# 会议纪要

**会议主题：Helmholtz Equation Informed Learning Framework for Radio Map Construction**

**会议时间：** 2025年3月31日19：00至20：50

**会议地点：** 西安电子科技大学北校区会议中心303-1会议室

**线下人员：** 承楠 孙瑞锦 尹志胜 王葳 王秀程 沈京龙 马龙飞 黄蕾 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 解思舀 郑雯馨 祝馨平 贾昊燏 张智杰 邱子仪 刘永红 万佳林 朱煜朋 韩松明 刘苏 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 冉艺泉 闵昕阳

**线上人员：**赵璇 杨杰 陈梦豪 尚佳瑶

**记 录 人：**王天宇

**会议内容：**王秀程介绍了一种新型基于亥姆霍兹方程的方法去构建RadioMap

* **承楠:**介绍一下什么是Cir？
* **王秀程：**Cir是一个信道冲击响应。
* **孙瑞锦：**前边的理论能否与后边的内容能否对应起来呢？
* **王秀程：**是的，后侧的RM生成方法就是基于这个理论来实现的。
* **承楠：**这个电磁地图中都包括什么？
* **王秀程：**也有建筑物，对于其建筑物的区域.
* **承楠：**那么前两种方法是一种经验式的方法对吧。
* **王秀程：**具体来说是一种经验建模加上经验公式以及一些具体的信息生成
* **尹志胜：**这个Helmholtz方法，如何确定目标点？
* **王秀程：**根据这个图中的绿色点计算得到，绿色是经验值，红色是由绿色的值推理得到的。
* **尹志胜：**信道模型是什么？
* **王秀程：**这是COST的一个信道建模的名字。
* **承楠：**这个新的方法的作用是什么？
* **王秀程：**原有的信道建模方法和实际测量的方法有一定偏差，因此需要有一种高效且准确的方法去计算得到一个精准的结果。
* **承楠：**介绍下麦克斯韦方程组每个字母的含义。
* **王秀程：**B是磁感应强度，D，E是电场强度（区别于不同介质），H是磁场强度。
* **承楠：**uniform medium和space 有什么区别？
* **王秀程：**μ和epsilon是一个实数，若是一个复数，则实部的占比一定是高的，是一个传播的波，k方大于零时得到，求解微分方程得到的结果是一个比较平缓的波，当k方若小于零时，求解微分方程得到结果fleeting wave是一个骤降的波，而我们需要的是一个骤降的波。
* **承楠：**k方小于零对应那一张图？截取的3归一化的作用？
* **王秀程：**后两张的黑色的点，都是对应k方小于零的情况如果不进行归一化，是一个全黑的图，得到的图不会清晰可见，并且需要对于一些特别大的偏离值k方都要进行删除。
* **尹志胜：**p9的图介绍一下
* **王秀程：**蓝色是建筑物，黄色是场强的描述，代表path loss，可称为光源或辐射源.
* **尹志胜：**场强是如何观测的？
* **王秀程：**射线追踪的方法，一个合理的方法是通过电场强度与磁场强渡根据计算得到，一个更通用的方法是retracing方法，这也是一个更为常见的方法。
* **尹志胜：**场强有方向为什么可以用黄色代表呢？
* **尹志胜：**场强实际能测量吗？
* **王秀程：**小规模沙盘，可以得到，需要计算出电场强度测量，电磁场强度测量，但是在实际操作中会受到限制。
* **尹志胜：**p7黑色图的k方，是什么？与建筑物有什么关系？
* **王秀程：**k方是一种物理意义的表现，反解Helmholtz方法得到的k方，而且建筑物边界的k方一定小于零。
* **尹志胜：**电磁场存在衍射吗？
* **王秀程：**数据集中不考虑，对于其中的不同的颜色都是通过k方计算得出，并且此图应该考虑的是透射。而且数据集中的场强提供的是一个最后成型的结果。
* **孙瑞锦：**公式中的E是如何得到的？这个算子是什么
* **王秀程：**我们认为E就是等于图中的黄色的场强，拉普拉斯算子是旋度
* **王秀程：**由公式到这个RM图中做了大量的近似计算，我们的工作主要集中在得到k方小于零。
* **孙瑞锦：**为什么能够通过图中的颜色得到k方是正还是负数的？
* **王秀程：**无意中发现，并计算验证得到的结果。
* **尹志胜：**两张RM的转换为什么不是图像处理的工作？
* **王秀程：**图像处理的方法会出现一些问题，因为RM图中的边界的变化率有高有低，对于一些边沿无法得到，滤波器的阈值无法假设，若无法设一个有效的阈值可能会对图像造成精度影响，并且没有groundtruth方法的先验条件并不适用。并且早期试过语义分割和图像分割的方法都无法将边沿得到。
