# 会议纪要

**会议主题：** 通感一体化的研究进展及挑战

**会议时间：** 2025年1月13日19：00至20：30

**会议地点：** 西安电子科技大学北校区会议中心203会议室

**线下人员：**承楠孙瑞锦 尹志胜 贺靖超 王葳 沈京龙 王秀程 马龙飞 周新阳 权赟昊 张玉洁 胡陆莹 齐阁 邓川 孙兴栋 方忠盛 贾宏刚 郑雯馨 祝馨平 贾昊燏 张智杰 杨杰 邱子仪 刘永红 万佳林 韩松明 刘苏 尚佳瑶 陈梦豪 郑佩林 孙路路 王天宇 于凡迪 尉家豪 杨双宇 傅连浩 郭译凡 侯毓真 李青壮 许嘉洁 张岳 朱煜朋 解思舀

**线上人员：**赵璇、黄蕾

**记 录 人：**韩松明

**会议内容：**

1. **论文分享：**

全面介绍通感一体化(Integrated Sensing and Communication,ISAC)系统的最新研究进展，特别关注其理论基础、物理层系统设计、网络架构设计和ISAC应用四个方面的内容。并根据上述四个方面中十个比较显著的开放性问题进行展开讨论。

* **承楠：**报告的通感一体化的介绍背景太少。研究背景不是从单一论文得到的，需要从多个论文进行总结得到。通感一体化到底是什么？

**陈梦豪：**把通信和感知的功能部署到基站上，基站就可以实现通感一体化。

* **承楠：**通感一体化背景还是介绍的不够全面，无法了解通感一体化到底是什么。这个汇报主要是要讲什么？

**陈梦豪：**主要是基于通感一体化综述展开讲述目前的研究方向和未来发展。

* **尹志胜：**这个和通感一体有什么关系？

**陈梦豪：**主要是介绍通感一体的相关理论知识。

* **承楠：**BCRB是什么，CRB是什么，引出一个概念需要介绍清楚其代表的是什么。B代表的是什么？

**陈梦豪：**B是贝叶斯。

* **承楠：**用自己的语言把这十个问题介绍一下，并介绍一下相关技术。比如你这个第一个问题是要讲什么？

**陈梦豪：**通信和感知技术都是有自己的度量的，例如通信和感知领域结合在一起对多目标问题进行优化，这需要一个理论边界。所以在这里介绍了一些理论知识。

* **承楠：**做这种报告需要抓大放小。那些细枝末节的重要程度没那么大，需要讲清楚大的方向。

**陈梦豪：** 好的。

* **承楠：**整个报告比如花30分钟，需要花10分钟把ISAC系统讲清楚，让别人可以理解透彻。例如ISAC系统里面有几种Integrated方式，比如从算法上面Integrated，从硬件上面Integrated等等。

