

分类号\_\_\_\_\_

UDC\_\_\_\_\_

密级\_\_\_\_\_

编号 10736\_\_\_\_\_

西北师范大学

硕士学位论文

(学术学位)

智能通信网络中深度强化学习驱动  
的 RIS 辅助无线资源优化研究

研究生姓名：\_\_\_\_\_ 常恒

指导教师姓名、职称：\_\_\_\_\_ 贾向东 教授

一级学科、专业名称：\_\_\_\_\_ 软件工程

研究方向：\_\_\_\_\_ 智能软件服务工程

专项计划：\_\_\_\_\_

二〇二六年五月

**A Study on Deep Reinforcement  
Learning-Driven Wireless Resource  
Optimization in RIS-Assisted Intelligent  
Communication Networks**

A Thesis Submitted to  
Northwest Normal University  
in partial fulfillment of the requirement  
for the degree of  
Master of Engineering  
in  
Software Engineer  
by  
Chang Heng

Supervisor: (Associate) Professor Jia Xiangdong

May, 2026

## 西北师范大学学位论文原创性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文是本人在导师的指导下独立进行研究工作所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。因本学位论文引起的法律后果完全由本人承担。

学位论文作者签名：

导师签名：

签字日期： 年 月 日

# 西北师范大学学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解西北师范大学有关保留、使用学位论文的规定，有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的纸质版和电子版，允许论文被查阅和借阅。本人授权西北师范大学可以将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文，可以公开学位论文的全部或部分内容。

(保密的学位论文在解密后适用本授权书)

学位论文作者签名：

签字日期： 年 月 日

## 摘 要

摘要内容，用宋体小 4 号字，两端对齐，左缩进 2 个汉字符，行距为固定值 20 磅，段前空 0 磅，段后空 0 磅。论文摘要中不应出现图片、图表、表格或其他插图材料。论文关键词是为了文献标引工作从论文中选取出来用以表示全文主题内容信息的单词或术语，3-7 个，用宋体小 4 号字，每个关键词之间用分号间隔，两端对齐。摘要是论文内容的高度概括，应具有独立性和自含性，即不阅读论文的全文，就能获得必要的信息。摘要应包括本论文的目的、主要研究内容、研究方法、创造性成果及其理论与实际意义。摘要中不宜使用公式、化学结构式、图表和非公知公用的符号与术语，不标注引用文献编号，同时避免将摘要写成目录式的内容介绍。论文的摘要，是对论文研究内容的高度概括，其他人会根据摘要检索一篇学位论文，因此摘要应包括：对问题及研究目的的描述、对使用的方法和研究过程进行的简要介绍、对研究结论的简要概括等内容。摘要应具有独立性、自明性，应是一篇简短但意义完整的文章。通过阅读论文摘要，读者应该能够对论文的研究方法及结论有一个整体性的了解，因此摘要的写法应力求精确简明。论文摘要切忌写成全文的提纲，尤其要避免“第 1 章……；第 2 章……；……”这样的陈述方式。

**关键词：**学位论文；摘要；关键词

## Abstract

The length of the English abstract should refer to that of the Chinese abstract. The title of the English abstract is “ABSTRACT”. The first letter of each keyword should be capitalized, and keywords should be separated by a halfwidth comma and a space. The English keywords and Chinese keywords should correspond to each other.

**Keywords:** Dissertation; Abstract; Keywords

## 目 录

第 1 章 绪论 .....	1
1.1 研究背景与意义 .....	1
1.2 国内外研究现状分析 .....	1
1.3 论文结构安排 .....	2
第 2 章 相关技术与理论介绍 .....	3
2.1 一级节标题 .....	3
2.1.1 二级节标题 .....	3
2.2 脚注 .....	3
第 3 章 研究点 1: MIMO 通信系统建模 .....	4
3.1 MIMO 系统概述 .....	4
3.2 系统模型 .....	4
3.3 系统示意图 .....	4
3.4 算法示例 .....	4
3.5 仿真参数 .....	4
第 4 章 研究点 2 .....	6
4.1 XXXXX .....	6
4.2 XXXX .....	6
结 论 .....	7
参考文献 .....	8
致 谢 .....	9
附录 A 补充材料 .....	10
A.1 补充章节 .....	10
个人简历、在学期间发表的学术论文及研究成果 .....	11

## 图片索引

图 3-1	示例图片 .....	5
-------	------------	---



## 表格索引

表 3-1	MIMO 系统仿真参数 .....	5
-------	-------------------	---

## 符号说明

$a$	The number of angels per unit area
$N$	The number of angels per needle point
$A$	The area of the needle point
$\sigma$	The total mass of angels per unit area
$m$	The mass of one angel
$\sum_{i=1}^n a_i$	The sum of $a_i$

## 第 1 章 绪论

本模板 NWNNU-dissertation 是西北师范大学计算机科学与工程学院研究生学位论文 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 模板, 基于 `ustcthesis`《中国科学技术大学研究生学位论文》的 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 模板魔改而来, 按照《计算机科学与工程学院研究生学位论文模板 (2023 版)》(以下简称《模板》) 的要求编写。

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

这是一个示例文本, 用于测试排版和布局效果。它没有任何实际意义, 只是为了填充空间。你可以使用这段文字来查看字体、间距和段落的对齐方式是否符合预期。如果需要更长的内容, 可以继续添加类似的句子, 直到满足你的需求。希望这段文字能帮助你完成设计或开发工作, 祝你一切顺利!

