

1997年中国神经网络学术大会(C²N²)
第五届全国神经网络与信号处理学术会议(N²SP)

—— 联合会议 ——

1997年中国神经计算科学大会

论文集(一)

Proceedings of 1997 Chinese Congress
on
Neurocomputing Science
(CCNS'97)

中国



南京

1997年10月26-28日

人民邮电出版社

1997年中国神经网络学术大会 (C²N²)
第五届全国神经网络与信号处理学术会议(N²SP)

—— 联合会议 ——

1997年中国神经计算科学大会

论文集(一)

Proceedings of 1997 Chinese Congress
on
Neurocomputing Science
(CCNS'97)

人 民 邮 电 出 版 社

1997年10月

1997年中国神经网络学术大会(C^2N^2) 联合会议
第五届全国神经网络与信号处理学术会议(N^2SP)

1997年中国神经计算科学大会
委员会名单

大会顾问委员会

主席: 韦钰

委员: (以姓氏笔划为序)

马颂德 马俊如 王守觉 母国光 叶培大 孙俊人 李衍达
刘盛纲 陈芳允 陈霖 迟惠生 张志健 张效祥 杨叔之
邵立勤 罗沛霖 胡启恒 保铮 侯朝焕 柴振明 徐孝涵
冀复生 戴汝为

大会主席: 吴佑寿 何振亚

大会程序委员会

主席: 郭爱克 尤肖虎 杨绿溪

委员: (以姓氏笔划为序)

王宏禹 朱兆达 刘国岁 毕厚杰 陈国良 何永保 何志均
何明一 余英林 汪云九 吴乐南 吴新余 吴蒙 张立明
张延忻 钟义信 郑志航 胡光锐 姚苏苏 倪晋麟 顾凡及
阎平凡 戚飞虎 黄泰翼 焦李成 靳蕃

大会组织委员会

主席: 沙踪 何立权 邹采荣

委员: 周孟奇 章珠凤 李志武 吴承武 李碧辉

秘书组

组长: 高西奇

成员: 蔚承建 王保云

会务组

组长: 施庆福

成员: 郑丽敏 刘龙云 王立玉

序 言 (一)

在过去的十年中, 人工神经网络理论和应用的研究无论在深度还是广度上都取得了巨大进展。在理论方法上, 它对模式识别、计算机视觉、组合优化、知识工程、系统辨识、自适应控制及函数逼近论等多个领域都作出了其特有的贡献; 在推动各学科的发展方面, 它促进了从基础到应用科学技术的跨领域研究与开发, 其中特别是认知神经科学、脑科学、生命科学、数学、物理学以及其它若干学科的互相促进和结合, 推动了科学前沿领域的蓬勃发展, 派生和引发了许多新的领域。

自1990年中国神经网络委员会召开第一次年会, 我国神经网络的研究发展迅速, 已进入世界神经网络研究的前沿领域。国家的攀登计划、八六三高科技计划、国家自然科学基金等都给予了我国神经网络研究以巨大的支持, 培养出一大批神经网络研究人才。

本次中国神经计算科学大会是1997年中国神经网络学术大会与第五届全国神经网络与信号处理学术会议的联合会议, 它是中国神经网络委员会主办的第八次年会, 也是东南大学承办的第四次大型神经网络会议。大会学术交流的内容将包括神经计算科学以及其它的现代信号处理领域的广泛内容。

之所以称为“神经计算科学”, 是因为当前神经网络研究正向生物神经网络和生物智能方向发展, 因此必须要注意脑科学研究的最新成果, 并从工程的角度加以一定简化, 使之成为现实性模型。现实的神经网络规模与人脑的神经网络规模相比, 差距是很大的, 所以研究中又必须注意与其它应用学科, 特别是信息科学等学科的结合, 最后达到实现脑或构造智能信息处理系统的目标。本次大会将给神经网络和信息处理的研究者们提供一次互相交流, 互相合作的机会, “携手探智能, 联盟攻大关”, 进一步提高我国神经计算科学研究的水平。

最后, 借此机会感谢将为大会作学术报告的各位国内外专家、学者, 感谢来自全国各地区、各部门广大研究者的积极参与、热情支持与辛勤劳动, 感谢大会的各个委员会所做的积极奉献, 感谢东南大学的领导和同行们的支持协作, 感谢各大学会对“神经计算科学大会”的热心支持和关怀。

大会主席: 吴佑寿

何振亚

1997.10于南京

序 言 (二)

自1990年以来,在我国已开过多次国际或全国性的神经网络学术大会。本次神经计算科学大会是1997年中国神经网络学术大会与第五届全国神经网络与信号处理学术会议的联合会议,因此征稿内容包括生物、人工神经网络的理论、模型和应用,以及现代信号处理的理论、方法和应用。

本届大会程序委员会共收到论文308篇,经过专家评议及会审,录用了236篇论文收入本次学术大会的论文集,其中大会报告21篇,认知神经科学理论与模型4篇、人工神经网络模型9篇、神经网络系统动力学与混沌11篇、神经网络学习算法23篇、联想记忆5篇、神经计算智能系统8篇、神经优化方法8篇、神经网络控制与机器人5篇、神经网络实现方法9篇、进化计算13篇、模糊系统13篇、小波理论与应用14篇、数字信号处理11篇、语音信号处理14篇、图像处理与分析14篇、语音与图像编码7篇、模式识别12篇、通信信号处理6篇、雷达信号处理11篇、神经网络及信号处理的其它应用18篇。从收录论文的内容来看,我国神经计算科学的研究在向纵深方向发展,除神经网络基本理论与应用以外,神经计算、模糊系统与进化计算相结合的计算智能研究和神经混沌动力学的理论与应用研究成为研究的热点。从论文质量来看,总的来说学术水平较高,其中不少论文的研究工作具有国际先进水平,体现了我国神经网络研究“携手探智能、联盟攻大关”所取得的丰硕成果。我们相信,经过进一步的努力,我国神经计算科学的研究必将会取得更多的突破性的研究成果。

本次大会特邀了国内外的20多名专家、学者做大会报告,其内容涉及神经计算科学和现代信号处理的若干前沿领域的重要研究方向,成为本次大会的一个显著特点。相信这些报告会对我国的神经计算科学和现代信号处理的研究产生积极的推动作用。

大会自征稿以来得到了我国广大的神经网络和信号处理研究人员的积极响应和支持,相信通过本次大会的学术交流,一定会大大促进与会研究者及广大研究人员的进一步的研究工作。

感谢老一辈科学家对本次大会的关怀指导,感谢各位专家和学者的积极参与和支持。祝大会圆满成功!

