

# 东大信息 beamer 模板（非官方）

硕士学位论文答辩

答辩人：王东南

指导老师：王东 教授

东南大学 移动通信全国重点实验室  
通信工程（含宽带网络、移动通信等）

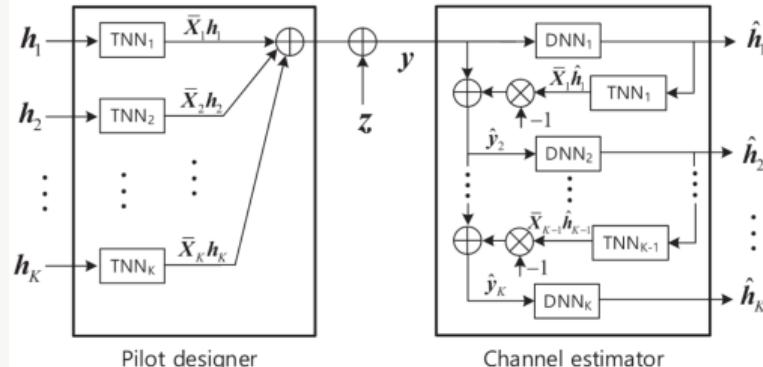
2025 年 4 月 18 日





# 目录

XXXXXX



\* 这边的图片插入去除背景的 PDF 会比较好。

## 1 文字与公式

## 2 图片混排

## 3 硕士期间成果

## 4 补充说明与参考资料



# 基本说明

beamer 比较适合于多公式、文字，少图表的情景。

**文档类** 中文 beamer——ctexbeamer

**尺寸** 16:9——aspectratio=169, 4:3——aspectratio=43

**字体** 使用非衬线体。中文思源黑体（常规）+ 霞鹜文楷（斜体）、西文采用 LATEX 默认。

**字体大小** 可选：10pt、11pt、12pt

**颜色** 和 LATEX 撰写文档一致，多出结构色等。

**动画** 使用\pause 进行暂停。更复杂的可以看文档（命令行 texdoc beamer，网上也有中文版）

## PART I

# 文字与公式

- 文字的相关测试与样例
- block 的相关测试与样例
- 公式的相关测试与样例

# 文字测试——原始标题样式

- ABCD, 东南大学信息学院, 1234
- ABCD, 东南大学信息学院, 1234
- **ABCD, 东南大学信息学院, 1234**
- **ABCD, 东南大学信息学院, 1234**
- **ABCD, 东南大学信息学院, 1234**
- ① ABCD, 东南大学信息学院, 1234
- ② ABCD, 东南大学信息学院, 1234
- ③ **ABCD, 东南大学信息学院, 1234**
- ④ **ABCD, 东南大学信息学院, 1234**
- ⑤ **ABCD, 东南大学信息学院, 1234**



# 文字——多栏并排、东大信息标题样式

多栏并排，我一般是用 `minipage` 环境，方便调整列宽。

## 无序列表环境

- 东南信息 SEU4
- 东南信息 *SEU4*
- **东南信息 SEU4**
- 东南信息 **SEU4**
- 东南信息 *SEU4*

## 有序列表环境

- ① 东南信息 SEU4
- ② 东南信息 *SEU4*
- ③ **东南信息 SEU4**
- ④ 东南信息 **SEU4**
- ⑤ 东南信息 *SEU4*

## description 环境

- 直立体 东南信息 SEU4  
斜体 东南信息 *SEU4*  
粗体 **东南信息 SEU4**  
粗斜体 **东南信息 *SEU4***  
强调 *东南信息 SEU4*



# 三种 block 环境与一些标记

## 基本 block

采用东大标准绿色。

## 举例 block

采用黄色，左图右文混排我使用的是这个 block。

## 重要 block

采用红色。

小图标采用 fontawesome5 宏包，主要使用箭头 、。



# 使用 `annotate-equations` 宏包为公式添加注释

请参考`annotate-equations`宏包的使用说明。

这里使用的颜色在 `beamercolorthemeSEUcolor.sty` 中定义。

两步干扰消除：

$$\mathbf{Y} = \sum_{u=1}^U \mathbf{H}_u \sqrt{\rho} \operatorname{diag}(\mathbf{p}_u) + \sum_{u=1}^U \mathbf{H}_u \sqrt{1-\rho} \operatorname{diag}(\mathbf{d}_u) + \mathbf{N}$$

