

附件 2

南京信息工程大学“优秀本科毕业论文（设计）支持计划”项目申报表

学生姓名	曹行健	学号	201813870028	专业	应用统计学
	庞浩哲		201813870023		应用统计学
	王明泉		201813870035		应用统计学
指导教师	来鹏	职称	教授（博导）	学院	数学与统计学院
	张斌		副教授(硕导)		数学与统计学院
毕业论文（设计）题目		基于计算机视觉与复杂系统的林区火警预报研究（团队题目）			
学生发表（或已录用）的相关论文		期刊级别	文章题目及作者信息	期刊名称及时间	
		会议	Application of Google Cloud Platform to Classiy Finchers in Edge Devices	PRAI 2020（世界模式识别与人工智能大会）	
		省级期刊	基于蒙特卡罗模拟的四川木里森林消防优化设计	现代信息科技	
		省级期刊	基于熵值统计分析法对能源安全影响因素的研究	财经界	
学生已获专利或软件著作权		专利类型	专利名称	专利号	
		实用新型	一种数学统计学绘	ZL 2020 2001237.5	

	专利	图装置	
	软件著作权	著作权人（前三）	登记号
	城市交通出行管理系统 V1.0	曹行健	2021SR0805036
	森林防火优化措施管理系统 V1.0	王明泉	2021SR0560512
学生获得相关学科竞赛（省级及以上）	竞赛级别	竞赛名称及获奖人	获奖等级及时间
	省级	第六届互联网加红旅赛道（庞浩哲）	省二 2020.9
	省级	第六届互联网加高教主赛道（庞浩哲）	省二 2020.9
	省级	第十一届江苏省机器人大赛（庞浩哲）	省二 2020.11
	省级	首届智能空间引用创新创业大赛（庞浩哲）	省三 2020.12
	省级	第十二届中国大学生服务外包创新大赛东部区域赛（庞浩哲）	省一 2021.6

	国家级	第六届互联网加创新创业大赛全国总决赛（庞浩哲）	国赛入围 2020.11
	国家级	第十二届中国大学生服务外包创新创业大赛（庞浩哲）	国一 2021.8
	国家级	2019 年全国大学生英语竞赛（庞浩哲）	省二 2018.12
	省级	全国大学生数学建模大赛（王明泉）	省三 2020.10
	省级	全国大学生数学建模大赛（曹行健）	省二 2020.10
学生主持与题目相关的省级及以上大学生创新创业项目	级别	项目名称及主持人	项目起止时间
拟申报毕业论文选题（项目）立项依据和研究内容			
<p>中国国土辽阔，但森林资源少，地区差异大，森林覆盖率仅为 22.96%，低于全球平均森林覆盖率。森林火灾位于三大自然灾害之首，它不仅给人类的经济建设造成巨大损失，而且还会破坏生态环境。据统计，世界各国每年发生的较大森林火灾多达 22 万次，烧毁林地面积高达 646 万平方公里，全世界森林面积以每年 104 万平方公里的速度递减。2019 年中国发生森林火灾达 1.2 万次，直接损失 37.2 亿元，森林火灾致 1568 人死亡，伤数千人。为进一步预防并监测林区火灾的发生，顺应社会大数据、大生态和互联网+进程，我们的团队致力于推进林区智能化的发</p>			

展进程，从源头上预防并遏制森林火灾，减少人员伤亡和财物损失，守护地球母亲的每一片森林。

项目导师来鹏教授，博士毕业于中国科学院数学与系统科学研究院，应用数学所。近 5 年来主持并结题 **5 篇国家级自然基金项目，发表 20 余篇 sci 论文**。目前主要兴趣集中于半参数模型推断、复杂数据分析、高维数据变量选择、超高维数据降维，对学生认真负责，曾带领学生结题三项国家级大创项目，能够为项目提供坚实的理论指导。

