



智能高维信号处理

王正 副教授 博导

2024.7

汇报提纲

CONTENTS

- 01 个人简介
- 02 研究内容介绍
- 03 学生培养介绍

个人简介

<https://radio.seu.edu.cn/2023/1025/c19941a469691/page.htm>

<https://seu-zheng-wang.github.io/>



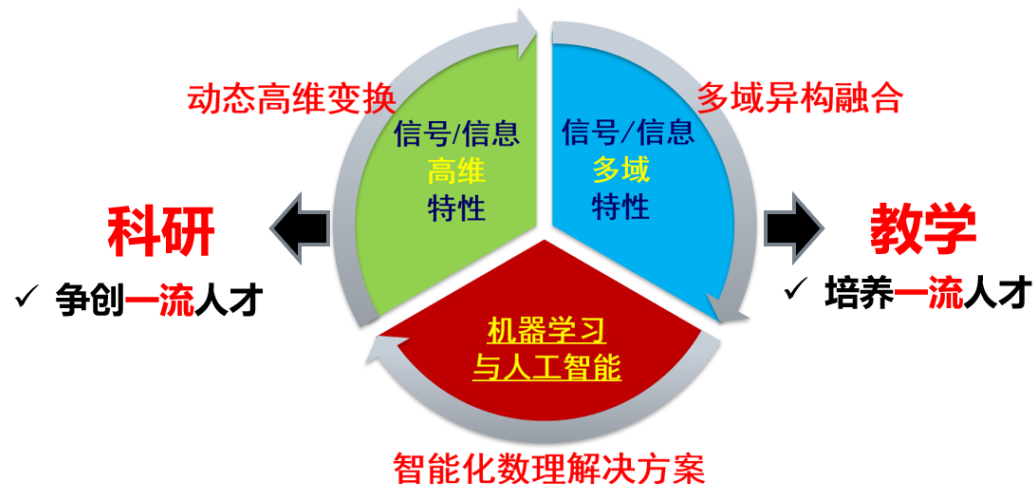
王正

副教授，博士生导师，IEEE高级会员，江苏省双创博士

爱思唯尔中国高被引学者

2021年加入东南大学信息科学与工程学院，移动通信全国重点实验室

- ✦ 研究方向：**智能无线通信系统信号传输与检测**
机器学习与数理统计
数据深度分析与挖掘



研究导向：**理论算法研究+项目**

研究成果：**顶尖学术论文+专利**

- ✦ 研究特色：**交叉领域，多学科融合，基础性，普适性**

学术影响力

RISTA前沿大讲堂

拓路前行 厚积薄发 第二季

2023.9.16

RISTA
RIS TECH ALLIANCE
智慧通信技术创新联盟

2023 RISTA前沿大讲堂

基于等价概率模型的 低复杂度大规模MIMO 上下行信号 处理

2023年10月23日 20:00 - 21:00

腾讯会议+直播



报告嘉宾



王正 副教授

东南大学 (RISTA理
事长单位) 副教授



Scopus

2023 Most Cited Chinese Researchers 爱思唯尔2023中国高被引学者

Awarded to:

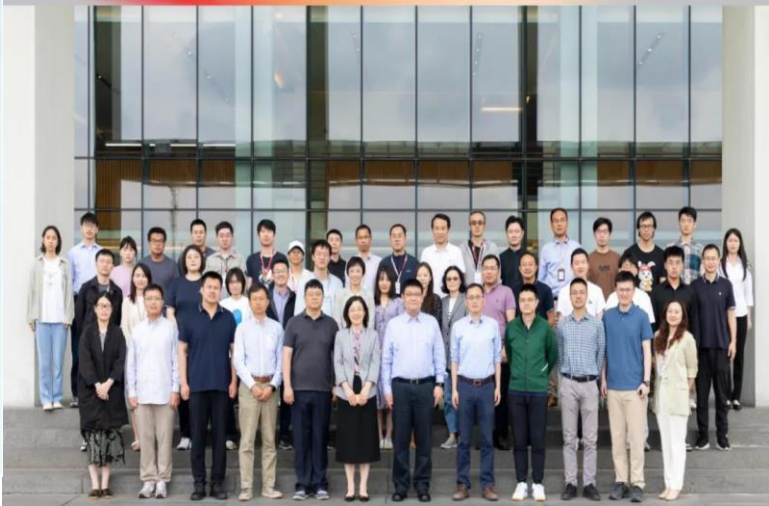
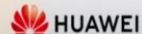
王正
东南大学

For exceptional research performance in the field of
信息与通信工程



热烈欢迎各位专家参加“海纳百川 无线未来技术研讨会”

2024/06/07



东南大学信息学院13位科学家入选“爱思唯尔2023年度‘中国高被引学者’”!

