

自动化学院

031 系

论文编辑清单

自动化学院

序号	作者姓名	职称	单位	论文题目	刊物名称	年卷期
1	张绍杰 胡寿松	讲师 教授	031 031	基于MATLAB Web Server的“自动控制原理”在线仿真网站设计	南京航空航天大学学报 (社会科学版)	2006 8 (1)
2	刘春生 胡寿松	副教授 教授	031 031	基于状态观测器的非仿射非线性系统鲁棒自适应跟踪控制	信息与控制	2006 年35 卷 6 期
3	刘春生 胡寿松	副教授 教授	031 031	一类状态不可测非线性时滞系统的神经网络故障诊断	应用科学学报	2006 年 24 卷 5 期
4	刘春生 胡寿松	副教授 教授	031 031	Neural network fault diagnosis for a class of nonlinear time-delay systems	6th IFAC Symposium on Fault Detection, Supervision and Safety of Technical Processes	2006. 9
5	徐国峰 刘春生	硕士 副教授	031 031	非线性倒立摆起摆和稳定控制研究	计算机仿真	2006 年 11 期
6	高 松 刘春生	硕士 副教授	031 031	组件技术在液位控制仿真系统中的运用	计算机仿真	2006 年12期
7	汪理虎 刘春生	硕士 副教授	031 031	RTP/RTCP协议下MPEG-4视频流传输系统应用研究	工业控制计算机	2006 年3期
8	张爱祥 刘春生	硕士 副教授	031 031	基于神经网络的传感器非线性误差校正	传感器世界	2006 年12
9	胡寿松 何亚群 张 敏	教授 博士 博士	031 031 031	Compatibility rough-fuzzy set and compatibility fuzzy-rough set	Dynamics of continuous, Discrete and Impulsive Systems	2006 (增)
10	张正道 胡寿松	博士 教授	031 031	Modeling time series based fault prediction for model unknown nonlinear systems	Dynamics of continuous, Discrete and Impulsive Systems	2006 (增)
11	杜贞斌 胡寿松	博士 教授	031 031	Tracking control for a class of uncertain nonlinear time-delay systems based on fuzzy method	Dynamics of continuous, Discrete and Impulsive Systems	2006 (增)
12	张军峰 胡寿松	博士 教授	031 031	Nonlinear time series fault prediction based on clustering and SVR	6th IFA Symposium on Fault Detection, Supervision and Safty of Techni-cal Process	200608
13	肖 迪 胡寿松	博士 教授	031 031	A self-organizing map method based on real rough sets space and its application	Chinese Journal of Aeronautics	2006, 19 (1)
14	肖 迪 胡寿松	博士 教授	031 031	一种基于粗糙K均值椭圆函数神经网络	南京航空航天大学学报	2006, 38 (3)
15	杜贞斌 胡寿松	博士 教授	031 031	多输入多输出多重时延非线性系统的自适应模糊控制	控制理论与应用	2006, 23 (5)
16	杜贞斌 胡寿松	博士 教授	031 031	多输入多输出非线性的间接自适应模糊跟踪控制	应用科学学报	2006, 24 (1)
17	蔡俊伟 胡寿松	博士 教授	031	基于迭代学习观测器的容错控制	南京航空航天大学学报	2006, 38 (增)

论文编辑清单

18	孙新柱 胡寿松	硕士 教授	031	基于区域极点配置的 不确定线性系统可靠跟踪控制	南京航空航天大学学报	2006, 38(增)
19	胡寿松 徐德友 张军峰	博士 博士 教授	031	Intelligent fault diagnoses of fighter control surfaces based on rough neural networks	Journal of Nature Science Nanjing Normal University	2006, 8(2)
20	李本岭 陆宇平	硕士 教授	031	高超声速飞行器非对称分离动力学建 模与仿真	长春理工大学学报	2006年 01期
21	周广宏 陆宇平	硕士 教授	031	基于无线局域网(WLAN)的远程控制系统	长春理工大学学报	2006年 01期
22	陈洋, 陆宇平	硕士 教授	031	机器人实时远程控制系统及其开发库 的设计与实现	电子技术应用	2006年 02期
23	李丽荣 陆宇平 沈春林	讲师 教授 教授	031	直升机超低空突防辅助系统关键技术 研究	飞机设计	2006年 03期
24	李丽荣 陆宇平 沈春林	讲师 教授 教授	031	直升机超低空突防辅助系统技术研究	航空电子技术	2006年 03期
25	刘燕斌 陆宇平	博士 教授	031	基于变结构理论的高超音速飞机纵向 逆飞行控制	信息与控制	2006年 03期
26	周永前 刘萍, 陆宇平	硕士 硕士 教授	031	OpenGL多窗口显示质量的提高	长春理工大学学报	2006年 04期
27	郑成军 陆宇平 何真	硕士 教授 博士	031	嵌入式大气数据传感系统的改进算法 (英文)	中国航空学报(英文版)	2006年 04期
28	刘燕斌 陆宇平	博士 教授	031	高超音速飞机鲁棒自适应控制的研究	宇航学报	2006年 04期
29	何真 陆宇平 郑成军	博士 教授 硕士	031	一种新的非最小相位系统的控制方法	信息与控制	2006年 05期
30	刘燕斌 陆宇平	博士 教授	031	非线性自适应控制在无尾飞控系统 中的应用	航空学报	2006年 05期
31	郑成军 陆宇平	硕士 教授	031	广义逆在嵌入式大气数据传感系统 中的应用	传感器与微系统	2006年 05期
32	高璐 陆宇平	硕士 教授	031	利用DataSocket技术实现传感器远程 校准	江南大学学报	2006年 06期
33	刘燕斌 陆宇平	博士 教授	031	非线性动态逆控制在高超飞控系统 中的应用	应用科学学报	2006年 06期
34	郑成军 陆宇平 高璐	硕士 教授 硕士	031	BP网络在嵌入式大气数据传感系统 中的应用	测控技术	2006年 06期
35	高璐 陆宇平	硕士 教授	031	一种动态非线性模型传感器的辨识和 补偿方法	微计算机信息	2006年 07期
36	杨星 陆宇平	硕士 教授	031	一种用于彩色图像目标识别的自适应 阈值分割方法	计算机与数字工程	2006年 08期
37	刘燕斌 陆宇平	博士 教授	031	基于 H_∞ 最优控制理论的高超声速飞 机纵向逆控制	系统工程与电子技术	2006年 12期
38	王志胜 王道波	副教 授、 教授	031	含理想控制策略和期望轨道的最优控 制	控制与决策	2006, 21, 1

论文编辑清单

39	张玉洁 杨一栋	硕士 教授	031	Integrated flight thrust control via LMI-based H^∞ Synthesis in automatic carrier landing system	Proceedings. 2006 International conference on intelligence for modelling, control and automation jointly with international conference on intelligent agents, web technologies and internet commerce	2005年
40	张元生 杨一栋	博士 教授	031	Harmonic amplitude-phase adaptive control and its application in three-axis simulators	Journal of Harbin institute of technology (new series)	2005. 12. 5
41	杨柳 杨一栋 王新华	硕士 教授 讲师	031	基于USB的波分复用光传飞行控制系统的开发	光通信技术	2006. 30. 9
42	张玉洁 杨一栋	硕士 教授	031	保持飞行迎角恒定的动力补偿系统性能分析	飞行力学	2006. 24. 4
43	张树坤 杨一栋	硕士 教授	031	用于光传操纵系统的超高速实时光纤网络研究	海军航空工程学院学报	2006. 21. 3
44	李众 杨一栋	博士 教授	031	一种新的基于二维云模型不确定性推理的智能控制	控制与决策	2005. 20. 8
45	金益辉 杨一栋 王新华	硕士 教授 讲师	031	光传伺服舵机的实现技术研究	机电一体化	2006. 12. 6
46	王宁 王从庆	硕士 生 副教授	031	高斯粒子滤波器及其在非线性和估计中的应用	南京航空航天大学	2006 年38 卷 Sup. 期
47	王从庆 袁华	副教 授 硕士 生	031	一种面向遥操作的多指手Multi-agent模型结构	机器人	2006 年28 卷 2 期
48	王从庆 石宗坤	副教 授 硕士 生	031	自由浮动空间双臂机器人抓持内力的优化控制	宇航学报	2006 年27 卷 1 期
49	马志峰 王从庆	硕士 生 副教授	031	一种基于强化学习的多指手位置控制方法	计算机测量与控制	2006 年14 卷 7 期
50	陈谋 姜长生 吴庆宪	副高 教授 教授	031	基于多模型方法的全包络鲁棒飞行控制器设计	航空学报	2006, 27(3)
51	陈谋 姜长生 吴庆宪	副高 教授 教授	031	基于干扰观测器的一类不确定非线性系统鲁棒 H^∞ 控制理论与应用		2006, 23(4)
52	陈谋 姜长生 吴庆宪	副高 教授 教授	031	利用样本向量空间位置关系的目标识别方法	光电工程	2006, 33(195)
53	姜斌	教授	31	Fault accommodation for a class of nonlinear systems	IEEE Trans. On Automatic Control	2006 年 51 卷 9 期

