# 基于滑动窗口构造汉克尔矩阵的快速磁共振波谱重建方法

一.成果完成人及所在单位： 吴建帆，计算机与信息工程学院 指导教师：郭迪

## 二.成果简介：

以磁共振信号重建为研究对象，将滑动窗口构建矩阵法与低秩 Hankel 矩阵重建方法相结合，提出了一种基于滑动窗口构建矩阵的磁共振信号重建方法。低秩 Hankel 矩阵重建方法是 NMR 信号重建领域里重建效果卓越的方法。但是，低秩 Hankel 矩阵方法在重建的速度上具有一定的劣势。因此，本文拟提出一种基于滑动窗口构建矩阵的快速磁共振波谱重建方法弥补低秩 Hankel 矩阵方法在重建速度上的劣势。该方法使用滑动窗口构建矩阵构造重建矩阵，通过滑动窗口构建的矩阵不仅保有低秩，而且还有用维度小的特性。因此，在仿真数据和真实的 NMR 波谱数据的重建实验都表明，基于滑动窗口构建矩阵的重建方法在速度上要明显优于低秩 Hankel 矩阵方法。

## 三. 主要研究内容及创新点：

核磁共振波谱被视为结构检测、蛋白质结构预测和定量分析等领域中必不可少的分析工具。典型的低秩 Hankel 矩阵方法可以有效地重建波谱，但重建时间长，因为生成的 Hankel 矩阵的行数和列数都是输入数据长度的二分之一，这使得奇异值分解的过程变得极其耗时。针对该问题，本文拟提出一种基于滑动窗口构建低秩矩阵的快速 NMR 重建方法(LRSC)，该方法通过降低重建矩阵的维度来提高核磁共振波谱重建的速度。图 1 描述了滑动窗口构建矩阵的过程。假设 FID 的长度为 $N$=512，窗口大小选择为 $c$=64，子矩阵大小控制参数 $\rho$=0.25。因此，每个 FID 信号段都会被转化为一个汉克尔矩阵。对于每个汉克尔矩阵，行数为 0.25*64=16，列数为（1-0.25）*64+1=49，即每个汉克尔矩阵的大小为 16×49。在第二步完成后，可以得到 15 个大小为 16×49 的汉克尔矩阵。图 2 展示了仿真数据的实验结果（其中，$N$=1024, $c$=64, $\rho$=0.25, 信号采样率为 20%），将低秩 Hankel 矩阵重建（LRHM）和低秩 Hankel 矩阵分解 (LRHMF)作为对比方法。图 2(a)到图 2(d)分别是全采样波谱，LRHM，LRHMF 和 LRSC 重建的波谱。重建的相对最小归一化误差（RLNE）随迭代次数的下降曲线（图 2(e)）中可以看到 LRSC 的下降最快。在对不同长度的 FID 信号进行重建时三种方法的时间性能见图 2(f)，在不牺牲重建质量的前提上，LRSC 时间的性能优于 LRHM 和 LRHMF。

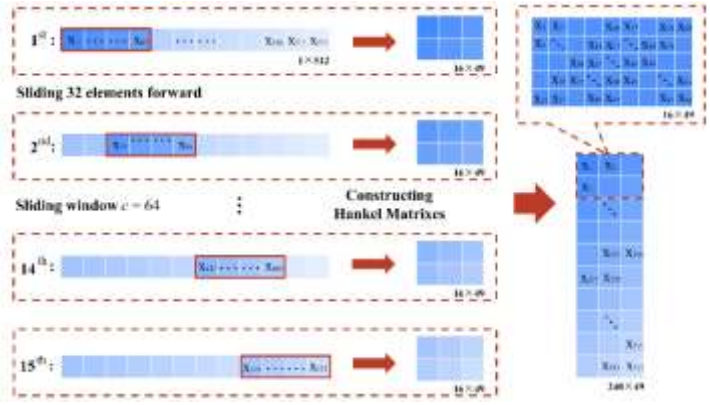



图 1. 滑动窗口构造矩阵示意

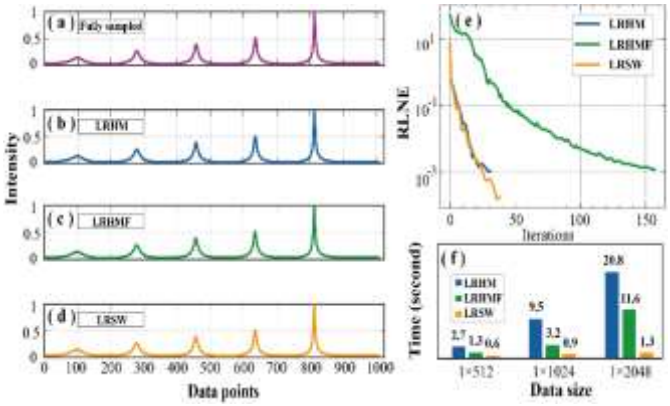



图 2. 仿真数据重建结果

## 四. 主要研究成果及应用情况

在 SCI 三区期刊“*Journal of Magnetic Resonance*”发表论文一篇，第一作者。

联系人：吴建帆， 电 话：13024966367 Email:Jianfan.wu@outlook.com