东大信息 2024年03月28日 19:17 江苏



东大信息

空天地海, 无线未来

姓名	学科
程强	电子科学与技术
崔铁军	电子科学与技术
郝张成	电子科学与技术
洪伟	电子科学与技术
蒋卫祥	电子科学与技术
马慧锋	电子科学与技术
曾勇	信息与通信工程
黄永明	信息与通信工程
金石	信息与通信工程
潘兴华	信息与通信工程
王正	信息与通信工程
王承祥	信息与通信工程
许威	信息与通信工程

2024年3月27日, 爱思唯尔 (Elsevier) 发布2023“中国高被引学者” (Highly Cited Chinese Researchers) 榜单, 系统地展示中国科研领域的人才分布现状, 精准呈现机构、高校优势学科构成及学术影响力, 以及在关键技术研究和各重点领域的顶尖人才。东南大学72位学者入选, 其中信息与通信工程学院13位。

华为向全社会发布难题, 兼顾产业挑战和科学价值。探索、牵引、开放、思辨, 百花齐放, 百家争鸣。

王正副教授在无线难题第一期难题“高效基带矩阵快速计算”中, 从概率视角去看矩阵快速计算, 提出了一种基于随机迭代的低复杂度基带矩阵快速计算算法, 该算法在传统的迭代方法中采用随机抽样的方式, 具有指数级快速收敛性。所提供的算法思路新颖, 计算复杂度低, 具有较高的启发价值, 被授予华为技术有限公司颁发的“火花奖”。

This is to certify that associate professor Wang Zheng has made inspirational contributions to the entire society while taking on the challenges and scientific value, in the field of wireless communication. He has made significant contributions to the entire society while taking on the challenges and scientific value, in the field of wireless communication. He has made significant contributions to the entire society while taking on the challenges and scientific value, in the field of wireless communication.

王正 副教授

王正 副教授

编号: HW00135



MICON 移动智能通信网络论坛

Mobile Intelligent Communication Networks

2024.06.22 第34期

基于随机迭代的超大规模MIMO上行信号检测理论

2024年06月22日 (周六)

16:00 - 17:00 (线上直播)

腾讯会议: 709-240-502

直播链接: <https://live.bilibili.com/26689747>



王正
东南大学

报告摘要

作为6G移动通信的核心关键技术之一, 超大规模MIMO能够大幅提高通信系统的频谱和能量效率。相比于传统大规模MIMO, 超大规模MIMO在系统高维化、场景多样化、信道复杂化、网络智能化、架构去中心化等方面体现了自身特点和发展趋势。因而在低复杂度、高性能、普适性、灵活性、智能与分布式实现等诸多方面对上行信号检测算法提出了更高的要求与挑战。为了突破传统研究思路, 本工作在等价概率模型的研究思路下, 提出基于随机迭代的超大规模MIMO检测理论与方法, 在随机迭代降维求解、指数收敛、全局收敛等特性的基础上深入挖掘超大规模MIMO检测的潜力与优势, 探索完善的超大规模MIMO随机迭代检测理论与方法体系。

邀请人: 肖泳 (华中科技大学)

主办单位: 中国电子学会通信分会
承办单位: 上海交大、电子科技大学、中国移动、北邮、西电、中移天、南邮、鹏城实验室、东南、中移
协办单位: 工信部IMT-2030(6G)标准工作组、中国电子学会通信分会



