

老师要求：

1. 当前毕设进展
2. 后续毕设工作计划
 - 每周小目标
 - 每月阶段性目标

师兄要求：

1. 场景
2. 现有文献和工作
3. 数据分析及其难点
4. 针对难点提出的框架算法
5. 结果
6. 待解决的问题

目录：



1. 当前毕设进展

- 1.1 数据集分析
- 1.2 总体方案
- ▼ 1.3 基线方案
 - 1.3.1 实验方案
 - 1.3.2 实验结果
 - 1.3.3 新发现的问题
 - 1.3.4 改进想法
- ▼ 1.4 改进方案v1
 - 1.4.1 针对之前的问题 / 之前的想法
 - 1.4.2 实验方案
 - 1.4.3 实验结果
 - 1.4.4 未解决的问题 / 新发现的问题
 - 1.4.5 改进想法
- ▼ 1.5 改进方案v2
 - 1.5.1 针对之前的问题
 - 1.5.2 实验方案

- 1.5.3 实验结果
- 1.5.4 未解决的问题 / 新发现的问题
- 1.5.5 改进想法

▼ 1.6 改进方案v3（脚伤前）

- 1.6.1 针对之前的问题 / 之前的想法
- 1.6.2 实验方案
- 1.6.3 实验结果
- 1.6.4 未解决的问题 / 新发现的问题
- 1.6.5 改进想法

▼ 1.7 改进方案v4（回校后实现）

- 1.7.1 针对之前的问题 / 之前的想法
- 1.7.2 实验方案
- 1.7.3 实验结果
- 1.7.4 改进想法

▼
2. 后续毕设工作计划

- 2.1 每月阶段性目标
- 2.2 每周小目标

1. 当前毕设进展

1.1 数据集分析

在官方数据集配套的 `data_intro` 中可知：

1. 数据共7500条；
2. 采样率可能取值为 5MHz / 20MHz / 30MHz / 40MHz / 50MHz / 80MHz；
3. 采样时长可能取值为 20ms / 40ms / 60ms / 80ms / 100ms / 150ms；
4. 一条数据中最少包含1个信号，最多包含8个信号，这些信号可能在时域和频域上存在重叠，也就是说存在信号之间的干扰；

通过决赛路演视频得到补充信息：共 14 类信号

Class	信号类型	工作模式	调制方式	带宽(MHz)
0	WiFi	HT20	QPSK	20.0
1	WiFi	HT20	16QAM	20.0
2	WiFi	HT20	64QAM	20.0
3	WiFi	HT40	QPSK	20.0 / 40.0
4	WiFi	HT40	16QAM	40.0
5	WiFi	HT40	64QAM	40.0
6	BLE	LE	GFSK	1.0
7	BLE	LE	GFSK	2.0
8	ZigBee	standard	OQPSK	2.0
9	LoRa	standard	CSS	0.0523 / 0.0625 / 0.25
10	custom	/	QPSK	0.3 / 0.5 / 10.0
11	custom	/	16QAM	1.6 / 7.56 / 10.0
12	custom	/	AM	0.006 / 0.2
13	custom	/	FM	0.04 / 0.12 / 0.2

难点：

1. 每条数据的点数都非常多 (10^6级别)，考验数据预处理；
2. 同一条数据中包含的信号数量可能较多 (最多8个)，且带宽相差很大 (最小0.006MHz，最大40.0MHz)，信号强度差异也很大，考验数据预处理；
3. 同一条数据内的信号存在时域和频域上的重叠 (即干扰)，考验检测模型；
4. 经过观察，Class 9同一类型的不同带宽下的时频图特征不同，即存在不同特征不同模样的信号同属一种类型，考验检测模型；
5. (待补充)

脚本分析：

--- (1.1) 数据层面统计 ---

(1.1.1) 采样率统计 (Sampling Rate):