论文编辑清单

54	姜斌	教授	31	Active Fault tolerant Control for Discrete-time Systems with Flight Application	控制工程	2006 年 13 卷 6 期
55	姜斌	教授	31	Actuator Fault Tolerant Control in Nonlinear Continuous-time Systems	全球智能控制	2006
56	杨浩 冒泽慧 姜斌	博士 博士 教授	31	Model-based fault tolerant control for a class of hybrid systems with sensor fault	自动化学报	2006 年 32 卷 5 期
57	杨浩 姜斌 王建梁	博士 教授 博士	31	A Fault Detection and Accommodation Framework For Dynamic Systems With Control Effector Failures	第一届国际航空航天控制会议 (ISSCAA)	2006
58	杨浩 姜斌	博士 教授	31	Adaptive fault tolerant strategy for a class of hybrid systems with faults independently effecting on outputs	IFAC 安全控制会议	2006
59	冒泽慧 姜斌 张颖伟	博士 教授 博士	31	Fault Accommodation For a Class of Nonlinear Flight Control Systems	第一届国际航空航天控制会议 (ISSCAA)	2006
60	冒泽慧 姜斌	博士 教授	31	Fault-tolerant Control For MIMO Networked Control Systems with Uncertainties	全球智能控制会议	2006
61	赵钦君 姜斌 陈复杨	博士 教授 讲师	31	基于故障检测的自适应重构控制及其在飞控系统中的应用	系统工程与电子技术	2006 年 28 卷 12 期
62	董敏 姜斌	硕士 教授	31	基于模糊观测器的非线性系统的故障诊断	烟台大学学报 (自然科学与工 程版)	2006 年 19 卷
63	许域菲 马春武 姜斌	硕士 硕士 教授	31	基于电梯群控系统智能技术的研究和算法设计	烟台大学学报 (自然科学与工 程版)	2006 年 19 卷
64	王剑非 姜斌 王定成	硕士 教授 硕士	31	基于支持向量回归的故障诊断	全国石油化工生产安全与控 制学术交流会	2006
65	樊春霞 姜长生	博士 教授	南航	基于标准混沌映射的图像加密/解密算法	哈尔滨工业大学学报	2006, Vol. 38 (1)
66	朱亮 姜长生 方炜	博士 教授 博士	南航	基于MAS的空天飞行器自主控制系统设计	南京航空航天大学学报	2006, Vol. 38 (1)
67	朱志宇 姜长生	博士 教授	南航	基于混沌神经网络的多目标跟踪技术研究	中国造船	2006, Vol. 47 (1)
68	张冰 姜长生 刘维亭	博士 教授 博士	南航	基于LMI理论的舰船电力系统稳定器的设计	中国造船	2006, Vol. 47 (1)
69	王岩青 姜长生	博士 教授	南航	中立型线性系统时迟独立状态观测器的设计	吉林大学学报	2006, Vol. 44 (2)
70	朱亮 姜长生 方炜	博士 教授 博士	南航	基于非线性干扰观测器的不确定非线性系统鲁棒轨迹线性化控制	信息与控制	2006, Vol. 35 (6)
71	贺乃宝 姜长生	博士 教授	南航	基于Lyapunov方法的非线性系统自适应观测器设计	南京航空航天大学学报	2006, Vol. 38 (3)
72	朱亮 姜长生 陈海通 方炜	博士 教授 博士 博士	南航	基于单隐层神经网络的空天飞行器直接自适应轨迹线性化控制	宇航学报	2006, Vol. 27 (3)

论文编辑清单

73	刘扬正 姜长生 林长圣	博士 教授 博士	南航	拓扑等价Lorenz系统混沌同步的线性反馈控制	系统工程与电子技术	2006, Vol. 23 (12)
74	陈海通 姜长生	博士 教授	南航	非线性不确定系统的模糊自适应 输出反馈跟踪	中国科学院研究生院学报	2006, Vol. 23 (6)
75	黄国勇 姜长生	博士 教授	南航	一类非线性不确定系统自适应 Terminal滑模控制方法	系统工程与电子技术	2006, Vol. 28 (11)
76	王岩青 姜长生	博士 教授	南航	传感器失效不确定中立型时迟系统的鲁棒容错控制	解放军理工大学学报	2006, Vol. 7 (2)
77	黎 明 姜长生 朱荣刚 吴庆宪	博士 教授 博士 教授	南航	巡航导弹末制导的景象匹配快速算法	弹箭与制导学报	2006, Vol. 26 (1)
78	陈海通 姜长生	硕士 教授	南航	自适应模糊H控制在导弹自动驾驶仪中的应用	兵工自动化	2006, Vol. 25 (3)
79	朱荣刚 许 泮 姜长生	博士 博士 教授	南航	粗集理论中不相容规则的一种修正算法	电光与控制	2006, Vol. 13 (2)
80	王岩青 赵金华 姜长生	博士 博士 教授	南航	一类非线性不确定时迟系统的记忆与无记忆复合H 状态反馈控制	电光与控制	2006, Vol. 13 (2)
81	黄玲玲 吴庆宪 姜长生	硕士 教授 教授	南航	巡航导弹航迹控制中景象匹配快速算法研究	航空兵器	2006, 总第 235, No. 5
82	朱亮 姜长生 方 炜	博士 教授 博士	南航	空天飞行六自由度数学建模研究	航天控制	2006, Vol. 24 (4)
83	刘扬正 钱仰德 姜长生 林长圣	博士 博士 教授 博士	南航	Coullet 混沌系统的演化和控制实验	大学物理	2006, Vol. 25 (8)
84	方 炜 姜长生 朱亮	博士 教授 博士	南航	空天飞行器再入制导的预测控制	宇航学报	2006, Vol. 27 (6)
85	刘 莎 姜长生	硕士 教授	南航	构建基于Intel PX A255 的指纹识别系统	微处理机	2006, Vol. 27 (5)
86	陈海通 姜长生	硕士 教授	南航	自适应模糊H控制在导弹自动驾驶仪设计中的应用	航空兵器	2006, 总第233, No. 3
87	陈超 罗德林 沈春林	硕士 博士 教授	031	径向基神经网络在优化导引律中的应用	飞机设计	38808
88	王金岩 宋燕燕 沈春林	正高 博士 教授	615 所	现代直升机座舱系统及其展望	航空制造技术	38961
89	马安国 罗德林 沈春林 龚华军	硕士 博士 教授 教授	031	基于“当前”统计模型的目标状态估计	自动化技术与应用	38899
90	王弟伟 沈春林	硕士 教授	031	基于Direct3D的HLSL高层着色语言实现图形着色效果	计算机应用研究	39022
91	罗德林 沈春林 王彪 吴文海	博士 教授 博士 博士	031	基于混合自适应遗传算法的协同多目标攻击空战决策 (英文)	中国科学院研究生院学报	38777