火花奖

王正 副教授

华为技术有限公司

编号: HW00135

论文工作

1. **Z. Wang*** and C. Ling, "Lattice Gaussian sampling by Markov chain Monte Carlo: Bounded distance decoding and trapdoor sampling," *IEEE Transactions on Information Theory*, vol. 65, no.6, pp. 3630-3645, June, 2019.
2. **Z. Wang*** and C. Ling, "On the geometric ergodicity of Metropolis-Hastings algorithms for lattice Gaussian sampling," *IEEE Transactions on Information Theory*, vol. 64, no. 2, pp. 738-751, Feb, 2018.
3. **Z. Wang***, Y. Huang and S. Lyu, "Lattice-Reduction-Aided Gibbs Algorithm for Lattice Gaussian Sampling: Convergence Enhancement and Decoding Optimization," *IEEE Transactions on Signal Processing*, vol. 67, no. 16, pp. 4342-4356, Aug, 2019.
4. **Z. Wang***, R. M. Gower, C. Zhang, S. Lyu, Y. Xia and Y. Huang, "A Statistical Linear Precoding Scheme Based On Random Iterative Method For Massive MIMO Systems," *IEEE Transactions on Wireless Communications*, vol. 21, no. 12, pp. 10115-10129, Dec. 2022.
5. **Z. Wang***, S. Lyu, L. Liu and Y. Xia, "Learning-Aided Markov Chain Monte Carlo Scheme for Spectrum Sensing in Cognitive Radio," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, vol. 71, no.10, pp. 11301-11305, Oct. 2022.
6. **Z. Wang***, R. M. Gower, Y. Xia, L. He and Y. Huang, "Randomized Iterative Methods for Low-Complexity Large-Scale MIMO Detection," *IEEE Transactions on Signal Processing*, vol. 70, pp. 2934-2949, 2022.
7. **Z. Wang***, "Markov chain Monte Carlo Methods for Lattice Gaussian Sampling: Convergence Analysis and Enhancement," *IEEE Transactions on Communications*, vol. 67, no. 16, pp. 6711-6724, Oct, 2019.
8. **Z. Wang***, L. Liu and C. Ling, "Sliced Lattice Gaussian Sampling: Convergence Enhancement and Decoding Optimization," *IEEE Transactions on Communications*, vol. 69, no. 4, pp. 2599-2612, April 2021.
9. **Z. Wang***, S. Lyu, Y. Xia and Q. Wu, "Expectation Propagation-based Sampling Decoding: Enhancement and Derandomization," *IEEE Transactions on Signal Processing*, vol. 69, pp. 195-209, 2021.
10. **Z. Wang***, Y. Xia, J. Li and Q. Wu, "A New Method of Integer Parameter Estimation in Linear Models with Applications to GNSS High Precision Positioning," *IEEE Transactions on Signal Processing*, vol. 69, pp. 4567-4579, 2021.
11. **Z. Wang***, S. Liu and C. Ling, "Decoding by sampling part II: Derandomization and soft-output decoding," *IEEE Transactions on Communications*, vol. 61, no. 11, pp. 4630-4639, Nov, 2013.
12. **Z. Wang***, W. Xu, Y. Xia, Q. Shi and Y. Huang, "A New Randomized Iterative Detection Algorithm For Uplink Large-scale MIMO Systems," *IEEE Transactions on Communications*, vol. 71, no. 9, pp. 5093-5107, Sept, 2023.
13. **Z. Wang***, J. Wang, Z. Gao, Y. Huang, D. W. K. Ng and L. Hanzo*, "Rapidly Converging Low-Complexity Iterative Transmit Precoders for Massive MIMO Downlink," *IEEE Transactions on Communications*, vol. 71, no. 12, pp. 7228-7243, Dec. 2023.
14. **Z. Wang***, C. Ling, S. Jin, Y. Huang and F. Gao, "Probabilistic Searching For MIMO Detection Based On Lattice Gaussian Distribution," *IEEE Transactions on Communications*, vol. 72, no. 1, pp. 85-100, Jan. 2024.
15. **Z. Wang***, Y. Xia, C. Ling and Y. Huang, "Randomized Iterative Sampling Decoding Algorithm For Large-Scale MIMO Detection," *IEEE Transactions on Signal Processing*, vol. 72, pp. 580-593, 2024.
16. **Z. Wang***, L. Liang, S. Lyu, Y. Xia, Y. Huang* and D. W. K. Ng, "Efficient Statistical Linear Precoding for Downlink Massive MIMO Systems," *IEEE Transactions on Wireless Communications*, Early Access, July. 2024.

项目工作

- ◆ 国家自然科学基金重点项目子课题(National Natural Science Foundation of China, **主持**)
- ◆ 国家自然科学基金面上项目(National Natural Science Foundation of China, **主持**)
- ◆ 国家青年自然科学基金(National Natural Science Foundation of China, **主持**)
- ◆ 江苏省青年自然科学基金(National Natural Science Foundation of Jiangsu Province, **主持**)
- ◆ 江苏省双创博士(Jiangsu Province, China, **主持**)
- ◆ 东南大学无线通信国家重点实验室开放课题基金(**主持**)
- ◆ 电磁频谱工信部重点实验室开放课题基金(**主持**)
- ◆ 西电综合业务网理论及关键技术国家重点实验室开放课题基金(**主持**)
- ◆ 电子信息系统复杂电磁环境效应国家重点实验室课题项目A(**主持**)
- ◆ 电子信息系统复杂电磁环境效应国家重点实验室课题项目B(**主持**)
- ◆ 中国航天科工集团八五一—研究所项目(CASIC, **主持**)
- ◆ 中国电子科技集团三十六所项目A(CECT, **主持**)
- ◆ 中国电子科技集团三十六所项目B(CECT, **主持**)
- ◆ 华为技术有限公司火花奖项目(Huawei, **主持**)
- ◆ 中兴通讯联合实验室重点项目(ZTE, **主持**)
- ◆ 展讯通信企业研究项目(Spreadtrum Communications, **主持**)



ZTE中兴



HUAWEI



CETC
中国电科



项目服务于研究, 在明确研究价值的同时反哺研究工作

研究风格

始终身处科研一线，和博士硕士的科研是层次不同的平行线

更好的科研生态



工程师的五个等级



更多的选择，更好的就业

逐渐锻炼升级

深造
企业
研究所
企事业单位
.....

做自己的科研
(五分耕耘一分收获)

同时

指导学生科研
(一分耕耘一分收获)

