医学图像降噪

Florez-Aroni Sussana M. 统计与计算机工程学院，普诺高原国立大学，邮政信箱 291，普诺，秘鲁。电子邮箱：sfloreza@est.unap.edu.pe

Hancco-Condori Mijail A. 统计与计算机工程学院，普诺高原国立大学，邮政信箱 291，普诺，秘鲁。

电子邮箱：mijax45@gmail.com

Torres-Cruz Fred
统计与计算机工程学院，普诺高原国立大学，邮政信箱 291，普诺，秘鲁。电子邮箱：ftorres@unap.edu.pe

arXiv:2301.01437v1 [eess.IV] 4 Jan 2023

摘要—**目标：分析应用最广泛的研究类型和算法，确定所涉及的解剖区域。确定2010年到2022年间开展的医学图像噪声降低研究中所采用的并行技术的应用情况。方法学：对过去12年有关医学图像噪声降低的文献进行了系统综述。采用观察法提取信息，并将相关指标（研究类型、所涉及的解剖区域、算法和/或方法以及并行计算的应用）记录在数据表中。结果：大多数研究是在以下解剖区域开展的：脑、骨骼、心脏、乳房、肺和视觉系统。在所调查的文章中，有14篇应用了并行计算。结论：医学图像噪声降低有助于提高图像质量，从而实现更准确、更有效的诊断。**

关键词—噪声降低、医学图像、数字处理、并行计算。

I. 引言

磁共振成像等医学成像属于最重要的成像类别之一。医生及其他专业人员使用磁共振成像来诊断脑部疾病。利用计算机系统对这些图像进行分类，可为该领域作出重大贡献，并使临床医生和患者受益。此类系统有助于医生提高诊断的速度和准确性。[5]

数字图像处理由一系列用于转换图像的算法过程组成，而图像处理的主要任务是降低医学图像中的噪声。 [20]。噪声会导致图像质量下降，进而影响医学诊断的准确性[3]。

医学图像中的噪声通常由传感器故障以及图像形成、存储或传输过程中其他硬件的故障引起。这类噪声会影响某些像素，改变其原始值。[13]

这种噪声呈颗粒状，这是组织中的微观散射产生的散射回波相干叠加和相消干涉所致。由此形成的颗粒状图案会降低对比分辨率和细节在组织中可获得的细节，并对特征提取、分割、配准、萨凡纳、识别、体绘制和三维可视化等图像解读任务产生负面影响。因此，通过数字图像处理去除斑点，应能提升医学图像的图像质量和诊断潜力。[13]

为提高医学图像的质量，人们采用了各种噪声降低方法和算法，例如：并行计算提出了一种用于降低医学图像中散斑噪声的新型混合算法。该方法利用局部和非局部信息，高效结合了各种去噪滤波器的优势。研究采用定量和定性指标开展比较，并显示了所提方法的竞争力。两种方法均使用 OpenMP 并行化，并采用 MPI 与 OpenMP 的混合组合。[13]本系统综述分析了 37 篇关于降低医学图像噪声的科学论文。因此，本研究的目标是：a）分析所采用的算法，b）确定所处理的解剖区域，c）确定 2010年至 2022年 期间开展的医学图像噪声降低研究所采用的研究类型，具体内容见数据表。

II. 方法学

A. 研究类型

对近12年来有关医学图像噪声降低的文献进行了系统综述。信息检索的时间范围为2010—2022年。相关研究以英语和西班牙语发表，研究地点遍及世界各地。使用的关键词包括：噪声、数字处理、医学图像、并行计算。