论文编辑清单

92	王洪亮 杨忠 沈春林	硕士 副高 教授	031	$\mu C / OS-II$ 中的周期操作与串口通信	仪器仪表用户	38777
93	姚轶非 杨忠 沈春林	硕士 副高 教授	031	飞控计算机中串行通讯的软硬件设计	仪器仪表用户	38777
94	邬伟江 杨忠 沈春林	硕士 副高 教授	031	基于SMS现场数据监测系统的设计与实现	仪器仪表用户	38777
95	谭皓 杨忠 李玉峰 沈春林	博士 副高 博士 教授	031	基于硬件加速的真三维显示体素化算法	Transactions of Nanjing University of Aeronautics & Astronau	38718
96	罗德林 杨忠 段海滨 吴在桂 沈春林	博士 副高 博士 教授 博士	031	协同多目标攻击空战决策的启发式粒子群优化算法	Transactions of Nanjing University of Aeronautics & Astronau	38718
97	樊琼剑 杨忠 王凤仙 沈春林	博士 副高 博士 教授	031	温度传感器在无人飞行器控制系统中的应用	传感器与微系统	38808
98	丁奕 沈春林	硕士 教授	031	雷达虚警及检测性能的研究	兵工自动化	38777
99	周广忠 樊琼剑 沈春林	硕士 博士 教授	031	飞控计算机的抗干扰性设计	现代电子技术	38869
100	郭小晋 沈春林	硕士 教授	031	32位Windows系统下PE文件的软件加密解密方法	计算机与数字工程	38777
101	芮挺 王金岩 沈春林 丁健	博士 博士 教授 博士	031	基于PCA的图像小波去噪方法	小型微型计算机系统	38718
102	罗德林 沈春林 吴文海 吴顺祥	博士 教授 博士 博士	031	空战格斗决策研究	应用科学学报	38718
103	谭皓 宋燕燕 何亦征 王金岩 沈春林	博士 博士 博士 博士 教授	031	虚拟座舱系统地形显示算法视觉评价机制研究	应用科学学报	38718
104	盛守照	讲师	031	前向神经网络泛化问题研究	系统工程与电子技术	2006, 28 (09)

基于神经网络的传感器



非线性误差校正

摘要: 介绍了用神经网络校正传感器系统非线性误差的原理和方法, 提出了一种基于 RBF 神经网络的传感器非线性校正模型及其算法, 并与采用 BP 神经网络校正非线性误差进行了比较, 并给出一个仿真实验, 实验结果表明: 采用 RBF 神经网络的传感器非线性校正精度和网络训练速度均大大优于 BP 神经网络, 能满足实用要求。

关键词: 径向基函数 (RBF); 传感器; 非线性误差; 校正

中图分类号: O241.1 TB115 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-883X(2006)11-0027-0004

张爱祥 刘春生

一、引言

传感器是仪表仪器系统中的重要部件, 其特性的好坏及输出信息的可靠性对整个系统的质量至关重要。现在控制系统对传感器的准确度、稳定性和工作条件提出了很高的要求, 希望输出输入特性呈线性关系^[4]。然而, 由于传感器的输入—输出间的非线性、参数随时间的推移及受环境条件的变化而漂移等原因, 使得测量准确度偏低。因此为了提高测量精度, 常需要对传感器非线性误差进行校正。

对于一般的传感器而言, 其输出特性容易受多种因素的干扰, 如: 温度、湿度、电源纹波、噪声等。传统的校正方法采用最小二乘法、插入法、硬件补偿法等, 但是效果不明显或成本太高。利用神经网络的非线性映射及泛化功能, 就能较好地解决上述问题。目前, 很多相关文献中多选用 BP 神经网络实现传感器非线性误差校正^[1], 但是 BP 神经网络存在收敛速度慢、分类能力及逼近能力等方面远不如 RBF 神经网络^[6], 已经证明 RBF 神经网络可在任意精度下逼近任意的非线性函数, 且不存在局部最小问题^[7]。正是由于 RBF 神经网络具有上述优点而备受重视, 并成为取代 BP 神经网络的另一种前向神经网络, 广泛地应用到图像处理和工业控制等领域。

二、非线性校正原理

设校正前传感器模型为: $Y=f(X')$, 若 $f(X')$ 对于 X' 是严格单调的, 即 X' 与 Y' 是一一对应的关系, 则系统是可逆的, 必然存在一传感器的逆模型:

$X'=f_1(Y')$, 传感器校正原理^[2,3]如图 1 所示。

设校正环节 (RBF 神经网络) 的特性为: $Y=g(X)$

令 $g(X)=f_1(Y')$, 则校正后传感器输出具有理想特性为: $Y=f_1(Y')=f_1(f(X'))=X$

若 $f(X')$ 是一个非线性函数, 则 $g(X)$ 也必然是非线性的。当 $g(X)$ 复杂时, 将难以用解析式表达。

用 RBF 神经网络校正传感器的非线性, 实质上是利用 RBF 神经网络能够在任意精度下逼近任意的非线性函数的特点, 构造一个逆模型 $g(X)=f_1(Y')$, 实现输入到输出的非线性映射。

如图 2 所示: 以传感器的输出 Y' 作为神经网络的输入, 以待测物理量的实际数值 X' 作为神经网络的

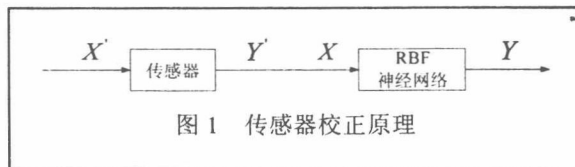


图 1 传感器校正原理

输出, 得到训练样本数据集。在训练过程中, 根据神经网络的训练算法, 通过不断地调节 RBF 神经网络的权值 W , 使得: $e = |Y - X'|^2 \rightarrow 0$ 直到精度满足要求。

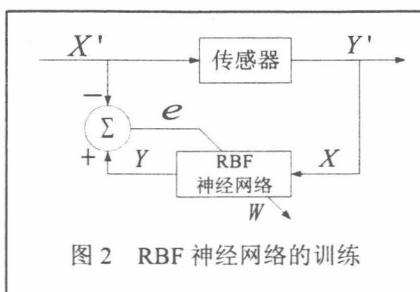


图2 RBF神经网络的训练

隐层节点的阈值 b_1 为:

$$b_1 = 0.8326 / \text{spread} \quad (5)$$

式中, spread 为扩展常数, 当隐层节点输出为 0.5 时, 也就是 $a = e^{-n^2} = 0.5$, 输入矢量 p 与权值矩阵 W_1 的距离等于 spread 。

三、关于径向基 (RBF) 神经网络

1、RBF 神经网络的模型

一个典型的径向基函数网络包括两层, 即隐层和输出层。图 3 是一个径向基函数网络的结构图。图中所示网络的输入维数为 R 、隐层神经元个数为 S_1 、输出个数为 S_2 , 隐层神经元采用高斯函数作为传递函数, 输出层的传递函数为线性函数。图中 a_{1i} 表示隐层输出矢量 a_1 的第 i 个元素, W_{1i} 表示第 i 个隐层神经元的权值矢量, 即隐层神经元权值矩阵 W_1 的第 i 行。

输入层节点只传递输入信号到径向基隐层。隐层节点的传递函数采用高斯函数 radbas , 高斯函数是典型的径向基函数, 其表达式为 $f(x) = e^{-x^2}$, 式中 x 是高斯函数的输入; $f(x)$ 是高斯函数的输出, 其函数曲线如图 4 所示。

由图 4 可见, 高斯函数对输入信号在局部产生响应应具有局部逼近能力。当输入信号靠近基函数的中央范围时, 隐层节点产生较大输出, 当输入信号远离基函数中央时, 隐层节点输出减小。

