

关晓颖同学顺利通过博士学位论文答辩

一、答辩委员会

答辩主席：杨建刚教授，东南大学

答辩委员：张建润教授，东南大学

刘红星教授，南京大学

岳林教授，南京航空航天大学

周瑾教授，南京航空航天大学

答辩秘书：潘文平讲师，南京航空航天大学

答辩时间：2019年5月19日上午9:00

答辩地点：南京航空航天大学将军路校区1号楼1607会议室

二、博士论文摘要

航空发动机诊断与参数辨识多群体协同遗传算法研究

随着科学和工程技术迅速发展，系统和设备的复杂性越来越大，对设备的故障机理、故障模式分析也越来越复杂，迫切需要大力发展智能故障诊断技术，能够从收集到的信息中进行学习，自主分析及挖掘出有利于诊断的信息，实现智能诊断。我国航空发动机的自主研发，对建模、参数辨识、健康管理等技术也提出了智能化的要求。本文将计算智能和机器学习等人工智能方法应用到航空发动机领域，结合这个领域的实际背景及需求，围绕多群体遗传算法及其在航空发动机领域具有更好更广的适用性展开研究，包括遗传算法的改进、多群体遗传算法的迁移策略、特征模式的挖掘和自适应参数域调整等，主要内容如下：

(1) 提出用于特征选择的多群体多准则差分遗传算法。首先，提出差分遗传算法，以简单遗传算法为基础，结合 Relieff 算法、类间距离与类内距离、频繁组合等多准则、以及差分策略设计遗传算子，实现对遗传算法的改进，克服简单遗传算法的早熟现象，并有利于选出适应度高且具有重要特征的个体；其次，采用多群体共同执行特征选择，设定进化到一定的代数后，各群体交流当前的最优个体，并从中挖掘出有效的特征模式，各群体共享这个特征模式，实现各群体可靠优良模式的传播。最后，通过仿真实例和 UCI 数据集对算法进行验证，并且与其他算法从收敛速度、种群均值、解的可靠性和稳定性进行比较，验证算法的有效性及其优势。

(2) 提出自适应参数域多群体协同优化遗传算法。首先，对简单遗传算法的变异算子进行改进，采用了差分变异和均匀变异相结合的方法，实现区间外探索和区间内开发，具有求泛和求精的能力；其次，采用多群体协同并定期交流挖掘出包含高质量解的区域，设计自适应调整参数域方法，实现参数域的动态调整，由于参数取值区间不断在变化，将大大提高算法的效率。变异算子的改进及结合多群体，有助于解决当参数正确值不包含在给定的初始取值区间内，导致找不到正确值的问题，从而降低了对参数初始取值区间的准确度要求；最后，采用 8 个标准函数（高维的单峰函数和多峰函数）对算法的性能进行验证。通过观察算法运行过程中参数区间的自适应调整过程，验证参数域自适应调整思路的正确性；并与其他算法在最优解、平均值、标准差和收敛速度等方面的比较，验证算法的优越性。

(3) 针对航空发动机滚动轴承故障信号的多维特征选择展开研究。航空发动机故障诊断首先面临大量故障特征，特征的冗余性和互斥性对于故障诊断的精度具有很大的影响，因

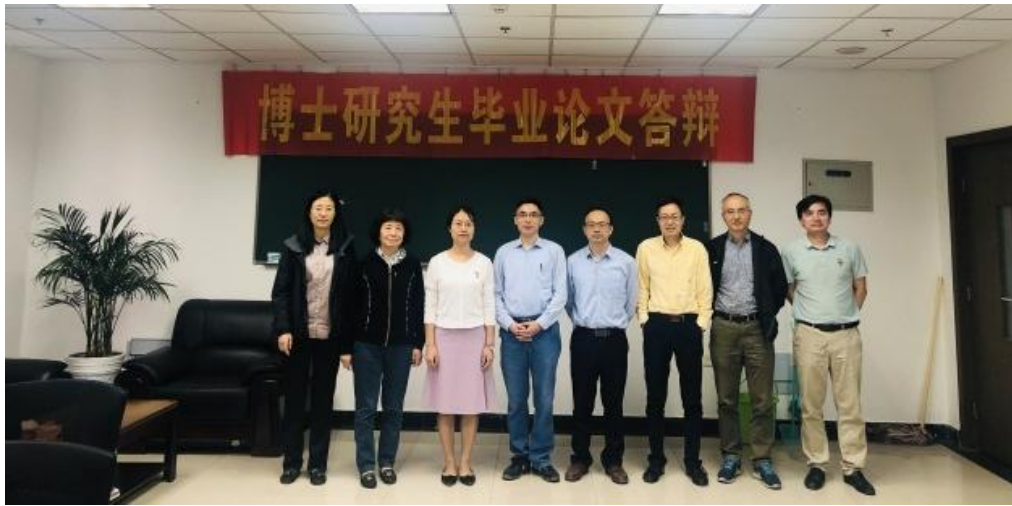
此，如何提取和选择重要的“纯”特征子集对于提高故障诊断的精度和效率具有重要意义。本文将多群体多准则差分遗传算法应用于航空发动机滚动轴承故障特征选择，除了各群体的阶段性成果中挖掘有效的特征模式外，还处理特征模式中存在的极强相关性，从而获得更“纯”的特征模式传递给后代，指导后代向更优的方向进化，并且使得最终找到具有高分类准确率特征子集，同时该特征子集特征间的差异大。最后，采用航空发动机滚动轴承故障模拟实验获得故障的样本集，验证算法的有效性。

