**会议纪要**

**会议主题：开放集射频指纹识别及模型轻量化**

**会议时间：** 2025年8月4日19：30至21：30

**会议地点：** 西安电子科技大学北校区会议中303-1会议室

**线下人员：**尹志胜 孙瑞锦 王兆薇 王葳 王秀程 胡陆莹 齐阁 邓川 方忠盛 贾宏刚 祝馨平 邱子仪 刘永红 沈京龙 韩松明 郑佩林 孙路路 于凡迪 尉家豪 杨双宇 傅连浩 侯毓真 李青壮 闵昕阳 冉艺泉 刘琪 张岳 雷雨欣 曹江凌 龚臣 吴娅兰 陈梦豪 赵璇 李成成 黄乙迅 李茗 刘仲锴 赫祎征 万佳林 朱煜朋

**线上人员：**尚佳瑶 郭译凡 许嘉洁 康贺廷 陈哲 朱军 解思舀 郑雯馨 贾昊燏 张智杰 孙兴栋 吴小芳 李昊坤

**记 录 人：**侯毓真

1. **会议记录：**

* **孙瑞锦**：在使用原型学习做开放集识别的时候需要提前知道有几个分类吗？
* **李青壮**：在训练过程中需要知道，因为只有知道了类别数量以后才可以为每一个已知类构建原型。
* **孙瑞锦**：双路模型输入指的是IQ信号的双路吗？
* **李青壮**：不是，这里指的是在特征融合的模型设计中，分别使用了两路特征提取，并对两类特征域输入的输入做特征融合。
* **孙瑞锦**：基于梯度熵和梯度幅值做模型剪枝的方案是别人的还是自己提出的？
* **李青壮**：是自己提出的。整个剪枝过程就是通过判断不同元素上梯度贡献的大小做模型剪枝的。
* **孙瑞锦**：那这种剪枝在闭集上效果是不是更好一些？
* **李青壮**：其实这种剪枝在闭集上的效果也相比剪枝以后性能有所下降。
* **孙瑞锦**：开放集识别是不是就是在训练集中没有测试集中的某些类？
* **李青壮**：是的。在开放集识别的测试集中，会对输入信号注册一个原型你然后再通过原型相似度做分类决策？
* **孙瑞锦**：剪枝的聚类图是不是闭集分类的结果？
* **李青壮**：不是。前6个类表示的是训练集中的已知样本，后面的4个类是开放集识别中的测试集样本。
* **孙瑞锦**：那这个剪枝方法的性能对比只是和闭集情况下的性能做了对比。有没有和其他的开放集识别方法做性能比较？
* **李青壮**：前面有针对没有剪枝的时候开放集识别模型的性能分析。
* **孙瑞锦**：那么这个剪枝的方法别人没有用过吗？
* **李青壮**：根据目前的调研，没有用过。
* **孙瑞锦**：那前面的会议论文部分的创新点有什么？
* **李青壮**：会议论文在网络架构上的的创新点在于，图像识别领域直接通过CNN网络提取图像特征的方法只在图像输入的轮廓特征非常明显的时候才可行。但是射频指纹的特征在特征转换以后的图像域上不明显，所以需要设计网络架构。
* **孙瑞锦**：这个会议论文之前那么以前大家做的内容都是单天线的，但是没有做多天线的？
* **李青壮**：有做发射机多天线的，但是没有做接收机多天线的。
* **孙瑞锦**：那么用原型系统做分类的工作现在多不多？
* **李青壮**：很多。现在在开放集任务中用原型学习做分类的还是很多的。
* **孙瑞锦**：那么整个工作还需要多做一些结果，包括跟其他已有开放集识别方法相比的性能优势，需要补充实验。
* **孙瑞锦**：这个实验场景图是什么？ （PPT P11）
* **李青壮**：这个图中标的是发射机和接收机位置，以及在数据集中引入多普勒频移的设备移动方式。
* **王秀程**：为什么剪枝的设计要做成对通道做剪枝？这样的话模型中学习的卷积核大小对模型输入维度肯定会产生影响。