隐层节点的输入 n_1 为: $n_1 = \|W_1 - p\| b_1$ (3)

式中, P —隐层输入矢量;

W_1 —隐层权值矩阵;

b_1 —隐层阈值。

隐层节点 i 的输出 a_{1i} 为:

$$a_{1i} = \text{radbas}(\|W_{1i} - p\| b_{1i}) \quad (4)$$

式中, a_{1i} —表示隐层输出矢量 a_1 的第 i 个元素,

W_{1i} —第 i 个隐层神经元的权值矢量, 即 W_1 的第 i 行;

b_{1i} —隐层阈值矢量 b_1 的第 i 个元素。

Purelin , 纯线性函数的输出等于其输入。输出层节点的输出为 a^2 :

$$a_2 = \text{purelin}(w_2 a_1 + b_2) \quad (6)$$

2、RBF 神经网络的训练

由上述可见, 训练 RBF 神经网络的关键是根据给定训练样本, 快速有效地确定径向基函数的中心 W_1 、阈值 b_1 和输出层权值矩阵 W_2 。本文利用 Matlab6.5 中的 newrb 函数设计训练径向基神经网络, 该函数的调用形式为:

$$\text{net} = \text{newrb}(p, T, \text{GOAL}, \text{SPREAD}, \text{MN}, \text{DF})$$

其中, P —输入样本矢量集构成的矩阵;

T —输出目标矢量集构成的矩阵;

GOAL —网络的均方误差性能指标;

SPREAD —扩展常数, 缺省值为 1.0;

MN —最大神经元个数, 缺省值为输入样本矢量的个数;

DF —迭代过程中的显示频率, 缺省值为 25。

另外, newrb 函数利用迭代法建立网络, 确定径向基函数的中心 W_1 开始时网络径向基层的神经元个数为零, 然后每迭代一次, 径向基层就添加一个神经元。在每次迭代中, 网络首先进行仿真并找到对应于最大输出误差的输入样本矢量, 然后径向基层添加一个神经元并把权值设为该输入矢量, 最后再修改线性层的权值以达到最小误差。隐层阈值 b_1 的确定, 一般由训练样本的样本距离和样本范围决定, b_1 取值大于两个相邻样本点的最大距离, 而小于样本范围。

当隐层神经元的参数确定后, 根据训练样本利用最小二乘法可求出输出层权值矩阵 W_2 。

五、仿真与应用

利用 RBF 神经网络去校正传感器的非线性误差取得了较理

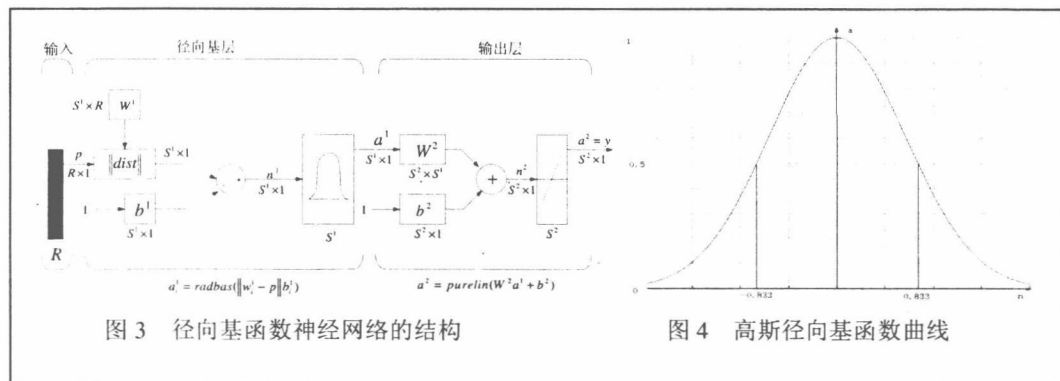


图3 径向基函数神经网络的结构

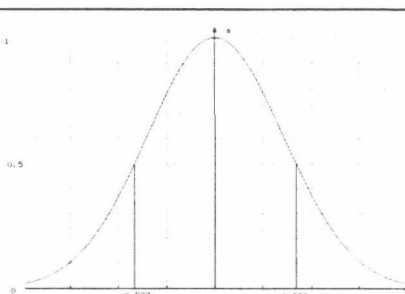


图4 高斯径向基函数曲线

想的效果。下面给出一个仿真实例,以说明实现方法和校正效果。

1、仿真实例

以 WMB 型热电阻为例进行传感器的非线性校正,温度选取范围为 $0^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$,在 $0^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ 之间,每 5°C 采样一个温度值 x ,也就是传感器的输入信号,经传感器输出得到一个对应的电流值 y , d 为加权最小二乘法补偿后输出, p 为经 RBF 神经网络传感器逆模型后的输出,共 21 组数据集作为训练样本。对于 RBF 神经网络传感器的逆模型,输

入为 y ,训练后的实际输出为 p ,期望输出为 kx (令 $k=1$)。

2、仿真结果

由表 1 可以发现,传感器的输出信号经 RBF 神经网络逆模型的处理大大优于加权最小二乘方法,形成了输入到输出的非线性映射,较好地克服了传感器的非线性误差。

表 1 传感器输入输出信号

序号	x	y	d	p
1	0	0	0	0
2	0.05	0.0093	0.0104	0.0504
3	0.10	0.0269	0.0302	0.0992
4	0.15	0.0658	0.0735	0.1495
5	0.20	0.1274	0.1414	0.1977
6	0.25	0.2045	0.2250	0.2503
7	0.30	0.3024	0.3288	0.3008
8	0.35	0.3185	0.3457	0.3492
9	0.40	0.3660	0.3950	0.3994
10	0.45	0.4054	0.4357	0.4495
11	0.50	0.4542	0.4853	0.5000
12	0.55	0.4793	0.5101	0.5495
13	0.60	0.5295	0.5607	0.5996
14	0.65	0.5920	0.6223	0.6503
15	0.70	0.6304	0.6596	0.6999
16	0.75	0.6837	0.7108	0.7498
17	0.80	0.7407	0.7647	0.8000
18	0.85	0.7982	0.8184	0.8478
19	0.90	0.8569	0.8723	0.8999
20	0.95	0.9350	0.9426	0.9689
21	1.00	1.0000	0.9987	0.9997

计算机仿真训练结果图 5 函数逼近曲线所示:输出曲线非常逼近目标曲线,证明训练后的网络具有较好的拟合性,泛化性且过程收敛。

由图 6 可以看出,经过 20 次的训练,均方根误差最终逼近 $4.2881\text{e-}021$,大大改善了传感器的非线性误差。

仿真实验中选取 RBF 神经网络的目标误差为 10^{-6} ,最大隐层神经元个数取 18 和 20 两种情况, $spread$ 取 1,即 $b_1=0.8326$ 。为了进行比较,同时设计了一个广义回归网络。广义回归网络径向基函数网络的变形,它是一个两层神经网络,第一层采用径向基神经元,传递函数为 $radbas$,加权函数为 $dist$,输入函数为 $netprod$;第二层神经元的传递函数为 $purelin$,加权函数为 $normprod$,输入函数为 $netsum$ 。目标误差也选择 10^{-6} , $spread$ 取 1,此时得到的逼近曲线如图 7 所示。