模板的前几章是一个简单的示例, 包含了一些简单的引用以及格式演示, 详细的使用文档见

### 1.1 研究背景与意义

随着过去几年中第五代 (Fifth Generation, 5G) 网络的成功, 通信技术的迅猛发展逐渐为第六代 (Sixth Generation, 6G) 无线通信的崛起奠定了基础

### 1.2 国内外研究现状分析

5G 的应用推广到标准的出台, 都为通信领域带来了前所未有的发展机遇, 相关研究人员纷纷投入到 6G 与它所具有的重要功能的研究当中, 通信技术的快速发展推动 IoT 的迅速发展, 进而推动了实时监测应用的普及与发展, 包括自动驾驶、远程医疗、工业自动化等; 为了更高效与更便捷的用户服务及体验, 通常要求监视器上接收到的信息要尽可能地新鲜, 那么对于信息新鲜度的度量则成为新的课题, 但是传统的性能指标, 比如吞吐量、延迟、中断概率等都不能做到完全表征信息新鲜度。

### 1.3 论文结构安排

XXXXX。

对研究内容进行了全面的总结和分析<sup>[1]</sup>，明确指出了当前研究中存在的不足，并对未来的研究方向和计划进行了展望 [2]。

## 第 2 章 相关技术与理论介绍

### 2.1 一级节标题

#### 2.1.1 二级节标题

##### 1. 三级节标题

##### (1) 四级节标题

① 五级节标题 Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

这是一个示例文本，用于测试排版和布局效果。它没有任何实际意义，只是为了填充空间。你可以使用这段文字来查看字体、间距和段落的对齐方式是否符合预期。如果需要更长的内容，可以继续添加类似的句子，直到满足你的需求。希望这段文字能帮助你完成设计或开发工作，祝你一切顺利！

### 2.2 脚注

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. <sup>①</sup>

---

<sup>①</sup>Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur.

## 第3章 研究点1：MIMO 通信系统建模

### 3.1 MIMO 系统概述

多输入多输出（MIMO）技术通过在发射端和接收端使用多个天线，显著提高无线通信系统的频谱效率和数据速率 [3]。MIMO 系统利用空间分集和多路复用增益，能够在不增加带宽的情况下提升通信性能。本节介绍一个简化的 MIMO 系统模型，分析其信道特性和性能。

### 3.2 系统模型

考虑一个点到点的 MIMO 系统，基站（BS）配备  $N_t$  个发射天线，接收用户配备  $N_r$  个接收天线。假设信道为平坦瑞利衰落信道，信道矩阵  $\mathbf{H} \in \mathbb{C}^{N_r \times N_t}$  的元素为独立同分布的复高斯随机变量，服从  $\mathcal{CN}(0, 1)$ 。

发射信号向量为  $\mathbf{x} \in \mathbb{C}^{N_t \times 1}$ ，接收信号向量  $\mathbf{y} \in \mathbb{C}^{N_r \times 1}$  可表示为：

$$\mathbf{y} = \mathbf{H}\mathbf{x} + \mathbf{n}, \quad (3.1)$$

其中  $\mathbf{n} \in \mathbb{C}^{N_r \times 1}$  为加性高斯白噪声，服从  $\mathcal{CN}(\mathbf{0}, \sigma^2 \mathbf{I}_{N_r})$ ， $\sigma^2$  为噪声方差。

为提高系统性能，基站采用预编码技术，发射信号为  $\mathbf{x} = \mathbf{P}\mathbf{s}$ ，其中  $\mathbf{P} \in \mathbb{C}^{N_t \times N_s}$  为预编码矩阵， $\mathbf{s} \in \mathbb{C}^{N_s \times 1}$  为数据符号向量， $N_s \leq \min(N_t, N_r)$  为数据流数量。假设数据符号满足  $\mathbb{E}[\mathbf{s}\mathbf{s}^H] = \mathbf{I}_{N_s}$ 。

系统的信道容量可通过以下公式计算：

$$C = \log_2 \det \left( \mathbf{I}_{N_r} + \frac{1}{\sigma^2} \mathbf{H}\mathbf{P}\mathbf{P}^H \mathbf{H}^H \right), \quad (3.2)$$