不停探索，保持自己的学术竞争力



高质量的指导和培养

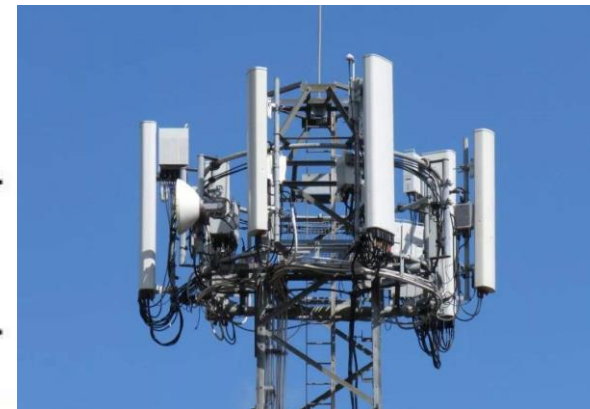
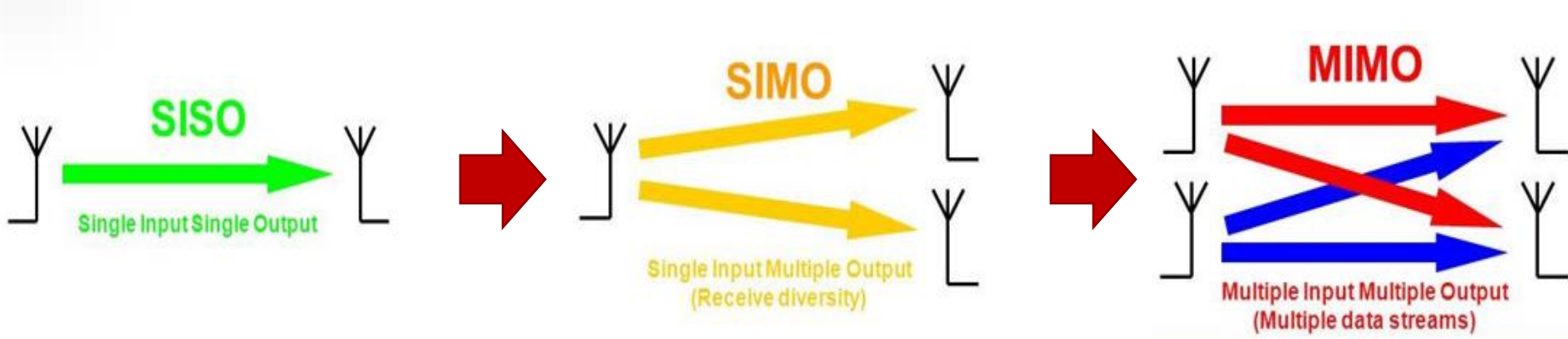


汇报提纲

CONTENTS

- 01 个人简介
- 02 研究内容介绍
- 03 学生培养介绍

MIMO

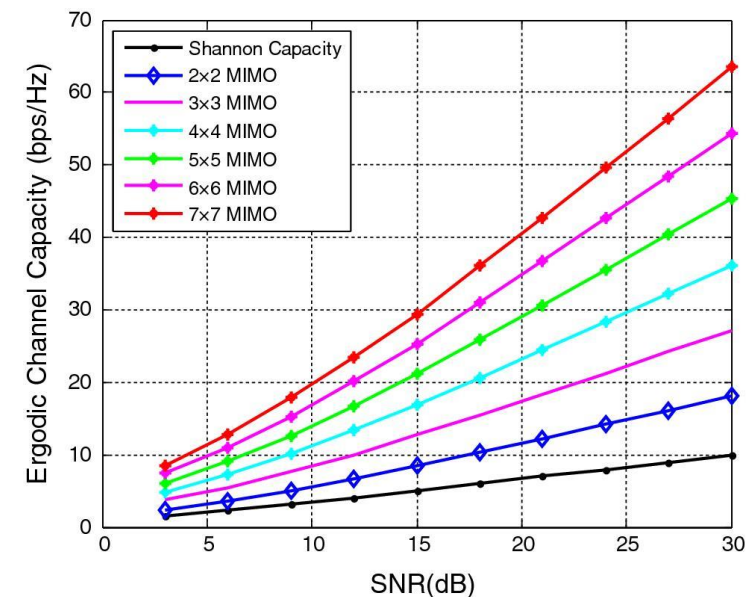


$$C_{\text{sum}} \Leftrightarrow \sum_{\text{Cells}} \sum_{\text{Channels}} B_i \log_2 \left(1 + \frac{P_i}{I_i + N_i} \right)$$

Diagram illustrating the components of the Shannon Capacity equation and associated technologies:

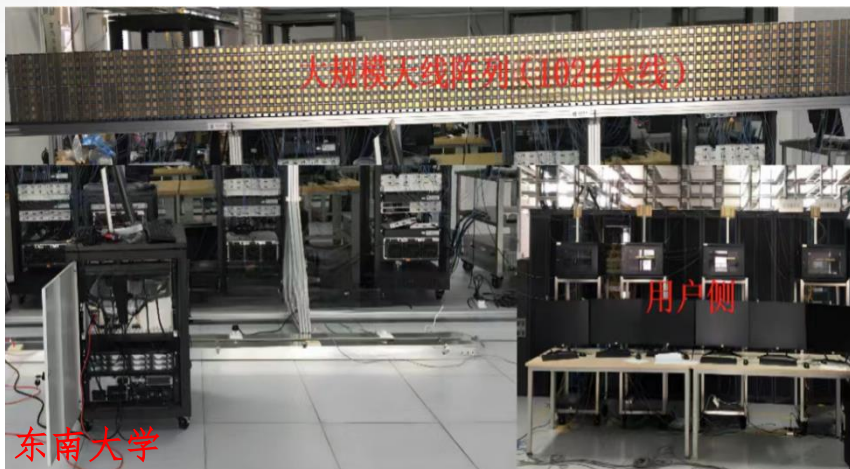
- 增加覆盖 (Increase Coverage):** Associated with the \sum_{Cells} term.
- 增加信道 (Increase Channels):** Associated with the \sum_{Channels} term.
- 增加带宽 (Increase Bandwidth):** Associated with the B_i term.
- 增加SINR (Increase SINR):** Associated with the $\frac{P_i}{I_i + N_i}$ term.