软符号映射：

$$[\hat{\mathbf{d}}]_u = \sum_{a \in Q} a \cdot \mathbb{P} [[\mathbf{d}]_u = a | L_{\text{map}}^A]$$

↑ 加权求和                           ↑ 根据 LLR 得到的先验概率

星座点对应的复值符号

\* 该页面目前仅在 MacTeX 2025 和 Overleaf 上测试。

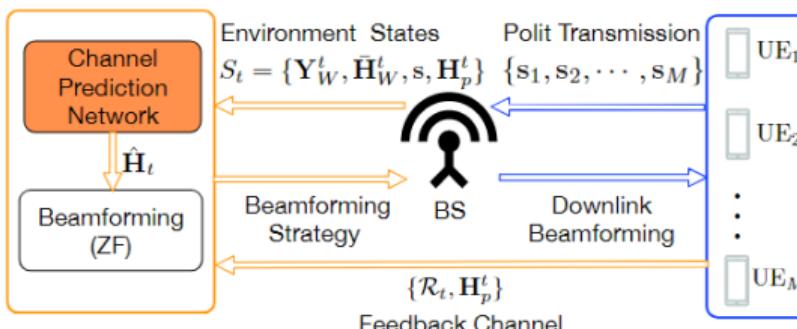
## PART II

# 图片混排



# 图文混排测试 1 (带脚注) (Chu et al., 2022)<sup>[1]</sup>

- 信道预测：利用已知的导频信号、接收到的导频  $\mathbf{Y}$  和一些历史信息直接预测实时下行链路 CSI，而不需要信道互易性。



每个用户每  $W$  个时隙发一次导频，在  $W - 1$  个时隙 BS 都用这次预测的信道

## 优化目标

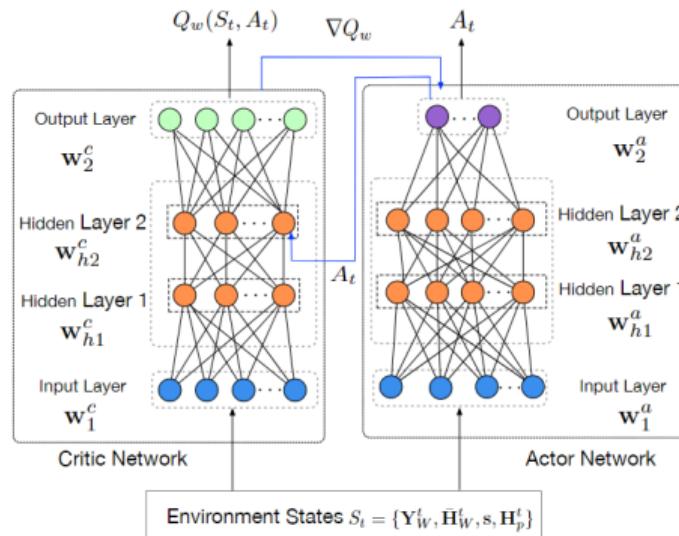
- 和速率： $\mathcal{R} = \sum_{i=1}^M r_i = \sum_{i=1}^M B \log (1 + \Upsilon_i)$
- (隐式) 预测损失： $P^{\text{loss}} = \sqrt{\sum_{i=1}^M \|\mathbf{H}_i - \hat{\mathbf{H}}_i\|^2}$

<sup>[1]</sup> M. Chu, A. Liu, V. K. N. Lau, C. Jiang, and T. Yang, "Deep Reinforcement Learning based End-to-end Multi-user Channel Prediction and Beamforming," *IEEE Trans. Wirel. Commun.*, pp. 1–1, 2022, doi: 10.1109/TWC.2022.3183255.



