

机器视觉在医学影像处理的应用

刘晨曦 周大维 蒋正乾 徐阳婷 黄柔婕 王海蓉 郭文惠 王弘熠

通讯作者：王少华

(湘雅三医院烧伤整形科 湖南长沙 410013)

【摘要】机器视觉技术相对人类视觉有许多优势：精度高、差异小、分辨率高、无接触等，因而正广泛的应用于各行各业，其中最突出的应用领域之一是医学影像处理。本文简单介绍了机器视觉技术，并介绍了当前机器视觉在医学影像处理中的应用，包括照片、显微图像、B超图像、心脏医学图像和CT图像等，还有不同医学影像之间的融合，展示了机器视觉技术的优越性以及未来的发展趋势，并列出了机器视觉技术在医学影像处理中存在的一些问题。

【关键词】机器视觉；医学影像；医学图像

一、机器视觉技术

机器视觉通过计算机及相关设备模拟生物视觉以达到机器取代人眼进行测量和判断的目的，也是人工智能的基础应用技术之一。机器视觉综合图像处理、信号处理、模式识别、人工智能等多方面技术，通过图像处理系统对目标的图像信息进行处理，将图像的像素分布、颜色和亮度等信息转化为数字化信号；图像系统通过相应的运算得到目标信息，从而控制现场设备动作。^[1]

相比其他感觉方式，机器视觉具有无可比拟的优势。首先，由于观测者与被观测对象并未发生接触，因此，机器视觉技术对观测与被观测者而言具有无害性，十分安全可靠。同时，人眼观测范围以外（如超声波、微波、红外线等），机器视觉理论上可以通过相关的传感器件，形成超声波、微波、红外线等图像。此外，相比于人，机器视觉具有无时限性，高效性，全面性及高分辨精度。综上所述，机器视觉具有广泛的应用前景。^[2]

二、机器视觉在医学影像中的应用

医学影像近年来取得迅猛发展，通过该技术，临床医生对人体内部的病变部位具有更加直观和清晰的观测，确诊率也得到提高。目前常见的医学影像包括照片、显微图像、核磁共振成像、医学超声波检查、血管摄影、电脑断层扫描（CT）等，但临床中所得到的图像往往存在边缘模糊、噪点多等问题，因此需要对所得影像进行后期的加工处理。医学图像处理技术包括很多方面，包括分析图像去噪、增强、复原、变换、分割、测量、识别、重建等技术。^[3]计算机视觉技术在各个领域均有广泛的应用，医学影像处理是计算机视觉技术最突出的应用领域之一，其图像信息来源于病人的医疗诊断影像数据。目前机器视觉已在医学影像处理中得到了一定的实际应用。机器视觉在医学影像处理中的应用可包括三个方面：医学影像的采集和保存、医学影像的后期处理、不同医学影像的融合。目前比较成熟的应用有照片、显微图像、心脏医学图像、B超图像、CT图像的处理等，还可以应用于这些图像的融合。

2.1 机器视觉在临床照片的应用

在临床上，一些工作还处于依靠人眼进行判断的阶段，而人眼判断的缺陷在于易受环境的影响、比较主观、依赖于医生的技术、容易疲劳等。机器视觉与人眼相比，具有精确度高、能够克服人眼的差异和视觉疲劳、所得结果可以较好的保存等优点，因此可一定程度地代替人眼的工作。在临床方面，机器视觉主要应用在照片的采集、处理、判断和保存等方面。目前比较成熟的应用有牙齿的比色和中医图像的采集。

东北大学的程新设计了一套牙齿比色仪。在临床口腔治疗中，烤瓷牙的制作需要选择与病人牙齿颜色最为匹配的颜色模型，目前该选色主要基于牙科医生的主观判断。然而，上述选色方式的效果受周围环境光照变化与医生个体差异等因素的影响较大，选色结果的主观性强，匹配度有待提高。因此，对该选色方式进行改良十分必要。研究者利用机器视觉技术设计了一套计算机辅助的牙齿比色仪采集系统和图像预处理系统，该系统能较准确地识别牙齿的颜色并对医生选色工作有较好的辅助作用。^[4]