**陈梦豪：** 好的。

* **承楠：**什么叫感知的目标就是通信的目标？

**陈梦豪：** 感知的目标和通信的目标是一块的。

* **承楠：** 通信的同时感知车辆信息，可以从回波中推断部分CSI是怎么做到的？

**陈梦豪：**人在车的周围，基站要和人进行通信，同时要对车辆进行感知。可以从感知的信息当中推断出部分通信所需的CSI。

* **尹志胜：**你对这些调研理解到啥程度了？为啥需要进行感知，感知的目的是什么？ 为什么需要对车辆进行感知？

**陈梦豪：**实现车的互联需要进行对车辆进行感知。

* **尹志胜：**第三个强相关，和雷达有点关系，比如军方发射一个侦察机，既要 感知侦察机的位置，也要对它进行通信。

**承楠：**但雷达通信肯定有它的缺点，比如容量太小。

* **承楠：**这个图里面红色的线是什么意思？

**陈梦豪：**就是刚刚的强相关的情况，这时候感知和通信两者的性能都能达到最优。

**承楠：**有没有相关研究？

**陈梦豪：**这篇论文就是提出一个问题，目前没看到有过多研究。

* **承楠：**距离分辨率越小越好吗？

**陈梦豪：** 是的，距离分辨率越小，传感分辨率越高。

* **承楠：**为啥就是距离分辨率，这个有什么具体含义吗？

**尹志胜：**C是波长。

**承楠：**从量纲上看是对的，但是具体咋理解？角分辨率为啥和孔径有关？

**陈梦豪：**我下去查阅资料后，把结果发在群里。

* **承楠：**我让一个或者几个雷达绕着圈跑，是不是它的孔径就变大了？

**陈梦豪：**应该是这样。

* **承楠：**通感肯定是有安全隐私问题存在的，一个wifi可以感知到隔壁的用户是躺着的状态，这是不是隐私问题？

**陈梦豪：**是的，隔壁人不知道它被感知到了。

**承楠：**该如何解决这个问题呢？

**陈梦豪：**我猜测也许可以在人周围加个随机扰动。

* **承楠：** 现在很少有问题是任何时候都存在的，但在特殊情况下还是会有一些特定问题，我们需要时刻保持思想的敏感性和思考的深入性。从自己角度出发，培养发现问题和解决问题的能力。
* **杨双宇：** 这里面讲的CSI到底是什么东西？有很多种CSI。

**承楠：**是那种大尺度的CSI，而且现在的限制是1个人的感知，2个人的感知就不行了。

* **承楠：** 现在没有什么研究能把CV里面的三维重构和通信组网结合在一起，其他通感一体的方面没有太多的兴趣。

**尹志胜：**这所有的问题没有我比较感兴趣的。我比较感兴趣的是军事领域中的一边侦察，一边通信的研究方面。发射一个无人机，你不知道它的位置并且只能单向发送信息，没有反馈该怎么办？

**承楠：**可以让无人机进行广播，几千米还不算很远。

**尹志胜：**更远呢？

**承楠：**可以使用短波。

**承楠：**下一次开会还是使用pointer，给实验室买一个。这个报告讲的不好，比如要讲前2个方面，应该要给大家讲清楚，整个听下来没有听到太多东西。这个里面应该把你理解的东西给大家讲出来，一定要是自己的东西。把自己做的工作拿出来讲讲，其他同学也是优先讲自己的东西。

**会议总结：**

1.全面阐述了通感一体化（ISAC）系统的最新研究进展。先从传感和通信信息理论角度，剖析了 ISAC 系统的信息理论限制；接着探讨其物理层时钟同步、相位偏移等关键问题；随后介绍了 ISAC 网络架构，梳理现有研究问题并展望未来方向；最后聚焦 ISAC 应用，分析了无线传感安全隐私和多目标多任务识别等问题。

2.承老师总结了本次汇报存在的一些问题，让实验室以后的汇报多聚焦于自己的工作内容，大家可以凭借报告的机会完善工作内容。

**问题补充：**

**距离分辨率：**距离分辨率（Range Resolution）是指雷达系统能够区分两个相邻目标的最小距离间隔。即当两个目标相距小于雷达的距离分辨率时，雷达无法将它们区分为两个独立的目标。较高的距离分辨率意味着雷达能够更精确地分辨出近距离内的多个目标。讨论FMCW（Frequency Modulated Continuous Wave，调频连续波），雷达发射一个频率随时间线性变化的连续波信号。

在一个调频周期内，雷达信号的频率从增加到，也可以表示为，其中k表示为,表示时间间隔。

对于一个相隔的目标，两个目标之间产生的频率差为：



当有两个目标相距时，它们对应的频率差应大于雷达的频率分辨能力，假设雷达的最小可分辨频率差为 ，则有：



在理想情况下，雷达系统的频率分辨能力由调频周期决定。这是因为调频信号在时间内完成一个完整的线性调频过程，根据傅里叶变换理论，频率分辨率和信号持续时间T满足,可以得到是频率分辨率的极限值，是理想情况下的值。代入可以得到：



**角度分辨率：**角度分辨率简单来说就是雷达能在角度(方位或俯仰)方向上区分两个相邻目标的最小角度间隔。分辨率越高，雷达就越能清晰分离出彼此角度极为接近的目标，提升感知精度。

考虑均匀线性阵列(ULA)，由个阵元组成，阵元间距为。入射信号从方向到达阵列，则第个阵元接收信号可表示为：



在有两个相邻目标时，这两个目标的入射方向分别为和。为了能区分这两个目标，要求阵列输出在这两个方向上表现出可分离的空间频率特征。空间相位差约为：



对小角度差，可近似，因此分辨率与阵列长度成正比：



在高频近似、正前方观测（）的情况下：



其中(N-1)d对应的就是ppt中提到的阵列孔径大小。汇报中提到的角分辨率公式：经过查询可能是实际雷达系统中的一种表示方式，整体上和上面推导出来的公式原理一样，都是可以通过增大孔径提高分辨率，推导出的公式更具有一般性。