程序委员会主席:郭爱克

尤肖虎

杨绿溪

1997.10于南京

目 录

大会 报 告

1. 印刷汉字识别特征的神经网络自动提取方法.....	吴佑寿 赵明生	1
2. 模式识别用人工神经网络的一种新模型新算法.....	王守觉	*
3. 神经网络若干理论和应用问题的研究.....	杨叔子 廖晓昕等	6
4. 混沌信息记忆.....	何振亚	12
5. 意识机: 理论与应用.....	钟义信	*
6. Object Selection by Oscillatory Correlation.....	D.L.Wang	19
7. Blind Adaptive Beamforming and Filtering for Cyclostationary Signal.....	K.M.Wong	25
8. Recognition of Unconstrained Handwritten Numerals.....	Hong Yan	26
9. Bayesian Ying-Yang System and Theory as a Unified Statistical Learning Approach: Recent Advances.....	Lei Xu	1029
10. VLSI Neural System Design Methodology.....	Dapeng Zhang	1030
11. 神经计算新概念.....	郭爱克	30
12. 基于神经信息处理的语音识别.....	黄泰翼	*
13. 神经信息的编码.....	汪云九	*
14. 脑理论与脑模型的现状 & 展望.....	顾凡及	32
15. 分类网络的泛化问题研究.....	张立明	36
16. 主成分和最小成分抽取的统一算法.....	陈天平	40
17. 图象分形编码的研究.....	余英林	45
18. 神经网络研究中的融合(FUSION)趋势.....	张延忻	*
19. 自适应子波基计算与智能识别.....	焦李成	*
20. 求解时变离散系统与变参数信号模型的方法.....	王宏禹	49
21. 基于信息几何的非线性自适应盲均衡系统.....	戴宪华	53

分 组 报 告

一、认知神经科学理论与模型

1. 生物神经网络中的信号采样机制的研究.....	王卫东 包尚联 柯有安	62
2. 具有随机势的抽象神经自动机的遍历性.....	西广成	66
3. 旋转汉字识别眼动研究—Mental Rotation 认知机制探讨.....	吴冰 孙复川	70
4. 复述在工作记忆中的作用.....	邓小元	74

二、人工神经网络模型

1. 一种形式神经元的统一模型.....	陈维荣 钱清泉	78
2. 用于模式分类识别的神经网络模型.....	申金媛 贾佳 常胜江 张延忻	82
3. 结构自适应自组织神经网络的研究.....	吴郢 阎平凡	86
4. 规则局部互联弱反型区工作的CMOS晶体管神经网络.....	王阳	90
5. 一种新的用于决策层融合目标识别的神经网络算法.....	黎湘 付耀文 庄钊文	94
6. 对NNMR的设想.....	李中年 刘先方 刘皓春	99
7. 用于光学神经网络硬件系统误差校正的虚拟神经网络.....	常胜江 金成海 申金媛 张延忻	103

8. Hopfield网络与BP网络的结合: HBP神经网络	姜照华 姜颜君	108
9. 求解任意凸规划问题的神经网络模型	宋荣方 王蔚	112

三、神经网络系统动力学与混沌

1. 听觉神经振荡子模型动力学特性	卢绪纲 陈道文 黄泰翼	116
2. 混沌细胞神经网络的自同步及在保密通信中的应用	葛建东 蒋铃鸽 何晨	122
3. 利用非线性动态连接神经网络实现图像分割	陈韵强 马颂德	126
4. 基于神经网络混沌动力学的新信息处理技术	杨绿溪 何振亚	130
5. 混沌神经网络与动态记忆	陈宇杰 余英林	138
6. 一维双向耦合映象网络分类特性及其应用	张毅峰 何振亚	142
7. 基于混沌、多重分形理论的雷达信号分析与目标识别	鲜明 庄判文 肖顺平 郭桂蓉	146
8. 一个局部连接神经网络的动力学	彭汉川 王俊生 谭蓓 甘强	151
9. 神经耦合振荡中的阵发混沌	杨谦 靳蕃	155
10. 一种基于素数的拟混沌扩频序列的产生及其性能分析	李克 杨绿溪 何振亚	159
11. 高阶模拟Hopfield神经网络的稳定性分析	苏杰 胡爱群 何振亚	163

四、学习算法(一)

1. 神经网络学习样本的研究	靳蕃	167
2. 用多层Perceptron网络解复杂分类问题的一种自适应算法	范卫平 张立明	172
3. 前向网络隐层节点数的最小上界研究	张军英 保铮	177
4. 多层前向网络的逼近与泛化机制	董颢	185
5. 神经网络学习算法的实验分析与设计	卢欣 李衍达	191
6. 有隐层指导的多层前馈网络学习算法研究	朱江海 戚飞虎	195
7. 一种新的神经网络生长算法	王向东 王戎靖 王守觉	200
8. 多层神经网络的单参数动态搜索算法	冯英俊 王雪峰	205
9. 一种神经网络序贯学习算法及其应用	邓超 熊范纶 李绍稳	209
10. 关于二进前向网络隐节点数的实验研究	张军英 保铮	213
11. 广义BP算法及网络容错性和泛化能力的研究	董颢 刘西拉	217

