

AI化身中医“学徒”，浙江学者开创胃癌诊断新技术—— 舌头：胃，你好吗？

见习记者 林晓晖 通讯员 王屹峰 张 弛

“把脑袋对准这个镜头，伸出舌头，拍张照片就好了。”简单三个步骤过后，你已经完成了一次胃癌高危人群筛查。

胃有没有罹患癌症的风险，通过观察舌头就能判断，在过去听来是件不可思议的事。

最近，浙江省肿瘤医院和西湖大学杨林实验室联手，做了一个大胆的尝试——开发了基于舌象的胃癌诊断新技术，将中医舌象判断与临床的胃癌诊断筛查联系起来，相关研究成果登上了国际顶尖医学期刊《柳叶刀》杂志的子刊《电子临床医学》。

在浙江省肿瘤医院中西医结合科实验室里，记者看到了一台便携式舌象采集分析仪，通过舌像筛查胃癌的奥秘就藏在这小小的机身里。

舌像里的奥秘

胃癌，是全球范围内第五大常见的恶性肿瘤。据全球癌症统计数据（GLOBOCAN）估算，2020年，胃癌的发病人数为108.9万人。所以，人类还将和这一顽疾长期对抗。

许多人不知道的是，胃癌还是一种亚洲性疾病，在大多数国家并不是一个高发病种，国际上的相关研究进展也因此相对缓慢。

每年，浙江省肿瘤医院大约收治1500例的胃癌患者，早筛查、早诊治能够显著提升胃癌患者的生存率，但是许多患者前来就诊时已经错过最佳治疗时机。

怎么样能把胃癌筛查提前一点，更精确一点？中西医结合背景下的临床医生们一直在思考。

老中医有四个法宝，“望闻问切”。其中，“望”字包括了舌诊，也就是通过观察舌头的色泽、形态来辅助诊断。中医学认为“舌为脾之外候，舌苔由胃气熏蒸而成”，可见舌象与脾胃关系最为密切，其变化也能客观反映胃部健康状况。

浙江省肿瘤医院党委书记程向东教授在胃癌诊治领域深耕几十年，对比胃癌患者与非胃癌患者的数据，他发现胃癌患者的舌象极有特点，比如患者的舌苔呈现厚腻、干燥的状态，舌下脉络的淤阻情况比较严重。

其实，这是由于舌苔上多种微生物的丰度差异导致的。现代科学研究表明，口腔微生物与胃炎、肝癌、结直肠癌等疾病相关，舌象和舌苔的样貌变化正是能够透视内里脏器情况的一个窗口。

“传统的胃癌筛查手段主要为胃镜，这不仅对医疗设备和人员的要求多、成本高，还需要侵入患者体内，很多患者都害怕做胃镜。”浙江省肿瘤医院中西医结合科副主任中医师袁莉说，如果是利用常规血液肿瘤指标的筛查，检出率不高，也很难识别早期患者。

那么，通过AI识别舌像筛查胃癌靠谱吗？

2020年初，程向东团队搜集的第一批舌像数据传送到西湖大学。在杨

浙江省肿瘤医院党委书记程向东教授(右一)在给临床医生讲解患者情况。

浙江省肿瘤医院供图



西湖大学杨林实验室研究团队，左七为杨林教授，左二博士生张士川、右二博士生章云龙。 西湖大学供图

林教授组建的人工智能与生物医学影像实验室里，AI向老中医拜师，以中医舌象理论为逻辑基础，开启了这场深度学习。

这一批数据由国内10个医学中心招募的937名胃癌患者和1911名非胃癌参与者组成，另外选取其他7个医学中心的815个数据样本进行独立外部验证。

“经过内外部验证，三种基于舌象的AI模型——APINet模型、Trans-FG模型和DeepLabV3+模型对胃癌诊断结果的准确性非常高”，袁莉说，“这也让我们看到了初步的可能性。”