# 图文混排测试 2(Chu et al., 2022)

- 采用actor-critic 方法来解决连续空间的问题，actor 网络直接输出 policy，critic 网络输出估计值函数来衡量动作的性能。



## 信道预测的 DRL 网络

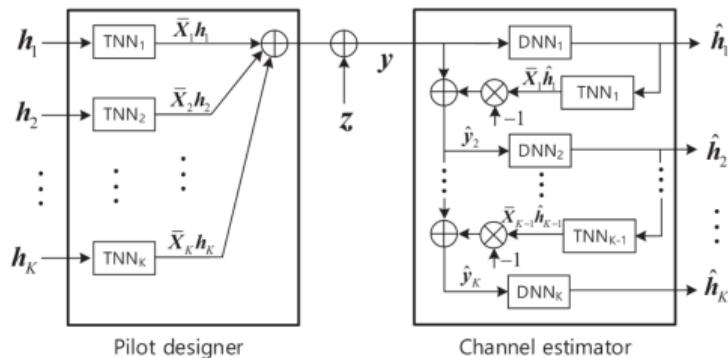
状态:  $S_t = \{Y_W^t, \bar{H}_W^t, s, H_p^t\}$

- $Y_W^t$ : 上行链路导频接收信号的历史
- $s$ : 导频
- $\bar{H}_W^t$ : 信道的历史预测结果
- $H_p^t = H_{(t - \text{mod}(t, W))}$ : 当前时隙遵循的信道估计反馈



# 左右双图与 block 内的脚注(Kang et al., 2020)<sup>[3]</sup>

场景：上行链路  $K$  个用户，基站  $N$  天线。



## 导频设计和 SIC 信道估计(Chun et al., 2019)<sup>[2]</sup>

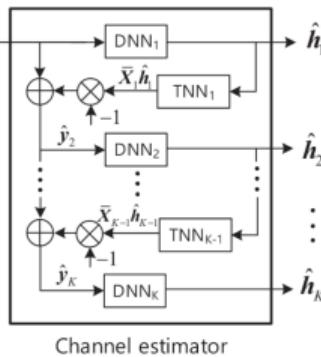
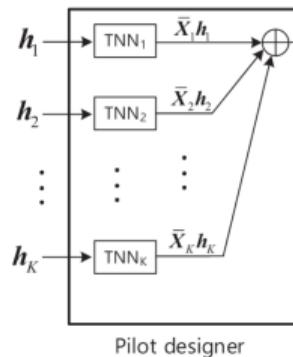
<sup>[2]</sup>C.-J. Chun, J.-M. Kang, and I.-M. Kim, "Deep Learning-Based Joint Pilot Design and Channel Estimation for Multiuser MIMO Channels," *IEEE Commun. Lett.*, vol. 23, no. 11, pp. 1999–2003, Nov. 2019, doi: 10.1109/LCOMM.2019.2937488.

<sup>[3]</sup>J. -M. Kang, I. -M. Kim and C. -J. Chun, "Deep Learning-Based MIMO-NOMA With Imperfect SIC Decoding," in *IEEE Systems Journal*, vol. 14, no. 3, pp. 3414-3417, Sept. 2020, doi: 10.1109/JST.2019.2937463.

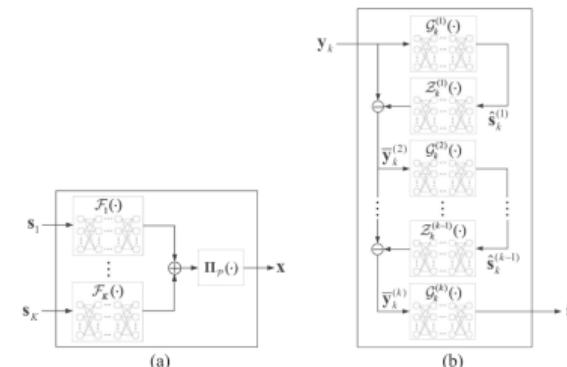


# 左右双图与 block 内的脚注(Kang et al., 2020)<sup>[3]</sup>

场景：上行链路  $K$  个用户，基站  $N$  天线。



场景：下行链路  $K$  个用户，基站  $M$  天线。



## 导频设计和 SIC 信道估计(Chun et al., 2019)<sup>[2]</sup>

<sup>[2]</sup> C.-J. Chun, J.-M. Kang, and I.-M. Kim, "Deep Learning-Based Joint Pilot Design and Channel Estimation for Multiuser MIMO Channels," *IEEE Commun. Lett.*, vol. 23, no. 11, pp. 1999–2003, Nov. 2019, doi: 10.1109/LCOMM.2019.2937488.