五、学习算法(二)

1. 基于统计EM算法的收敛反馈神经网络学习新方法	戴宪华	223
2. 一类基于信息传输最大化准则的自组织算法的性能分析	鲁子奕 杨绿溪 何振亚	229
3. 一种多中心自组织优化的神经网络学习算法	伍思涛 王晓茹 钱清泉	233
4. ART2神经网络权重更新公式的研究	王科俊 金鸿章 吴志强	237
5. 稀疏化神经网络及其删减算法	李望超 李文静 李金艳	241
6. 基于人工神经网络的上海股市扩容分析	任庆生 叶中行	245
7. 神经网络非线性系统辨识BP算法变学习速率的研究	沙道航 杨华勇	249
8. 一个加快BP网络学习速度的方法	刘其真 何永保	254
9. 函数链网络的遗传算法辅助训练	沈谦 王涛 秦玮 张良震	259
10. 一种神经网络稳健估计方法的研究	刘光远 邱玉辉 廖晓峰 虞厥邦	262
11. A cut-through mapping algorithm for MLP training	张代远 虞厥邦	266
12. 模拟退火的遗传BP算法	吴陈	268

六、联想记忆

1. 基于外积取等准则的联想记忆神经网络部分同步运行收敛分析.....张建州 马颂德 虞咏娟 272
2. 平均场理论与联想记忆器高 粤 276
3. 离散Hopfield网络的互补对称性与对称破缺钟春光 杨亚天 徐慎初 280
4. 一种基于联想神经网络的矢量编码曾黄麟 王尧 284
5. 均匀对称分类DHN的几何描述董继扬 徐慎初 王新垣 288

七、神经计算智能系统

1. 神经网络方法数据逻辑提取规则.....余祥 M. Ishikawa 迟惠兰 293
2. 新世纪综合智能信息处理一形势、趋向、问题与突破口何明一 297
3. 一个通用的智能信息传输系统模型章照止 马晓敏 杨文光 302
4. 关于大规模前向神经网络故障分析方法的研究张涛 胡东成 308
5. Modeling of Intelligent Processing Systems Based on Rough Sets曾黄麟 王尧 312
6. 乙烯裂解炉智能集成优化系统的研究吕盛英 316
7. 智能系统集成的模型与方法王国胤 320
8. 基于多网络协同推理的故障诊断策略及实现何耀华 华贵 韩宁木 程尚峨 324

八、神经优化方法

1. 前馈神经网络全局优化的理论(特邀论文).....黄惠双 330
2. 铁路货物仓位优化配置的一种神经网络方法何奉道 靳番 司三炳 336
3. 求解一类双边约束二次规划问题的神经网络模型李学良 韩江洪 蒋建国 341
4. 搜索图最小割集的神经网络模型的研究周小佳 周家启 张安武 346
5. 神经网络求解C-TSP研究党建武 靳番 351
6. 可靠性路径的神经网络模型及电路计算曾孝平 周家启 355
7. 用神经网络搜索非周期自相关序列胡飞 靳番 363
8. 神经网络模型在列车停车控制中的应用党建武 高云武 367

九、神经控制与机器人

1. 神经元双层控制王宁 蔡蔚蔚 王守华 372
2. 基于解耦控制的感应电动机神经智能PSD调速系统的研究周晖 徐晨 陈丹兰 376
3. 非线性动力学系统的变结构模糊神经物理建模王青 陈洪印 上官垠黎 380
4. 附加力外环自适应模糊控制的机器人力位置控制谢光汉 伍朝晖 李秀华 苻曦 蔡自兴 385
5. 一种基于遗传算法的自组织BP前馈模糊神经网络王萧 陈洪印 上官垠黎 任思超 392

十、神经网络实现方法

1. 一种用于实现ART1神经网络的混合VLSI方法的研究刘汝杰 张思东 396
2. 神经元网络和遗传算法在并行计算机上的实现袁曾任 沈晓晖 覃祖旭 张洪斌 401
3. 连续输入-输出映射下前向神经网络误差分析杨淮玉 何明一 408
4. 比例自变换实现神经网络光学互连华建文 刘立人 李国强 414
5. 基于DSP的并行神经网络信号处理机金延夫 袁锦文 马远良 422
6. 基于BP网络的散射X射线光谱模式识别硬件的研究白春明 靳番 426
7. 微机上的神经网络模拟器高 粤 431
8. 一种用于曲线拟合的新型神经网络设计方法刘汝杰 张思东 436

9. 发展中的生物计算机	王静端	439
--------------------	-----	-----

十一、进化计算

1. 非线性最优中实数型遗传算法的研究	任庆生 叶中行 曾进	442
2. 遗传神经优化算法及其在解组合优化问题中的应用	董永红 王晓冬 余道衡	446
3. Using Genetic Algorithms to Determine Importance Measures Based on Sugeno's Integral	王震源 梁广杨 王佳	450
4. 基于遗传算法的在线参数自寻优动态矩阵控制	陈立 李岗 李治	454
5. 广义遗传算法	董聰	458
6. 非相互独立多目标运输投资问题的遗传算法研究	张拥军 杜文 刘国锋	466
7. 局部优化法解TSP	姜国均 陆生勋	471
8. 稳定的全局收敛的自适应IIR滤波器	朱幼莲 何振亚	475
9. 基于广义遗传算法的青马桥传感器群最优布点设计	董聰 秦权 陈一珉	479
10. 扩频通信中干扰抑制的进化规则滤波技术	孟志浩 何世春 何振亚	485
11. 混合型遗传算法求解通道布线问题	刘兴钊 郑微 张宁 张庆祥	489
12. 基于遗传算法优化网络结构的BP算法及其改进	张志华 赵晖	494
13. 一种非线性自适应滤波的快速算法	朱幼莲 何振亚	497