在袁莉看来，中医诊断是对疾病信息的提取，“望闻问切”就是一种提取方式。在这种信息收集过程，单靠人工方式不完整也不规范，如个人脉搏不同、医生压指的力度不同等等都会造成影响，同样，从中医角度看舌像也具有一定的主观性。

AI能做的首先是排除这些人工误差，以更系统、完整的方式提取信息。对它来说，做出的判断有多准确，取决于它学习了多少数据样本。

于是，浙江省肿瘤医院研究团队开始了更大规模的数据收集工作。袁莉告诉记者，他们开始与全国50多家医院合作，扩大样本数量和范围，一个5到10万大队列人群的胃癌筛查计划

也正在酝酿。

“好学”的AI

从采集好图像到输出结果，AI大约只需要0.1秒的时间。

短短的0.1秒内，它的“脑”内发生了什么？

西湖大学2020级博士生张士川也是这项研究的共同第一作者。他告诉记者，其实这是一个根据舌象图像建立概率模型的过程。“收集到的舌象图像由很多像素组成，我们首先要做的是将其转换成为计算机可以识别的信号矩阵，进行标准化处理。”

张士川解释，在这一过程中，一张图像将被分割成784个预处理的小分区。接下来，AI会开始“识图”，在小分区内、分区之间找寻胃癌患者与舌像之间的联系。这也正是这个模型突破传统“识图”方式的创新所在。经过西湖大学杨林团队改进的新型诊断模型组合——APINet模型、TransFG模型和DeepLabV3+模型，将视野缩小到了局部，这意味着它们能够更迅速地捕捉到这些细微的差异。

最终，模型将输出一个概率数值标准，即机器判定一幅舌象图像为胃癌的参考数值。成千上万次的自我学习后，再遇到新的舌象图像时，AI模

型就可以生成每张舌象的胃癌概率，为医生提供参考。

“AI+医学影像”的组合，倚赖的是计算机视觉分支中一类经典的人工智能任务——图像处理。也就是说，利用人工智能算法对图像进行分析和处理，让计算机能够像人脑一样，去辨别深藏医学图像中的细微信息。原先，这些重复性和强度高的工作都由医生承担，现在“好学”又“训练有素”的AI能够胜任。

计算机的理解模式是和人类很相似的，不同的是，它们永远不知疲倦。

最近，杨林团队还忙着给AI诊断模型升级。“一方面我们想让AI输出的结果具有‘可解释性’，也就是说当就疹者拿到自己的报告时，不仅仅有患胃癌的概率，我们还从多个方面进行解读，帮助他理解这个结果。”张士川说。

另一方面，他们希望提高模型的稳定性和适应性。“如果一个新的医院需要用我的模型，但模型没有见过这些新的数据，其实是一个非常有挑战的问题。”张士川说，新医院可能存在一些不一样的参数，比如成像环境上有变化，或者图像中的污点，这些都可能对模型性能带来波动。

除了辅助医生进行胃癌诊断筛查，AI还可为的空间还很大。

宫颈癌的病理图像、与血液病有关的血细胞成像……在团队看来，人工智能可以成为人类的另一只“眼”，潜入人类疾病的茫茫深海，求索许多攸关人类生命健康的难题的破译密码。

研究中有广泛的应用前景。例如，可通过活体实验构建壁面剪切应力与管内物质聚集的定量关系，揭示流体动力学参数、大脑血管周围腔体结构以及具体疾病的关联等。

蔡声泽说，如何让人工智能更好地推进科学研究是他近年来的思考重点，这项研究是一个阶段性进展。当前，“人工智能驱动的科学研

究”已成为新的学科前沿，其核心就是借助机器学习在多维问题的表示能力，实现与科学研究的深度融合，帮助人类更加真实、细致地刻画复杂系统的机理，把基本原理以更加高效、实用的方式应用于实际问题中。