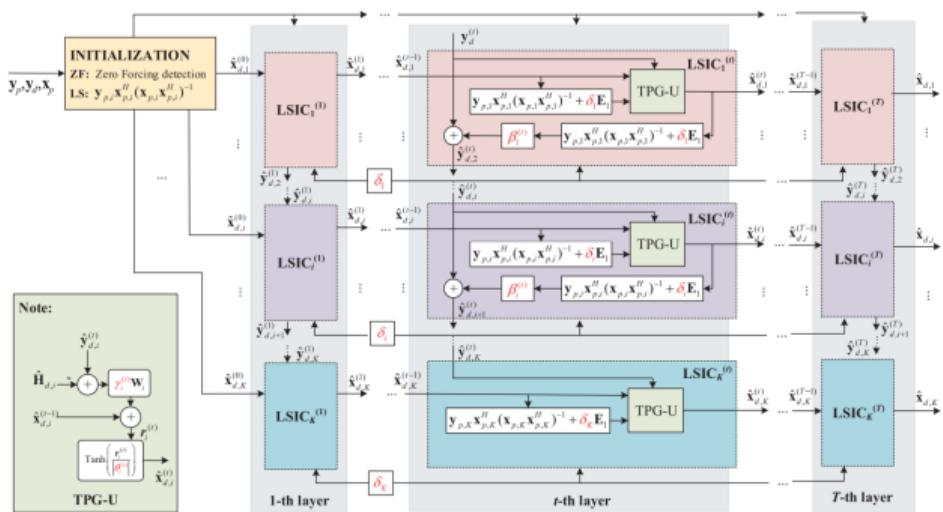
<sup>[3]</sup> J. -M. Kang, I. -M. Kim and C. -J. Chun, "Deep Learning-Based MIMO-NOMA With Imperfect SIC Decoding," in *IEEE Systems Journal*, vol. 14, no. 3, pp. 3414-3417, Sept. 2020, doi: 10.1109/JST.2019.2937463.

## 预编码和 SIC 信号检测(Kang et al., 2020)



# 轮换图片(Wang et al., 2021)<sup>[4]</sup>

场景：基站  $N_r$  个天线， $K$  个单天线用户的上行链路 SIMO 系统，结合可训练投影梯度检测器 (TPG)，设计了一种导频辅助的可学习 SIC 接收机 (PA-LSIC)，充分控制每次迭代的步长。

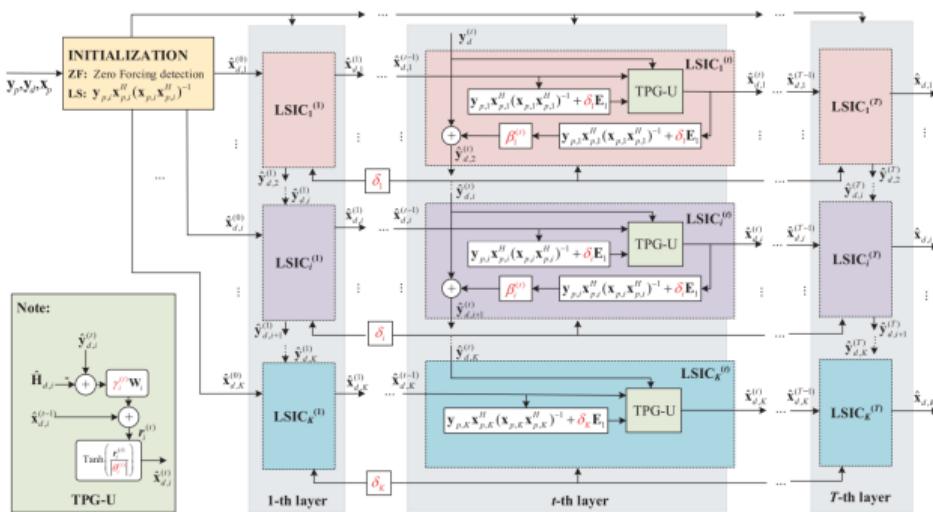


<sup>[4]</sup>X. Wang, P. Zhu, D. Li, Y. Xu and X. You, "Pilot-Assisted SIMO-NOMA Signal Detection With Learnable Successive Interference Cancellation," in *IEEE Communications Letters*, vol. 25, no. 7, pp. 2385-2389, July 2021, doi: 10.1109/LCOMM.2021.3070705.



