

面向不确定图拓扑时频分析的期望图希尔伯特变换

徐冠雷^{1,2}, 徐晓刚^{1,2}, 王勋^{1,2}

¹浙江工商大学计算机科学与技术学院, 中国杭州市, 310018

²全省大数据与未来电子商务技术重点实验室, 中国杭州市, 310018

摘要: 本文提出期望图希尔伯特变换 (EGHT), 该方法是希尔伯特变换在图拓扑结构不确定性条件下对图信号的一种鲁棒性拓展。通过将图移位算子建模为随机变量, 并以其数学期望作为稳定谱基, EGHT对非直流分量傅立叶谱施加 $\pi/2$ 相移, 从而在不确定性图结构上构建解析信号。文中给出无向图和有向图对应的EGHT定义, 推导了该变换的线性、反对合性和正交性等核心性质, 同时构造了适用于图节点调制分析的期望图解析信号。实验结果表明, EGHT在噪声环境下优于传统图希尔伯特变换, 能够还原相干振荡、生成平滑相位场并抵御拓扑扰动。因此, 该方法可为随机网络环境下的可靠时频分析提供支撑。

关键词: 图信号处理; 希尔伯特变换; 解析信号; 概率图; 期望移位算子; 不确定性拓扑

<https://doi.org/10.1631/ENG.ITEE.2026.0142>