B. 技术与工具

采用观察法对原始文章进行系统整理。编制了数据表，用于记录相关信息。使用的指标包括作者、年份、算法、方法学、并行计算以及所处理的解剖区域。

C. 文献检索程序

信息收集自知识库数据库：

Scopus

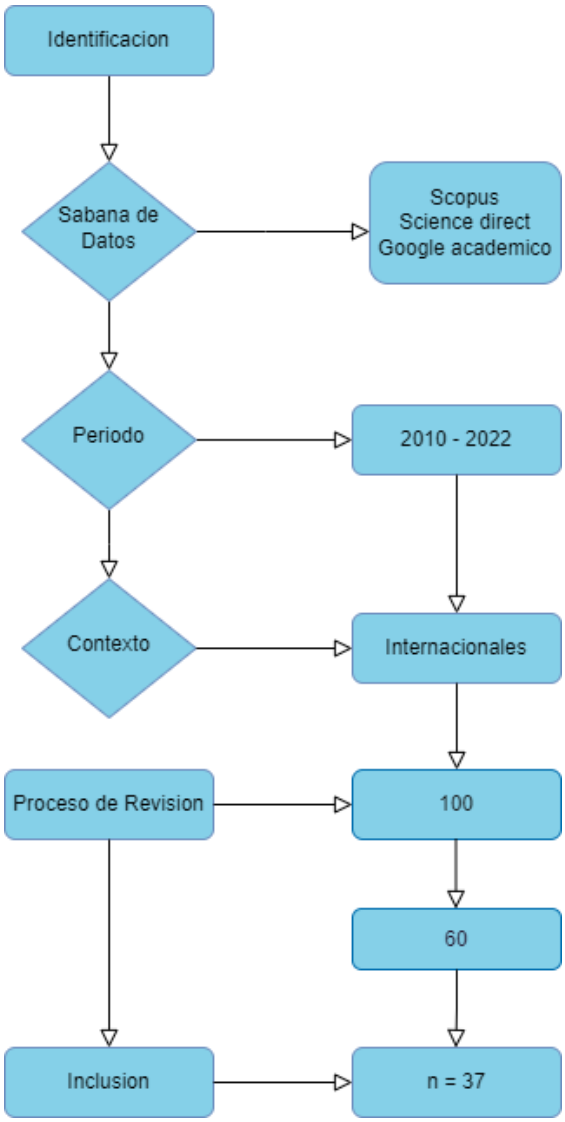
https://www.scopus.com

Google 学术

https://scholar.google.es/schhp?hl=es

ScienceDirect

www.sciencedirect.com



PRISMA 流程图：2010—2022年原始文章系统化的信息检索过程。

III. 算法

将文章的数据表整理过程录入了 Excel 模板。随后，通过定性和/或定量分析对信息进行了系统化整理。

A. 神经网络

AlexNet 和 VGGNet 是机器学习中经常使用的深度卷积神经网络（CNN）模型和计算机视觉。AlexNet 和 VGGNet 模型已成功应用于广泛的计算机视觉任务，包括图像分类和目标检测。

B. 并行 *ART* 算法

代数重建技术（ART）算法是一种用于计算机断层扫描（CT）图像重建的技术。计算机断层扫描（CT）是一种医学成像技术，它利用 X 射线生成内部器官和结构的详细图像。该技术用于根据扫描过程中采集的 X 射线数据重建 CT图像。该算法使用代数和优化技术从这些数据中重建图像，从而生成扫描身体部位的详细且准确的图像。

*C. Wiever*滤波器方法

这是一种用于去除图像噪声并提升视觉质量的图像恢复滤波器。为了更准确地重建图像，维纳滤波器会利用原始图像的噪声分布和强度分布信息。

*D. FISTA*方法

（快速迭代收缩阈值算法）。这是一种用于求解约束最小化问题的优化算法，已成功应用于众多领域，包括CT图像重建和信号处理。它通过迭代和阈值处理技术，快速高效地最小化损失函数。

IV. 结果

表1描述了2010年至2022年开展的研究。这30项研究针对特定解剖区域的医学图像，开展了噪声降低研究。总体而言，大多数研究针对脑、乳房、视觉、器官、免疫系统等解剖区域以及一般区域开展了处理研究。值得注意的是，其中16项研究采用并行计算开展研究。另外21项研究调查了与图像处理相关的案例。