机器视觉还可以应用于中医上。传统的中医存在不够客观化和

标准化的问题，医生经验积累和主观意识对诊断结果影响较大，看诊的环境因素也会产生影响，这些都不利于中医的发展和传承。机器视觉可用于代替人眼进行一些受主观因素影响较大的环节。有多个单位进行了“智能化中医四诊检测系统”的研究，利用机器模仿人眼功能进行病人数据的采集，将被摄取目标转换成图像信号，并通过图像处理系统进行特征提取，进而将望诊信息以客观定量方式输出保存。^[5]其中，舌象作为中医的临床诊断中有诊断意义的现象，许多研究者对通过舌象分析系统从生物视觉和机器视觉的角度出发，对中医舌象进行研究。通过临床先验知识的积累及实验数据的采集，研究者构建了中医舌象诊断的视觉模型，为光学传感器的选择提供了依据，确定了舌图像视觉信号获取中光源、成像光路、环境稳定性等与成像环境相关的标准。此外，通过利用标准的舌像校正色卡，研究者可以对采集到的舌图像进行色彩校正，最终得到具有统一色彩空间表达方式的舌图像；这种统一性对后期图像的存储和分析处理有重要意义。舌象分析系统利用机器视觉较好地解决了舌象采集的客观化标准化问题，有利于舌象的分析研究。^[6]

2.2 机器视觉在显微图像的应用

目前国内外对于一些显微图像仍处于人工分析的阶段，人工分析存在许多缺点，最大的问题在于工作量大、人工成本高，其次是会受主观的影响且速度较慢。而利用机器视觉，可以较好的解决这些问题，部分代替人进行一些较简单的重复工作。

机器视觉已在临床尿液有形成分分析方面得到应用。全自动尿有形成分分析仪由程序控制，样品通过自动送样装置送入指定取样点，随后在取样臂的配合下，一定量的样品通过进样泵吸取进入流动计数池，通过低倍镜抓取目标定位，再由高倍镜获取目标的特征系数。通过机器对样液的处理、描述、分析、理解、拟合、识别，全自动尿有形成分分析仪有望实现全自动化镜检。具体地，该分析仪采集了可用于会诊、存储的尿液特征系数，在未经染色、离心处理的条件下确保对图像的识别有较高的准确度，实现了尿液有形成分的分类与统计。^[7]

此外，在妇科医学显微图像检测分析的相关领域机器视觉也有应用，如乳酸杆菌的检测和统计，研究人员以乳酸杆菌的面积、长宽比例、灰度差值等特征值的范围作为乳酸杆菌的检测指标。实验过程中，基于Lawson能量，研究人员对图像背景进行提取，随后通过采用加权二类阈值联合分割的方法对乳酸杆菌进行分割，最后检测并统计乳酸杆菌数量。实验结果表明，该方法对乳酸杆菌的检测具有较好的灵敏性，同时能有效统计其数量，在自动化检测领域有极好的应用前景。^[8]

2.3 机器视觉在心脏医学图像方面的应用

医学心脏图像具有信息量大、信息提取过程复杂及信息量处理时间长等问题，其图像数据的获取主要通过特殊仪器。然而该类图像一方面有大量的噪声和伪影，另一方面这些噪声和伪影对后期的处理判断（如纹理处理、心脏病变区域判断）有较大影响。针对上述问题广东工业大学信息工程学院提出一种基于机器视觉的新型心脏图像处理办法。该方法针对医学心脏图像处理的四个不同阶段分别采用四种不同算法进行处理。首先通过平滑算法处理心脏图

像,去除噪声;其次采用滤波算法分析图像,找出目标区域;再通过加权增强算法提取目标区域的图像特征,找出图像的基本轮廓;最后通过图像还原算法重建原始心脏图像的彩色图像。实验结果表明该方法具有良好的图像预期效果。^[9]

