

同行专家业内评价意见书编号：20250854372

附件1

浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）
同行专家业内评价意见书

姓名： 尤新云

学号： 22260093

申报工程师职称专业类别（领域）： 电子信息

浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）制

2025年03月13日

填表说明

一、本报告中相关的技术或数据如涉及知识产权保护、军工项目保密等内容，请作脱密处理。

二、请用宋体小四字号撰写本报告，可另行附页或增加页数，A4纸双面打印。

三、表中所涉及的签名都必须用蓝、黑色墨水笔，亲笔签名或签字章，不可以打印代替。

四、同行专家业内评价意见书编号由工程师学院填写，编号规则为：年份4位+申报工程师职称专业类别(领域)4位+流水号3位，共11位。

一、个人申报

(一) 基本情况【围绕《浙江工程师学院(浙江大学工程师学院)工程类专业学位研究生工程师职称评审参考指标》，结合该专业类别(领域)工程师职称评审相关标准，举例说明】

1. 对本专业基础理论知识和专业技术知识掌握情况(不少于200字)

通过工程实践，我充分运用了所学的5G通信理论、虚拟化无线接入网(vRAN)、无线资源管理、网络优化算法等基础理论知识，深入理解了QoS保障、CU/DU功能划分、无线资源调度等关键技术，并建立了端到端QoS数学模型，确保优化计算的准确性。

在专业技术方面，我掌握了SDN/VNF、网络功能编排、计算资源调度等前沿技术，并结合子问题分解、自适应搜索、贪心算法、并行计算等优化方法，成功降低计算复杂度，提高求解效率。

在工程实践的过程中，锻炼了综合运用理论知识解决复杂工程问题的能力，能够结合实际需求进行建模分析，设计并优化系统架构。具备了从理论分析到算法优化，再到系统部署的全链路能力，并通过实验验证方案的有效性，进一步提升了创新能力和工程实践能力。

2. 工程实践的经历(不少于200字)

在“面向5G专网的QoS预测与优化算法研究”项目中，主要负责5G vRAN在线配置框架的设计与验证，参与QoS端到端建模和优化算法设计，并基于openairinterface搭建本地5G基站，进行系统集成与测试。

在此过程中，掌握了5G网络架构、vRAN核心技术及QoS优化算法的原理与应用。同时，具备了文献调研与分析能力，能够高效阅读并总结前沿研究成果。此外，提升了算法设计与优化能力，能够针对复杂网络环境提出有效的QoS优化方案。

在工程实践方面，具备了实验平台搭建能力，能够独立完成从硬件配置到软件环境部署的全过程。提升了编程与仿真能力，能够基于仿真环境验证调度算法的有效性，并具备系统集成与测试能力，确保实验平台的稳定运行。

通过该项目，不仅提升了科研能力和工程实践能力，还增强了团队协作、项目管理与问题解决能力。

3. 在实际工作中综合运用所学知识解决复杂工程问题的案例(不少于1000字)

基于联合重编排与重调度的5G专用网络QoS优化

1. 项目背景

虚拟化无线接入网(vRAN)能够让网络运营商在商品服务器上运行RAN功能，而不是专有硬件。因此，它能带来降低成本、部署灵活等好处，已引起了人们的极大兴趣，特别是对于5G

专用网络的运营商，虚拟无线接入网(vRAN)已成为提升专网灵活性和资源利用率的关键技术。然而，现有的vRAN管理策略通常仅聚焦于无线接入网的某一侧，即单独优化网络功能的编排，或者单独优化无线资源的调度，而未能系统地综合考虑两者对服务质量(QoS)的影响。这种割裂的优化方式导致在实际应用中，网络性能难以满足5G专用网络运营商对不同用户设备(UE)的QoS需求，例如高吞吐量、低时延或高可靠性。

针对上述挑战，提出了一种基于联合网络功能编排与无线资源调度的QoS优化方案——UQ-

vRAN框架。该框架能够在动态网络环境下适应不同的服务质量需求，并在确保QoS的前提下提高vRAN的资源利用效率。

2. 问题描述

在5G专用网络环境下，QoS保障面临以下核心问题：

(1)