# 轮换图片(Wang et al., 2021)<sup>[4]</sup>

场景：基站  $N_r$  个天线， $K$  个单天线用户的上行链路 SIMO 系统，结合可训练投影梯度检测器 (TPG)，设计了一种导频辅助的可学习 SIC 接收机 (PA-LSIC)，充分控制每次迭代的步长。



LSIC<sub>i</sub><sup>(t)</sup> 块输入

- 上轮迭代估计信号： $\hat{\mathbf{x}}_{d,i}^{(t-1)}$
- 用户  $i - 1$  第  $t$  轮迭代结束
- 用户  $i$  导频 LS 信道估计

$$\hat{\mathbf{y}}_{d,i}^{(t)} = \hat{\mathbf{y}}_d - \sum_{j=1}^{i-1} \beta_{j-1}^{(t)} \hat{\mathbf{H}}_j \hat{\mathbf{x}}_{d,j-1}^{(t)}$$

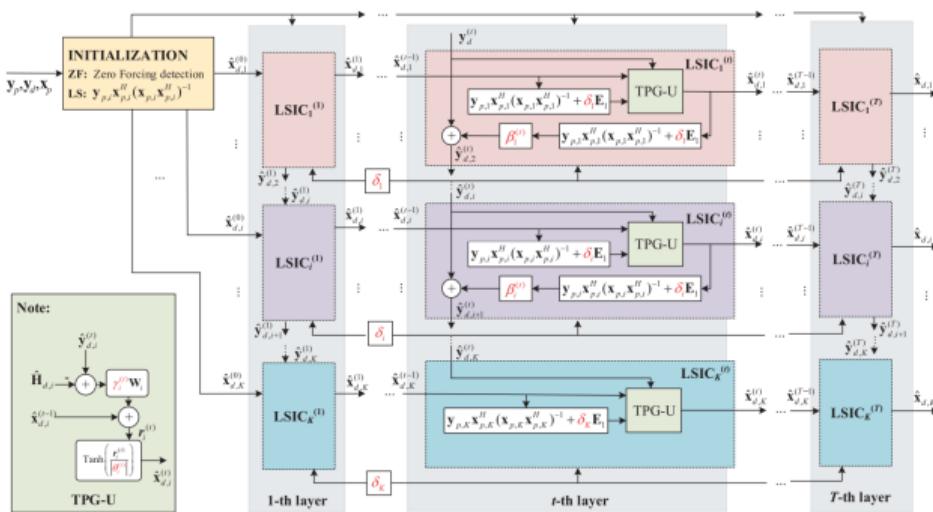
$$\hat{\mathbf{H}}_i = \mathbf{y}_{p,i} \mathbf{x}_{p,i}^H (\mathbf{x}_{p,i} \mathbf{x}_{p,i}^H)^{-1} + \delta_i \mathbf{E}_1$$

<sup>[4]</sup>X. Wang, P. Zhu, D. Li, Y. Xu and X. You, "Pilot-Assisted SIMO-NOMA Signal Detection With Learnable Successive Interference Cancellation," in *IEEE Communications Letters*, vol. 25, no. 7, pp. 2385-2389, July 2021, doi: 10.1109/LCOMM.2021.3070705.