庞浩哲同学从本科二年级开始致力于**计算机视觉与统计建模的理论探索与产业落地**，对计算机视觉的边缘计算设备落地部署，统计建模的实践有一定的经验和独到的见解，多次参加国际与国内计算机视觉或人工智能学术会议（CVPR，MLA），**曾担任数学与统计学科协主席，获得统计建模，机器人以及创业类竞赛省级以上奖项近十项**。熟悉动态无人机自组中继通讯网络、无人机集群聚类算法、无人机智能调度平台、基于无人飞行器的红外线温湿风压探测系统、目标识别算法、数据快速传输，火势精准预测，提前预警、高适应性林保无人机、空天地一体融合监测技术，**相关专利进入复审阶段**。曾经参加互联网+大赛，**注册公司一家计算机视觉服务公司并担任公司监理以及首席技术官(CTO)**。项目取得了江苏省银奖的好成绩并入围国赛，是当年**本科生最好成绩**。次年，**该项目为学校带来首个中国大学生服创赛全国一等奖**。此外公司开创新地将人脸识别与情绪识别技术用于留守儿童保护，**斩获同年互联网加红旅赛道江苏省银奖，是当年红旅赛道全校最好成绩**。后来该项技术被省内其他高校所借鉴。该生同时致力于统计建模的交叉应用，分别在**经济学以及医学**取得一定研究突破。其开创性地建立了“identification of Swing Group 算法”，该算法在商业分析最权威比赛“正大杯”中获江苏省三等奖，是今年**全校第二好成绩**，该算法经过数次迭代升级改进，即将投稿中国计算机协会认证 B 类会议论文。**在医学方面**，该生与南京江北人民医院主任医师刘利华博士建立合作，**致力于通过统计模型挖掘结肠癌影响因素，息肉癌前病变的研究，及其产业化落地**。

王明泉同学曾主持并结题一项校级大创项目：**基于蚁群算法的四川凉山森林火灾仿真与应对策略研究**，发表诺干篇省级论文和软件著作权，保研至南京师范大学，有扎实的理论和编程功底。

曹行健同学曾主持并结题一项校级大创项目，发表一篇省级期刊，在全国大学生数学建模竞赛中取得江苏省二等奖的成绩，保研至东南大学，有一定的科研能力。

在这个项目中，我们试图拓展最新 deep learning 方法的适用面，利用其预判着火的，进行图像识别，和评估系统状态。但是，当前 transformer 类模型需要大量的计算量和数据。所以，我们分别从数理统计和泛函分析的角度尝试解决这类问

题，并尝试让深度学习迈入“白盒”时代。

我们计划用 Hilbert 空间的算子逼近理论来解释 Transformer 的 encoder layer 的逼近函数的能力。去掉 softmax 之后，如果用 quadratic complexity 的矩阵乘法就是一个 learnable 的 Fourier transform；如果用 linear complexity 的矩阵乘法就是一个可以学的 Petrov-Galerkin 投影。从 Galerkin 方法来看，一个 Hilbert 空间的子集或者子空间来让我们逼近，这个就好比是 Query；用 Query 之于 Key 的反应来决定用什么 Value 来逼近，这就是 Petrov-Galerkin 方法里面用一个函数对于 test space 的反应（内积）来决定如何用 trial space 来表示需要逼近的函数。而算子逼近里面著名的 [Ladyzhenskaya-Babuška-Brezzi 条件](#)，就是说明如果要解锁 Value 中的最优逼近，我们需要有足够多的 Key。于是，这样我们就可以证明第一个注意力机制逼近 Hilbert 子空间的定理（类似用 Lax-Milgram 定理来证明 Galerkin 投影是最优逼近）：attention 算子（非线性）具有表示 Petrov-Galerkin 投影（线性）的能力。用 Hilbert 空间投影来改进 attention 机制之后（去掉 softmax，用 layer normalization 代替 Hilbert 空间投影的 normalization），对比现在的 PDE 求解算子的 SOTA (Fourier Neural Operator)，把 FNO 的一半参数换成 Galerkin transformer encoder，在解某些 PDE benchmark 问题上提高精确度，并能够大幅度减少训练时间。同时得益于这些年对于分位数以及其在有限维和无限维空间的良好性质，我们能够突破性地将原始图片映射为特殊分为点空间，并且通过其性质与上述分析相结合。更加令人值得期待的，我们有望将计算量减少至原先的 25%！