覆盖增强技术	频效提升技术	频谱拓展技术	能效提升技术
超密异构组网 D2D、M2M	大规模MIMO、 FBMC、空间调制	认知无线电、 毫米波、可见光	绿色通信 干扰管理
多址技术、用户调度、资源分配、用户/网络协作			

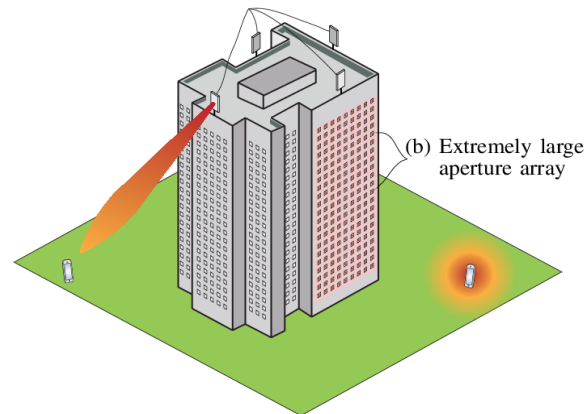


MIMO系统信道容量随着基站天线数或用户侧天线数二者中的最小数而呈现线性增长

MIMO发展趋势

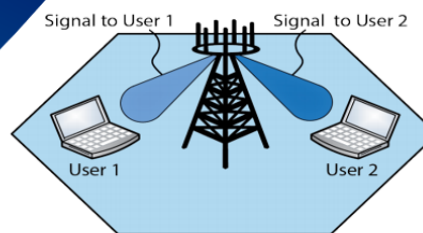


-6G 超大规模MIMO:
上千根天线



-5G

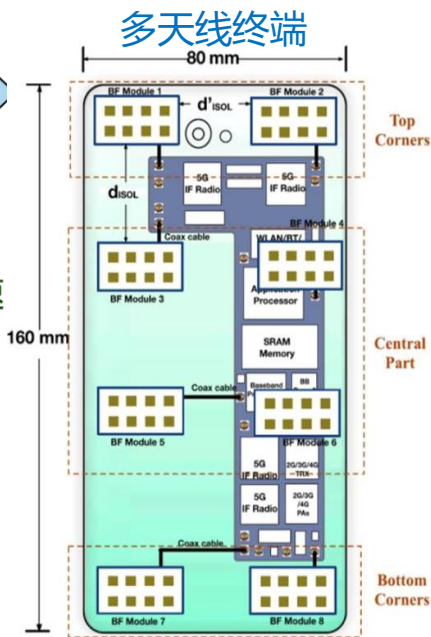
-大规模天线: 基站使用大规模天线阵列 (几十甚至上百根天线)