# 轮换图片(Wang et al., 2021)<sup>[4]</sup>

场景：基站  $N_r$  个天线， $K$  个单天线用户的上行链路 SIMO 系统，结合可训练投影梯度检测器 (TPG)，设计了一种导频辅助的可学习 SIC 接收机 (PA-LSIC)，充分控制每次迭代的步长。



- 梯度下降

$$\mathbf{r}_i^{(t)} = \hat{\mathbf{x}}_{d,i}^{(t-1)} + \underline{\gamma_i^{(t)}} \mathbf{W}_i \left( \hat{\mathbf{y}}_{d,i}^{(t)} - \hat{\mathbf{H}}_i \hat{\mathbf{x}}_{d,i}^{(t-1)} \right)$$

$$\text{权重 } \mathbf{W}_i = \hat{\mathbf{H}}_i^H \left( \hat{\mathbf{H}}_i \hat{\mathbf{H}}_i^H + \underline{\xi_i} \mathbf{I} \right)^{-1}$$

- 投影

$$\hat{\mathbf{x}}_{d,i}^{(t)} = \text{Tanh} \left( \mathbf{r}_i^{(t)} / \left| \theta_i^{(t)} \right| \right)$$

<sup>[4]</sup>X. Wang, P. Zhu, D. Li, Y. Xu and X. You, "Pilot-Assisted SIMO-NOMA Signal Detection With Learnable Successive Interference Cancellation," in *IEEE Communications Letters*, vol. 25, no. 7, pp. 2385-2389, July 2021, doi: 10.1109/LCOMM.2021.3070705.



# 双栏 (刘雪骢, 2021)<sup>[5]</sup>

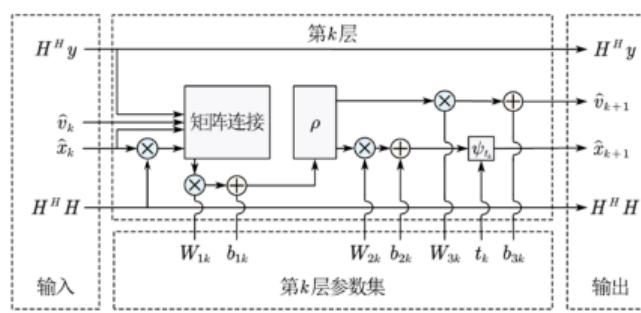
DetNet 通过展开每一次梯度下降, 来模拟迭代。



## DetNet 的单层结构

通过 ML 检测的梯度下降投影形式

$$\hat{x}_{k+1} = \prod \left[ \hat{x}_k + \delta_k H^H y + \delta_k H^H \hat{x}_k \right]$$



## DetNet 的软输出改造 (?)

$$\begin{aligned} \text{LLR}(\hat{x}) &= \ln \frac{P(b_i = 1 | \hat{x})}{P(b_i = 0 | \hat{x})} \\ &\approx \ln \frac{\min \left\{ d_{Euc} (x_i, c_{k,i}^0) \right\} |_{k=1}^{\log_2(M)}}{\min \left\{ d_{Euc} (x_i, c_{k,i}^1) \right\} |_{k=1}^{\log_2(M)}} \end{aligned}$$

其中,  $c_{k,i}^0$  表示在星座图中第  $i$  个比特是 0 的第  $k$  个星座点

<sup>[5]</sup>刘雪骢. 基于深度学习的迭代 MIMO 检测算法研究 [D]. 东南大学, 2021. DOI:10.27014/d.cnki.gdnau.2021.001889.