(4) 航空发动机动力学参数辨识是建立准确的动力学模型的基础，参数辨识的准确度对模型计算精度有很大的影响。然而，在实际的工程应用中，参数的取值区间不太容易准确定义，很多情况下会根据经验来给出。为了减小取值区间准确度对参数辨识结果的影响，本文将自适应参数域多群体协同优化遗传算法应用于航空发动机动力学模型参数辨识技术，在考虑参数初始取值区间不确定的情况下，研究振动模态参数辨识和转子系统连接刚度识别问题，并用试验和仿真数据对新方法的辨识结果进行了验证和分析，验证算法在工程应用中的效果。

关键词：多群体遗传算法；协同优化；特征选择；航空发动机；滚动轴承；智能诊断；自适应参数域；模态分析；连接刚度；参数辨识

三、答辩现场





答辩决议

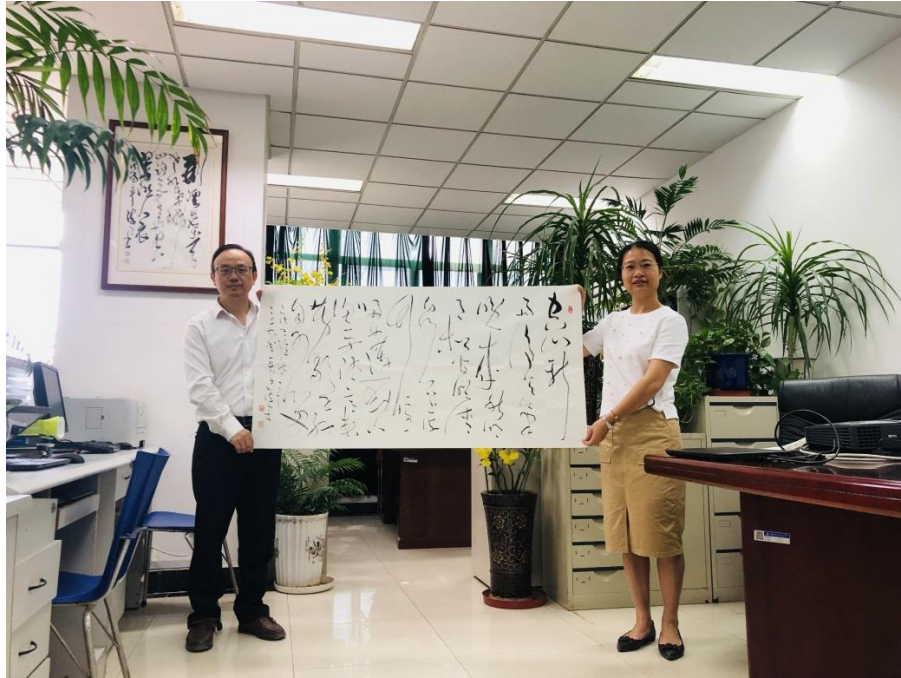
答辩委员会经无记名投票决定：

一致同意通过关晓颖同学博士论文答辩，并一致建议授予其工学博士学位。

三、毕业留恋

书法：山居秋暝，王维（唐）

空山新雨后，天气晚来秋。明月松间照，清泉石上流。
竹喧归浣女，莲动下渔舟。随意春芳歇，王孙自可留。



书法：春日忆广州，陈独秀（现代）

江南目尽飞鸿远，隐约罗浮海外山。曾记盈盈秋水阔，好花开满荔枝湾。



四、关晓颖简介

2014/9—2019/5, 南京航空航天大学, 民航学院, 博士生, 导师: 陈果

2006/9—2008/6, 中山大学, 软件学院, 硕士, 导师: 张军

2000/9—2005/6, 中山大学, 信息科学与技术学院, 本科, 导师: 张治国

工作单位: 广东食品药品职业学院, 医用软件与网络工程研究室