十二、模糊系统

1. Mixed Probabilistic and Fuzzy Model for Relaxation Labeling (特邀论文)	Hong Yan	501
2. 模糊系统方法研究(特邀论文)	姚敏 张森	505
3. 基于模糊信息论的智能系统分析	李峰 钱清泉	511
4. 模糊推理算法的FPGA实现	李辉 吴蒙	515
5. 基于神经网络的Fuzzy-DCS模糊控制规则校正方法	张景元 高隽 韩江洪	519
6. 模糊集合决策算法及其在多传感器数据融合中的应用	杨新星 焦李成	523
7. G-F-BP: 一种基于遗传算法和模糊推理的快速BP算法	武妍 施鸿宝	527
8. 基于模糊推理的舰艇作战能力评估方法	王建华 王立春 黄国建 曾芬芳 乔佩利 孙海	532
9. 模糊学习算法的参数选择研究	王正磊 靳嵩	538
10. 用于速率识别的模糊模式识别系统的研究	王清焱	542
11. 神经网络、模糊逻辑与遗传算法的结合	何琳 王科俊 金鸿章 李国焱	547
12. BP网络的模糊在线自校正算法	梅胜松 黄焯 方康玲	551
13. GA-NNFZI算法研究及其在加氢裂化装置的应用	钟碧良 毛宗源	555

十三、小波理论与应用

1. 小波框架与Balian-Low定理	李建平 张万革 陈廷槐 徐间之	559
2. 小波分析在数学、物理及工程中的应用	李建平 张万革 徐间之 陈廷槐	565
3. 图像的提升子波分解算法	李万社 保铮	572
4. Bubble小波的构造及其性质研究	袁晓 刘光远 虞厥邦	576
5. 用于信号逼近的最优正交子波设计	姚更生 程世龙	580
6. 矢量网络分析仪中的小波变换模极大值法的应用	方子文 沈庭芝 李乐生 朱少喆	584
7. 基于自适应子波的目标特征提取方法	张艳宁 焦李成	588

8. 基于小波变换的信号延时估计	刘崇春 裴正定 杜锡钰	592
9. 小波变换在脑电信号瞬态特征提取中的应用	吴小培 张德龙	596
10. 基于子波进化网络的雷达目标识别	吴明 焦李成 石卓尔	601
11. 基于离散小波变换的小波网络学习算法及其在心电信号识别中的应用	姚骏 彭汉川 甘强 谢建明	605
12. 利用小波变换进行图像压缩编码	唐向宏 谢书琴	609
13. 能量密度在正交小波神经网络中的应用	沈雪勤 贾向红 吴永清	613
14. 基于小波神经网络的长期预报研究	金龙 秦伟良 罗莹 陈宁	617

十四、数字信号处理

1. 频域非线性多项式自适应滤波	戴宪华	621
2. 基于高阶累积量的自适应回波消除技术	谭丽丽 韦岗	627
3. 用FPGA设计通用可编程接口器件	郑蕾	631
4. 不同脑功能状态下脑电信号的双谱分析	沈民奋 沈凤麟	635
5. 舰船线谱信号的多径时延估计	吴中明 李云魁 刘朝晖	639
6. 一种非平稳信号盲分离的神经网络方法	刘瑶 朱幼莲 何振亚	643
7. 分布式多传感器目标检测中的数据融合	张都应 向健勇 贺利洁	647
8. 电子设计自动化EDA与现场可编程门阵列FPGA	郑蕾	651
9. 高性能多传感信息转换处理软件实现	周先敏 刘捷	655
10. 任意相应二维FIR滤波器综合的一种神经网络方法	谭营 何振亚	659
11. Arbitrary-length linear-phase paraunitary cosine-modulated filter banks	高西奇 何振亚	663

十五、语音信号处理

1. 基于堆栈推广原理的HMM/MFNN混合模型用于说话人辨认	包威权 陈珂 迟惠生	669
2. 连续语音识别中的音节切分和四声判别	罗宁 谢新艳	673
3. 基于CDCPM模型的语音识别拒识方法	徐明星 郑方 吴文龙	677
4. 一种用于语音识别的电流型模糊处理器	林谷 石秉学	681
5. 基于混沌编码的容错性语音识别	顾明亮 张毅锋 王太君 何振亚	685
6. 神经网络语音识别新特征	顾明亮 王太君 史笑兴 何振亚	689
7. 一种CDHMM/MLP混合模型及其在语音识别中的应用	史笑兴 顾明亮 王太君 何振亚	693
8. 一种应用神经网络的实时语音增强方法	韦晓东 胡光锐	698
9. 区分训练用于连接数字语音识别	张春涛 吴善培	702
10. 混合ANN/HMM方法用于连续语音识别的研究	李全在 陈道文	707
11. 模糊自组织神经网络在语音识别中的应用	傅国康 赵荣椿	710
12. 听觉侧抑制网络提取基音频率法	张红 卢绪纲 宋俊厚	714
13. 一种连续语音识别系统的切分方法	丁宜栋 张来顺 潘正运	720
14. 基于谱波搜索和跟踪的基音提取方法	周旭东 赵鹤鸣 金延庆	725

十六、图像处理与分析

1. 基于阈值和模糊规则的图象分割方法	徐立亚 林纯青 戚飞虎	729
2. 基于神经网络的彩色图象分割	陶德元 何小海 吴小强 李颂	732
3. 文本字符智能分割方法	蒋隽 叶芩芸 戚飞虎	736
4. 一种基于神经网络的纹理分割方法	张军 戚飞虎	740
5. 对低信噪比图象生成目标边界的一种方法	张玲华 盛利	745

