



基于时频分析的通信信号检测技术

韩泽瑞, 周鑫

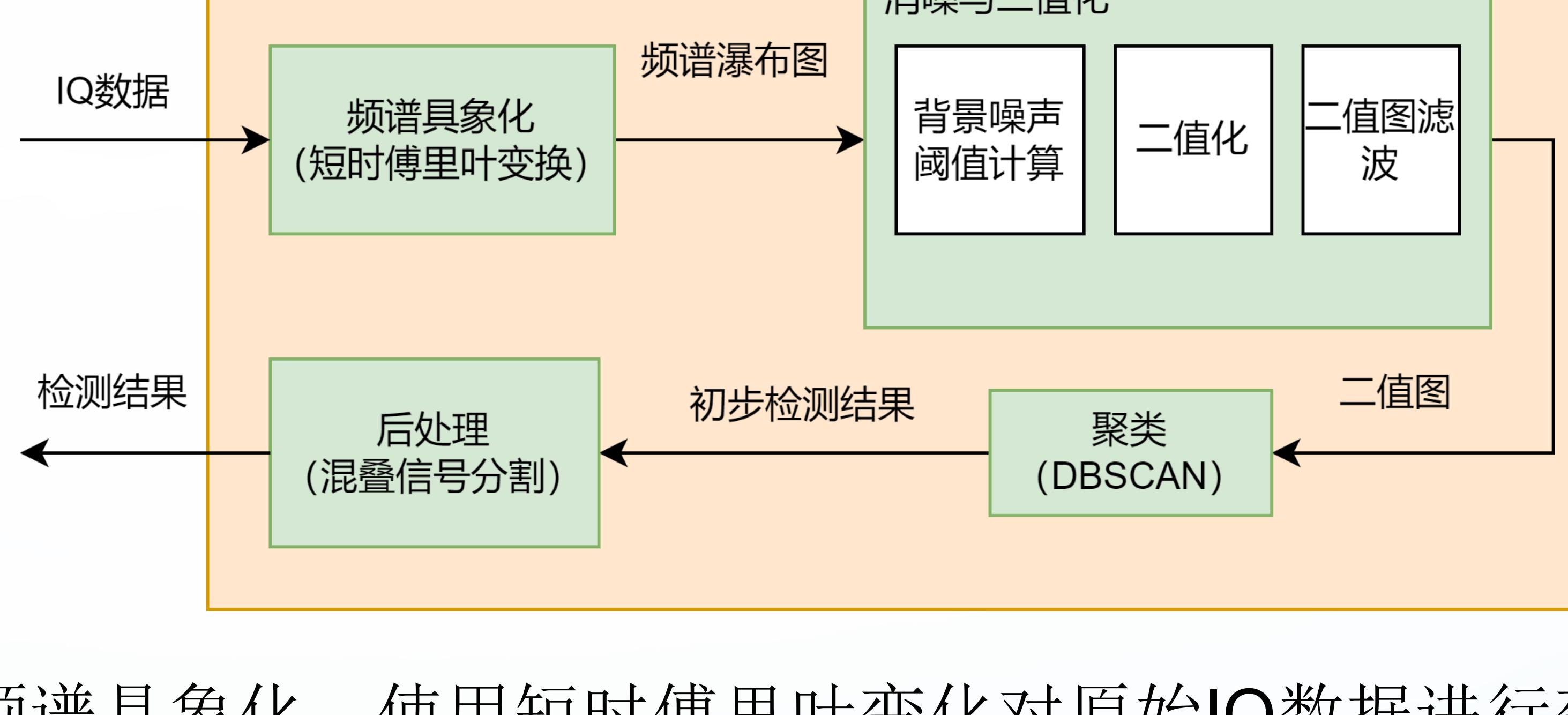
联系方式: 韩泽瑞 13562029567 hanzerui20@mails.ucas.ac.cn

简介

本项技术基于时频分析对无线电通信信号进行检测,对于无线电信号接收机接收到的双路IQ数据,检测出其中所有信号的起止时间、中心频率和带宽。信号检测对于政府进行频谱监管,军事上电子侦察、电子对抗、海洋监测,以及民用领域都有非常重要的现实意义。

技术路线与方法

信号检测的输入是无线电信号接收机接收到的IQ信号,输出是其中所有信号的起止时间、中心频率、带宽。具体流程分为四部分:



(1) 频谱具象化。使用短时傅里叶变化对原始IQ数据进行变换,得到频谱瀑布图,后续基于频谱瀑布图进行检测。

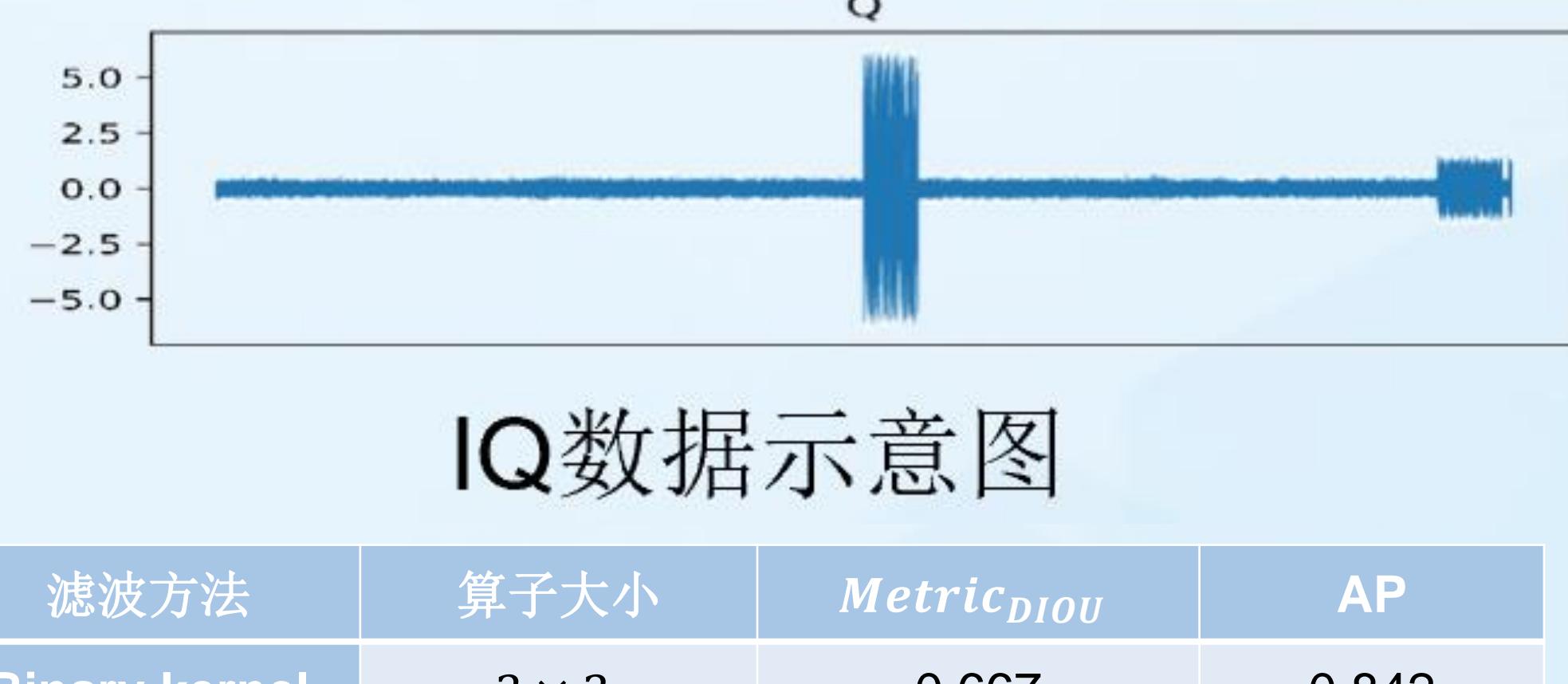
(2) 消噪与二值化。对频谱瀑布图中的所有点进行等距分桶统计,选择信号点数最多的桶对应的功率值作为噪声的平均值,加上一个经验值作为分离信号和噪声的阈值 θ ,根据 θ 对瀑布图进行二值化,再使用专门针对二值图设计的滤波算子进行滤波,得到二值滤波结果。

(3) 聚类。使用DBSCAN聚类算法对二值图中的信号点进行聚类,以确定出信号的时频坐标,距离度量方法为 $d(A, B) = \max(|A_t - B_t|, |A_f - B_f|)$ 。

