

# 非自然数递进稀疏惩罚的神经格兰杰因果关系

姚牧芸

2024 年 4 月 23 日

## 1 引言

格兰杰因果分析 (Granger causality analysis, GCA) 作为一种统计方法, 被广泛应用于经济学、气象学、神经科学等多个领域, 以确定一个时间序列是否可以用来预测另一个时间序列。尽管该方法最初是为经济学设计的, 但其简洁性和计算效率使其在其他领域也得到了广泛应用, 尤其是在神经科学领域, 格兰杰因果分析已经成为研究大脑各区域间功能连接的重要工具。

格兰杰因果分析的核心思想是, 如果在包含了某个变量过去的值的情况下, 对另一个变量未来的预测效果优于仅使用该变量自身的历史信息进行预测, 那么我们就认为第一个变量对第二个变量有格兰杰因果关系。这种方法在神经科学中的应用尤为重要, 因为它可以帮助研究者了解大脑不同区域之间的信息流动和通信模式。

近年来, 格兰杰因果分析在神经科学领域的应用逐渐增多, 研究者们利用这种方法来研究大脑在不同状态下的功能连接, 以及在不同疾病状态下大脑网络的变化。例如, 有研究通过格兰杰因果分析研究了轻度认知障碍 (MCI) 患者的大脑网络, 以寻找疾病的早期生物学标记物。

尽管格兰杰因果分析在神经科学中的应用前景广阔, 但也存在一些局限性和挑战。例如, 该方法依赖于线性模型的假设, 这可能限制了其在非线性系统中的适用性。此外, 格兰杰因果分析通常要求数据是平稳的, 这在实际应用中可能难以满足, 特别是在处理脑电图 (EEG) 和其他类型的神经信号时。

尽管如此, 格兰杰因果分析仍然是目前研究大脑功能连接的一个重要工具, 它的应用不仅帮助我们更好地理解大脑的工作原理, 而且可能在疾病的早期诊断和治疗中发挥重要作用。在这篇论文中, 我们将探讨格兰杰因果分析的基本原理、方法、以及在神经科学中的应用案例, 同时也将讨论其局限性和未来可能的发展方向。

本文的主要贡献有以下几点: 1.

## 2 相关工作