

医学影像重建算法的优化与加速

Optimization and Acceleration of Medical Imaging Reconstruction Algorithm

李军

Jun Li

菏泽市牡丹区小留镇中心卫生院 中国·山东 菏泽 274000

Heze City Peony District Xiaoliu Town Central Health Center, Heze, Shandong, 274000, China

摘要: 医学影像重建算法是指通过对医学图像进行数学计算和分析,从原始数据中重建出更清晰、更准确的图像。医学影像重建算法的主要目的是提供医生或研究人员更多的图像信息,以帮助他们诊断和治疗患者。总之,医学影像重建算法在提高图像质量、获得更多信息、减少辐射剂量和改善诊断准确性等方面发挥着重要作用。它为医学影像学领域的发展和临床实践提供了强有力的支持。优化与加速医学影像重建算法可以提高临床工作效率、改善图像质量、减少计算资源需求,并支持实时应用。它对于医学领域的发展和临床实践具有重要意义,能够为医生和患者提供更好的诊断和治疗体验。

Abstract: Medical image reconstruction algorithms refer to the process of reconstructing clearer and more accurate images from raw data through mathematical calculations and analysis of medical images. The main purpose of medical imaging reconstruction algorithm is to provide doctors or researchers with more image information to help them diagnose and treat patients. In a word, medical imaging reconstruction algorithm plays an important role in improving image quality, obtaining more information, reducing radiation exposure and improving diagnostic accuracy. It provides strong support for the development and clinical practice of medical imaging. Optimizing and accelerating medical imaging reconstruction algorithms can improve clinical work efficiency, improve image quality, reduce computing resource requirements, and support real-time applications. It is of great significance for the development and clinical practice of the medical field, and can provide doctors and patients with better diagnostic and treatment experiences.

关键词: 医学影像重建算法; 优化; 加速; 滤波

Keywords: medical imaging reconstruction algorithm; optimization; acceleration; filtering

DOI: 10.12346/pmr.v5i2.8354

1 医学影像重建算法的基础知识

医学影像重建算法是指将医学影像原始数据转化为可视化图像或进行图像增强、去噪等处理的一种算法方法。医学影像重建算法的目标是通过对采集到的医学影像数据进行计算和处理,生成高质量、具有临床诊断价值的图像。医学影像重建算法可以应用于多种医学影像模态,如 X 射线放射学、核磁共振成像(MRI)、计算机断层扫描(CT)和超声成像等。不同的影像模态和应用领域可能需要不同的重建算法^[1]。下面是医学影像重建算法的基础知识。

1.1 医学影像重建的基本原理

医学影像重建是通过采集人体内部的数据,如 X 射线、

磁共振(MRI)、计算机断层扫描(CT)、超声波等,然后利用数学方法和算法将这些离散数据转换为连续可视化图像。不同的医学影像技术使用不同的物理原理来获取数据。例如,X 射线通过对人体进行放射线照射并记录其透射特性来获取图像,MRI 利用强磁场和无线电波来感知人体组织的信号并重建图像,CT 利用 X 射线通过多个角度的旋转扫描来获取切片图像;超声波则通过发送和接收超声波信号来生成图像。这些得到的数据是离散的,需要经过一系列的算法和数学方法进行处理和重建,最终获得可视化的图像^[2]。医学影像重建算法涉及信号处理、图像重建、数值计算等多个数学方法和技术。

【作者简介】李军(1977-),男,中国山东菏泽人,从事放射影像诊断研究。

1.2 常见的医学影像重建算法

常见的医学影像重建算法包括滤波反投影 (Filtered Back Projection, FBP)、迭代重建算法 (如 ART、SIRT、MLEM 等)、模型基医学影像重建 (Model-based Image Reconstruction, MBIR) 等。滤波反投影 (Filtered Back Projection, FBP), 这是一种经典的医学影像重建技术, 主要用于 X 射线 CT 扫描数据的重建。它基于 Radon 变换和傅里叶滤波的原理, 将采集到的投影数据通过滤波和反投影操作得到图像。FBP 算法快速且易于实现, 但对于某些扫描模式和噪声情况下可能会产生伪影。迭代重建算法: 迭代重建算法是一类基于反投影的优化算法, 可以通过多次迭代来逐步改进重建图像的质量。常见的迭代重建算法包括代数重建技术 (Algebraic Reconstruction Technique, ART)、模拟退火重建技术 (Simulated Annealing Reconstruction Technique, SART)、最大似然期望最大化算法 (Maximum Likelihood Expectation Maximization, MLEM) 等。迭代重建算法能够在一定程度上克服 FBP 算法的限制, 可以获得更准确的重建结果。模型基医学影像重建 (Model-based Image Reconstruction, MBIR), MBIR 是一种基于数学模型的医学影像重建方法, 它利用对扫描系统和物体特性的准确建模来重建图像。