将图 7 和图 5 进行比较,在相同的目标误差和相同的

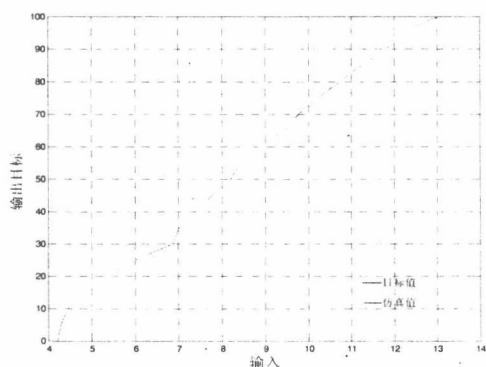


图 5 函数逼近曲线

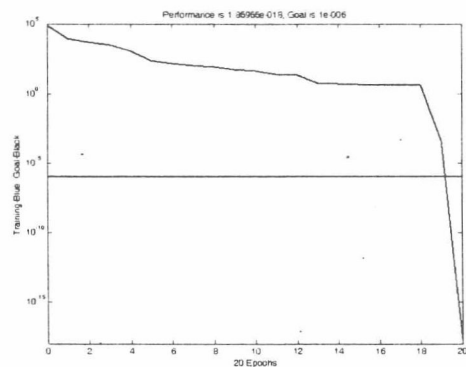


图 6 误差变化曲线

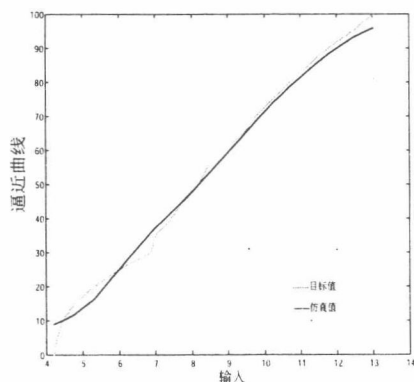


图 7 函数逼近曲线

spread 下, 广义回归网络的逼近效果不如 RBF 神经网络的逼近效果。经实验验证, 将广义回归网络的 spread 改为 0.1 后的逼近效果和图 5 的效果很相近。

另外, 设计了一个 BP 神经网络^[5], 网络拓扑结构为 1-10-1, 为了得到相近的校正效果, 这里 BP 神经网络的目标误差选择为 10^{-5} , 并采用 MATLAB 语言进行了网络设计和训练, 网络训练时间见表 2。可知, BP 网络的训练迭代次数和训练时间远大于 RBF 神经网络。

表 2 网络训练时间比较

	RBF 神经网络		BP 网络
隐层神经元个数	18	20	10
训练迭代次数	18	20	6550
训练时间	1.18	1.25	50.97

表 3 非线性误差校正效果分析与比较 (误差均为绝对值)

	隐层神经元个数	校正后最大误差 (°C)	校正后均方误差 (°C)	网络训练时间 (s)
RBF 神经网络	20	0.2057	4.288×10^{-21}	1.25
RBF 神经网络	18	0.5909	3.087×10^{-5}	1.18
BP 神经网络	10	0.9841	0.261	50.97

而表 3 中的数据表明, 用 RBF 神经网络训练校正后的非线性误差大大减小。当隐层神经元数目为 20 时, 校正后的最大误差为 0.2057°C; 当隐层神经元数目为 18 时, 校正后的最大误差为 0.5909°C, 均优于 BP 神经网络, 满足工业现场使用要求。RBF 神经网络的训练时间分别为 1.25 s 和 1.18 s, 与 BP 神经网络相比, RBF 神经网络的训练时间大大缩短, 迭代次数也明显减少。虽然 RBF 隐层神经元的个数比 BP 神经网络多, 但是不影响训练时间和校正精度。此外, 若进一步增加 BP 神经网络隐层神经元的数目, 不但不能提高其校正准确度, 网络反而不易收敛。

六、结束语

传感器神经网络逆模型的建立, 是实现智能化、线性化及温度补偿的基础。本文提出的基于 RBF 神经网络的传感器的逆模型的对其非线性误差校正行之有效。这种方法充分利用了神经网络的非线性特性、自适应能力和学习能力, 通过训练学习, 逼近传感器的输入输出特性, 有效地克服了传感器的非线性误差, 从而提高了测量准确度。通过仿真实验表明: RBF 神经网络用于传感器的非线性误

差校正, 该方法收敛速度很快, 逼近能力强, 校正效果明显优于采用 BP 神经网络和同种指数条件下的广义回归网络, 满足工业现场的使用要求。

参考文献:

- [1] 蔡煜东, 姚林声. 传感器非线性校正的人工神经网络方法[J]. 仪器仪表学报, 1994, 15 (3): 299-302.
- [2] 汪晓东. RBF 神经网络在传感器校正中的应用[J]. 仪器仪表学报, 2003, 24 (1): 96-98.
- [3] 汪晓东, 万旭, 赵鹏程等. 基于神经网络的传感器静态误差综合修正法[J]. 仪器仪表学报, 1997, 18 (3): 310-313
- [4] 施惠昌. 一种利用函数链神经网络的传感器建模新方法[J]. 传感器技术, 2000, 19 (3): 21-24.
- [5] 魏兵, 夏明安, 王为, 王劲青. 传感器的神经网络建模[J]. 湖北工学院学报, 2003, 18 (5): 35-37.
- [6] Poggio T., Girosi F. Networks for approximation and learning[J]. IEEE Proc., 1990, 4 (9): 1481-1497.
- [7] Bianchini M., Frasconi P., Cori M. Learning without minima in radial basis function network[J]. IEEE Trans on Neural Network, 1995, 6 (3): 749-756.

Nonlinear Errors Correction Of Sensors Based On Neural Network

Abstract: The principles and methods for correcting the nonlinear errors of the sensor system based on a neural network are introduced. A nonlinear errors correction model and algorithm of sensor based on RBF neural network are brought forward, and be compared with those of the correction method based on BP neural network.. A emulation experiment is given and the results show that the data correcting precision by a RBF neural network is much better than that by a BP neural network, and the speed is also much faster. This approach is valuable for practical application.

Keywords: radial basis function (RBF); sensors; nonlinear errors; correction

作者简介:

张爱祥, 南京航空航天大学自动化学院硕士, 研究方向为故障检测与可靠性控制。

通讯地址: 南京市御道街 29 号南京航空航天大学 196 信箱
邮编: 210016 电话: 13645164401

电邮: zhangaixiang2008@163.com

刘春生, 南京航空航天大学自动化学院, 副教授, 研究方向: 计算机检测与控制, 故障检测与可靠性控制。

本文编辑: 霍莉 读者服务卡编号 007□

RTP/RTCP 协议下 MPEG-4 视频流传输系统应用研究

Application of MPEG-4 Video Streaming Transmission Based on RTP/RTCP

汪理虎 刘春生 (南京航空航天大学自动化学院, 江苏 南京 210016)

摘要

在结合 RTP/RTCP 协议和 MPEG-4 视频标准基础上,提出了一种适用于 MPEG-4 视频流网络传输系统的解决方案,重点介绍了 MPEG-4 数据的 RTP 协议封装技术,并对网络传输的相关编程实现做了详细的讨论。

关键词: RTP/RTCP, MPEG-4 标准, 流媒体, 视频, 网络传输

Abstract

This paper presents a transmission scheme which suited for MPEG-4 video streaming over network by combining RTP/RTCP protocol and the MPEG-4 video standard, and mainly introduces the data encapsulation of the RTP payload format of the related MPEG-4 and gives tips to program main function modules of the software.

