络中的应用[J].计算机工程与应用,1993(3):17~18
- 7 万里青.一种改进的 BP 算法[J].火力与指挥控制,1995(2):77~79
- 8 闵惜琳,刘国华.用 MATLAB 神经网络工具箱开发 BP 网络应用[J].计算机应用,2001(8):163~164

[收稿日期:2002.5.25]

(上接第 18 页)

SHCAN2000 以 Excel 为组态序列和实时数据库的编辑环境,对各个下位机仪表进行组态和数据库的编写。完成后,调用下载调试程序,将组态文件传送到对应的下位机中去,进行模拟调试,即:在实验室模拟现场信号,调用测试文件,对控制系统进行监测和监控,检测模块性能;对于模块出现的问题,立即进行处理,调整模块性能,或更替成别的模块,这些对系统的组态不造成影响,可以很方便的实现模块的更换。

4 结束语

本 SHCAN2000 型现场总线控制系统已在中科院营口向阳化工厂进行了应用。在前期生产线——CS-1 催化剂和聚醚生产装置的改造中得到了成功应用,以 CS-1 生产线为例,其操作站 4 个,现场控制单元 12 台,软件组态多达 96 行,自 2000 年 7 月运行以来,在可靠性和安全性方面均满足了要求,并且大大提高了该厂的经济效益和社会效益。在随后的 HDPE-CAT 的改造中,其操作站 2 个,现场控制单元的模拟量输入/输出 140 点,开关量输入/输出 96 点,控制回

路 16 个,软件组态少则六、七十行,多则近一百二十行;同时,实现了同期四条生产线八个操作站的局域网互联。该控制系统模拟运行时,表现良好,各项指标达到了工艺要求。正是通过对软件构件复用技术的应用取得的效果。

参考文献

- 1 张世琨,张文娟,常欣,等.基于软件体系结构的可复用构件制作和组装.软件学报,2001(9):1351
- 2 杨美清,王千祥,梅宏,等.基于复用的软件生产技术.中国科学(E 辑),2001(4):364~369
- 3 晏敏.软件技术的发展趋势和产业特点.中国科技产业,2001(11):23
- 4 杨美清,梅宏,李克勤.软件复用与软件构件技术.电子学报,1999(2):1351
- 5 袁爱进,唐明新,乔毅,等.CAN 现场总线系列仪表一种通用化软件设计技术.计算机工程,2001(4):144~145
- 6 袁爱进,杨国勋,唐明新,等.CAN 现场总线通信系统的研究.计算机工程,2001(9):129~130
- 7 陈晓侠,袁爱进,乔毅,等.CAN 总线间歇控制系统研究.大连铁道学院学报,2001(2):53~55

[收稿日期:2002.7.4]