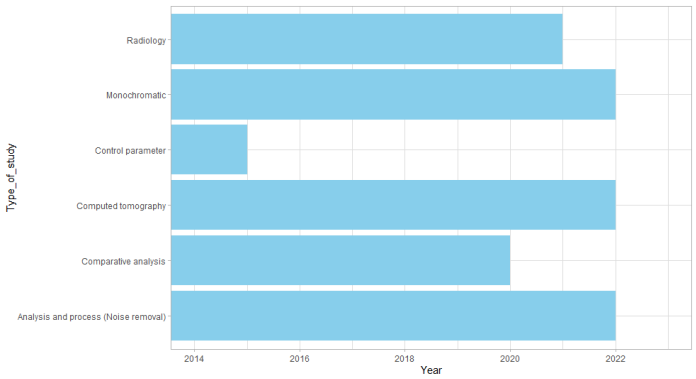


图1：2010—2022年各类研究。

在图1中，通过对所获得的信息进行深入、客观且合乎逻辑的分析，得出了研究类型的6个类别。将本研究的结果与先前的研究进行比较十分重要，因此，本节应引用各种可靠来源的参考文献。

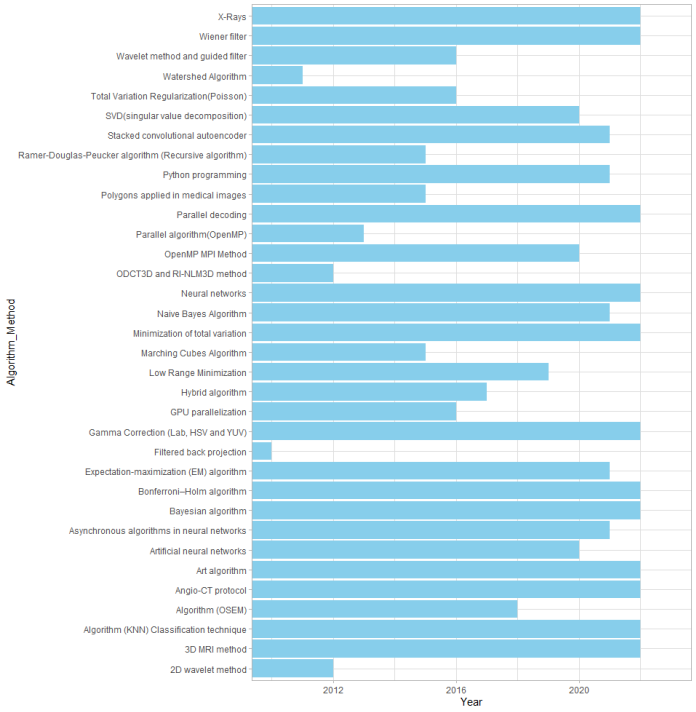


图2：2010—2022年应用的算法分类。

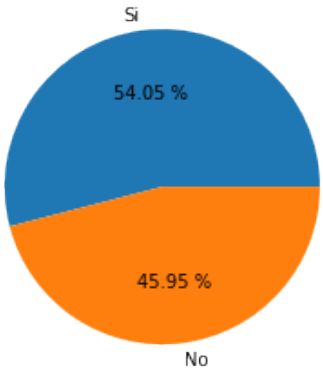


图3：2010—2022年并行计算中应用的算法。

N°	作者（参考文献）	贡献
1	艾哈迈德 Kazemi, Mohammad Ebrahim Shiri, Amir Sheikhahmadi, Mohamad khodamoradi	卷积神经网络是最重要的深度学习方法之一，其中多个层经过强有力的训练。所提出的方法是一个深度并行卷积神经网络模型，由以下部分组成：AlexNet 和 VGGNet 网络。
2	H. Mar´ıa ShyniE. 奇特拉。	本文全面回顾了近期用于新冠肺炎诊断的深度学习技术。所讨论的研究文章表明，卷积神经网络（CNN）是最受欢迎的深度学习算法，用于检测 COVID-19 医学图像。
3	Andreas Maier, Christopher Syben, Tobias Lasser，Christian Riess。	本文旨在以浅显易懂的方式介绍深度学习在医学图像处理中的理论基础到应用。我们首先探讨深度学习广受欢迎的深度学习的普及，英-包括多项重要进展。
4	Hella Gay D.Avenido Renato V.Crisostomo。	本研究 实现了两种 ART 算法：顺序型和并行型，以加快图像重建处理更多数量的投影 tion .
5	Ybargollin-Machado，Perez-Dıaz,Orozco-Morales y Roque-Diaz。	在本研究中， 11 现代基于总变差的方法被用于比较噪声降低在单光子发射计算机断层成像图像中的效果。采用一幅断层切片 Jaszczak 模体，并用所有方法进行处理——ods.
6	Volkan Goreke。	他提出了一种新方法用于去除 泊松 噪声医学X射线图像中的克服这些缺点。
7	Ning Zhang, Long Yu, Dezhi Zhang, Weidong Wu, Shengwei Tian, Xiaojing Kang。	本文提出一种新型卷积神经网络-Transformer 结构，用于 APT-Net 医学图像分割网络，该网络基于编码器-解码器架构。