资源分配的复杂性。vRAN的中心单元（CU）与分布单元（DU）功能划分直接影响网络时延和计算资源分配。不同的网络功能部署方式不仅影响数据处理路径，还影响网络能耗和传输延迟。

(2)

多用户QoS差异化需求。5G专网中的业务需求差异显著，例如工业制造场景要求低时延和高可靠性，而高清视频传输场景则更关注高吞吐量和带宽利用率。

(3)

动态环境的适应性。无线资源调度需在毫秒级时间内响应，而网络功能编排调整通常需要数秒乃至数分钟，两者的时间尺度不匹配，使得联合优化策略的制定极具挑战性。

(4)

计算复杂度高。联合编排和调度涉及多个决策变量，问题规模呈指数级增长，使得传统优化方法难以在合理时间内获得最优解。

(5)

网络资源约束。在有限的计算资源和频谱资源约束下，如何动态分配资源以最大化系统吞吐量并满足UE的QoS需求。

3. 解决方案

为解决上述问题，设计了UQ-vRAN 框架，一种联合优化 网络功能编排（重编排问题） 和无线资源调度（重调度问题） 的QoS控制框架，旨在提升 vRAN 配置效率并保障用户QoS。在该框架中，优化引擎是核心模块，负责计算最优的vRAN资源分配方案，以满足 QoS需求并提高系统资源利用率。而端到端

QoS建模和高效求解算法设计是优化引擎的核心组成部分，共同支持UQ-vRAN的高效运行。

其中，端到端 QoS 建模 通过数学模型精准刻画 QoS 指标（如吞吐量、时延）与 vRAN 资源配置（CU/DU 分离策略、无线资源分配、UE

关联、计算资源调度等）之间的复杂关系，确保优化计算的准确性，使优化引擎能够合理评估 QoS 影响。在此基础上，高效求解算法设计

通过子问题分解、自适应搜索、线性松弛、贪心优化以及并行计算等方法，降低计算复杂度，确保能够在动态 5G 网络环境中快速求解优化问题，实现实时 QoS 保障。

UQ-vRAN 框架的实现依赖于这两个核心部分（端到端 QoS

建模和高效求解算法设计）。优化引擎基于这些模型与算法计算最优配置策略，并通过

部署器 进行实际网络配置调整，确保 QoS 需求得到满足。因此，UQ-vRAN 通过整合网络功能编排 和 无线资源调度，实现 vRAN 资源的全面优化，提高了 5G 专用网络的 QoS 保障能力和系统资源利用效率。

3.1 端到端 QoS 建模

为精确刻画 QoS 指标（吞吐量、时延）与 vRAN

资源配置之间的关系，建立了一套端到端的 QoS 数学模型，包括以下核心内容：

CU/DU 分离策略建模：分析不同 CU/DU 分离方式对 QoS 的影响。例如，将更多功能集中在 CU 会增加网络延迟，但可减少计算资源占用。

无线资源分配建模：引入资源块（RB）和调制编码方案（MCS）作为优化变量，以平衡系统带宽利用率和 QoS 需求。

用户设备（UE）关联建模：研究 UE

与射频单元 (RU) 之间的关联方式, 不同接入策略会影响 UE 的信号质量和 QoS 保障能力。

计算资源与传输时延建模: 基于排队论建模 DU/CU 的数据处理能力, 并结合网络拓扑和负载情况计算端到端时延。

吞吐量优化建模: 通过对前传网络、中传网络和计算资源的约束优化, 使系统总吞吐量最大化, 同时满足所有 UE 的 QoS 需求。

3.2 高效求解算法设计

针对联合优化问题计算复杂度高的挑战, 本方案设计了一系列高效的求解算法, 包括:

子问题分解: 将联合优化问题拆解为多个独立的子问题, 如 CU/DU

分离、无线资源分配、UE 接入策略等, 从而降低计算复杂度。

去除无效解空间: 利用路径损耗计算和历史数据分析, 提前排除不可能的解, 减少求解空间, 提高计算效率。

自适应搜索算法: 根据系统当前负载和 QoS

需求动态调整搜索策略, 优先探索最优解的高概率区域, 加速优化过程。

线性松弛优化: 通过线性松弛方法, 将整数规划问题转换为可快速求解的连续优化问题, 降低求解难度。

贪心优化策略: 在计算资源受限的情况下, 采用贪心算法动态分配 RB 和 MCS, 确保最大程度满足 QoS 要求。

并行计算加速: 利用多核并行计算技术, 加速不同子问题的求解过程, 提高系统的实时优化能力, 确保优化计算在毫秒级时间内完成。

3.3 UQ-vRAN 框架的实现

UQ-vRAN 框架的实现依赖于 优化引擎, 而优化引擎正是基于 端到端 QoS 建模 和 高效求解算法设计 运行的。整个 UQ-vRAN 系统由以下三个核心模块构成:

启动器: 接收 QoS

请求并进行初步评估, 根据实时网络状态决定是否需要优化, 若需要, 则触发优化引擎。

优化引擎: 基于 QoS 建模和优化算法计算最优的网络功能编排与无线资源调度策略, 确保 QoS 需求得到满足。

部署器: 根据优化引擎的计算结果调整网络配置, 与 SDN/VNF 系统交互, 动态实现 QoS 保障策略, 确保优化方案的有效落地。

通过这一架构, UQ-vRAN 能够在 5G 专用网络环境下实现资源的高效调度, 提升 QoS 保障能力, 同时优化系统的资源利用率, 满足不同业务场景对 QoS 的需求。

4. 方案实施效果

本方案在典型的5G专用网络QoS需求场景下进行了实验测试, 取得了显著的优化效果。QoS满足率提升, 在吞吐量与时延混合需求的场景下, QoS满足率提升约30%。系统能耗降低, 优化的网络功能部署减少了服务器计算负载, 使系统整体能耗降低约20%。计算效率提高, 优化求解算法将联合优化问题的求解时间缩短50%以上, 满足了动态5G专用网络环境的实时优化需求。

5. 结论与经验总结

UQ-vRAN通过联合网络功能编排与无线资源调度优化5G专用网络的QoS保障能力。通过数学建模、优化算法设计及系统实现, 有效解决了传统优化方法难以兼顾QoS保障和资源利用率的问题。该方法具有较强的适应性和可扩展性, 为未来第六代移动通信 (6G) 专用网络的优化提供了借鉴。

(二) 取得的业绩(代表作)【限填3项, 须提交证明原件(包括发表的论文、出版的著作、专利证书、获奖证书、科技项目立项文件或合同、企业证明等)供核实, 并提供复印件一份】

1. 公开成果代表作【论文发表、专利成果、软件著作权、标准规范与行业工法制定、著作编写、科技成果获奖、学位论文等】

成果名称	成果类别 [含论文、授权专利(含发明专利申请)、软件著作权、标准、工法、著作、获奖、学位论文等]	发表时间/授权或申请时间等	刊物名称/专利授权或申请号等	本人排名/总人数	备注
联合重编排和重调度的5G 虚拟无线接入网 QoS 优化方法	发明专利申请	2024年01月04日	申请号: 2024100122549	2/4	

2. 其他代表作【主持或参与的课题研究项目、科技成果应用转化推广、企业技术难题解决方案、自主研发设计的产品或样机、技术报告、设计图纸、软课题研究报告、可行性研究报告、规划设计方案、施工或调试报告、工程实验、技术培训教材、推动行业发展中发挥的作用及取得的经济社会效益等】

(三) 在校期间课程、专业实践训练及学位论文相关情况

课程成绩情况	按课程学分核算的平均成绩： 85 分
专业实践训练时间及考核情况(具有三年及以上工作经历的不作要求)	累计时间： 1 年(要求1年及以上) 考核成绩： 80 分