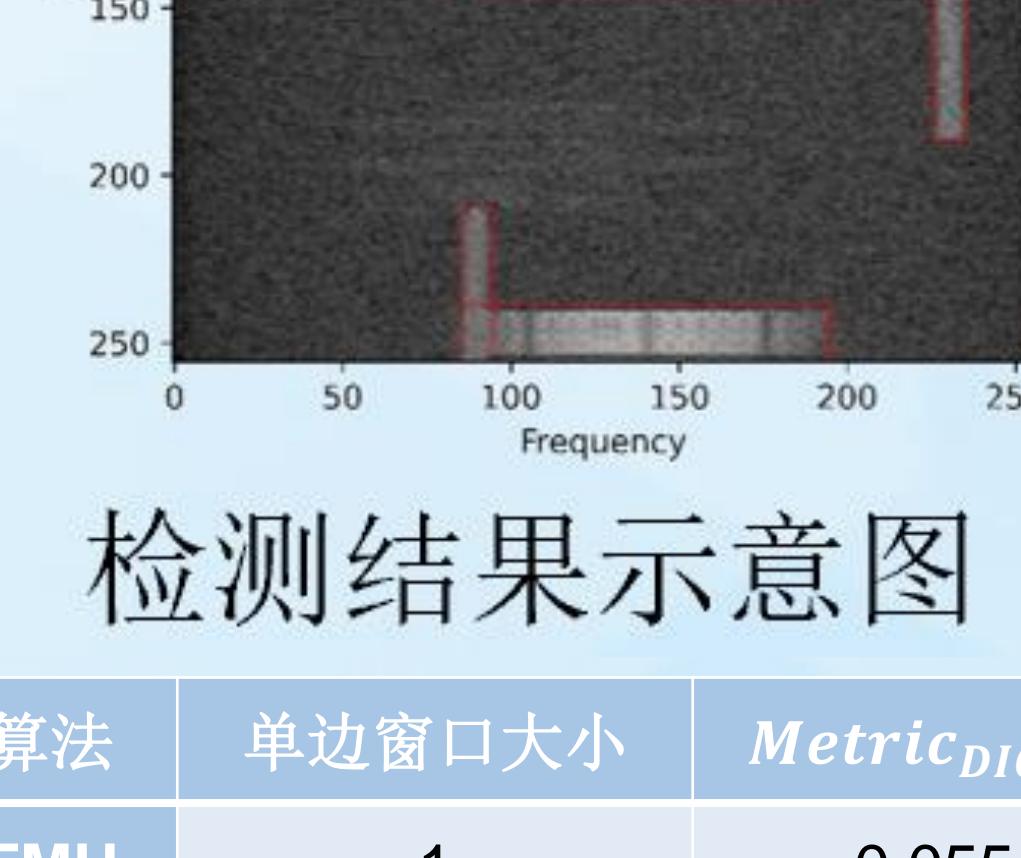
(4) 后处理。对混叠信号进行后处理,利用噪声区域的最大内接矩形对混叠信号进行分割,得到所有单一信号的检测结果。

实验结果

实验数据: 中科院软件园区实采数据,中心频率在2.40-2.47GHz之间,带宽均为40MHz,合成了420张频谱瀑布图,进行人工标注,以验证实验效果。



IQ数据示意图



检测结果示意图

滤波方法	算子大小	$Metric_{DIOU}$	AP
Binary kernel	3×3	0.667	0.842
Binary kernel	5×5	0.644	0.839
Binary kernel	先 3×3 后 5×5	0.674	0.839
Binary kernel	先 5×5 后 3×3	0.668	0.837
中值滤波	3×3	0.551	0.718
中值滤波	5×5	0.433	0.586
中值滤波	先 3×3 后 5×5	0.406	0.567
中值滤波	先 5×5 后 3×3	0.385	0.563

算法	单边窗口大小	$Metric_{DIOU}$	AP
FMH	1	-0.055	0.407
FMH	2	-0.610	0.039
FMS	1	-0.037	0.436
FMS	2	0.459	0.687
算法	$Metric_{DIOU}$	AP	
FMH	-0.055	0.407	
FMS	0.459	0.687	
GF	0.674	0.839	