Keywords: RTP/RTCP, MPEG-4, Streaming media, video, network transmission

流媒体指在 Internet/Intranet 中使用流式传输技术的连续媒体,如:音频、视频或多媒体文件。流媒体在播放前并不下载整个文件,只将开始部分内容存入内存,流媒体的数据流随时传送随时播放,只是在开始时略有延迟。流式传输是流媒体实现的关键技术。MPEG-4 标准是 MPEG 工作组发布的基于对象的多媒体数据压缩标准,它以基于内容的交互性、高压缩率以及灵活多样的存取模式等优点逐渐成为人们研究的热点。本文介绍了基于 RTP/RTCP 协议下 MPEG-4 视频流在网络视频监控传输系统中的一种实际应用方案。

1 系统原理分析与框架设计

1.1 MPEG-4 压缩标准

1998 年 11 月 MPEG-4 最初定案,并于 1999 年 2 月正式成为 ISO/IEC 14496 国际标准。MPEG-4 与 JPEG、MPEG-1 和 MPEG-2 有很大的不同,它是基于对象的多媒体数据压缩编码国际标准,定义的是一种框架、一种格式,而不是一种具体的算法,它希望建立一种低带宽下的多媒体通信,并实现多媒体通信的综合。MPEG-4 的编码是基于对象的,它把视频数据分割成不同的对象,分别对每个对象的编码形成一个对象码流层,其中包含着该对象的形状、纹理以及其他方面的信息。同时, MPEG-4 在时域和空间域上都有着很好的扩展性能,时域扩展即:在带宽允许时在基本层上的增强层中增加帧率,在带宽窄时在基本层减少帧率。空间域扩展即:对基本层中的图像进行插值,增加或减少分辨率,使视频图像质量达到最佳效果。MPEG-4 的这些特性使得它更适于交互式 AV 服务以及远程网络视频监控等应用场合。

1.2 RTP/RTCP 协议

实时传输协议(Real-time Transport Protocol, RTP)及其实时传输控制协议(RTP Control Protocol, RTCP)是 IETF 的 AVT 工作组发布的专门用于网络上传输多媒体数据流的一种传输协议,该协议可以实现在网络中的流媒体数据的单播和组播,同时为实时数据传输提供时序重构、帧丢失检测、数据安全等多种服务。IETF 的 AVT 工作组在 RFC1889 定义了 RTP,后来该工作组又在 RFC3550 提出了对 RTP 的修订和改进版本。RTP 和下层协议无关,可以在 UDP/IP、IPX 等协议上实现,一般我们使用 UDP 协议作为下层协议传输数据。当应用程序开始一个

RTP 会话过程是,它将使用两个端口:一个给 RTP,一个给 RTCP。一般 RTP 协议算法不作为一个独立的网络层来实现,而是作为应用层程序代码的一部分。

RTP 是一种无连接的传输数据报文协议,它本身不能为按顺序传送数据分组提供可靠的传送机制,也不提供流量控制或拥塞控制等服务,而是和 RTCP 协议一起来实现这些服务, RTCP 是指接收方向数据发送方发送的控制报文,它提供网络传输 QoS 监测和拥塞控制、媒体间同步、识别信息、会议大小估计和控制信息量的调节等服务。在 RTP 会话期间,各会话成员周期性的发送 RTCP 控制包,因此服务器可以利用这些控制信息灵活的改变数据传输速率,从而使网络传输效率达到最优化,更好的保证了系统的实时性。

1.3 系统框架模型设计

图 1 是描述 RTP 协议下的 MPEG-4 视频传输过程的模型。RTP/RTCP 协议架构在 UDP/IP 之上的系统应用层中。MPEG-4 视频流数据在发送时按顺序被封装上 RTP 报头、UDP 报头以及 IP 报头,然后封装好的 IP 数据报通过 Internet 发送给接收端,接收端收到 IP 数据报后按照相反的顺序将各数据报头取出来,先分析 RTP 报头,判断版本、负载类型等有效性,按照时间戳和包序列号等信息排序 RTP 数据报的顺序,重构视频帧,再送入缓存供解码器解码回放。在接收端利用 QoS 反馈控制分析接收数据包的时延、丢包率等信息,并由此判断网络拥塞状况,RTCP 根据这些信息周期性的向发送端返回 RTCP 控制包,以检验接收数据的正确性,并使发送端可以对输出速率作出自适应控制。

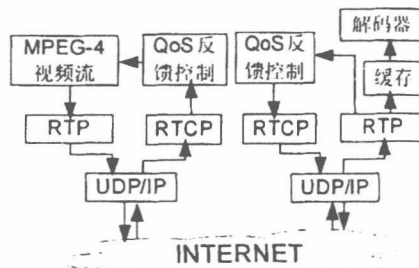


图 1 基于 RTP 的 MPEG-4 视频传输模型

2 几项关键技术的设计与实现

2.1 MPEG-4 数据的 RTP 协议封装

因为本文主要讨论 MPEG-4 视频流在网络视频监控传输系统中的应用,所以,我们在这只分析了 MPEG-4 视频数据的 RTP 封装技术。在本系统中,如何实现将 MPEG-4 视频数据封装成 RTP 包是一项关键技术。由于视频数据一般都比较小,所以不考虑几个访问单元串联封装的情况,采用以 VOP(Video Object Plane)为基本封装单元,使用 SDP(Session Describe Protocol)来指定视频流的属性(例如媒体类型、封装格式、编码结构等),直接将视频数据分片并映射到 RTP 包中的封装方案(如图 2 所示)。一般,将一个完整的 VOP 映射到一个 RTP 包中,这样可以保证 RTP 时间戳可以唯一表示 VOP 分帧时间;但也允许将多个完整的教小的(或者空的)VOP 映射到同一个 RTP 包中以减小总负载,这些 VOP 应按照解码顺序连续,并且第一个 VOP 后的 VOP 时间戳在解码时通过计算得到,此时 RTP 包头标志位应置 1 且 RTP 负载开始符合起始码;有些 VOP 映射到 RTP 包中时导致访问单元超过 Path-MTU,引起下层数据的分包,不利于 RTP 处理,此时也允许将过大的 VOP 分割并分别映射到不同的 RTP 包中,一般采用同步字作为分割点,这样分割后的 RTP 包载荷是完整的一个或多个由同步字划分的单元,可以保证在有 RTP 包丢失的情况下,其余的用同步字划分的数据还可以正常解码,若是文件中没有同步字,我们可以选择宏块为分割点,这样即使有 RTP 包丢失,也不影响其他 RTP 包的正常解码。另外,配置信息和 Group_of_VideoObjectPlane()字段应位于 RTP 负载的开始位置或在语法上的上层函数头之后,如果 RTP 负载中存在一个或多个头,则 RTP 负载应从语法上的最高函数头开始。

RTP 包头各项信息含义参考 RFC3550,其中填充位 P 和扩展位 X 都应该置 0;其标志位 M 在载荷为完整的 VOP 或者分割的 VOP 的最后一个分片时应该置 1,否则为 0;其时间戳表示 RTP 包中的 VOP 采样时间,为了安全,采用 VOP 解码时间戳再加上一个随机常数偏移量,当一个 RTP 包携带多个 VOP 时,时间戳表示最早的一个 VOP 时间,其他 VOP 的时间戳通过 VOP 头的时间戳字段可以获得。

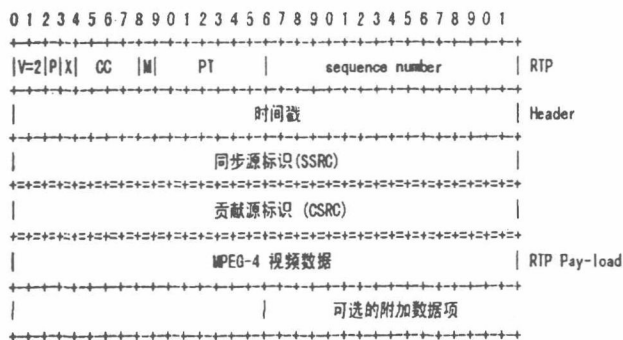


图 2 MPEG-4 视频数据的 RTP 包

2.2 系统实现技术

在 VC.NET 编译环境下利用 C++ 语言对本网络视频流传输系统进行了编程实现。一个完整的网络视频流传输系统编程实现包括视频的采集、压缩、网络传输、播放以及程序界面编程等模块,这里仅分析基于 RTP/RTCP 协议的 MPEG-4 视频流网络传输模块的程序实现技术。