5.0 Ms/s: 1260 个

20.0 Ms/s: 1485 个

30.0 Ms/s: 1506 个
40.0 Ms/s: 1063 个
50.0 Ms/s: 1192 个
80.0 Ms/s: 994 个

(1.1.2) 采样时间统计 (Duration): 【存在不规范采样时间的数据】

2.0 ms: 1 个
4.0 ms: 3 个
5.0 ms: 3 个
6.0 ms: 3 个
7.0 ms: 9 个
8.0 ms: 5 个
9.0 ms: 4 个
9.2 ms: 1 个
9.9 ms: 1 个
10.0 ms: 2 个
10.68 ms: 1 个
11.0 ms: 3 个
11.7 ms: 1 个
12.0 ms: 13 个
12.6 ms: 1 个
13.0 ms: 10 个
13.5 ms: 1 个
14.0 ms: 10 个
14.64 ms: 1 个
14.92 ms: 1 个
15.0 ms: 15 个
16.0 ms: 12 个
16.72 ms: 1 个
16.96 ms: 1 个
17.0 ms: 19 个
17.68 ms: 1 个
18.0 ms: 50 个
19.0 ms: 16 个
20.0 ms: 3145 个
40.0 ms: 824 个
53.0 ms: 1 个
60.0 ms: 798 个

66.0 ms: 1 个
74.0 ms: 1 个
76.0 ms: 1 个
79.0 ms: 1 个
80.0 ms: 831 个
82.8 ms: 1 个
87.0 ms: 1 个
88.0 ms: 1 个
89.0 ms: 1 个
90.0 ms: 1 个
92.0 ms: 1 个
93.0 ms: 1 个
97.0 ms: 1 个
99.0 ms: 2 个
100.0 ms: 813 个
105.0 ms: 1 个
121.0 ms: 1 个
127.56 ms: 1 个
133.0 ms: 2 个
136.64 ms: 1 个
140.0 ms: 1 个
141.0 ms: 1 个
145.0 ms: 1 个
147.0 ms: 2 个
148.0 ms: 2 个
149.0 ms: 1 个
150.0 ms: 871 个

(1.1.4) 单个数据中信号个数 (Signal Count per File):

包含 1 个信号: 802 个文件
包含 2 个信号: 767 个文件
包含 3 个信号: 871 个文件
包含 4 个信号: 1700 个文件
包含 6 个信号: 1675 个文件
包含 8 个信号: 1685 个文件

(1.1.5) 单个数据中信号种类数 (Unique Signal Types per File):

包含 1 种信号: 922 个文件
包含 2 种信号: 1124 个文件

包含 3 种信号: 1556 个文件
包含 4 种信号: 1572 个文件
包含 5 种信号: 1238 个文件
包含 6 种信号: 810 个文件
包含 7 种信号: 244 个文件
包含 8 种信号: 34 个文件

--- (1.2) 信号层面统计 (Signal Level) ---

[Class 0] 总数: 1645

占用频宽 (Bandwidth) 分布:

20.0 MHz: 1645 个

占用时间 (Duration) 分布:

(省略, 1ms ~ 125ms)

[Class 1] 总数: 1596

占用频宽 (Bandwidth) 分布:

20.0 MHz: 1596 个

占用时间 (Duration) 分布:

[Class 2] 总数: 1653

占用频宽 (Bandwidth) 分布:

20.0 MHz: 1653 个

占用时间 (Duration) 分布:

[Class 3] 总数: 693

占用频宽 (Bandwidth) 分布:

20.0 MHz: 346 个

40.0 MHz: 347 个

占用时间 (Duration) 分布:

[Class 4] 总数: 709

占用频宽 (Bandwidth) 分布:

40.0 MHz: 709 个

占用时间 (Duration) 分布:

[Class 5] 总数: 701

占用频宽 (Bandwidth) 分布:

40.0 MHz: 701 个

占用时间 (Duration) 分布:

[Class 6] 总数: 3580

占用频宽 (Bandwidth) 分布:

1.0 MHz: 3580 个

占用时间 (Duration) 分布:

[Class 7] 总数: 3484

占用频宽 (Bandwidth) 分布:

2.0 MHz: 3484 个

占用时间 (Duration) 分布:

[Class 8] 总数: 7035

占用频宽 (Bandwidth) 分布:

2.0 MHz: 7035 个

占用时间 (Duration) 分布:

[Class 9] 总数: 7186

占用频宽 (Bandwidth) 分布:

0.0523 MHz: 2689 个

0.0625 MHz: 915 个

0.25 MHz: 3582 个

占用时间 (Duration) 分布:

[Class 10] 总数: 1748

占用频宽 (Bandwidth) 分布:

0.3 MHz: 289 个

0.5 MHz: 273 个

10.0 MHz: 1186 个

占用时间 (Duration) 分布:

[Class 11] 总数: 1769

占用频宽 (Bandwidth) 分布:

1.6 MHz: 293 个

7.56 MHz: 290 个

10.0 MHz: 1186 个

占用时间 (Duration) 分布:

[Class 12] 总数: 1783

占用频宽 (Bandwidth) 分布:

0.006 MHz: 574 个

0.2 MHz: 1209 个

占用时间 (Duration) 分布:

[Class 13] 总数: 1697

占用频宽 (Bandwidth) 分布:

0.04 MHz: 524 个

0.12 MHz: 585 个

0.2 MHz: 588 个

占用时间 (Duration) 分布:

1.2 总体方案



1.3 基线方案

1.3.1 实验方案

1.3.2 实验结果

1.3.3 新发现的问题

1. 重叠标签

1.3.4 改进想法

1. 图片保存格式

i. jpg 【目前】 / png

2. STFT参数设置

i. Mode 1: 固定窗长 【目前】

ii. Mode 2: 自适应窗长-逼近正方形

iii. Mode 3: 自适应窗长-固定频率分辨率

3. 其它设置

i. 坐标: Linear 【目前】 / dB

ii. 归一化: Sample 【目前】 / Global

4. 模型版本

i. YOLO11n 【目前】 / YOLO11s/ YOLO11m / YOLO11I / 基于 Transformer 的 DETR 及其改进版本

对于重叠标签，训练时可以通过微调位置避免被检查，但是在NMS时怎么办？所以考虑DETR。

1.4 改进方案v1

1.4.1 针对之前的问题 / 之前的想法

1. STFT参数设置

i. Mode 1: 固定窗长 【目前】

ii. Mode 2: 自适应窗长-逼近正方形

iii. Mode 3: 自适应窗长-固定频率分辨率

2. 其它设置

i. 坐标: Linear 【目前】 / dB

ii. 归一化: Sample 【目前】 / Global

1.4.2 实验方案

(统一使用 jpg + YOLO11n)

方案1-1: Mode 1(1024) + Linear + Sample Norm 【目前】

方案1-2: Mode 1(1024) + dB + Sample Norm

方案1-3: Mode 1(1024) + Linear + Global Norm

方案1-4: Mode 1(1024) + dB + Global Norm

方案2-1: Mode 2 + Linear + Sample Norm

方案2-2: Mode 2 + dB + Sample Norm

方案2-3: Mode 2+ Linear + Global Norm

方案2-4: Mode 2 + dB + Global Norm

方案3-1: Mode 3(20kHz) + Linear + Sample Norm

- 方案3-2：Mode 3(20kHz) + dB + Sample Norm
- 方案3-3：Mode 3(20kHz) + Linear + Global Norm
- 方案3-4：Mode 3(20kHz) + dB + Global Norm