在此项目中，三个同学分别从数据的融合预测，计算机视觉，复杂系统可靠性三个维度出发，力图先预判更有可能出现火灾的地区，季节，以便更有效地部署无人机群；利用高效的计算机视觉技术准确快速的识别出着火点；在无人机群扫描火灾区域时，利用最优替换策略保证无人机系统的可靠性，最终提供一个可行的行业解决方案。

研究计划、预期成果和预算概要

(一) 项目计划

(1) 2021.12-2022.01: 提取和收集我国四川省凉山州特殊的地形及气候特征序列, 对凉山森林火灾进行成因分析; 对最新的深度学习网络 (Transformer 框架, 图神经网络思想) 进行学习复现;。查阅国内外文献, 调研目前林火蔓延模型和三维火灾动态疏散策略进展, 完成数据收集与下载;

(2) 2022.01-2022.2: 基于最新发展的林火蔓延模型, 构建四川凉山地区特殊地形和气候条件下的森林火灾蔓延模型, 检测模型在特定条件下的模拟能力, 并从环境因子角度探讨林火蔓延趋势及林火分布特征; 将分位数思想融入特征构建过程, 利用再生核空间理论提出更加适合烟雾识别的神经网络架构;

(3) 2022.02-2020.03: 从概率分布时空特征等角度对四川凉山地区进行林火仿真分析, 监测在特定环境下仿真模拟的效果, 优选具有较好模拟能力的模式, 为未来预估分析提供基础; 实现最新提出的神经网络架构, 调优参数, 并对其进行修枝, 剪枝;

(4) 2021.03-2021.04: 通过实地调研和模型估计, 制定三维火灾环境动态疏散策略, 评价模型合理性。针对已制定策略对未来林火复发作预估, 并考虑季节回归等因素对三维火灾环境动态疏散策略的影响因子, 分析其可操作性及实用性; 实验证实一个最合适的图像识别模型, 并将其分享到开源网站, 供大家交流使用; 整理研究成果, 撰写结题报告。

(二) 预期成果

(1) 投稿中国计算机协会 (CCF) 认证 A 类会议文 1 篇;

(2) 完成两篇学术论文并投稿;0

(3) 团队将分析环境因子对改进后的四川凉山森林大火火灾蔓延模型的影响, 分析其蔓延趋势。并结合森林火灾扑救仿真理论对模型进行合理的模拟评估, 依照模型制定三维火灾环境动态疏散策略。完成一件软件著作权申报。

(三) 预算概要

开支科目	主要用途	预算经费
预算经费总额	项目研究	2000
1. 业务费	调查、差旅	1000
(1) 会议、差旅费	实地考察	700
(2) 文献检索费	文献下载、图书购置	300
2. 仪器设备购置费	项目研发元器件	500
3. 实验装置试制费	装置试制	500
学校批准经费	2000	

指导教师意见

近几年以来，我国多地森林火灾频发，扑救难度大，给社会、经济、人员造成了巨大的伤害和损失。本项目三个同学分别从数据的融合预测，计算机视觉，复杂系统可靠性三个维度出发。将分析、几何、数理统计的理论和实际相结合，创新性地拓展Transformer框架的应用面。项目的研究将为我国森林火灾的防控提供切实可行的行业解决方案，具有较高的创新意义和研究价值，值得重点推荐！

指导教师：

2021 年 11 月 29 日

学院初审意见
<div>院长：年 月 日</div>
评审专家组意见
<div>专家组组长：年 月 日</div>
教务处意见
<div>盖 章：年 月 日</div>

注：1、表格一式二份。2、表格大小可根据内容自行调整。 3、多人信息在同一单元格中分行填写。