8	Po Yang、Gordon Clapworthy, Feng Dong, Valeriu Codreanu, David Williams, Baoquan Liu、Jos BTM Roerdink, Zhikun Deng。	其特点是 支持图形处理器编程 模型，称为 GSWO，可帮助图形处理器初学者 by 转换 其基于 SWO 的图像处理应用 from 原始 C/C++ 源代码转换为 CUDA 以高度自动化的方式编写代码。

9	Marcos, R.-I., Waldir, S.-H., Neicer, C.-V.	执行图像分类器并 应用卷积神经元。 对该神经元进行严格训练后 以提供高效的 诊断，结果表明，通过 增加训练量，结 果会更加高效，并且 误差因子降低了。
8	Po Yang、Gordon Clapworthy, Feng Dong, Valeriu Codreanu, David Williams, Baoquan Liu, Jos BTM Roerdink, Zhikun Deng。	It 特征 a 支持图形处理器的 编程 模型， 称为 GSWO，它可以帮助图形处理器 初学者 将 其 基于 SWO 的图像处理 应用 from 原始 C/C++ 源代码转换为 CUDA 以高度自动化的方式编写代码
9	Marcos, R.-I., Waldir, S.-H., Neicer, C.-V.	训练一个图像分类器，并 应用卷积神经元。 对该神经元进行严格训练后， 使其能够高效地 进行诊断，结果表明，通过 增加训练次数，结 果会更高效，且 误差因子会降低。
10	Sarmiento-Ramos, J. L	本文介绍了最新综述，内容涉及 神经网络 和深度学习 在生物医学工程中的 组学、成像 、脑机和人机 接口以及公共 健康管理和行政管- 理 .
11	Josep Arnall,illa Mayzel。	A new 混合算法 for 医学超声成像中的斑点噪声抑制 提出了一种医学超声成像 并将其与一种 现有的高效方法进行比较。该 方法高效地结合了各种 去噪方法的优势 利用局部和非局部 信息 .
12	MG S´anchez, V. Vidal, J. Bataller, J. Arnal。	该算法基于 邻域组概念，并使用 模糊度量。一项优化 研究介绍了使用 CUDA 平台通过该算法消除脉冲 噪声的方法 。

表2. 37篇文章的代表性贡献

V. 讨论

在结果讨论中，我们进行了深入分析。研究表明，在过去 12 年里，本研究实现的并行ART算法与相关研究相比，缩短了图像重建的执行时间。所实现的并行 ART 算法的速度比其顺序型 ART 算法提高了 42%。并行 ART 算法的加速效率会随着处理器数量的增加而降低。ART 算法的数据依赖未受影响，因此并行算法和顺序型算法生成的重建图像完全相同。[1]

