

# 深度学习应用于影像诊断的研究现状

郭鼎煜<sup>1</sup> 林熙<sup>1</sup> 潘丞杰<sup>1</sup> 闫兵<sup>2\*</sup>

1. 广州中医药大学第四临床医学院 广东 深圳 518000

2. 深圳市中医院 广东 深圳 518000

**摘要**：随着人工智能技术的飞速发展，深度学习作为其核心分支之一，在医学影像诊断领域展现出巨大的潜力。本文综述了深度学习在影像诊断中的研究现状，首先简要介绍了深度学习的基本概念及其在图像处理中的能力，随后详细阐述了深度学习算法的工作原理及其在影像诊断中的具体应用。本文还分析了深度学习应用于影像诊断的优势与不足，并对未来的发展方向进行了展望。通过综述，旨在为相关领域的研究人员提供参考和启示。

**关键词**：深度学习；人工智能；影像诊断

## 引言：

深度学习作为机器学习的一个分支，通过模拟人脑神经网络的结构和功能，能够自动从大规模、高维度的数据中学习并提取出其复杂的特征，进而实现高效的分类、识别、检测及预测等任务<sup>[14]</sup>。在医学影像领域，深度学习凭借其强大的图像处理能力，为疾病的早期识别、精确诊断提供了有力支持<sup>[12]</sup>。通过训练深度学习模型，我们可以使机器自动分析X光片、CT、MRI等多种类型的医学影像，识别出细微的病变迹象，辅助医生进行快速、准确的诊断<sup>[3]</sup>。本文旨在探讨深度学习在影像诊断中的应用现状，分析其技术原理、研究成果及面临的挑战。

## 1 深度学习算法的工作原理

### 1.1 数据库的建立

深度学习算法的性能高度依赖于训练数据的数量和质量。因此需要建立一个庞大的数据库以供模型学习。在医学影像诊断中，首先需要建立包含大量标注影像数据的数据库。这些数据通常来源于医院、科研机构等，影像数据涵盖了不同疾病、不同部位、不同分期类型，包括但不限于X光片、CT、MRI等多种成像方式<sup>[2]</sup>。除了收集相关的影像数据资料，还需要专业人员对图像资料进行预处理，包括图像去噪、归一化、标注等步骤，此过程对于提高模型训练效果至关重要，将影响后续使用模型进行诊断的精确性<sup>[3]</sup>。

### 1.2 深度学习模型

模型构建是深度学习算法的核心环节。在影像诊断中，常用的深度学习模型包括卷积神经网络（CNN）、循环神经网络（RNN）等。其中，CNN因其对图像特征的强大提取能力而被广泛应用<sup>[1]</sup>，通过卷积层、池化层等结构自动学习图像中的局部特征和层次化表示，能够有效地捕捉到医学影像中的细微病变和复杂结构<sup>[2]</sup>。CNN模型构建时，需要根据具体任务选择合适的网络结构、层数、激活函数等参数。虽然CNN在医学影像诊断中占据主导地位，但循环神经网络（RNN）等其他模型也有其独特的应用价值<sup>[13]</sup>。RNN擅长处理序列数据，如时间序列分析、视频帧预测等任务。在医学影像领

域，RNN可以用于分析连续的医学影像序列如动态MRI或CT<sup>[5]</sup>。然而，RNN在处理高维图像数据时存在计算复杂度高、难以并行化等问题。因此，在实际应用中通常会结合CNN和RNN的优势，构建混合模型，以更好地适应复杂的医学影像诊断任务<sup>[6]</sup>。

### 1.3 模型训练

模型训练是通过优化算法不断调整模型参数以最小化损失函数的过程。在影像诊断中，通常采用反向传播算法和梯度下降法来训练模型，在训练过程中需要不断迭代更新模型参数，直至模型在验证集上的性能达到最优。

经过一系列的训练后，利用深度学习模型可以使机器做到自动提取图像中的关键特征，并根据提取的特征进行分类识别，从而实现将深度学习运用于疾病的影像诊断。

## 2 深度学习应用于影像诊断的研究现状

近年来，深度学习技术在医学影像诊断领域的应用取得了长足的进展，涉及乳腺癌、肺癌、肝癌、胰腺癌等疾病的影像诊断，显著提高了诊断的准确率，并有效减少了漏诊和误诊的发生<sup>[10]</sup>。

### 2.1 乳腺癌诊断

在乳腺癌的影像诊断中，深度学习技术凭借其强大的图像识别能力展现了独特的优势。袁家琳<sup>[1]</sup>等人利用深度学习模型实现了自动检测并分类乳腺X线影像