Multi-Antenna Transmission

-4G: 3GPP LTE-A标准

-最多支持8×8MIMO, 下行峰值速率1Gb/s

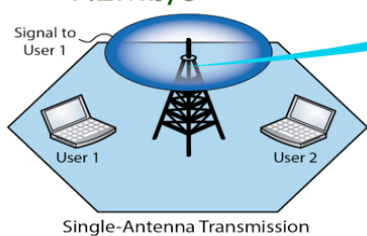


-4G: 3GPP LTE标准

-支持SISO, 2×2MIMO, 4×4MIMO。下行峰值速率100Mb/s。

-3G: WCDMA HSPA标准

-只能使用SISO, 下行峰值速率7.2Mb/s



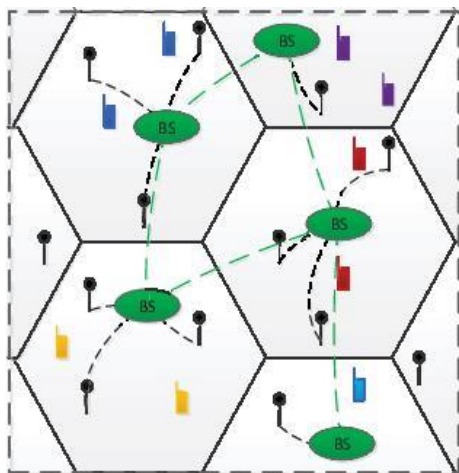
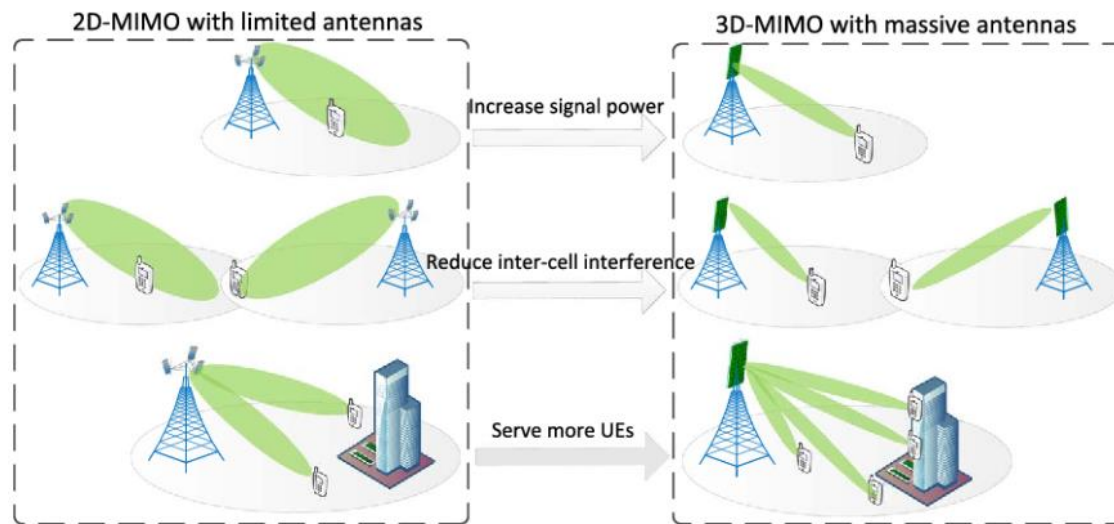
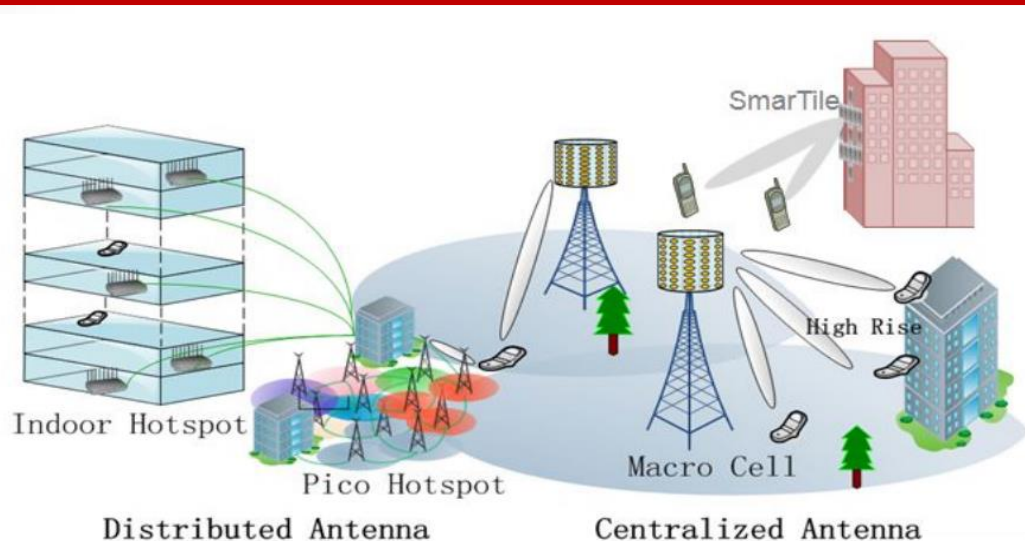
Single-Antenna Transmission

-3G: WCDMA HSPA+标准

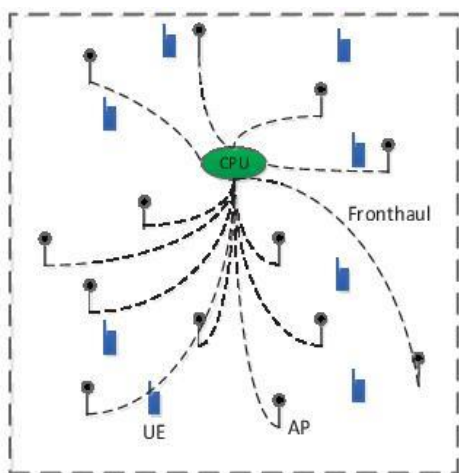
-支持2×2MIMO, 下行峰值速率42Mb/s

MIMO系统作为一种基础性的通信核心技术, 将会一直延续下去, 4G,5G,6G,7G.....

MIMO演进历程

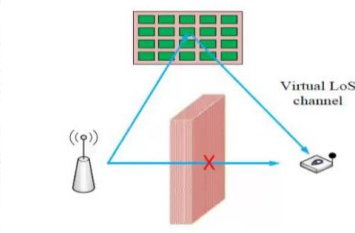


(a) Network MIMO

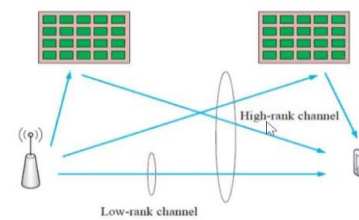


(b) CF massive MIMO

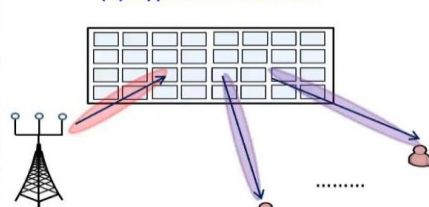
IRS Applications for Wireless Communications