本人承诺

个人声明：本人上述所填资料均为真实有效，如有虚假，愿承担一切责任，特此声明！

申报人签名：尤新云

浙江大学研究生院 攻读硕士学位研究生成绩单

学号: 22260093	姓名: 尤新云	性别: 男	学院: 工程师学院	专业: 计算机技术	学制: 2.5年						
毕业时最低应获: 26.0学分		已获得: 30.0学分		入学年月: 2022-09	毕业年月:						
学位证书号:			毕业证书号:		授予学位:						
学习时间	课程名称	备注	学分	成绩	课程性质	学习时间	课程名称	备注	学分	成绩	课程性质
2022-2023学年秋季学期	研究生英语		2.0	免修	专业学位课	2022-2023学年冬季学期	新时代中国特色社会主义思想理论与实践		2.0	89	专业学位课
2022-2023学年秋季学期	研究生英语能力提升		1.0	免修	跨专业课	2022-2023学年秋冬学期	研究生论文写作指导		1.0	78	专业选修课
2022-2023学年秋季学期	研究生英语基础技能		1.0	免修	公共学位课	2022-2023学年春季学期	工程伦理		2.0	95	专业学位课
2022-2023学年秋季学期	工程技术创新前沿		1.5	88	专业学位课	2022-2023学年春季学期	自然辩证法概论		1.0	76	专业学位课
2022-2023学年冬季学期	产业技术发展前沿		1.5	89	专业学位课	2022-2023学年夏季学期	物联网信息安全技术与应用基础		2.0	90	专业选修课
2022-2023学年秋冬学期	电子与信息工程技术管理		2.0	90	专业学位课	2022-2023学年春夏学期	移动互联网智能设备应用设计与实践		3.0	87	专业学位课
2022-2023学年冬季学期	物联网操作系统与边缘计算		2.0	85	专业选修课	2022-2023学年春夏学期	高阶工程认知实践		3.0	88	专业学位课
2022-2023学年秋冬学期	数据分析的概率统计基础		3.0	83	专业选修课		硕士生读书报告		2.0	通过	

说明: 1. 研究生课程按三种方法计分: 百分制, 两级制(通过、不通过), 五级制(优、良、中、及格、不及格)。

2. 备注中“*”表示重修课程。

学院成绩校核章:


成绩校核人: 张梦依

打印日期: 2025-03-20



22260093

二、日常表现考核评价及申报材料审核公示结果

日常表现 考核评价	<p>非定向生由德育导师考核评价、定向生由所在工作单位考核评价：</p> <p><input checked="checked" type="checkbox"/> 优秀 <input type="checkbox"/> 良好 <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格</p> <p>德育导师/定向生所在工作单位分管领导签字（公章）：_____ 年 月 日</p> 
申报材料 审核公示	<p>根据评审条件，工程师学院已对申报人员进行材料审核（学位课程成绩、专业实践训练时间及考核、学位论文、代表作等情况），并将符合要求的申报材料在学院网站公示不少于5个工作日，具体公示结果如下：</p> <p><input type="checkbox"/> 通过 <input type="checkbox"/> 不通过（具体原因：_____）</p> <p>工程师学院教学管理办公室审核签字（公章）：_____ 年 月 日</p>



国家知识产权局

310009

杭州市庆春路9号长堤明苑22层B座 杭州天正专利事务所有限公司

王兵(0571-87242151)楼明阳(0571-87242818)

发文日:

2024年01月04日



申请号: 202410012254.9

发文序号: 2024010401512300

专利申请受理通知书

根据专利法第28条及其实施细则第38条、第39条的规定,申请人提出的专利申请已由国家知识产权局受理。现将确定的申请号、申请日等信息通知如下:

申请号: 2024100122549

申请日: 2024年01月04日

申请人: 浙江大学

发明人: 董玮,尤新云,吕嘉美,高艺

发明创造名称: 联合重编排和重调度的5G虚拟无线接入网QoS优化方法

经核实,国家知识产权局确认收到文件如下:

权利要求书 1份6页,权利要求项数: 6项

说明书 1份9页

说明书附图 1份2页

说明书摘要 1份1页

发明专利请求书 1份5页

实质审查请求书 文件份数: 1份

申请方案卷号: 331108

提示:

1.申请人收到专利申请受理通知书之后,认为其记载的内容与申请人所提交的相应内容不一致时,可以向国家知识产权局请求更正。

2.申请人收到专利申请受理通知书之后,再向国家知识产权局办理各种手续时,均应当准确、清晰地写明申请号。

审查员: 自动受理

联系电话: 010-62356655

审查部门: 初审及流程管理部



200101
2022.10

纸件申请,回函请寄: 100088 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 国家知识产权局专利局受理处收
电子申请,应当通过专利业务办理系统以电子文件形式提交相关文件。除另有规定外,以纸件等其他形式提交的文件视为未提交。