* **李青壮**：具体实现的方式是通过首先对需要删除的参数输出置零，然后在训练过程中迭代微调。
* **王秀程**：有一个标准化剪枝的库torch-pruning，可以回去试一下。
* **尹志胜**：这个任务的准确率定义是什么？做的到底是分类还是识别？
* **李青壮**：这个任务里的准确率指的是分类精度。
* **尹志胜**：那如果有一个信号属于未知类设备，是不是只能把这条信号归为一个未知类，但是不能识别出来具体的设备类型、型号这些。
* **侯毓真**：如果说就是针对这个任务本身的话，是识别不出设备具体型号、类型这些信息的。
* **尹志胜**：那这个任务做的事情还是不能算识别，就是分类。
* **尹志胜**：整个性能表格每次性能平均做了几次实验？怎么统计出来的？
* **李青壮**：6次，去掉性能最高和最低的值取平均得到的。
* **尹志胜**：实验次数太少了，整个结果就不可信。因为你看你的整个实验的性能曲线，分类精度随着SNR的变化有很明显的趋势，那么这样的曲线就有一个潜在的概率分布。实验次数太少的话统计不出分布特征，不能作为可信的结果论据。
* **尹志胜**：因为我记得之前在交大的硕士答辩人家做的射频指纹识别，都没有那么高的。
* **侯毓真**：因为传统方法在十几年以前就能够做到90%以上的精度，所以现在基于AI的方法来做射频指纹识别，肯定是需要把精度继续做高；否则AI方法既没有可解释性，也没有性能优势，那就还不如用传统统计方法来做识别。
* **尹志胜**：那你能说说你这个模型里用的STFT谱起到什么作用吗？
* **侯毓真**：它就相当于一个特征域的图像。因为现在的AI方法基于图像方法的分类精度很高，并且方法很成熟，所以把IQ输入转换为图像特征也是合理的。
* **尹志胜**：按照这么说的话，你工作的创新点在哪里？因为之前在中期答辩的时候就提到过这个问题。不能说相同的方法，其他人用了没有效果，你用了有效，就证明这种方法有效。你并没有把创新点说明白。比如说你用了注意力机制来做网络改进。这个网络架构在其他任务上也证明过有效性，但是你为什么要把这一块网络抠出来作为你的创新？
* **侯毓真**：从网络架构的角度上来看，注意力机制的引入本来就在提出这种机制的论文里提到了设计这种架构的思路，并且通过实验说明了效果很好，所以绝大部分人也都认可用这样的模型做改进，也就成了AI领域里面的一个通行的标准。至于它到底有没有一个很强的解释，或者需要为这种网络架构创新做解释，我觉得没有必要。因为本身也不存在一个很强的解释。
* **尹志胜**：我明白你的意思。就是说注意力机制这个东西作为一种模块抠下来作为网络改进，大家都可以认为它是有效的。然后我基于这种机制做了一个具体的网络设计，它也是有效的。这样的话整个论文的创新点就太弱了，不显著。你的方法为什么能够解决MIMO场景下的问题？
* **李青壮**：我想要让我在MIMO环境下提取到的特征更紧凑；并且我需要针对不同发射前端的特征设计相应的分类模型。
* **尹志胜**：那这就是学生思维中很大的一个问题。你如何明确的表示出，你的方法是如何克服MIMO场景下射频指纹识别的挑战的？如果说MIMO场景下没有新的挑战，那么这个场景本身首先就很普通了，没法立住。如果说因为多天线场景带来了新的挑战，然后别人的方法在多天线的情况下它的性能会下降或者不能用，然后你用了一个方法能够把性能提上来，那我觉得可以。
* **李青壮**：因为我考虑的是，多天线带来的影响是提取出的射频指纹特征发散，导致性能降低，所以需要做特征融合还有注意力机制这些。