6. 基于分形理论的图像边缘检测	李万社 金路	750
7. 复杂背景下的文字目标提取	尹虎君 叶芎芸 戚飞虎	754
8. 三维运动目标识别的姿态网络方法	钟锦台 荆仁杰 姚庆栋	759
9. 一种基于BP的Hebbian混合算法在遥感图像分类中的应用	杜慧茜 梅文博 李德生	765
10. Hough变换在印章鉴别中的应用	李卫东 陈燕新 戚飞虎	769
11. 磁共振脑功能成像中的头部运动校正	刘景文 孙沛	774
12. 基于Hopfield网络的运动对应技术	刘国锋 诸昌铃 张拥军	780
13. 用二维DFT分析亚奈取样的NTSC信号的三维谱	房胜汛 王旭光	785
14. 空间三维立体真实图形可视性的数值表示	叶球孙	789

十七、语音和图像编码

1. 低速率多媒体终端中的语音传输技术	李伟 朱江海 戚飞虎 周磊	795
2. 基于ADSP2181的4.2kbps CELP编码的实时实现	李作友 江太辉 李海州	799
3. 改进型预测多脉冲LPC编码器的参数计算方法	蒋保臣 郑亚民	804
4. 低速率多媒体终端中的视频编码技术	李伟 朱江海 戚飞虎	808
5. 一种用于视频编码的块特征匹配预测搜索算法	骆立俊 邹采荣 何振亚	812
6. 模型基方法在图象编码中的应用与改进	曹宁 吴琰 王小玮	816
7. 彩色图象高维复合向量的模糊分色	孙薇 何永保	821

十八、模式识别

1. The Merging Behaviour for Linear Feedforward Neural Network Classifiers (特邀论文)	黄德双	826
2. A Method for Enhanced Generalization Capabilities of Radial Function Network Classifiers (特邀论文)	黄德双	831
3. 非线性输出前馈网络分类器的分类机理(特邀论文)	黄德双	837
4. 一种新的多神经网络分类器集成方法	林晓帆 吴佑春 丁晓青	841
5. 自适应模糊C-壳聚类神经网络及其在椭圆和椭圆面识别中的应用	李文化 谢维信 何振亚	846
6. 字符识别的多分类器集成技术	朱国霞 叶芎芸 戚飞虎	853
7. 基于径向基函数网络的地图数字注记识别	张子敬 杨云	857
8. 基于句法规则和面向对象的乐谱识别系统	张登胜 马颂德	861
9. 基于自适应神经网络判决树的人脸识别研究	顾庆寿 宋策方 朱卫平	865
10. 基于神经网络的形状识别系统及优化	高隼	869
11. 一种基于神经网络的目标分类方法	张艳宁 焦李成	874
12. 模式识别与病毒对抗	王锡林 李瑞宏	878

十九、通信信号处理

1. GSM中身份认证协议的研究与实现	杨涛 何晨 蒋铃鸽	881
2. 非理想信道多用户数字信号的盲分离	张昕 胡波 凌璧亭	885
3. 神经网络优化算法在分组码软判决译码中的应用	柏春燕 谢显中 王新梅	891
4. Hopfield神经网络在B-ISDN路由选择中的应用	孙文生 刘泽民	895
5. 基于BP模型的神经网络卷积码译码算法	刘华章 袁东风	899
6. 软判决反馈BP模型神经网络卷积码译码方法	刘华章 袁东风	903

二十、雷达信号处理

1. 基于短时付里叶变换的目标识别方法	王蕴红 刘国岁	907
2. 交错脉冲序列法测试公式在多普勒气象雷达上的应用	刘立程 翁向辉 刘力 余英林	911
3. 用MNN提高跟踪式卡尔曼滤波器估计精度	周津娟 韩明华 袁乃昌 刘克成	915
4. 米波雷达多目标回波信号的神经网络方向估计	陈小惠 黄银度	919
5. 基于Cyclostationary信号特性的自适应波束形成技术	陈宇欣 何振亚	924
6. 一种用于雷达目标识别的神经网络分类算法	文仕云 秦江敏 徐毓	928
7. HRR雷达目标一维像的结构特征分析	陈大庆	932
8. 基于一维平均距离像矩特征的飞机目标识别	付耀文 黎湘 庄钊文	939
9. 基于改进RBF神经网络的舰载雷达辐射源识别	王建华 孙红杰 黄国建 曾芬芳 宿延吉 孙海	943
10. 应用神经网络方法实现目标识别	郭志恒 刘隆和 王晓红	948
11. 基于高阶统计的空间谱估计技术	唐斌 施太和	953

二十一、其它应用

1. A Hybrid Method of Forward Neural Network and Random Optimization and Its Applications to Credit assessment	袁曾任	957
2. 一种新颖的有源电力滤波器神经元自适应控制系统	廖明 吴宁 周维维	960
3. 神经网络分类器在多参量继电保护中的应用	陈维荣 钱清泉	965
4. 基于Hopfield联想记忆神经网络的高压输电线路故障诊断的研究	姜惠兰 孙雅明 杨争林	969
5. 对Chakradhar等人的时滞测试能量模型的改进和研究	王勇 蒋光 禹	973
6. 人工神经网络在医疗技术中的应用	高嵩 张景元 张维勇	978
7. 基于人工神经网络的热电偶模型估计	庄哲民	982
8. 改进型BP算法在岩性划分中的应用研究	史治平 靳蕃 白春明	986
9. 应用于有源电力滤波器的神经元自适应谐波电流检测方法	王群 吴宁 江泽佳	990
10. BP网络应用于故障诊断的输入输出量改进方法的研究	周玲 丁晓群 袁宇波 胡浩 王志贤 安宗贵	994
11. BP神经网络在岩相、沉积环境自动识别中的应用研究	李春生 许少华 龚声荣 杨立光	998
12. 人工神经网络用于红外光谱定性分散染料	付大友 何亦华 丁乃立 吴莲珍	1002
13. 神经网络方法在集成预报中的应用	金龙 陈宁 秦伟良 曾九芳	1006
14. 红细胞增多症的智能型综合诊断法	朱双东 顾忠民 赵建国	1010
15. 神经网络方法在油气田产量预测中的应用	胡泽	1013
16. BP网络函数逼近法储层参数预测及精度分析	陈道德 陈富贵	1017
17. Chaos detection: LID algorithm based on local neymark decomposition	Wenjiang Pei. Songlin Li. Shenglin Yu. Luxi Yang and Zhenya He	1021
18. Chaos detection: A fuzzy bound method based on the enlarged scaling ranges algorithm	Wenjiang Pei. Jun Huang, Shenglin Yu, Luxi Yang and Zhenya He	1025