1.3 FBP 算法

滤波反投影算法是一种基于投影数据的重建方法。它以 X 射线或其他传感器接收到的投影数据作为输入, 通过对数据进行滤波和反投影操作, 得到重建图像。但是, FBP 算法在处理某些特殊情况下存在重建图像模糊和伪影等问题。FBP 算法的基本步骤包括: 投影数据滤波对原始投影数据进行滤波操作, 通常使用频域的傅里叶变换进行滤波处理, 以增强高频信号并去除低频噪声。反投影对滤波后的投影数据进行反投影运算。将滤波后的投影数据反投影到像素空间中, 根据物体吸收衰减的几何关系, 将不同角度的投影信息通过反投影组合到像素中心。重建图像生成经过反投影运算后^[1], 得到多个反投影图像。将这些反投影图像通过加权平均等操作, 得到最终的重建图像。

1.4 迭代重建算法

迭代重建算法通过不断迭代优化来逼近真实的图像。这些算法通常首先设定一个初始图像, 然后通过不断更新该图像, 使其与实际投影数据更加吻合, 直至满足重建质量要求为止。随着迭代次数的增加, 重建图像的质量和准确性会逐渐提高。需要注意的是, 迭代重建算法的好坏不仅取决于算法本身, 还受到多个因素的影响, 如采样方式、噪声水平、重建参数的选择等。因此, 为了获得更好的重建效果, 需要针对具体的应用场景和数据特点进行算法调优和参数优化。

总之, 医学影像重建算法是医学图像处理领域的重要技术之一, 它涉及数学、物理学和计算机科学等多个学科的知识。通过合理选择和使用不同的重建算法, 可以提高医学影

像的诊断准确性和可视化效果。医学影像重建算法是一项复杂而关键的技术, 在医学图像处理中起着至关重要的作用。它结合了数学、物理学和计算机科学等多个学科的知识, 旨在将原始的医学影像数据转化为具有良好诊断准确性和可视化效果的图像。在医学影像重建过程中, 不同的算法选择会对最终的重建结果产生不同的影响。因此, 合理选择和使用适合特定应用场景的重建算法是非常重要的。同时, 重建算法的研究和优化也是医学图像处理领域的热门方向之一, 不断提升重建算法的准确性和性能, 有助于医生更好地进行诊断分析和治疗决策。

2 优化与加速医学影像重建算法的实践案例

优化和加速医学影像重建算法是医学影像领域的一个重要研究方向。下面笔者提供一些实践案例, 需要注意的是, 优化和加速医学影像重建算法并非一成不变的, 需要根据具体场景和需求进行选择和调整。同时, 合适的评估指标也是衡量算法优劣的重要依据。通过不断的实践和研究, 可以进一步推动医学影像重建领域的发展和應用。展示如何通过不同技术来实现优化和加速医学影像重建算法。

2.1 并行计算

利用并行计算平台 (如多核 CPU、GPU 等) 可以显著提高重建算法的计算速度。例如, 在 CT 重建中, 可以使用图形处理器 (GPU) 进行图像反投影等计算密集型操作, 大幅加快算法的运行速度。CT 重建算法通常涉及大量的线性代数运算和矩阵操作, 这些操作可以有效地通过并行计算来加速。GPU 具备成百上千个并行计算单元, 能够同时处理大量数据, 从而加快算法的计算速度。在使用 GPU 进行 CT 重建时^[4], 一种常见的方法是将计算任务分解为许多小的子任务, 并将这些子任务分配给不同的 GPU 核心同时执行。每个 GPU 核心都可以独立地处理自己的子任务, 从而实现并行计算。