所提出的方法是一种由 AlexNet 和 VGGNet 网络组成的深度并行卷积神经网络模型。与现有模型相比，所提出模型的结果表明，我们的网络取得了更好的效果。在该数据库中，FIGSHARE 的结果最佳：其二分类准确率为 99.14%，多分类准确率为 98.78%，远优于其他支持向量机模型。我们将现有数据库中可获得的最佳结果与所提出模型进行了比较，结果表明，该模型在所有评估标准上均表现最佳。这些结果表明，所提出的模型可作为放射科医生进行医学诊断的有效决策支持工具。[33]

DCRG PPXA方法采用灵活的图形数据表示方式，从而能够推广对投影变量的约束。该方法提出了VT问题的一种新表述形式，可通过快速并行近端算法求解。去噪示例表明，该方法适用于任意图形，而不仅限于像SPECT像素这类规则网格。因此，该方法还应用于多种其他逆问题，包括图像融合和网格滤波。[3]

在所提出的方法中，使用嵌入标准维纳算法中的有限脉冲响应滤波器对维纳滤波器进行修改。有限脉冲响应滤波器的设计采用ASO优化算法完成。利用与有限脉冲响应滤波器系数对应的优化矩阵，计算局部方差最优值和局部均值最优值，并将其作为参数输入传递至标准维纳滤波器层。该方法在合成图像和医学X射线图像处理方面表现出更优的性能，具体体现在PSNR、MSE、SSIM指标，以及发光强度、对比度、熵和锐度等图像质量指标上。所提出方法的时间消耗大幅减少。 [31]

FISTA（快速迭代收缩阈值算法）方法基于反卷积方法，通过由简洁数学模型控制的计算模糊图像重建技术来减少图像中的噪声。该技术属于光谱滤波方法领域。此外，该方法还在重建图像中引入了必要的正则化或滤波。[3]

VI. 结论

根据我们阅读的研究，我们得出结论：事实证明，使用深度学习方法对医学图像进行去噪，比使用传统算法对图像进行去噪更加有效。这是因为深度神经网络是评估医学脑震荡的最新且最有效的方法之一。对此类文章的研究使我们能够了解已经开始对医疗健康产生重大影响的情况，并为我们提供了使用更先进技术和科技来改善诊断和治疗结果的机会。