印刷汉字识别特征的神经网络自动提取方法

赵明生 吴佑寿

清华大学电子工程系信息教研室(北京 100084)

一、引言

识别特征是影响模式识别系统性能指标的最重要的因素之一。在现有的汉字识别系统中,汉字的识别特征是由设计者根据经验人为选取的。一个汉字识别系统的性能同设计者的关系十分密切,不同的设计者设计出的系统可能差别很大,这往往是由于他们确立的识别特征的差异而造成的,因而,汉字识别特征已成为汉字识别技术的核心。

虽然凭人的经验选取的特征在不少 OCR 系统中取得了相当的成功,但性能不高或研究不成功的识别系统例子也为数不少。不难看出这种强烈依赖人的智能的做法有一些缺点:首先系统的自适应能力差。一旦特征由人选定以后,就不能在系统训练学习过程中发现新的有效特征或删除那些作用不大的特征,改善系统的识别性能十分不容易;其次,特征的有效性难以保证。由于汉字的统计特性十分复杂,目前还没有度量特征有效性的良好手段,这种凭人的经验而非严格的论证确立的特征,往往使有效的识别特征难以被发现。相反,负面影响可能较大;再次,研发周期长,代价大。由于人的经验需要长期的探索工作的积累,人反复的实验也不可能遍历所有的情况,因而时间及物质上的花费都将很大;最后,系统的智能性差。特征的选择完全受人的制约。系统自身缺乏自组织、自学习能力,不能针对新的问题自动发现新的特征或改进已有的识别特征。

人为确定特征的诸多局限性,严重地影响了模式识别系统的实现和性能,探索由机器自动地对要解决的特定问题,自适应地提取有效的识别特征是从事模式识别研究的工作者们所向往的目标。一旦这一目标能够达到,则将使系统的智能性有显著的提高。

本文正是瞄准这一目标在印刷汉字识别方面展开研究工作的。首次提出了一种神经网络自动提取印刷汉字识别特征的新技术。这一技术在我们研制的精神 1 型神经网络汉字识别系统中取得了良好的应用效果。

二、人的初级视觉系统多通道信息处理特性和印刷汉字的特点

有研究表明(斯华龄, 1992),在人的视觉系统的初级部分中至少包含 7 个不同频带的空间频率通道,每个通道相当于一种滤波器,只允许空间频率在一定范围之内的信号通过。人眼的多通道结构的作用大致如下:

1. 低频通道只允许空间频率较低的信号通过,得到的是较模糊的图象,其作用是对被观测对象的粗分类。例如区分是汽车还是飞机等。

2. 高频通道得到的是空间频率高的信号,主要显示出物体的边缘等细节,信号比较细小微弱,高频通道的作用一般是在一个相对较大的类别内进行小类别的区分,如判别该战斗机是 F19 战斗机还是 F15 等。

3. 中频通道得到的信号,其特征是介于低频图象和高频图象之间,能显示出一定的细节及比较明显的特点,其作用一般是进行模式的子结构识别,例如区分汉字“计”字左半部分的偏旁是“讠”还是“讠”等。

另外,人眼观测物体时,当空间频率很高时,灵敏度随频率 f 的增大呈指数下降趋势,这表明人眼无法分辨过于精细的结构,在低频部分,灵敏度随频率的降低,按频率的平方形式下降,这意味着过于平缓的空间变化人眼也难以辨别出来,人眼只对一定范围内的空间频率比较敏感。

人眼是怎样认识汉字的,其机理目前尚不清楚,但汉字的一些特点很适合于模仿人眼视觉的多通道特性进行处理。

若统一规定汉字图象的大小为 48×48 的点阵并以此考察汉字变形及彼此差异的大小, 则有以下规律及特点:

1、同一字的不同字体变形, 以及印刷和扫描二值变化等造成的图象上的差异, 一般来说比较小, 大约在 5 个象素大小以内, 表现为较高频的信号变化, 发现这种变化要较高的空间分辨率。

2、对相似字来说, 由于一般是在子结构或某一笔划上有差别, 这种差别以象素个数衡量大约为五到三十个象素左右, 表现为中频信号变化, 发现这种变化要中等的空间分辨率。

3、不相似字的差异最大, 它们的差异约为三十个象素以上, 属于低频变化的信号, 用低的空间分辨率就能分辨这种差别。

从以上分析的特点看, 初级视觉系统的多通道信息处理特性很适合于汉字识别处理。低频通道的输出有利于不相似字的辨识, 而中频通道的输出则有利于相似字的辨识, 高频通道的输出可当作干扰信号滤除。

三、汉字识别特征提取方法

这里所说的汉字特征提取包含两层意思: 其一是汉字特征的抽取, 其二是识别特征的选择。分清这两部分是很益的。

汉字特征抽取的目标是使抽取的特征最大限度地保留模式的有效信息, 而同时又最大限度地抑制非有效信息, 如噪声、变形的干扰。识别特征选择是针对某一特定的识别任务, 为达到有效识别的目的, 选择那些最主要的特征。这种选择可以理解为对原始特征各维分量的线性或非线性组合, 选择后的特征维数一般要比原特征维数少。