1.4.3 实验结果

mAP50:95	1-1	2-1	3-1	3-4
all	0.383	0.578	0.543	0.517
0	0.495	0.59	0.521	0.543
1	0.303	0.408	0.355	0.329
2	0.502	0.57	0.555	0.515
3	0.468	0.73	0.66	0.598
4	0.524	0.713	0.718	0.739
5	0.59	0.692	0.692	0.671
6	0.387	0.805	0.788	0.74
7	0.444	0.835	0.847	0.768
8	0.557	0.897	0.907	0.868
9	0.14	0.273	0.181	0.161
10	0.303	0.538	0.442	0.461
11	0.48	0.723	0.675	0.683
12	0.108	0.221	0.181	0.12
13	0.0647	0.0965	0.0754	0.042

1.4.4 未解决的问题 / 新发现的问题

未解决的问题：

...

新发现的问题：

...

1.4.5 改进想法

1. 图片保存格式
 - i. jpg 【目前】 / png
2. 模型版本
 - i. YOLO11n 【目前】 / YOLO11s/ YOLO11m / YOLO11l / 基于 Transformer 的 DETR 及其改进版本

1.5 改进方案v2

1.5.1 针对之前的问题

1. 图片保存格式
 - i. jpg 【目前】 / png
2. 模型版本
 - i. YOLO11n 【目前】 / YOLO11s/ YOLO11m / YOLO11l / 基于 Transformer 的 DETR 及其改进版本

1.5.2 实验方案

(统一其他设置：Mode 3(20kHz) + dB + Global Norm)

方案4-1: jpg + YOLO11n 【目前】 (同方案3-4)

方案4-2: png + YOLO11n

方案5-1: jpg + YOLO11s

方案5-2: png + YOLO11s

方案6-1: jpg + YOLO11m

方案6-2: png + YOLO11m

(YOLO11l有点太大了，暂时没有实验)

1.5.3 实验结果

(使用 png 时训练非常不稳定且非常慢，故无结果)

mAP50:95	4-1	4-2	5-1	5-2	6-1	6-2
all		/		/	0.574	/
0		/		/	0.527	/
1		/		/	0.365	/
2		/		/	0.604	/
3		/		/	0.781	/
4		/		/	0.758	/
5		/		/	0.713	/
6		/		/	0.814	/
7		/		/	0.881	/
8		/		/	0.92	/
9		/		/	0.209	/
10		/		/	0.528	/
11		/		/	0.688	/
12		/		/	0.192	/
13		/		/	0.0629	/

1.5.4 未解决的问题 / 新发现的问题

未解决的问题：

...

新发现的问题：

1. Class 9 / Class 12 / Class 13 窄带信号的 mAP50:95 低

1.5.5 改进想法

1.6 改进方案v3（脚伤前）

1.6.1 针对之前的问题 / 之前的想法

对于 窄带信号难检测 问题，提出**数据预处理**层面和**检测网络**层面的改进：(基于 YOLO11m)

1. 数据预处理：

- i. 数据经过固定频率分辨率的STFT后，再将得到的时频图按(640,640)切片，之后再输入检测网络，最后将每个切片的检测结果拼接得到最终检测结果；

2. 检测网络：

- i. 加入P2层；
- ii. 将部分Conv层改为SPD-Conv层；

1.6.2 实验方案

方案7：按(640,640)切片

方案8：按(640,640)切片 + 加入P2层

方案9：按(640,640)切片 + SPDCConv

1.6.3 实验结果

(系统未搭建完全，没有测试数据，只有训练时的数据)