冠心病主要由冠状动脉粥样硬化引起,发病率高。基于心血管内超声成像(IVUS)勾勒冠状动脉中-外膜和内膜组织的轮廓在临床诊断治疗中有重要意义,而当前的模式主要为肉眼识别、人工勾勒,一方面效率低下,另一方面受主客观因素影响,结果误差较大。因此,实现的计算机辅助IVUS图像自动分析有对提高临床医生工作效率和冠心病临床诊疗水平的提高极为重要。通过引入机器视觉、深度学习等新兴智能技术,研究者通过结合心血管先验形状信息,利用深度卷积网络构建IVUS图像中-外膜和内膜边界的自动检测模型,实验结果不受斑点噪声的影响,具有较高的准确性和可重复性。进一步地,基于深度学习对大量有标注数据的要求,研究人员结合堆叠网络和有条件的生成对抗式网络构建了另一种自动检测模型,相较于前一种模型,对心血管超声图像的关键边界的检测同样具有较高的准确性。^[11]

2.4 机器视觉在B超图像的应用

B型超声检查是一种应用广泛的超声诊断技术,具有无损、实时、非侵入式等优点。然而由于斑点噪声,超声图像的质量较差,因而导致超声图像的细节识别和分析结果不理想,且检查结果滴对医生的依赖性强等不足。在产前超声医学图像处理中,基于机器视觉和人工智能技术,研究者开发了一系列适用于超声图像的图像处理方法以辅助医生进行产前检查。^[10]超声成像技术还可用于脂肪肝的辅助诊断。同时,神经网络理论的进步与计算机技术的发展为计算机辅助诊断技术联合超声成像技术在脂肪肝诊断领域的应用提供充分的理论及技术支持。王大凌等进行了相关B超图像处理方法的研究,他提出多级灰度差的设想,通过BP神经网络对图像远近灰度场进行分析,对肝脏进行了更为精细的反映,进而达到图像识别的目的,实现正常肝脏和不同程度脂肪肝的计算机辅助诊断。进一步地,有利于提高临床早期脂肪肝诊断以及脂肪肝严重程度的判断的客观性。^[12]

2.5 机器视觉在CT图像的应用

相较于其他各类医学成像技术,计算机断层扫描(CT)图像具有较好的空间分辨率及较高的信噪比,因而在计算机辅助诊断与手术规划有着极其广泛的应用。但有时由于相近组织的相似性和个体的差异性,一般的处理方法不足以得到所需结果,所以有研究者基于机器视觉技术,进行了进一步的CT图像处理的研究。

手动分割是目前临床方面应用普遍采用的图片分割方式,而这样的工作十分枯燥并且耗时的,因此研究自动肝脏CT图像分割技术是十分有意义的。结合机器视觉技术和人工智能,基于对现有的三维CT肝脏图像分割方法的学习和分析,研究者提出一种新型三维CT肝脏图像自动分割方法。该方法是一种基于机器学习的方法,可以分为学习阶段和分割阶段,其中学习阶段基于自动上下文模型,分割阶段利用多图谱与改进均值平移技术,最终对肝脏三维CT进行分割。实验结果表明可以取得较好的肝脏分割效果。^[13]

2.6 机器视觉在医学图像融合的应用

众多医学成像设备由于各自成像原理的差异性与局限性,所产生的图像虽各有其独特的优势,但也各自存在明显的不足。使用任何一种成像设备都难以同时获得疾病的解剖和功能的全部信息,基于此,医学图像融合有利于信息的互补,充分发掘和利用目标的信息。进行融合的医学图像应在空间位置、空间坐标上有较好的匹配性,因此融合前的图像需要经过必要的变换处理。通过对来自相同或不同成像设备采集的同一组织或同一器官的相关图像过适当的空间配准和叠加,最终形成一张兼具解剖信息和功能信息的新图像。