参考文献

[1] Hella Gay D. Avenido 和 Renato V. Crisostomo，《使用顺序型和并行ART算法从大量质子和碳-12离子计算机断层扫描投影中进行图像重建》，ISSN 1877- 0509，2022年，[2] Cerda, Claudio Andr´es CatalL´an，《基于医学图像的通用集成Teleinformes审计模型设计》，2022年，[3] Ybargollin-Machado, Sergio E 和 P´erez-D´ıaz, Marlen 和 Orozco- Morales, Rub´en 和 Roque-D´ıaz, Reinaldo，《使用全变分方法降低SPECT图像中的噪声》，2022年，[4] Zamarr´on-P´erez, M´onica 和 Pedraza-Ortega, Jes´us 和 Tovar-Arriaga, Sa´ul，《视网膜图像预处理技术的比较研究》，2022年，[5] Gopal S. Tandel 和 Antonella Balestrieri 和 Tanay Jujaray 和 Narender N. Khanna 和 Luca Saba 和 Jasjit S. Suri，《使用人工智能范式进行多分类磁共振成像脑肿瘤分类》，ISSN 0010-4825，2020年。[6] Rabab Ali Abumalloh 和 Mehrbakhsh Nilashi 和 Muhammed Yousoof Ismail 和 Ashwaq Alhargan 和 Abdullah Alghamdi 和 Ahmed Omar Alzahrani 和 Linah Saraireh 和 Reem Osman 和 Shahla Asadi，《医学图像处理与新冠肺炎：文献综述和文献计量分析》，ISSN 1876-0341，2022年。[7] Riera Iziga, Marcos 和 Sotelo Hern´andez, Waldir 和 Campos Vasquez, Neicer，《使用神经网络进行医学图像分类以检测乳腺癌》，2022年，´Mora, Silvia Reyes 和 P´erez, Yessenia Hern´andez，《用于重建缺失域图像的全变分正则化》，2022年[9] Mary Shyni，H. y E. 奇特拉：《使用图像处理和深度学习技术对新冠肺炎进行检测的X射线和CT图像比较研究》。Computer Methods and Programs in Biomedicine Update，2022年，ISSN 2666-9900。[10] Rigondeaux, Yanai Fernandez y Yoelkis Hern´andez V´ıctor，《用于处理计算机断层扫描中束硬化伪影的图像处理算法》，《Revista Cubana de Ciencias In- form´ticas》，2021年。[11] Aya Saleh Ahmed 和 Wessam H. El-Behaidy 和 Aliaa A.A. Youssif，《基于堆叠卷积自动编码器的医学图像去噪系统，用于增强二维凝胶电泳噪声降低效果》，2021年，ISSN 1746-8094。[12] H. Cuellar-Calabria 和 G. Burcet 和 M.S. Juarez-Garcia 和 J.L. Reyes-Ju´arez 和 M.N. Pizzi 和 S. Aguad´e-Bruix 和 A. Roque，《基于体重指数实施冠状动脉CT血管造影方案：剂量降低、图像质量和诊断性能》，2022年，ISSN 0033-8338。[13] Josep Arnal 和 Ilya Mayzel，《医学超声图像散斑噪声降低的并行技术》，2020年，ISSN 0965-9978，[14] Chunwei Tian 和 Lunke Fei 和 Wenxian Zheng 和 Yong Xu 和 Wangmeng Zuo 和 Chia-Wen Lin，《图像去噪中的深度学习：综述》，2020年，ISSN 0893-6080，[15] Sarmiento-Ramos, Jos´e Luis，《神经网络和深度学习在生物医学工程中的应用》，《Revista UIS Ingenier´ıas》，2020年，[16] Vargas, Manuel Guillermo Forero 和 Rojas, Sergio Luis Alejandro Miranda，《生物医学图像中高斯噪声估计的新方法》，2020年，[17] Rivera, Gerardo Antonio Villegas 和 Madronero, Maria C Torres 和 Rothlisberger, Sarah 和 Delgado-Trejos, Edilson，《二维电泳图像处理：综述》，2019年，Universidad Tecnol´ogica de Pereira，[18] Enriquez Aguilera, Francisco Javier，《GPU-CUDA在数字图像处理中的应用》，Instituto de Ingenier´ıa y Tec- nolog´ıa，2018年，[19] P. Castro 和 C. Huerga 和 P. Chamorro 和 J. Garayoa 和 M. Roch 和 L. P´erez，《使用OSEM重建的PET图像中的噪声表征与模拟：合成图像生成方法的开发》，《Revista Espa´nola de Medicina Nuclear