中的钙化灶，为乳腺癌的早期筛查和诊断提供了有力支持。此外，韩悦通过构建智能诊断系统，将深度学习应用在乳腺癌的超声诊断上，提高了乳腺癌诊断的准确性和效率。

## 2.2 肺癌诊断

对于肺癌的诊断，深度学习同样发挥了重要作用。张铭<sup>[3]</sup>等人研究发现，深度学习模型能够自动对胸部X线影像进行分类，有效区分正常影像与异常影像，提高了肺癌的早期发现率，有助于肺癌的早期筛查与诊断。刘韬<sup>[18]</sup>则进一步构建了肺癌辅助诊疗系统，通过深度学习技术实现了对肺癌的精准诊断和治疗方案的制定。

## 2.3 肝癌诊断

在肝癌的诊断领域，刘洋伶<sup>[11]</sup>的研究通过引入残差网络(Residual Network)，对肝癌的磁共振影像(MRI)进行了深入的分类研究，通过独特的网络结构，有效解决了深层网络训练中的梯度消失或梯度爆炸问题，从而更精确地捕捉影像中的细微特征，实现了对肝癌病灶的准确识别与定位。此外，赵一珺<sup>[19]</sup>在研究中通过提取MRI影像中的大量定量特征，并结合深度学习模型的强大学习能力，成功构建了能够预测肿瘤良恶性及侵袭性的模型，这一方法可应用于肝癌的诊断中，通过深入挖掘肝癌MRI影像的组学特征，结合深度学习算法，有望实现肝癌的早期发现、精准分期以及个体化治疗，提高肝癌患者的生存率和生活质量。

## 2.4 神经系统疾病诊断

在神经系统疾病的影像诊断中，深度学习同样发挥了重要作用。王思雨通过深度学习技术实现了对肝豆状核变性MRI影像的辅助诊断，提高了诊断的准确性和效率<sup>[2]</sup>。此外，付圣莉利用深度学习技术构建了颅内动脉瘤自动检测模型，为神经系统疾病的诊断提供了新的手段<sup>[17]</sup>。甘桐嘉则是通过深度挖掘医学影像中的海量信息，结合影像组学技术与深度学习算法，为足月新生儿缺氧缺血性脑病的精准诊断提供了创新性的解决方案<sup>[9]</sup>。该研究不仅深入探讨了影像特征与疾病病理生理过程之间的复杂关系，还成功构建了高效、准确的诊断模型，显著提升了足月新生儿缺氧缺血性脑病的临床诊断的敏感性和特异性，其将深度学习影像组学技术的结合应用，能够揭示出传统肉眼观察难以捕捉的细微病变和复杂模式，从而为疾病的早期诊断、分型及预后评估提供更为全面、深入的信息支持。

## 2.5 其他疾病诊断

除了上述疾病外，深度学习在甲状腺结节、踝关

节骨折<sup>[7]</sup>、内侧颞叶萎缩等多种疾病的影像诊断中也取得了显著成果。刁万里在通过深度学习技术实现了内侧颞叶萎缩的自动评分，为相关疾病如运动障碍、阿尔兹海默症等的诊断提供了量化指标。邱松炜、于晓巍则将深度学习运用于骨关节疾病诊断中，展示了其在提高诊断准确性和效率方面的潜力<sup>[16]</sup>。

## 3 深度学习应用于影像诊断的优势与不足

### 3.1 优势

**高效性：**深度学习模型在影像诊断中展现出极高的效率，通过自动提取和分析图像中的关键特征能够迅速完成大量影像数据的处理，显著缩短了诊断时间<sup>[8]</sup>，设计嵌入式计算机辅助诊断系统<sup>[15]</sup>可将这一技术更简便、广泛地投入临床工作中。

**准确性：**深度学习模型经过大规模、多样化的医学影像数据集训练后，能够实现高精度的疾病诊断<sup>[16]</sup>。这种准确性不仅体现在常见疾病的识别上，还能够在复杂的疾病影像如骨关节疾病、新生儿缺氧缺血性脑病等的识别诊断中展现出卓越的性能<sup>[20]</sup>。

**泛化能力：**深度学习模型具有强大的泛化能力，能够适应不同患者、不同疾病的影像数据，在临床应用中具有广泛的适用性。如赵一珺<sup>[19]</sup>利用MRI影像组学和深度学习预测肾脏肿瘤良恶性和侵袭性，其方法可扩展到其他类型的肿瘤诊断中。此外，深度学习模型能“孜孜不倦”地学习并不断优化其性能，进一步提高诊断的准确性和泛化能力。

### 3.2 不足

**数据依赖性：**深度学习模型的性能高度依赖于训练数据的数量和质量。如果训练数据不足或存在偏差，模型可能会出现过拟合或泛化能力不足的问题。这要求在构建深度学习模型时，必须投入大量精力、时间来收集、标注和预处理高质量的医学影像数据。此外，数据的多样性和代表性也影响着模型的性能<sup>[12]</sup>。