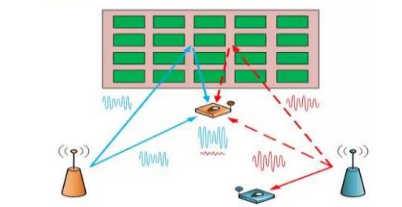
(a) Bypass obstruction



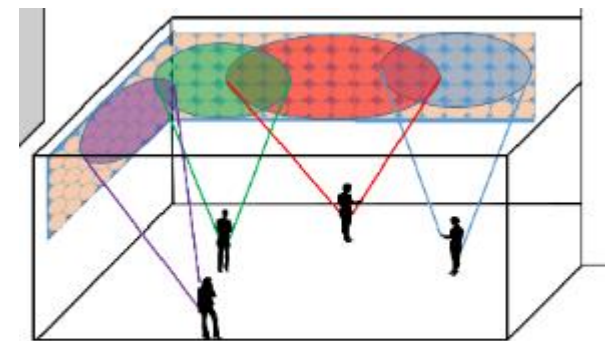
(b) Enhance MIMO channel rank



(c) Passive relaying/beamforming



(d) Passive Interference Cancellation



(a) XL-MIMO
(b) Large intelligent surface

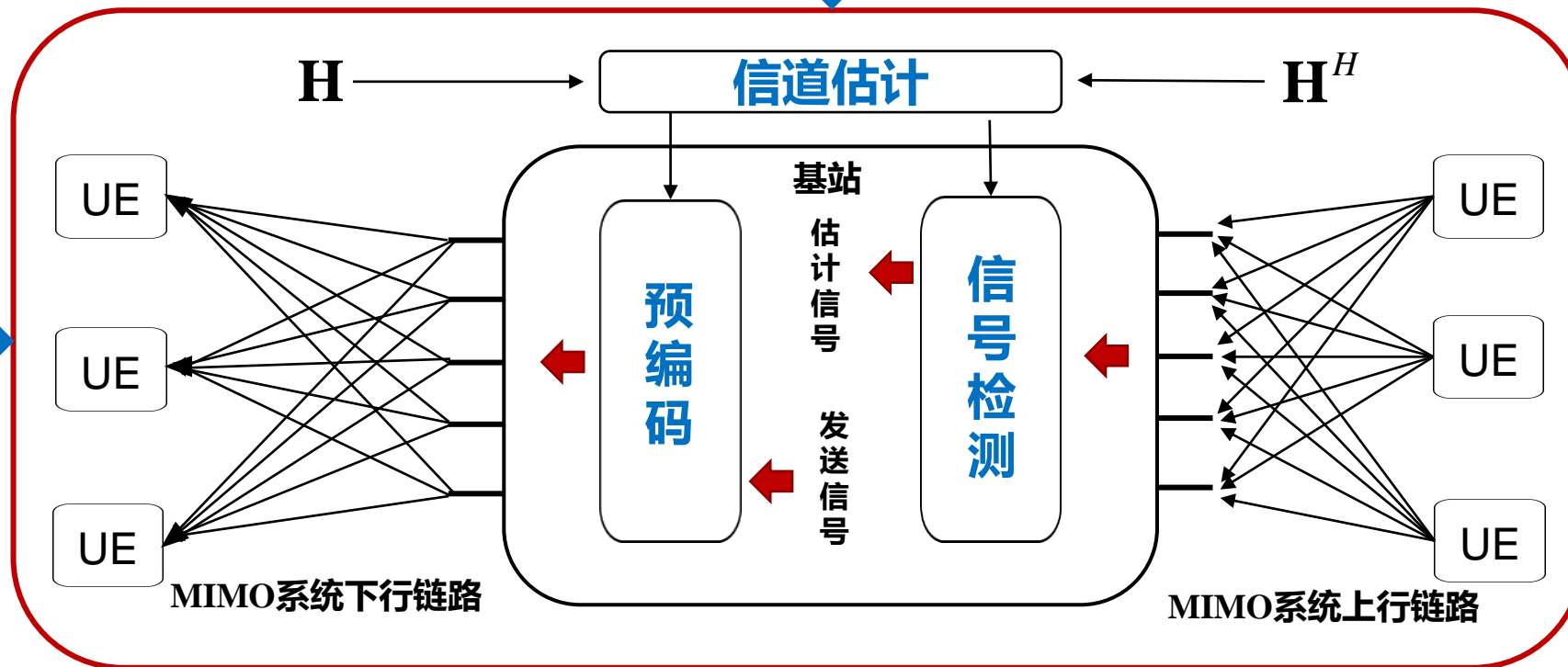
伴随着MIMO系统的不断演进，各种新的场景不断出现，各种新的问题也随之涌现.....