2.2.1 通信模块

该模块采用 Client/Server 通信模式,利用面向无连接的

Winsock 技术实现 C/S 间的数据通信程序的开发,通过多缓冲方式和异步传输解决了网络时延问题,更好的满足了系统高实时性的要求。

数据发送时,在发送端设计了一个 64KB 的视频流数据缓冲区,其作用是设置一个数据缓冲队列,调节数据的流入和流出,实时视频流数据不断的压入缓冲区队列,当缓冲区满时,则启动数据发送线程将数据弹出,通过网络发送出去,同时将缓冲区清空,以接收新的数据。数据接收时,接收端首先要和发送端建立 Socket 连接,然后才能启动多路接收数据线程,并在用户界面显示。Socket 编程技术很多书本都有介绍,这里不在赘述。

2.2.2 RTP 视频数据封装实现

根据 RFC3550 标准,在 RtpDataSend 类中定义好同步源标识、存放每个数据报生成的系统时间的变量,以及需要的数据结构 RtpHeaderStruct 和 RtcpHeaderStruct。在 OnInitDialog() 函数中产生一个数据发送的随机序列号:

```
srand( (unsigned)time( NULL ) );
rtp_sequence = rand();
rtp_timestamp = rand();
rtp_SSRC = rand();
```

并且获取系统时钟频率以便计算 RTP 发送的时间戳。按顺序依据序列号和时间戳填写各个数据报,

```
Void SaveRtpHeader(
RTP_HEADER *rtp_header,
DWORD *rtp_sequence,
RtpTime *rtp_timestamp,
RtpSrc *rtp_SSRC,
double *rtp_sampletime,
double data_freq)
{
    rtp_header->version = 1;
    rtp_header->padding = 0;
    rtp_header->extension = 0;
    rtp_header->count = 1;
    rtp_header->marker = 0;
    rtp_header->type = 0;
    rtp_header->sequence = *rtp_sequence;
    rtp_header->ssrc = *rtp_SSRC;
    *rtp_sequence = *rtp_sequence + 1;
    //获取当前时间信息
    QueryPerformanceCounter(&liTime);
    .....
    rtp_header->timestamp = *rtp_timestamp;
}
```

在数据流发送处理的函数中根据上述定义好的 RTP 报头数据结构将要发送的数据报填充到缓冲区,然后启动数据发送线程将数据发送出去。在数据接收端同样要做好这些设置,并依据接收数据状况发送 RTCP 反馈数据报给发送端。

3 结束语

本文将 RTP/RTCP 协议下的 MPEG-4 视频流网络传输系统成功应用于网络数字视频监控项目中。该系统具有低丢包率、时延小、容错能力强等优点,尤其适用于低比特率和网络状况变化的环境中。研究并实现了 MPEG-4 数据的 RTP 协议封装技术,针对本系统开发的应用程序在 VC.NET 环境下调试通过,在局域网中测试运行正常。

参考文献

- 1 RFC3550,RTP:A Transport Protocol for Real-Time Applications
- 2 钟玉琢,王琪,贺玉文.基于对象的多媒体数据压缩编码国际标准——MPEG-4 及其校验模型.北京:科学出版,2000

[收稿日期:2005.8.21]

组件技术在液位控制仿真系统中的运用

高松,刘春生

(南京航空航天大学,江苏 南京 210016)

摘要:在介绍了液位系统的组成、功能和实现方法的基础上,运用组件级的编程方法,将系统分解为独立的组件,利用组件对象模型(Component Object Model, COM)技术封装各个子系统。着重介绍了在VC++ .NET下ATL(Active Template Library)对于COM接口和COM支持类以及ActiveX组件开发的支持。介绍了运用IDL(Interface Definition Language)进行接口定义的方法,和运用Matlab引擎技术的方法。由于COM具有跨进程、跨平台、跨操作系统和远程调用的特点,使得在MATLAB、VC++ .NET环境下开发的各个系统,能够有效地结合起来,对于系统的仿真具有重要意义。

关键词:组件技术;组件级编程;液位系统;仿真

中图分类号:TP311.56 **文献标识码:**A

Application of COM in the Simulation of Liquid Level Control Systems

GAO Song, LIU Chun - sheng

(Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing Jiangsu 210016, China)

ABSTRACT: This article introduced the composition of liquid level control system, its function and realization method, uses the component - level programming method to decompose the system into independent modules, and uses the COM (Component Object Model,) technology to package all subsystems. Because COM can effectively combine many subsystems, it is very useful for system simulation.

KEYWORDS: Component technology; Component - level programming; Liquid level control system; Simulation

1 引言

传统的控制系统设计方式需经系统建模、算法设计、软硬件设计实现、现场调试等阶段,简单顺序进行,不能进行跨阶段的重复设计,当检测到错误或测试结果不满足测试要求时,必须重新从头开始进行设计和实现,导致开发周期过长。液位仿真系统采用仿真和相关领域技术,不仅可以检验控制系统动静特性、熟悉调节器各项参数变化对系统特性的影响,而且应用实时仿真(半实物仿真)方式,可以在接入实际控制系统的情况下对算法模型进行校验,反复修改设计,从而实现液位控制系统的设计、实现、测试和生产准备各阶段的同时进行,这样不仅能有效缩短开发周期,而且可以在尽可能短的时间内对新产品进行性能测试,按用户需求进行修改,满足市场的需求。系统设计中充分运用COM组件技术设计了必要的组件,根据液位系统的基本特点、组成结构的要求,研制液位系统的仿真环境,不仅能大幅度地降低试验成本,还能提高先进控制技术向生产力转化的速度。

2 组件级编程技术

COM(Component Object Model)是一种软件结构,它为软件的动态组成提供了基础设施,并提供了统一的、可扩充的、面向对象的通信协议。其特点如下:

- 第一,面向对象的编程;
- 第二,组件与开发的工具语言无关,与开发平台无关;
- 第三,运行效率高、易扩展、便于使用和管理;
- 第四,组件的可重用性高。

COM标准协议将一个软件模块同另一个软件模块连接起来,然后其自身不再参与两者间的通信过程。当这种连接建立起来之后,两个模块之间就可以通过称为“接口”的机制来进行通信。这些接口既不需要静态的或者动态的链接入口点,也不需要硬编码的地址,而且不同于那些用于启动通信过程的一般COM函数。“接口”是COM编程的基础。接口的不变性在于“接口”一经发布就不能再改变,尤其在于标示接口名称的GUID值不能改变。任何组件只要实现了该接口就可以被在应用该接口的程序中调用,这就体现了接口的可重用性。面向对象设计方法与组件级设计实际是相互独立的概念,但将两者有机的结合起来是有益的,将两者结合的

最重要的特性是:把组件功能封装到一格支持类中。实际上,不是在设计组件,而是在设计组件的支持类。图1展示了组件与支持类之间的关系。组件级设计过程类似于面向对象的设计过程:首先识别出程序各个不同组成部分,并开发每个组成部分的代码,然后集成所有的组成部分。与面向对象设计不同的是,组件级设计只关注程序中大的方面。程序的各个组成部分将作为独立的组件实现。这些组件用胶连逻辑(glue logic)进行连接。程序中的较小的组成部分将嵌入到各个组件中,而且有可能嵌入到胶连逻辑中。程序中的较小部分将使用常规的面向对象技术进行开发。典型组件级系统示意图见图2。

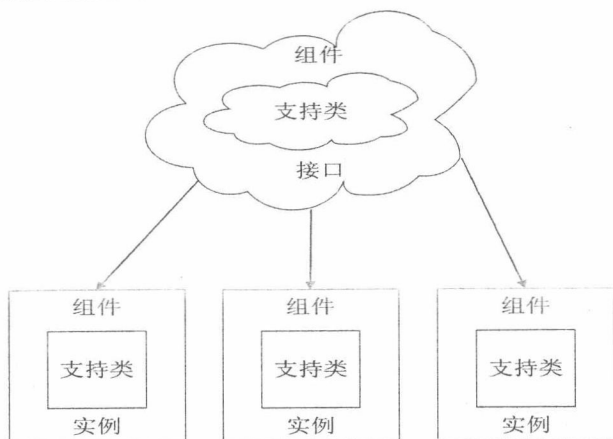


图1 组件和组件支持类之间的关系示意图

3 控制系统的设计

液位控制系统采用 MATLAB 与 VC 联合编程,充分利用 MATLAB 的强大的数学运算能力产生先进的控制理论,在 Visual C++ .NET 环境下开发控制平台的人机交互界面,进行控制效果的演示。