**解释性：**深度学习模型的决策过程往往是一个复杂的非线性映射过程，其内部机制难以被人类直观地理解。这导致了模型在给出诊断结果时缺乏解释性，医生难以判断模型的决策过程和依据是否合理<sup>[5]</sup>。

**隐私与伦理问题：**医学影像数据涉及患者的个人隐私，其处理和使用必须严格遵守相关法律法规和伦理规范。在深度学习应用于影像诊断的过程中，如何确保患者数据的安全、隐私、合法合规是一个亟待解决的问题。

### 总结与展望：

深度学习模型通过大规模医学影像数据的训练，能够自动提取并学习复杂的图像特征，从而实现了对肺癌、乳腺癌等疾病的精准识别与诊断，有助于更早地发现病变、制定治疗方案并提高诊断效率，在一定程度上缓解了医疗资源紧张的问题。

然而，不容忽视的是，深度学习在影像诊断中的应用仍存在一定的局限性。首先，数据质量问题是影响模型性能的关键因素之一。由于医学影像数据的获取、标注及预处理过程复杂且耗时，高质量的训练数据相对稀缺，影响模型的泛化能力和准确性。其次，深度学习模型的决策过程往往缺乏透明度，在一定程度上降低了医生对模型决策过程的信任度。

因此，如何加强对数据质量控制与科学、合理地标注，提升数据库的质量；如何探索新的方法和技术揭示学习模型内部的工作机制和决策过程促进精确、科学地决策，加强人机交互；如何在大力推动发展深度学习影像诊断技术的同时做到隐私保护与伦理规范，这些都是未来有待研究与解决的问题。

### 参考文献：

[1] 王小琦, 刘鹏, 陈贇, 等. 基于深度学习的乳腺X线摄影钙化检测系统对乳腺可疑钙化的检出效能[J]. 中国医学影像技术, 2019, 35(12): 1784-1788.

[2] 王思雨. 基于深度学习的肝豆状核变性MRI辅助诊断研究[D]. 南京邮电大学, 2023.

[3] 张铭, 柏昆, 梁凯轶. 基于深度学习成人胸部X线摄影自动分类的临床应用价值[J]. 医学影像学杂志, 2023, 33(08): 1394-1397+1411.

[4] 刘梦洁. 基于深度学习的肺癌医学影像教学关键技术的研究[D]. 太原师范学院, 2023.

[5] 王正军. 基于医学影像与报告的可解释性疾病检测方法研究[D]. 山东师范大学, 2023.

[6] 杨正龙. 基于深度学习的甲状腺结节超声影像辅助诊断方法研究及应用[D]. 石河子大学, 2023.

[7] 程书帅. 基于深度学习的踝关节骨折影像诊断应用研究[D]. 贵州大学, 2023.

[8] 何子龙. 基于DBT图像的乳腺结构扭曲智能辅助诊断研究[D]. 南方医科大学, 2023.

[9] 卢梁杰. CT影像组学和深度学习预测肺实性小结节良恶性的初步研究[D]. 西南医科大学, 2023.

[10] 万丽娟. 基于磁共振成像的形态学特征及深度学习模型在T0-2期直肠癌局部分期中的应用价值[D]. 北京协和医学院, 2023.

[11] 刘洋伶. 基于残差网络的肝癌磁共振影像分类方法研究[D]. 昆明理工大学, 2023.

[12] 郝如茜. 医学磁共振影像及光学显微成像设备智能诊断关键技术研究[D]. 电子科技大学, 2023.

[13] 马国祥, 严传波, 杨凌菲, 等. 基于改进的多尺度深度残差网络肝包虫超声影像诊断方法[J]. 东北师大学报(自然科学版), 2023, 55(01): 80-87.

[14] 曲雅楠. 人工智能在医学影像诊断中的应用[J]. 世界复合医学, 2022, 8(11): 194-198.

[15] 张立立, 杨金柱, 单禹夫, 等. 基于深度学习的计算机辅助诊断系统在嵌入式中的设计与实现[J]. 实验技术与管理, 2022, 39(08): 49-54.

[16] 邱松炜, 于晓巍. 深度学习在骨关节疾病影像学诊断中的应用[J]. 中国医学影像学杂志, 2022, 30(06): 635-640.

[17] 付圣莉. 基于深度学习的CTA颅内囊状动脉瘤自动检测模型的构建和临床应用研究[D]. 青岛大学, 2022.

[18] 刘韬. 基于深度学习的肺癌辅助诊疗系统研究[D]. 阜阳师范大学, 2022.

[19] 赵一珺. MRI影像组学和深度学习预测肾脏肿瘤良恶性和肾癌侵袭性[D]. 中南大学, 2022.

[20] 甘桐嘉. 深度学习影像组学技术在足月新生儿缺氧缺血性脑病的诊断应用[D]. 华中科技大学, 2022.

### 作者简介：

郭煜煜(2001.08-), 男, 汉, 广东汕头, 本科在读, 研究方向: 中医学。

通讯作者: 闫兵(1983.1-), 女, 汉, 河南南阳, 硕士研究生, 主任中医师, 研究方向: 针灸治疗神经系统疾病。