上述的概念表明, 抽取的特征反映了模式的本质特征, 一般可由这些特征在某种最优的准则下恢复原模式, 但并不是其每一维特征对识别都有用。而选择的识别特征对完成某一特定的识别任务有意义, 并不一定含有原模式足够的信息, 但一定要包含区分模式集合中不同模式的信息。下面我们分别介绍汉字特征抽取器和分析器:

3.1. 多分辨率分析抽取汉字特征

人的初级视觉系统可以看成是一种很好的图象特征抽取器, 因为初级视觉系统得到的多通道图象信号还不能形成视觉意识, 它是为不同的辨识目的而产生的原始特征, 以供更高层的视觉系统分析和理解。从这个意义上说, 我们可以模仿人的初级视觉系统的多通道信息处理特性设计汉字的特征抽取器。根据汉字的特点, 提取中频和低频分量作为原始特征, 滤除主要是干扰的高频分量。中频信号主要用于相似字和极相似字识别, 低频信号主要用于非相似字识别。

从数学上说, 小波变换对模仿人的初级视觉系统的多通道信息处理特性十分理想。小波变换有十分良好的空间分辨率和空间频率分辨率处理特性, 且有快速高效的算法。最典型的快速算法是 Mallat 的多分辨率分析小波算法(Mallat, 1989a-b)。Mallat 在图象分解和重构的塔式算法(Pyramidal algorithm)的启发下, 基于多分辨率逼近的思想, 提出了塔式多分辨率分解与综合算法。Mallat 算法在小波分析中的地位颇似 FFT 在经典付里叶分析中的地位。

二维图象信号进行一次二维 Mallat 分解以后, 得到如图 1(a)所示的四种不同的分辨率的图象块, 图中, LL 块表示水平垂直均为低频分量的信号, HL 块表示水平高频、垂直低频的分量, LH 块表示水平低频、垂直高频的分量, HH 块表示水平、垂直均为高频分量, LL 块的分辨率最低, 而 HH 块的分辨率最高。

我们在汉字特征抽取中选用的小波函数为 Daubechies 小波基函数的四点滤波器(Daubechies, 1988), 低通滤波器系数为: {0.4829629131445341, 0.8365163037378079, 0.2241438680420134, -0.1294095225512604}, 高通滤波器系数为: {0.1294095225512604, 0.2241438680420134, -0.8365163037378079, 0.4829629131445341}。这样的滤波器长度相对于汉字 48×48 点阵图象具有较好的空间分辨率和空间频率分辨率, 同时计算简洁、快速, 实验表明是合适的。

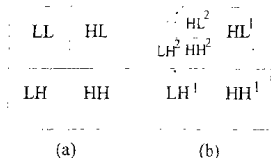


图 1. 小波变换后各通带子图象的分布
(a)一次变换, (b)三次变换

抽取汉字特征的做法是: 对 48×48 汉字点阵图象做三次 Mallat 分解, 得到如图 3.1(b)所示的分解图象, 取左上角的四个标有阴影部分的小块, 作为抽取的汉字小波特征。这样取的好处是被抽取部分的空间分辨率满足不相似字、相似字和极相似字辨识的需要, 同时又有效地避免了高频干扰的影响。

3.2. PCA 网络选择汉字识别特征

压缩特征维数, 除去相关性, 保留模式类别的可分性是特征选择的主要作用。有一些变换能起到这个作用, 如离散 Fourier 变换、离散余弦变换和 K-L 变换 (Karhunen-Loeve)。K-L 变换在最小均方误差的意义上说是最优的, 它能在变换后的前几个方差最大的分量(即主成分)中最大限度地保留信号的能量同时又能获得完全的去相关。

但 K-L 变换的缺点是不太容易实用。在神经网络中, 有一类称为主成分分析 (PCA) 的神经网络可以十分有效地抽取特征数据的主成分, 主成分即为特征数据在其协方差阵的最大特征值所对应的特征向量方向上的投影。这一投影方向往往代表了不同模式类分布最开方向。这一类神经网络方法不需要计算输入数据的协方差阵, 只需对输入数据进行串行的学习就能使神经元的权值收敛到主方向上 (最大特征值对应的特征向量方向), 从而神经元的输出即为主要特征。

主成分分析神经网络最早是由 Oja(Oja, 1982)提出的, Sanger(Sanger, 1989), Foldiak (Foldiak, 1989)等人在 Oja 的基础上先后又发展了一些新算法。我们在本系统中采用了 Sanger 的 GHA (广义 Hebb 算法) 方法用于特征选择。因为该方法实现的是 K-L 变换, 且能够依次计算前任意 M 个主方向 and 主成分。

Sanger 提出了一种“广义 Hebb 算法 (GHA)”用于一种单层线性神经元前传网络的学习, 可以获得输入矢量的主成分。Sanger 的 GHA 学习规则是这样的:

$$W_{ji}(t) = W_{ji}(t-1) + \mu V_j(t) \left[\xi_i(t) - \sum_{k=1}^M W_{ki}(t) V_k(t) \right] \quad (1)$$

这里 $W_{ji}(t)$ 为第 j 个神经元的第 i 个权值在第 t 次学习后的权值;

$V_j(t)$ 为第 j 个神经元的在第 t 次学习时刻的输出;

$\xi_i(t)$ 为第 t 次学习的输入矢量的第 i 个分量。

对于 Sanger 的 GHA 学习 PCA 网络, 权矢量 w_j 为第 j 个主成分方向。GHA 使权矢量收敛到正交单位矢量, 即 $W_j^T W_j = \delta_{jj}$, 网络输出是输入矢量在其前 M 个主分量方向张成的子空间上的投影。