* **尹志胜：**说一下工作的亮点？
* **王秀程：**这个方法需要用两个神经网络去完成，一个神经网络去预测那些边界去突变，另一个神经网络去利用环境信息去推理，利用两个unet网络就可以得到。
* **承楠：**unet的大小很小吗？
* **王秀程：**只有几百M，对于大模型来说算很小，相比于普通模型算是合理。
* **孙瑞锦：**P9表中每个指标的物理意义？
* **王秀程：**NMSE是归一化均方误差，用于量化预测值与实测值之间的偏差程度，RMSE是均方根误差，是衡量电磁场预测模型或测量数据精度的指标，用于量化预测值与实测值之间的绝对偏差。PSNR是峰值信噪比，是一种衡量信号重建质量的指标，用于评估电磁场预测模型、数据插值或压缩算法的精度。SSIM是结构相似性指数，在电磁地图构建中，SSIM 用于评估预测模型、插值方法的质量，是在空间分布一致性方面比PSNR、RMSE指标更具优势。
* **承楠：**p10的公式介绍下
* **王秀程：**u是一个边界集合， c是一个定值，常数值，这个公示表示给定边界的信息Helmholtz方程有唯一解。
* **承楠：**p10的是什么？
* **王秀程**：是一个数学上的定义的边界，p11的两个250坐标都是边界，建筑物的整个轮廓都是。
* **承楠：**可以理解为这个方法只适用于与retracing方法得到的RM图？
* **王秀程：**是的，这个公式的方法仅使用与retracing方法得到的结果。
* **承楠：**p13的图对应的哪一个数据集？
* **王秀程：**就是p13的Fig2数据集。
* **孙瑞锦：**采样和恢复需要训练吗？
* **王秀程：**需要，就是将p12的两张图输入进去训练即可。
* **承楠：**k方唯一解与p12的图有关系吗？
* **王秀程：**有关系，必须在K方得到唯一解的情况下才能得到一个唯一的RM图，因为必须要保证边界唯一的前提下才能够得到结果。
* **孙瑞锦：**这篇工作的数据集是2d的吗？
* **王秀程：**是的，这个研究是2D的数据集，不过并且最近有在制作三维的数据集。
* **郑佩林：**补充一下，用卫星拍摄地面上的场景图以后肯定有技术可以重建出环境。
* **孙瑞锦：**红蓝色的下划线，对于结果哪个更有效？
* **王秀程：**红色的下划线代表最好，蓝色下划线不如红色下划线的结果更有效。并且在NMSE中，RadioDiff的结果比另外两个方法更有效。
* **承楠：**前边的唯一解如何理解与最后生成图的精度关系？是否可以少采样一些点一样得到结果呢？
* **王秀程：**这个还仍在在研究，对于少采样一些点，是可以一样生成结果RM图，但是再精度上会存在一些问题，不如多采样一些点得到的精度高。
* **承楠：**这个思路的逻辑还需要再梳理一下，表达的说服力还有欠缺，并且对于其结论还有待再去仔细研究。
* **尹志胜：**目前来讲有存在RM图中考虑信号反射和折射的情况？
* **承楠：**这个数据集中的辐射源是考虑多次反射与折射的情况吗？
* **王秀程：**这个路径上现有的神经网络已经考虑了光源经过多次反射和折射后的最终结果。
* **尹志胜：**电磁地图构建的指标是什么？
* **王秀程：**对于物理指标来说需要场强强度和频率范围、空间分辨率。对于生成式模型需要考虑**。**
* **承楠：**考虑到现在现有的电磁态势三分钟刷新一次达不到要求，三分钟重新构建一个新的电磁态势现在做不到。
* **尹志胜：**换个天线对于不同的设备是否得到的结果不一样？
* **王秀程：**会不一样，和天线接收机的种类有关。
* **尹志胜：**最后的图片中波束的方向是什么？
* **王秀程：**这个图中只能体现最强的波束的方向，与通信实际中的方向有一定差别，类似于一种等效的结果。
* **王秀程：**最近再创建一些3D的数据集，可以考虑更多的场景。
* **贾宏刚：**这种线使用IRT2还是IRT4？从这个图中IRT4光线追踪方法的四次折射如何理解？
* **王秀程：**是用的IRT4，这个四次折射的次数确实仍存在一些争议。

**会议总结：** **本次会议**围绕物理学与图像CV的处理方法做了一些结合，通过一些近似的方法去计算RM图展开讨论。对于这个基于亥姆霍兹方程的RM构建探讨了物理学原理（电磁场理论）与CV图像处理方法的结合方法，通过近似计算实现高效且精确的电磁地图生成。

**重点**从物理学角度入手，应用麦克斯韦方程组来引出这个创新的方法，但是讨论中部分结论需进一步实验验证，如k方的物理意义解释、IRT4折射次数的合理性等。