系统要求:

- 1) 液位控制编辑器组件中进行液位系统的设计。自由搭建(单级水箱,二级水箱串联,三级串联,水箱并联等)液位控制模型,并动态生成液位控制仿真系统;
- 2) 根据所搭建的系统动态生成系统传递函数。
- 3) 能够判断系统中出现的故障(阀门故障,控制器故障等等)。
- 4) 水箱模型组件能够动画显示水位高度。
- 5) 控制方法多样,控制组件提供二次开发接口系统充分利用 COM 技术,设计了液位组件编辑器组件,定制组件包括:水箱组件、阀门组件、管路组件、液压泵组件、控制器组件以及数据库组件。将应用程序分解为各个功能组件,液位控制系统组件级的设计如图2。

4 液位系统组件的设计

组件的设计有如下要求:

- ① 组件必须是一个独立编译的程序。

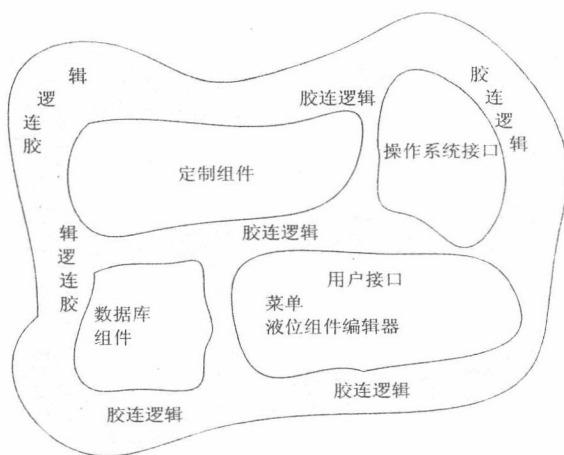


图2 液位控制系统组件级设计图

② 必须能够集成组件以创建一个更大的程序,而且无需访问组件的源代码,或将组件的代码链接到使用组件的程序。

③ 组件必须能够嵌入容器,而且必须为组件与容器之间提供通信机制。

④ 组件技术必须支持属性、方法和事件,或者某种等价的通信方法。

⑤ 组件技术应支持持久性属性。

⑥ 组件应描述其自身的接口。应能够通过查询组件来确定它所支持的属性、方法和事件。

⑦ 组件应可以在各种不同的环境中使用。

考虑这些要求,系统组件采用 ActiveX 组件。ActiveX 规范为组件和容器提供了标准,能够很好的保证组件设计的要求。另外,对于 ActiveX 组件,Visual C++ .NET 给与很好的支持,在下面的介绍中,将会看到 Visual C++ .NET 在向导生成以及接口调用等方面对 ActiveX 组件的支持

4.1 液位组件编辑器组件

该组件为组件容器,设计目标:用户在该组件中对液位组件进行设计,可以设置各个组件的属性,调用方法,安置组件在激活窗口中的位置等。然后可以激活组件,激活后将显示液位控制人机交互界面。

4.2 可见组件

可见组件包括模型组件、装饰组件。

模型组件包括:水箱组件、阀门组件、液压泵组件、控制器组件。模型组件设计分为4个阶段:

- 1) 设计内部对象模型
- 2) 设计显示界面
- 3) 设计组件的操作方法
- 4) 设计用户交互。

4.2.1 水箱组件

液位控制系统大致包括:单容对象、具有纯延迟的单容对象、具有平衡能力的多容对象、不具有平衡能力的多容对象、具有相互作用的双容对象等模型。分析这些系统后可知

水箱模型分为:有相互作用的双容水箱和无相互作用的双容水箱以外的各种液位控制系统模型。

水箱的设计目标是:水箱组件可以动画显示液位的高度,设置液位报警。

4.2.2 阀门组件

设计目标:可以标示阀门开度,调节水流量,设置阀门故障。

4.2.3 液压泵组件

设计目标:液压泵标示供水的位置,同时可以设置启动系统,设置故障。

4.2.4 管路组件

设计目标:管路控件用于显示液体的流向。

4.3 不可见组件

不可见组件包括控制器组件和数据库组件。

4.3.1 控制器组件

设计目标:控制器采用 MATLAB 引擎,调用 MATLAB 函数设计处理 PID 控制,模糊 PID 控制,神经网络控制等等控制方法,并提供控制方法二次开发的接口。

4.3.2 数据库组件

设计目标:用于储存过程数据,以及系统的数据。

4.4 水箱组件的设计

以水箱组件的设计为例,详细讲解一下模型组件的设计过程。

首先,建立内部对象模型。内部对象模型的建立对于模型组件是最重要的阶段。正确建立模型才能够保证组件正确响应外部的请求。水箱的模型如图 3,以无相互作用的双容水箱模型为例给出示意图。

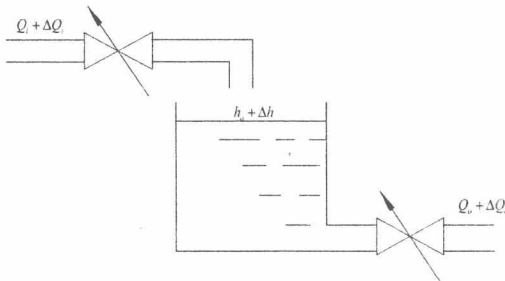


图 3 单容水箱

液位变化时控制阀开度改变量的传递函数为:

$$G(s) = \frac{\Delta H(s)}{\Delta U(s)} = \frac{K}{Ts + 1}$$

考虑到时间延迟传递函数修正为:

$$G(s) = \frac{\Delta H(s)}{\Delta U(s)} = \frac{K}{Ts + 1} e^{-\tau s}$$

τ 为延迟时间

依次可以建立其他多容模型。完成内部对象模型的设计后,将该模型嵌入到 ActiveX 框架中。该框架包含另外的三个

组成部分:1) 绘制程序,即设计显示。2) 操作方法。3) 用户交互函数。其次,设计显示界面。Windows 程序设计是基于资源的设计,一个非常方便好用的典型动画的设计是利用位图的交替显示。所以,水箱组件设计的第一步就是建立一系列位图资源。添加属性:Level 表示液位高度,根据液位高度值装载显示相应得位图。从而产生动画效果。第三,设计组件的操作方法。添加下列方法以允许模型得外部操作:Initialize、Start、Stop 方法,添加属性 warning 表示液位报警高度 属性 DrawMode 为枚举属性表示水箱类型。良好的组件设计对与文档也要有良好的规范。本系统采用的属性、方法以及事件的描述规范如表 1 - 表 4 所示。

表 1 Initialize 方法

方法描述			
名称	Initialize		
返回值	无		
描述	将液位高度清零,重新绘制窗口		
参数	名称	类型	描述
无			

表 2 Start 方法

方法描述			
名称	Start		
返回值	无		
描述	启动组件的动画显示		
参数	名称	类型	描述
无			

表 3 Stop 方法

方法描述			
名称	Stop		
返回值	无		
描述	停止组件的动画显示。		
参数	名称	类型	描述
无			

添加属性:

enum DrawType

```
{
    DT_NoActLeft = 1;
    DT_NoActRight = 2;
    DT_Interact = 3;
};
```

表 4 属性设计表

名称	类型	功 能
Level	Long 默认值 = 0	指定液位高度,用于装入相应高度的位图
Warning	Long 默认值 = -1	指定液位报警高度,当超出该值时通知控件
DrawMode	Long 默认值 = DT_NoActLeft	表示无相互作用的左侧出口水箱,无相互作用右侧出口水箱,形互作用水箱