很明显, 该算法使第一个主成分由第一个神经元独立于其它神经元进行学习, 而第二个神经元只接受第一个神经元的反馈, 以此类推。由于它是依次抽取各个主分量, Sanger 的 GHA 规则在实践中比较实用。GHA 执行的是 Karhunen-loeve 变换, 不同的输出是统计不相关的。随着 j 的递增, 神经元输出的方差单调减小。

神经元输出的方差大小在一定程度上反映了输入模式特征在该神经元权矢量所表示的方向上的相关性, 若方差小则该维特征的相关性强, 对分类的作用小, 反之则表明不同模式在该方向上分布得开, 相关性弱, 对分类的作用大。因而, 在汉字特征选择中, 可用神经元输出的方差来确定要提取的主分量的个数, 亦即特征选择的维数。

我们定义归一化主分量的方差:

$$\bar{\sigma}_k^2 = \sigma_k^2 / \sigma_1^2 \quad (1 \leq k \leq M) \quad (2)$$

其中 σ_1^2 为第一主分量的方差 (即特征值), σ_k 为第 k 个主分量的方差。

利用 $\bar{\sigma}_k^2$ 确定特征维数时, 我们选择一个较小的数作为门限值 (例如 0.1, 0.2 等), 并把 $\bar{\sigma}_k^2$ 小于此门限的最大 k 值取为要选择的有效特征维数。

四、实验及结果

为验证本文提出的印刷汉字识别特征自动提取方法的有效性, 我们选择几组汉字相似字为例, 给出特征提取的结果。为使读者对特征提取的有效性作出直观的判断, 本实验将提取的前几个主分量在二维的特征平面上显示出来。

之所以选择相似字作为实验的例子, 是因为相似字模式比较相近, 较非相似字更难识别。用它作例子比较有说服力。另外, 相似字的模式集合较小, 容易用少数几个主分量直观地看出特征提取的效果。当模式类数较多时, 为使模式之间有较大的可分性, 特征的维数要随之增加, 不易用直观的方式显示出来。

图 2、图 3 和图 4 分别示出了相似字组 {“板, 坂, 扳”}, {“午, 千, 干”} 和 {“幼, 幼, 动”} 的前二维主特征的提取结果, 图 5 示出了含 6 个相似字的相似字集 {“何, 河, 间, 问, 同, 向”} 特征提取的直观结果。其中, 图 5(a) 列出了第一、二两维主特征分布图, 图 5(b) 示出了第一、三两维主特征的分布图, 图 5(c) 为第二、三两维主特征的分布图。实验中每个模式用了 24 个样本。

实验的做法是按第三节的多分辨率分析特征抽取方法, 首先对归一化的 48×48 汉字点阵做三次 Mallat 小波变换, 取变换图中左上角频率最低的 $12 \times 12=144$ 维小波系数为特征抽取的结果, 再用 Sanger 的 PCA 网络依此选择小波特征的主成分。在实际应用中, 归一化主分量方差用于控制特征选择的维数。

从实验的结果看, 本文的特征提取方法有以下几个特点:

- 1) 噪声等干扰的影响受到了较好抑制。因为从图中看每类模式的样本分布比较密集。
- 2) 提取的特征有良好的可分性。图中结果显示出不同类模式分布较疏散, 同一类模式样本分布较紧密。
- 3) 维数压缩很大。提取的相似字的前几个特征就具有良好的可分性。这是因为主成分分析神经网络实现的是 K-L 变换, 极大地除去了冗余特征信息。

采用本文提出的特征抽取方法的清神 I 型神经网络汉字识别系统对 3755 个印刷汉字的识别率优于 97%, 表明这种特征提取方法是可行的。

参考文献

- 吴佑寿, 丁晓齐, 汉字识别——原理、方法与实现, 高等教育出版社, 1992.7。
 斯华岭, 电脑人脑化: 神经网络——第六代计算机, 北京大学出版社, 1992.10。
 Földiák, P. (1989), Adaptive network for optimal linear feature extraction, in *Int. Joint Conf. Neural Networks*, Washington, DC, pp. 1401-1406.
 Mallat, S. G. (1989a), A theory for multiresolution signal decomposition: the wavelet representation, *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intell.*, Vol. PAMI-11, pp. 674-693.
 Mallat, S. G. (1989b), Multifrequency channel decompositions of images and wavelet models, *IEEE Trans. Acoust., Speech, Signal Processing*, Vol. ASSP-37, pp. 2091-2110.
 Oja, E. (1982), A simplified neuron as a principal component analyzer, *J. Math. Biology*, Vol. 15, pp. 267-273.
 Sanger, T. D. (1989), Optimal unsupervised learning in a single-layer linear feedforward neural network, *Neural Networks*, vol. 2, pp. 459-473.

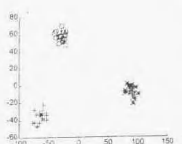


图 2. 相似字{板(o), 极(+), 扳(*)}的前二维主特征分布图

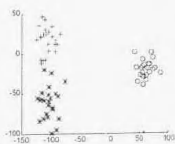


图 3. 相似字{午(o), 手(+), 干(*)}的前二维主特征分布图

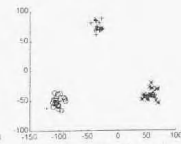


图 4. 相似字{幼(o), 劫(+), 动(*)}的前二维主特征分布图

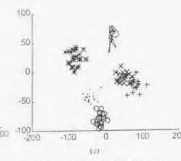
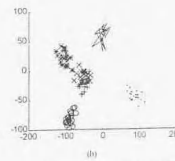
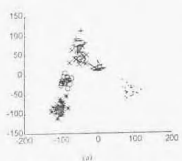


图 5. 相似字{河(o), 河(*), 间(+), 间(x), 同(-), 向(.)}的前三维主特征分布示意图
(a) 第一、二主特征分布图 (b) 第一、三主特征分布图 (c) 第二、三主特征分布图