方案7：mAP50:95 = 0.62

方案8：mAP50:95 = 0.613

方案9：mAP50:95 = 0.59

1.6.4 未解决的问题 / 新发现的问题

方案7之所以有提高，是因为 Class 6 / Class 7 / Class 8 三种信号在切片后缩放到了合适的尺寸，检测率提高；但宽带信号检测率有所下降；

未解决的问题：

- 1. 窄带信号检测率仍然很低；

新发现的问题：

- 1. 切片后宽带信号检测率反而下降，因为
 - i. 切片后宽带信号通常都只有局部；
 - ii. 后处理时需要拼接，可能有疏漏；

说明只要频率分辨率不变，就算引入更大的特征图（P2）或能够减少信息流失的下采样方式（SPD-Conv代替池化），也不能提高窄带信号检测率。

1.6.5 改进想法

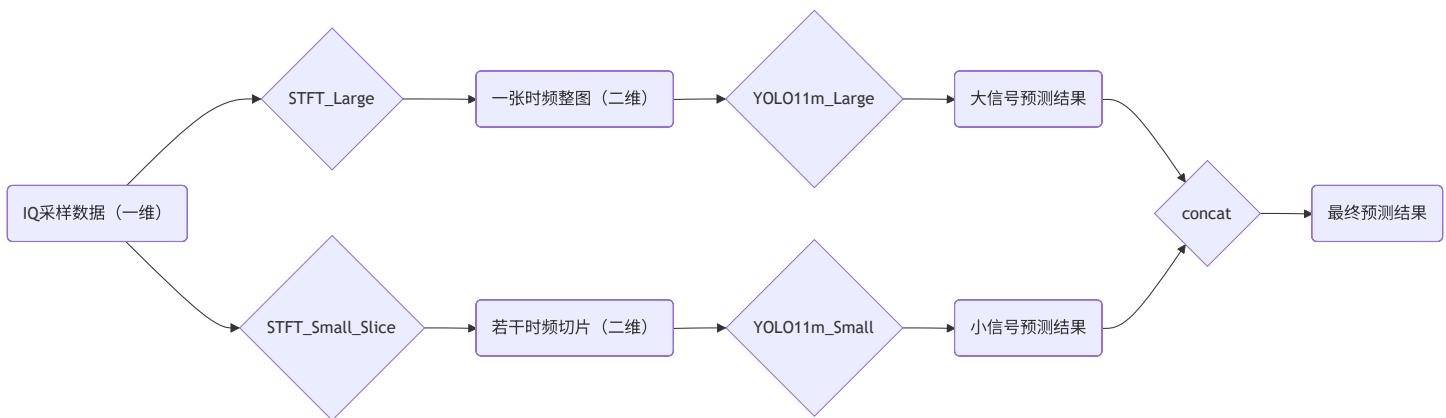
切片后仍然窄带信号检测率低，所以一定需要降低STFT的频率分辨率；

1.7 改进方案v4（回校后实现）

1.7.1 针对之前的问题 / 之前的想法

1.7.2 实验方案

对于 窄带信号难检测 问题，提出**系统结构**层面上的改进：



解释：

由于宽带信号和窄带信号的带宽差距过大（最大40MHz，最小0.006MHz），若使用同一固定频率分辨率则无法兼顾。所以考虑引入类似MoE的思想，将系统分为 Large 分支和 Small 分支，分别检测大信号和小信号。

两个分支分别关注的信号种类及其带宽：

Large:

Class	Bandwidth (MHz)
0	20.0
1	20.0

Small:

Class	Bandwidth (MHz)
9	0.0523 / 0.0625 / 0.25
10	0.3 / 0.5

Class	Bandwidth (MHz)
2	20.0
3	20.0 / 40.0
4	40.0
5	40.0
6	1.0
7	2.0
8	2.0
10	10.0
11	1.6 / 7.56 / 10.0

Class	Bandwidth (MHz)
12	0.006 / 0.2
13	0.04 / 0.12 / 0.2

两个分支的STFT的参数设置：

1. STFT_Large
 - i. STFT模式：Mode 3(20kHz)
 - ii. 坐标：dB
 - iii. 归一化策略：Global Norm(-140dB ~ 30dB)
2. STFT_Small_Slice
 - i. STFT模式：Mode 3(5kHz)
 - ii. 坐标：dB
 - iii. 归一化策略：Global Norm(-140dB ~ 30dB)
 - iv. Slice策略：
 - a. 切片长宽：(640, 640)
 - b. 切片重叠率：0.2