2.2 图像压缩与稀疏表示

医学影像通常具有较高的数据维度, 但实际上只有很少的信息是关键。采用图像压缩和稀疏表示方法, 可以减少计算量并加快重建过程。例如, 基于压缩感知理论的算法可以利用先验知识对稀疏信号进行重建, 从而降低计算复杂度。一种常用的图像压缩和稀疏表示方法是基于压缩感知理论的算法。该理论认为, 信号可以通过选择性地测量和稀疏表示来进行高效的重建。在医学影像重建中, 可以利用先验知识对稀疏信号进行重建, 以实现计算复杂度的降低。

2.3 快速迭代算法

传统的迭代重建算法通常需要大量的迭代次数才能达到满意的结果。为了加快算法收敛速度, 可以引入快速迭代算法, 如加速梯度方法 (Accelerated Gradient Method)、共轭梯度方法 (Conjugate Gradient Method) 等。这些算法通过利用图像或者数据的特殊结构, 减少迭代次数和计算负荷。

总的来说,引入快速迭代算法如加速梯度方法、共轭梯度方法等,可以有效加快传统迭代重建算法的收敛速度,并减少计算负荷。这些算法利用图像或者数据的特殊结构,以及合理地选择搜索方向和更新策略,从而降低了迭代次数,提高了重建效率。

2.4 优化算法参数设置

医学影像重建算法中存在多个参数需要设置,如正则化参数、收敛条件等。优化算法参数的选择对算法的性能至关重要。可以通过量化评估指标,如重建误差、空间分辨率等来调整参数设置,以获得更好的重建效果。综上所述,参数设置对于医学影像重建算法至关重要。通过量化评估指标、空间分辨率、人工评价和经验法则等方法,结合实际需求和应用场景,可以调整参数设置以获得更优的重建效果。

这些实践案例说明了优化和加速医学影像重建算法的多种方法和技术。值得注意的是,不同的算法和数据类型可能需要采用不同的优化策略。在实际应用中,需要根据具体情况选择适合的优化方法,并进行充分的实验和验证,以确保算法在速度和重建质量方面达到预期的效果。首先,针对算法本身,可以从算法设计和实现层面进行优化。例如,可以考虑使用并行计算、多线程或 GPU 加速等技术来提高计算效率。另外,优化算法的数学模型和计算方法,如使用更快速和精确的迭代算法、减少冗余计算等方法^[5],也可以显著提高算法的速度和效率。其次,对于数据类型,可以根据数据的特点选择合适的预处理和优化方法。例如,对于大规模的数据集,可以考虑使用分布式计算或数据并行技术来加速计算过程。对于高维度的数据,可以使用降维方法来减少计算复杂度。

3 结论与展望

优化和加速医学影像重建算法是一个复杂的任务,需要综合考虑算法设计、计算优化和数据预处理等多个方面的因素。针对算法本身,可以通过并行计算、多线程和 GPU 加速等技术来提高计算效率。此外,优化算法的数学模型和计算方法也能够显著提高算法的速度和效率。针对不同的数据类型,可以选择适当的预处理和优化方法。例如,对大规模数据集可以采用分布式计算或数据并行技术,对高维度数据可以采用降维方法来减少计算复杂度。展望未来,继续改进和优化现有的医学影像重建算法,以更好地满足实际应用中对速度和重建质量的需求。探索新颖的计算方法和技术,如深度学习、神经网络等,应用于医学影像重建领域,以提高算法的准确性和效率。进一步研究基于优化的算法设计和优化理论,以提出更加高效和灵活的优化策略,适应不同数据类型和算法需求。

参考文献

- [1] 宫宁,王瑜,王逸夫,等.基于反距离加权插值和改进采样点数据合成的医学影像三维重建[J].中国医学物理学杂志,2022,39(12):1510-1515.
- [2] 陈磊,刘爱娥,詹翊强,等.人工智能赋能医疗影像全流程[J].人工智能,2021(3):28-37.
- [3] 叶濛,袁杰.一种基于光声成像选取最佳声速组的研究[J].南京大学学报(自然科学),2016,52(3):528-535.
- [4] 庄天戈.医学放射成像与医学影像信息学[J].中国生物医学工程学报,2008(2):169-174+181.
- [5] 韩立权,王淑霞.数字医学影像重建及评价体系研究[J].通化师范学院学报,2006(4):21-24.