|  |
| --- |
| 1. 选题目的与意义 |
| **选题目的:**  该论文的目的是为了在不增加计算复杂度和参数选择复杂度的情况下提高含噪线性调频(LFM)信号处理能力，提出了一种核函数分布()信号分析方法。并利用该方法，针对不同信号情况，建立最优信噪比数学模型模型。最后对不同信号模型进行优化，求出最优参数取值，做出仿真。  **选题意义：**  含噪线性调频(LFM)信号是一种在雷达、通信等领域中广泛应用的信号类型，它在处理中存在着很大的挑战性，其中一个重要的挑战就是在保证信号质量的前提下尽量降低噪声的影响。目前的处理方法大多需要增加计算复杂度和参数选择复杂度，因此需要一种更高效、更准确的处理方法。核函数分布信号分析方法是一种新的时频分析方法，具有较高的时间分辨率和频率分辨率，能够有效地分离信号和噪声。该种信号处理方法可以在雷达、通信、医学影像处理等多个领域发挥重要作用。 |
| 1. 国内外研究现状 |
| 在信号处理领域，Fourier变换是截至目前为止使用最为广泛的一种信号处理手段。对一个信号连续作两次Fourier变换以后将会得到该信号的时域反转信号，如果连续作四次Fourier变换那么得到的是原信号。那么我们很容易就会想到如果作分数次的Fourier变换,结果会怎么样呢?由此,分数阶Fourier变换(FRFT)出现了。分数阶Fourier变换是Fourier变换的推广,但是它仅有一个参变量,一般性仍然不够,随着更多参变量的引入,分数阶Fourier变换能够进一步推广为线性正则变换(LCT)。线性正则变换的定义由S. A. Collins和M.Moshinsky分别于1970年在研究近轴光学理论和1971年在研究量子力学理论时独立提出，最初主要用于求解微分方程和分析光学模型。线性正则变换有三个自由参数，能够通过二次相系统构建近轴传播的数学模型且使用任意数量的薄透镜均可实现其在菲涅耳近似中的自由空间或分级指数介质的部分传播。从时频分析的角度来看，由于线性正则变换有更多的自由度，打破了传统Fourier变换的信号分析在时域或频域上的局限性，能够在时域和频域之间的线性正则变换域上提供信号表示。因此它优于受时域表示影响的普通Fourier变换，对时频域上的非平稳信号表示有足够的灵活性。  Wigner分布是Cohen类时频分布的生成分布，Wigner分布是1932年E.P.Wigner在研究量子统计力学时定义的，当时并未用于非平稳信号处理。直至1948年，Ville从信号分析的角度重新推导了Wigner分布的数学表达式，因此 Wigner分布也被称为 Wigner-Ville分布。1980年，T.A.C.M. Claasen和 W.F. G.Mecklenbrauker系统地研究了基于Wigner分布的信号表示理论，包括连续和离散信号的 Wigner分布，以及Wigner分布与其他时频信号处理工具的关系。信号的 Wigner分布是信号能量关于时间和频率的二维函数,在处理单分量信号时具有良好的时频域能量聚集性，特别适用于处理卫星通信、合成孔径雷达等许多工程应用中经常遇到的线性调频信号。线性调频信号被广泛应用于扩频通信系统识别和抗干扰分析、脉冲压缩雷达系统分辨率分析及有源声呐系统导航和定位分析，非常适用于评估时频分析工具的时频聚集性，是衡量时频分析工具是否有效的常用信号模型之一。然而，现代社会声音、光线和电磁环境日益复杂，在极强噪声干扰的情况下，Winger分布无法为含噪信号提取提供足够的信号表示灵活性。近年来，由于非平稳信号处理中信号表示对多分量或强噪声干扰的灵活性要求，将线性正则变换自由参数引入传统Wigner分布的技术引起了境内外专家广泛关注。同时Wigner分布又是最重要的类时频分布之一，因其在雷达线性调频(LFM) ( LFM )信号分析中的重要性而备受关注。但其在处理低信噪比( Signal to Noise Ratio，SNR )信号的频率速率检测时缺乏灵活性。为了应对这一挑战，通过线性正则变换( Linear Canonical Transform，LCT )自由参数嵌入技术，WD被扩展到一些参数化公式以增强其灵活性  Wigner分布本质上是基于传统Fourier变换的时频分析工具，因此与Fourier变换一样缺乏灵活性。线性正则变换是一种具有三个自由度的广义Fourier变换，自由参数的选取使其能够基于多个角度线性正则变换域信号处理结果的对比分析获得最优线性正则域信号表示，因而线性正则变换在非平稳信号分析与处理中具有足够的灵活性。基于上述分析，将线性正则变换的自由参数引入到Wigner分布中是提高Wigner分布灵活性的一种有效途径。近年来，基于线性正则变换的Wigner分布研究取得了一些重要成果，如ACWD、KFWD、CRWD、ICFWD和CICFWD，并进一步基于输出信噪比建立优化模型、多目标优化模型、不等式模型、不等式组模型。 |
| 1. 研究内容 |
| 1. 研究核函数分布信号分析方法的基本原理和优势，分析其在含噪LFM信号处理中的应用前景。 2. 提出一种基于核函数分布的含噪LFM信号处理方法，探究其处理能力和优化效果。 3. 建立含噪LFM信号的数学模型，分析信噪比对信号处理效果的影响，建立最优信噪比数学模型。 4. 对不同信号模型进行仿真实验，分析信号处理效果，并优化参数取值。 |
| 1. 实施方案、进度安排及预期效果 |
| 2022.12：文献调研，熟悉Kernel Function-Tau-Wigner Distribution的基本概念和原理。  2023.1--2023.4：理论分析推导相关计算公式；编写仿真模拟程序；利用合成信号和实际信号进行仿真实验。  2023.4：设计撰写论文初稿。  2023.5提交论文第二稿，制作答辩ppt文件，准备毕业论文答辩。 |
| 1. 已查阅参考文献： |
| [1] 吴安阳. 基于最优线性正则变换域Wigner分布的含噪线性调频信号高效检测方法[D].南京信息工程大学,2022.DOI:10.27248/d.cnki.gnjqc.2022.000494.  [2] ZHANG Z, SHI X. Kernel Function-$\tau$-Wigner Distribution Associated With the Linear Canonical Transform[J/OL]. IEEE Signal Processing Letters, 2022, 29: 1764-1768. DOI:10.1109/LSP.2022.3195409.  [3] 邓兵, 陶然, 王越. 线性正则变换的卷积定理及其应用[J]. 中国科学(E辑:信息科学), 2007(4): 544-554.  [4] 许水清,柴毅,冯莉.线性正则变换在信号处理中的应用[J].山东科技大学学报(自然科学版),2017,36(05):43-51.DOI:10.16452/j.cnki.sdkjzk.2017.05.007.  [5] 王嘎,张志超,周薛雪.单分量chip信号的线性正则变换域功率谱参数估计[J].四川大学学报(自然科学版),2016,53(04):723-730.  [6] 向强.线性正则变换的性质及应用[J].西南民族大学学报(自然科学版),2009,35(02):346-350.  [7] 邓兵,陶然.线性正则变换及其应用[J].兵工学报,2006(04):665-670. |