为什么 Large 分支固定频率分辨率为 20kHz，而 Small 分支固定频率分辨率为 5kHz：

(放表格)

为什么 Small 分支需要 Slice：

根据上表可知，为了频率分辨率够小，窗长度则会较大，若不 Slice 而直接输入训练，则还是会缩放到 imgsz=640，会将放大了的小信号再次缩小，回到不可检出的情况。

两个分支的检测模型：

均使用 YOLO11m。虽然使用相同的模型，但是两个分支的检测模型是独立的，从而不会互相影响。

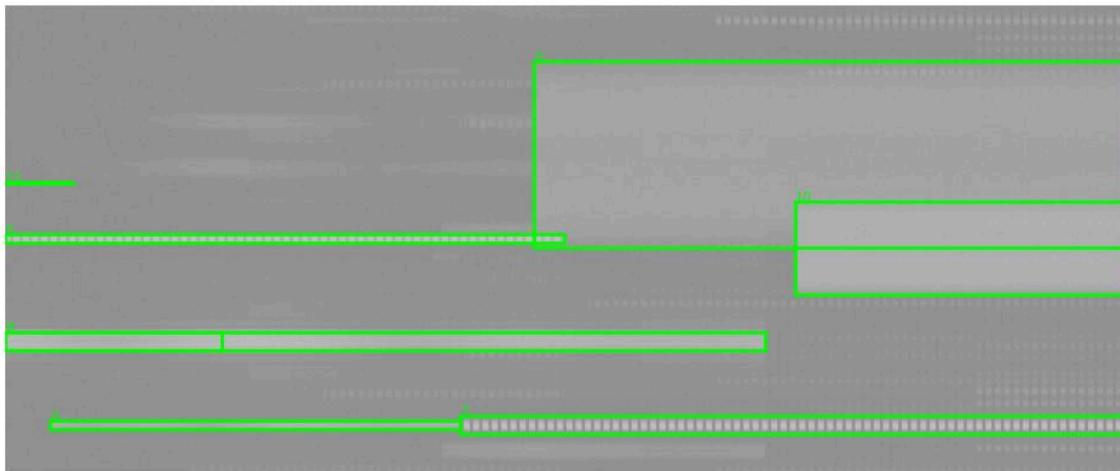
1.7.3 实验结果

注：

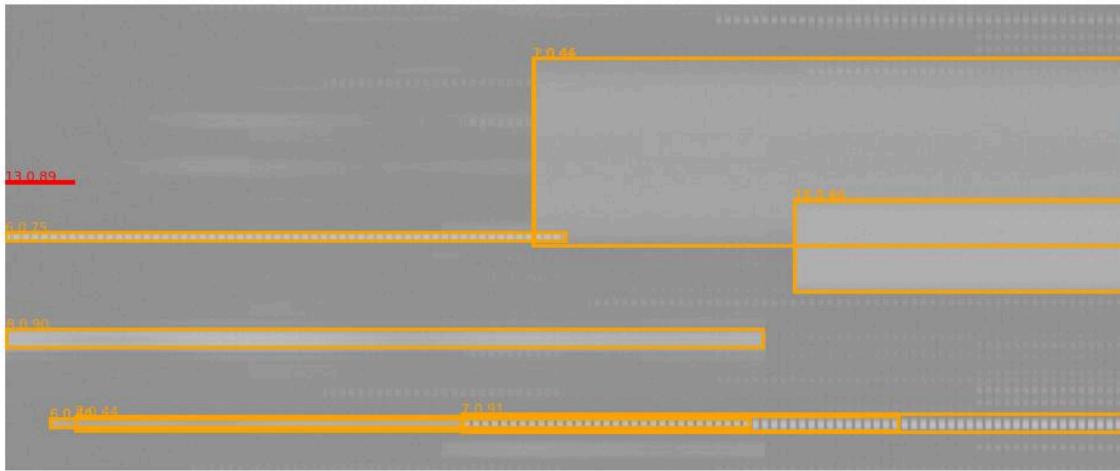
因为最后的结果是两条分支拼接得到的，不能使用 model.val 来直接测试，无法使用与之前一模一样的方法得到 mAP50:95，以下结果是通过自己编写的调用了 ultralytics 框架的原生 AP 计算函数的程序得到的 mAP50:95，还未测试是否与 model.val 的方法得到的是否一致。