* **尹志胜**：但是你的方法不合理，因为你的方法属于一个基本的架构范式，大家在其他任务场景中都在用。那么你在这个架构范式的基础上做了一个改进，怎么说明是这个架构范式本身带来了性能提升，还是你引入的变化带来了性能提升？
* **尹志胜**：那你后面的两个模型是怎么合并的呢？
* **李青壮**：直接取各个天线当中相似度最高的作为分类结果。因为每个类都有一个原型，我只需要计算当前这个样本的原型到每个类中心原型的距离，就可以计算出归属于不同原型类别的概率。因为我想分类的就只有设备，天线会让设备特征更分散。
* **尹志胜**：那就比如说是四根天线，单独用四根天线来做分类，哪一根天线对于分类更准就选哪根天线的分类结果。是这个意思吧？
* **李青壮**：因为我们这个模型用了高斯混合分布。它会选取分类结果中超过四根天线特征的分类情况做混合。因为每根天线可能都会受到其他天线的干扰，不同的天线在移动过程中显示的信号畸变是不同的。
* **尹志胜**：我没听懂。你这个似乎是跟别人的工作不一样的地方，但是你没有讲清楚。如果这个创新点讲不清楚，就说明你的分析还不够深入，没有把创新点捋明白。我记得中期答辩的时候西工大的孙文彬也是针对你这个场景问了好几个问题。首先人家不相信MIMO没有人做，然后也问了你MIMO和单天线到底有什么地方是有显著区别的。因为从单天线到多天线场景下，信号的射频指纹特征区别肯定是很显著的。那针对这点，你用了大家在单天线场景中都用的方法，来解决多天线的问题，并且没有说明你提出的创新点到底解决了多天线场景下的什么问题，那就没法说明多天线场景对现在的射频指纹识别方法提出了什么特别显著的挑战。如果说没有挑战，那也就没有必要做MIMO这个场景下的射频指纹识别。就相当于用一个老思想解决一个老问题，整个方法体系也没有变，但是就是针对场景变化提出了部分架构的修改，这种就属于最弱的创新。
* **李青壮**：那什么是方法体系的变化？
* **尹志胜**：就比如说你把整个分类的体系全部扔掉，整个都换了一个自己提出的框架，那你跟别人提出的方法至少就很不一样。你现在提出的东西相对来说就是完全继承了之前的老方法。所以要评价创新性的话，那就只能说非常微弱。
* **李青壮**：但是现在用的AI方法不就是这一套。
* **尹志胜**：那不一定。人家用AI的方法是基于一个新的数学模型。你看很多AI方法的改进在数学建模这个环节跟别人不一样，会把侧重点放在其他位置，那关注的问题也就跟别人不一样。关注的问题不一样，那故事就好讲了。首先这个问题没有人研究过，它从根上就跟你其他任务不一样；其次人家的数学模型不一样，整个方法体系是有创新的。
* **尹志胜**：你没有把你的创新点讲清楚，那就是你的表述有问题。至少从写论文的角度上来讲，整个形式就败了，感觉很老套。虽然我不做这个工作，但是我和你交流完之后，我才知道你的东西是一个老的东西。
* **王秀程**：那你能不能像之前权赟昊一样，把STFT的处理从CNN改成小波变换。你觉得会不会有效果？
* **李青壮**：这个方法已经有很多人用过了。
* **王秀程**：那能不能做那种类似于REPA的表征对齐？
* **李青壮**：这个没有试过。

**2. 会议总结：**

1. **李青壮**汇报了ICCC会议发表的开放集射频指纹识别工作以及在此基础上添加的模型轻量化工作。

2. **尹志胜**老师提出了工作本身存在的创新性不明显、没有明确MIMO场景下与单天线场景下挑战上的区别等问题，需要在后续改进工作添加实验。