# TikZ 图片与上下布局

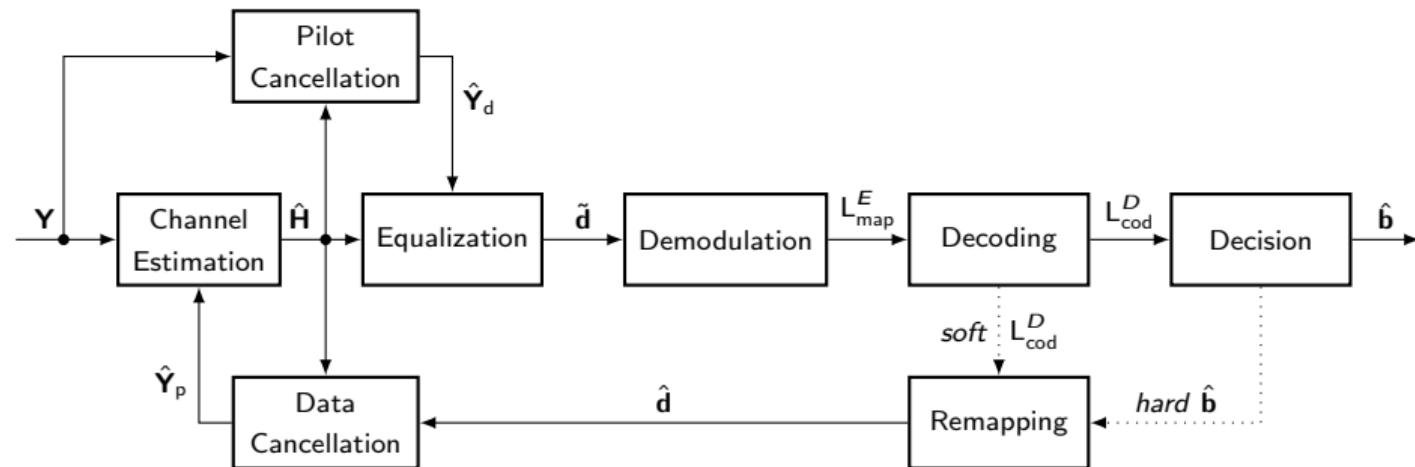


Fig. 3. Block diagram of SIP iterative receiver.

- 考虑信道估计和两次干扰消除

- 信道估计前——数据干扰消除，得  $\hat{Y}_p$
- 均衡前——导频干扰消除，得  $\hat{Y}_d$

- 总体思想：判决反馈

- 利用迭代中的 LLR，逐步增强信道估计和数据检测，消除叠加的影响

## PART III

# 硕士期间成果



# 硕士期间成果

## 论文

- ① XX X, XX X, XX X, XX X and XX X. Enhancing xxxx xxxx xxx[J]. **IEEE Wireless Communications Letters**, 2024, 13(x): xxxx-xxxx.
- ② XX X, XX X, XX X, XX X and XX X. xxxx xxxx xxx[J]. **IEEE XXXX XXXX, XXXX, XX(xx)**: xxxx-xxxx.

## 科研项目

- XXXXXXXXX, 东南大学与 XX 公司合作项目, 20XX.XX – 20XX.XX.  
(已结题, 负责算法设计与实现)

## PART IV

# 补充说明与参考资料



# 补充说明

- 经过测试，该模板直接上传 Overleaf 或 T<sub>E</sub>XLive 2022 或 MacT<sub>E</sub>X 2025 均可运行，其他版本未测试。
  - Overleaf 请使用 XeLaTeX 编译器进行编译。
  - 本地 T<sub>E</sub>XLive 或 MacT<sub>E</sub>X 请使用 XeLaTeX 编译器编译两遍。
- 请勿删除 fonts 文件夹，此文件夹内为模板中使用的中文字体。更纱黑体、霞鹜文楷均为可商用字体（来源：Github、猫啃网）。本地可以直接安装使用。其余字体问题可参考“LaTeX 札记（四）：字体”。
- 请勿删除 SEU\_RADIO\_image 文件夹，此文件夹内为模板中使用的东大信息相关图片。
- 图片请放置在 image 文件夹下，或采用其他相对路径



# 参考资料

## 强烈推荐

- 一份（不太）简短的 $\text{\LaTeX} 2\epsilon$ 介绍（最新是 6.0.5 版本）

<https://mirrors.tuna.tsinghua.edu.cn/CTAN/info/lshort/chinese/>

- 中文版 beamer 宏包手册：BeamerUserGuide V3.24 zh-cn

## 推荐

- ①  $\text{\LaTeX}$  入门，刘海洋，电子工业出版社，2013.(内容比 lshort 多一点，但也是工具书的性质)
- ②  $\text{\LaTeX}$  科技排版：华师大老师的网站，主要是讲座的 beamer

## 我自己一些拙劣的整理

- LaTeX 归档（其中，“LaTeX 模板分享”里面有一些整理）

# Q&A

希望各位老师批评指正!



东大信息 beamer 模板（非官方）

王东南 (220000)

指导老师：王东 教授