e Imagen Molecular》，2018年，ISSN 2253-654X，¯Cadena, Luis 和 Zotin, Alexander 和 Cadena, Franklin 和 Korneeva, Anna 和 Legalov, Alexander 和 Morales, Byron，《噪声降低》技术 q用于 p处理 g 医学图像 ges, 会议论文集 g世界的工程大会，2017年，Vera、Miguel 和 Hu´erfano、Yoleidy 和 Contreras、Julio 和 Valbuena、Oscar 和 Chac´on、Jos´e 和 Vera、Mar´ıa 和 Wilches-Dur´an、Sandra 和 Graterol、Modesto 和 Ria˜no-Wilches、Daniela 和 Salazar、Juan 等，《心脏图像预处理技术：基础与范围》，《拉丁美洲高血压杂志》，2016年，D.R. Ortega 和 G. Guti´errez 和 A.M. Iznaga 和 T. Rodr´ıguez 和 M. de Beule 和 B. Verhegghe，《应用于医学图像的多边形简化过程控制参数》，2015年，ISSN 0213-1315，M.G. S´anchez 和 V. Vidal 和 J. Bataller 和 J. Arnal，《混合 CPU/GPU 系统中去除脉冲图像噪声的并行方法》，ISSN 1877-0509，Jos´e V. Manj´on 和 Pierrick Coup´e 和 Antonio Buades 和 D. Louis Collins 和 Montserrat Robles，《基于稀疏性和自相似性的 MRI 去噪新方法》，医学图像分析，2012年，ISSN 1361-8415，G. Gavidia 和 E. Soudah 和 M. Mart´ın-Landrove 和 M. Cerrolaza，《通过医学图像预处理与分割生成人体组织离散模型》，2011年，ISSN 0213-1315，Ram´ırez Giraldo、Juan Carlos 和 Fletcher、Joel J 和 McCollough、Cynthia H，《使用各向异性双边滤波器降低计算机断层图像噪声》，《生物医学工程杂志》，2010年，Ju Zhang 和 Guangkuo Lin 和 Lili Wu 和 Yun Cheng，使用小波和引导滤波器对医学超声图像进行斑点滤波，《超声学》，2016年，ISSN 0041-624X。Po Yang 和 Gordon Clapworthy 和 Feng Dong 和 Valeriu Codreanu 和 David Williams 和 Baoquan Liu 和 Jos BTM Roerdink 和 Zhikun Deng，GSWO：一种用于图像处理中滑动窗口操作图形处理器并行化的编程模型，2016年，ISSN 0923-5965。Jingfei He 和 Peng Gao 和 Xunan Zheng 和 Yatong Zhou 和 Hao He，基于平衡非局部图像块张量的加权张量核范数最小化三维磁共振图像去噪，《生物医学信号处理与控制》，2022年，ISSN 1746-8094。Andreas Maier 和 Christopher Syben 和 Tobias Lasser 和 Christian Riess，《医学图像处理中的深度学习入门》，2019年，特刊：医学物理中的深度学习，ISSN 0939-3889。Volkan G¨oreke，《一种基于维纳滤波器的医学X射线图像泊松噪声去噪新方法》，《生物医学信号处理与控制》，2023年，ISSN 1746-8094。Gary Razinskas 和 Tobias Stumm 和 Rebekka Kosmala 和 B¨ulent Polat 和 Mario L¨ohr 和 Michael Flentje 和 Klaus Bratengeier，《以脑肿瘤照射为例探讨射束密度与排列在非共面调强放射治疗中的作用——与计算机断层成像的相似之处》，《医学物理学》，2022年，ISSN 1120-1797。Ahmad Kazemi 和 Mohammad Ebrahim Shiri 和 Amir Sheikhahmadi 和 Mohamad khodamoradi，《使用并行深度学习算法对脑肿瘤图像进行分类》，《生物学与医学中的计算机》，2022年，ISSN 0010-4825。Ning Zhang 和 Long Yu 和 Dezhi Zhang 和 Weidong Wu 和 Shengwei Tian 和 Xiaojing Kang，APT-Net：用于医学图像分割的自适应编码与并行解码变换器，《生物学与医学中的计算机》，2022年，ISSN 0010-4825。D.R. Ortega 和 G. Guti´errez 和 A.M. Iznaga 和 T. Rodr´ıguez 和 M. de Beule 和 B. Verhegghe，《生物医学模型中骨性结构定义算法》，2015年，ISSN 0213-1315。Donghoon Lee 和 Sunghoon Choi 和 Hee-Joung Kim，《在胸部放射摄影中使用卷积去噪自编码器进行图像去噪的性能评估》，2018年，ISSN 0168-9002。Frank S´aenz 和 Miguel Vera 和 Ra´ul Evencio Orta Rodr´ıguez，《医学图像中肾脏占位性病变的识别：综述》，2020年。