机器视觉在医学图像融合领域的应用首先需采集核磁共振

(MRI)、CT、超声波、激光、X射线等对人体检查记录的图像,利用信息融合技术、数字图像处理技术对上述图像进行融合叠加,然后进行综合分析。该方面的应用可以辅助医生对人体病源形状、大小和异常进行诊断,有利于提高治疗效率。比如,CT图像对硬组织的成像效果好,且空间分辨率高,而MRI有较好的软组织分辨率,对目标区域的病理情况能有较好的反映。通过各类算法(如多尺度变换类方法、特征级融合方法等)对CT与MRI图像进行融合,得到的图像兼具CT与MRI成像的优势,在临床上特别是放射性肿瘤的临床治疗中发挥着重要作用。^[14]

三、存在的问题和展望

由于机器视觉技术本身仍完全未成熟,仍然有一些未攻克的难关,机器视觉在医学影像处理领域的应用也相应地存在着一定的不足。比如,由于图像数据量大、图像的多义性、环境因素、不同知识引导等影响,机器视觉对于周围事物的识别和理解仍有很多困难。^[15]此外,医学影像由于种类繁多,成像结果各有特点。需要针对不同的图像进行不同的处理方法设计,通用性差,也导致不同医学图像之间的融合仍是难点问题。

远程医疗技术的发展向医学图像处理提供了更广泛的应用空间及更高的要求。学科间的交叉与渗透是医学图像处理技术发展的大势所趋,而机器视觉作为一个多样化的同时也是一个新兴的研究领域,它在医学影像处理方面应用前景广泛,在目前的一些应用中已经显示出不少优势,同时随着神经网络理论、深度学习技术等进步,机器视觉获得迅猛发展。总体而言,机器视觉的发展潜力巨大、前景良好。

参考文献

- [1] 李雅琪,冯晓辉,王哲.计算机视觉技术的应用进展[J].人工智能,2019,(2):18-27.
- [2] 郭静,罗华,张涛.机器视觉与应用[J].电子科技,2014,27(7):185-188.
- [3] 于大伟,曹章.现代医学影像技术中计算机图像处理技术的应用[J].影像研究与医学应用,2019,3(5):95-96.
- [4] 程新.牙齿比色仪采集系统的设计与实现[D].东北大学,2012.
- [5] 宫爱民,邸丹,钱鹏,等.中医望诊检测系统拍摄装置评价方法研究[J].中国美容医学,2011,20(z2):6-7.
- [6] 黄淑琼,张云龙,周静,等.浅谈中医舌象客观化、量化、标准化研究[J].中华中医药杂志,2017,32(4):1625-1627.
- [7] 殷贤斌,朱晓丽,黄小玲,等.尿液有形成分分析仪及其在尿常规自动化分析中的应用进展[J].医疗卫生装备,2019,40(5):96-102.
- [8] 郭玉坤,马丽文,李金屏.妇科学显微图像中乳酸杆菌的检测和统计分析[J].数据采集与处理,2015(05):1062-1069.
- [9] 刘长红,徐杜,蒋永平,等.基于机器视觉的心脏医学图像处理研究[J].计算机与应用化学,2010,27(7):997-1000.
- [10] 袁绍锋.深度卷积网络在心血管内超声图像内中-外膜边界检测中的研究[D].广东:南方医科大学,2018.
- [11] 李静立,张灵,江少锋,等.产前超声医学图像处理技术综述[J].北京生物医学工程,2014,33(4):423-429.
- [12] 王大溪,方园,胡波,等.基于多级灰度差的脂肪肝B超图像识别方法[J].计算机工程与设计,2012,33(5):1899-1903.
- [13] 吉宏伟.自动上下文模型在三维CT肝脏图像分割中的应用研究[D].上海交通大学,2014.
- [14] 胡杰,董晓庆,林清,等.医学图像融合配准技术在肿瘤放射治疗中的应用研究[J].医疗卫生装备,2018,39(8):75-78,84.
- [15] 余冬,冯云浩,李根池,等.机器视觉在医疗器械检测中的应用与展望[J].中国医疗器械信息,2015(8):57-59,63.