	mAP50:95	改进v3
all		0.6647
0		0.4632
1		0.3920
2		0.5563
3		0.7442
4		0.6751
5		0.6889
6		0.8210
7		0.9068
8		0.9064
9		0.7417
10		0.5868
11		0.5749
12		0.7380
13		0.5098

Ground Truth



Prediction



1.7.4 改进想法

1. 对 STFT_Large 和 STFT_Small 独立寻找最适合的配置，以下考虑：
 - i. 参数设置
 - a. 大信号强度较弱，所以可能选择 dB 坐标更容易检出，选择的 Global Norm 的 min_dB 和 max_dB 也可以更低一些；
 - b. 小信号强度较强，所以可能选择 Linear 坐标更容易检出（大信号被隐去），选择的 Global Norm 的 min_dB 和 max_dB 也可以更高一些；

ii. 模型

3. Large 分支均为整片，样本数量为 7500，不多，选择 YOLO11m；
4. Small 分支进行了切片，样本数量 > 15000，可以尝试 YOLO11l；

2. 模型版本

- i. YOLO11m 【目前】 / 基于 Transformer 的 DETR 及其改进版本；
3. 测试自己编写的 mAP50:95 计算脚本是否与官方的结果相同；
4. 训练设置：学习率调度器，训练轮数等；
5. 数据增强设置（Mosaic、Mixup）：需要考虑时频图与真实世界图片的区别，选择符合物理规律的增强方式；

从结果上看，大信号的mAP反而有点下降，需要将 Large 分支与之前的方案（2-1）做对比，改进方向之一；

2. 后续毕设工作计划

比赛前十二名的成绩：

序号	参赛队名	模型得分
1	SpecHunters	77.52
2	LoseLab	76.14
3	橘子洲头	75.30
4	频域探险家	74.77
5	啊对对对	74.49
6	有一队	73.85
7	WaveMind	73.57
8	天气真好	73.07
9	kanzei	71.59
10	TheSpellBrigade	68.44
11	试试看吧	67.69
12	董优秀	66.17

今天是 2026年01月16日，是2026年的第三周周五。

2.1 每月阶段性目标

月份	目标
1月份	搭建双分支系统并改进；

月份	目标
2月份	健康过年；继续改进双分支系统；整理实验数据；
3月份	基于当前的双分支系统 完成中期检查报告及中期答辩PPT ；继续改进双分支系统；
4月份	继续改进双分支系统；尝试决赛其它队伍的可行方案；
5月份	完成毕业设计论文及结题答辩PPT ；

2.2 每周小目标

周数	目标
第3周	补齐之前缺少的实验结果、总结；
第4周	在预处理参数设置、模型选择、训练设置、数据增强设置等层面改进双分支系统；
第5周	在预处理参数设置、模型选择、训练设置、数据增强设置等层面改进双分支系统；
第6周 (2月)	在预处理参数设置、模型选择、训练设置、数据增强设置等层面改进双分支系统；
第7周	健康过年；整理实验结果；撰写中期检查报告；
第8周	健康过年；整理实验结果；撰写中期检查报告；
第9周	继续改进双分支系统；检查是否遗漏实验，补齐结果；撰写中期检查报告；
第10周 (3月)	完成中期检查报告及答辩PPT；整理决赛路演中其它队伍的可行方案；
第11周	(待续)
第12周	(待续)