其中  $\det(\cdot)$  表示矩阵行列式， $\mathbf{P}^H$  为预编码矩阵的共轭转置。

### 3.3 系统示意图

如图 3-1 所示，MIMO 系统通过多天线配置实现多路并行数据传输，显著提升吞吐量。

### 3.4 算法示例

以下的算法 3.1 展示一个简单的算法示例。

### 3.5 仿真参数

为验证系统性能，仿真中采用以下参数设置：



图 3-1 示例图片

---

**算法 3.1 算法示例 1**

---

输入 : this text

输出 : how to write algorithm with  $\text{\LaTeX}$ 2e

---

```
1 initialization;
2 while not at end of this document do
3   read current;
4   if understand then
5     go to next section;
6     current section becomes this one;
7   else
8     go back to the beginning of current section;
9   end
10 end
```

---

**表 3-1 MIMO 系统仿真参数**

参数	描述	值
$N_t$	发射天线数	4
$N_r$	接收天线数	4
$N_s$	数据流数	2
$\sigma^2$	噪声方差	0.1
$P_t$	发射功率	1 W

## 第 4 章 研究点 2

4.1 XXXXX

4.2 XXXX



## 结 论

学位论文的结论作为论文正文的最后一章单独排写，但不加章标题序号。结论应是作者在学位论文研究过程中所取得的创新性成果的概要总结，不能与摘要混为一谈。学位论文结论应包括论文的主要结果、创新点、展望三部分，在结论中应概括论文的核心观点，明确、客观地指出本研究内容的创新性成果（含新见解、新观点、方法创新、技术创新、理论创新），并指出今后进一步在本研究方向进行研究工作的展望与设想。对所取得的创新性成果应注意从定性和定量两方面给出科学、准确的评价，分（1）、（2）、（3）…条列出，宜用“提出了”、“建立了”等词叙述。

结论是对论文主要研究结果、论点的提炼与概括，应准确、简明，完整，有条理，使人看后就能全面了解论文的意义、目的和工作内容。主要阐述自己的创造性工作及所取得的研究成果在本学术领域中的地位、作用和意义。同时，要严格区分自己取得的成果与导师及他人的科研工作成果。

在评价自己的研究工作成果时，要实事求是，除非有足够的证据表明自己的研究是“首次”的，“领先”的，“填补空白”的，否则应避免使用这些或类似词语。

## 参考文献

- [1] Sun Z, Xu S, Xue Q, et al. Weighted sum rate maximization for ris backscatter aided noma networks[J/OL]. IEEE Transactions on Communications, 2024: 1-1. DOI: [10.1109/TCOMM.2024.3422221](https://doi.org/10.1109/TCOMM.2024.3422221).
- [2] Amri M M. Recent trends in the reconfigurable intelligent surfaces (ris): Active ris to brain-controlled ris[C/OL]//2022 IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite (COMNETSAT). 2022: 299-304. DOI: [10.1109/COMNETSAT56033.2022.9994338](https://doi.org/10.1109/COMNETSAT56033.2022.9994338).
- [3] Cho Y S, Kim J, Yang W Y, et al. Mimo-ofdm wireless communications with matlab®[M/OL]. Chichester, UK: Wiley-IEEE Press, 2010: 544. DOI: [10.1002/9780470825631](https://doi.org/10.1002/9780470825631).

## 致 谢

在研究学习期间，感谢 XXX 老师在实验方面的指导以及教授的帮助。XXX 同学和 XXX 同学参与了部分试验工作，在此深表谢意。

衷心感谢他们多年来给予我的悉心教导和热情帮助。

## 附录 A 补充材料

### A.1 补充章节

补充内容。

## 个人简历、在学期间发表的学术论文及研究成果

### 1. 个人简历

- [1] 2000 年 2 月 25 日出生于 XXXX。
- [2] 2018 年 09 月——2022 年 07 月，在 XXXXXXXXXXXX 本科毕业并获得 XX 学位。
- [3] 2023 年 09 月——至今，在西北师范大学计算机科学与工程学院计算机技术学科攻读工学硕士学位。

### 2. 在学期间发表的学术论文

- [1] XXXXXX 期刊, 2024, 40(02):364-372.

### 3. 在学期间申请的软件著作权及专利

- [1] XX 登记号: 2022SR084361. 中华人民共和国国家版权局, 软件著作权,
- [2] 西北师范大学, 贾向东, 张鑫. 基于计算机网络的二手物品管理系统 V1.0, 登记号: 2022SR084361. 中华人民共和国国家版权局, 软件著作权, 2021-03-29.

### 4. 在学期间主持和参与的科研项目

- [1] XXXXX, 项目编号: 2024XXX. (主持)
- [2] 国家自然科学基金项目: XXX (参与)