MIMO研究框架

数理统计 + 代数格理论 + 采样理论 + 优化理论 + 机器学习人工智能 +

相辅相成

面向核心基础问题



适配各种MIMO场景需求

性能 & 复杂度 & 时延 & 普适性 & 灵活性 & 智能化 &

汇报提纲

CONTENTS

01

个人简介

02

研究内容介绍

03

学生培养介绍

个人特色培养思路

现象观察



个人思路

- 研一时间紧张，科研投入难以保证
 - 起步最难，需要大量时间打基础
- ↓
- 培养重心后置（不足）
- ↓
- 真正科研时间略显仓促，对研究领域内容理解不够，试错空间少，且缺乏时间调整方向
 - 科研起步需要时间，刚刚上路入门完成一个流程，面临毕业了
- ↓
- 潜力未充分挖掘，成果数量受限

- 保研时间充裕，却往往被忽视
 - 专项起步保障+定制化毕设培养+科研流程初探
- ↓
- **培养重心前置+1对1指导（特色）**
- ↓
- 利用保研时间完成从无到0，从0到1的过程，需要花费大量导师精力
 - 从1到10的过程，学生努力高飞，导师辅助指导，且时间充裕
- ↓
- 科研工作 ↑ 科研成果 ↑ 科研潜力 ↑ 未来发展 ↑

➤ 针对保研生（天然优势） ➤ 学生个人成长快，成果好，出路多 ➤ 研三轻松惬意

保研学生情况介绍

2020年保研

Journals & Magazines > IEEE Transactions on Wireless... > Early Access

Generalizing Projected Gradient Descent for Deep-Learning-Aided Massive MIMO Detection

Publisher: IEEE Cite This PDF

Lanxin He; Zheng Wang; Shaoshi Yang; Tao Liu; Yongming Huang All Authors

投稿IEEE Trans. on Wireless Communications

Conferences > 2021 IEEE 94th Vehicular Tech...

Recurrent Sparse MIMO Detection Network Based on Modified Projected Gradient Descent Method

Publisher: IEEE Cite This PDF

Lanxin He; Tao Liu; Zheng Wang All Authors

投稿IEEE VTC国际会议



大四
保研

研一

发表

Journals & Magazines > IEEE Transactions on Vehicula... > Early Access

Favorable-Propagation-Exploited Variational Inference for Massive MIMO Detection

Publisher: IEEE Cite This PDF

Lanxin He; Zheng Wang; Zhen Gao; Lei Liu; Yongming Huang All Authors

投稿IEEE Trans. on
Vehicular Technology

Journals & Magazines > IEEE Transactions on Signal P... > Volume: 70

Randomized Iterative Methods for Low-Complexity Large-Scale MIMO Detection

Publisher: IEEE Cite This PDF

Zheng Wang; Robert M. Gower; Yili Xia; Lanxin He; Yongming Huang All Authors

A New Low-Complexity WMMSE Algorithm for Downlink Massive MIMO Systems

Publisher: IEEE Cite This PDF

Ningxin Zhou; Zheng Wang; Lanxin He; Yang Huang All Authors

研二

发表

研三

发表

选择课题组内
继续攻读博士



保研学生情况介绍

2021年保研

Conferences > 2022 14th International Confe...

A New Low-Complexity WMMSE Algorithm for Downlink MIMO Systems

Publisher: IEEE Cite This PDF

Ningxin Zhou; Zheng Wang; Lanxin He; Yang Huang All Authors



Conferences > 2023 IEEE 97th Vehicular Tech...

Ordered Iterative Methods for Low-Complexity Massive MIMO Detection

Publisher: IEEE Cite This PDF

Beilei Gong; Ningxin Zhou; Zheng Wang All Authors

WCSP国际会议研一发表

科研为主，项目为辅
快速入门，自由翱翔

IEEE VTC国际会议研一发表

2022年保研

Journals & Magazines > IEEE Transactions on Vehicula... > Early Access

General Recursive Least Square Algorithm For Distributed Detection In Massive MIMO IEEE Trans. on Vehicular Technology研一发表

Publisher: IEEE Cite This PDF

选择课题组内硕转博

Qiqiang Chen; Zheng Wang; Cong Ma; Xiaoming Dai; Derrick Wing Kwan Ng All Authors

Efficient Joint Hybrid Precoding And Analog Combining Scheme For Massive MIMO Systems

Yuanli Ma, Qiqiang Chen, Bin Yan, Zheng Wang School of Information Science and Engineering Southeast University, Nanjing, China Email: myl@seu.edu.cn, wznuaa@gmail.com
Lanxin He College of Electronic and Information Engineering Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing, China Email: lanxin_he@nuaa.edu.cn

IWCMC国际会议研一发表

Conferences > 2023 IEEE 23rd International ...

A Low-Complexity Gaussian Approximate Message Passing Detection Algorithm For Massive MIMO With High Order Modulation

Publisher: IEEE Cite This PDF

He Zhu; Beilei Gong; Zheng Wang All Authors

IEEE ICCT国际会议研一发表

Conferences > 2023 IEEE 23rd International ...

Energy Efficiency Optimization in Cell-Free Massive MIMO With Normalized Conjugate Beamforming

Publisher: IEEE Cite This PDF

Bin Yan; Ningxin Zhou; Zheng Wang All Authors



备注：2023年保研同学目前正在准备投稿国际会议，顺利的话将于研一发表

学生培养介绍—核心优势

➤ **培养重心前置，1对1指导**

→ **积极主动，踏实认真**

➤ **兴趣驱动，自由度高**

→ **目标明确，携手前进**

➤ **时间灵活，线上组会**

→ **自我管理，高效沟通**

➤ **组内氛围和谐，团建活动丰富**

→ **热爱生活，互帮互助**



欢迎感兴趣的同学加入我们课题组(组内信息完全开放，无信息壁垒)~



**感谢聆听!
有缘再见!**