解析高海拔宇宙线观测站“拉索”—— 世界屋脊上的 观天阵列

四川稻城海子山，海拔4410米处的一大片圆形区域内，数千个不同类型的探测器紧密有序排列，形成一个巨大的观测阵列，时刻捕捉着来自宇宙深处的信息。

这是以宇宙线观测研究为核心目标的国家重大科技基础设施——高海拔宇宙线观测站“拉索”（LHAASO）。5月10日，“拉索”通过国家验收，将致力于探索宇宙线起源之谜，并通过观测宇宙线探索更多宇宙奥秘。

海拔4410米的观天阵列

“拉索”占地约1.36平方公里。这个巨大阵列的中心位置，是由按“品”字排列的三个大水池组成的水切伦科夫探测器阵列，面积约78000平方米；周围则紧密排列着5216个电磁粒子探测器和1188个缪子探测器；此外还有由18台广角切伦科夫望远镜组成的望远镜阵列。

宇宙线是来自宇宙空间的高能粒子，主要由氢核、氦核、铁核等多种元素的原子核组成，并包括少量正负电子，是人类目前能从宇宙深处获得的唯一物质样本，被称为传递宇宙大事件的“信使”。

“研究宇宙线及其起源是人类探索宇宙的重要途径。”“拉索”首席科学家、中科院高能物理所研究员曹臻介绍，宇宙线被发现110多年以来，相关探索研究已产生数枚诺贝尔奖牌，但依然有众多谜题待解，宇宙线起源被国际物理学界列为“新世纪11个科学问题”之一。

据介绍，观测宇宙线，可以“上天”，用粒子探测卫星寻找；可以“下海”，在水底安装中微子望远镜；也可以“上山”，在高海拔地区搭建观测站。

“在高海拔地区进行地面观测，探测器规模可远大于大气层外的天基探测器。尤其在超高能量宇宙线观测方面，由于样本数量稀少，采用大规模探测器是唯一观测手段。”曹臻说。

作为大型复合探测阵列，“拉索”是继云南东川、西藏羊八井高山宇宙线观测站之后，我国建设的第三代高山宇宙线观测站。经过广泛选址和实地踏勘调研，“拉索”项目最终落户四川稻城海子山。

“拉索”是世界上重要的粒子天体物理支柱性实验设施之一，将助力我国在高能伽马射线天文领域的研究迈向国际领先水平。”曹臻说。

观测性能创三项“世界之最”

得益于世界屋脊的高海拔优势和关键技术突破，“拉索”创造了三项“世界之最”——超高能伽马射线探测灵敏度世界最高，甚高能伽马射线巡天普查灵敏度世界最高，超高能宇宙线能量覆盖范围世界最宽。

宇宙线粒子进入大气层后，会和大气中的原子核发生相互作用，产生许多次级粒子，次级粒子则继续重复同样的过程，产生新的次级粒子，如此多次重复，到达地面时就像下了一场粒子“阵雨”。

“拉索”总工程师、中科院高能物理所研究员何会海说，“拉索”采用四种探测技术，可全方位接收粒子“阵雨”的信息，并开展多变量精确测量。

其中，水切伦科夫探测器阵列用于观测粒子“阵雨”中的次级粒子在水中产生的切伦科夫光，以求发现大量伽马射线源；广角切伦科夫望远镜阵列用于测量粒子“阵雨”的切伦科夫光或荧光；电磁粒子探测器阵列和缪子探测器阵列则分别测量粒子“阵雨”中的次级电磁粒子和缪子含量。

何会海介绍，“拉索”项目团队突破了广角切伦科夫望远镜不能在月夜工作的瓶颈，使有效观测时间成倍增长；发展了大面积、多节点、高精度时钟同步技术；把观测阈能从3000亿电子伏降低到700亿电子伏，大大扩展了观测能力。

向宇宙线起源之谜发起冲击

“我们将向着科学前沿课题——宇宙线起源之谜发起冲击！”曹臻满怀信心。

据介绍，基于超高的探测灵敏度，“拉索”在初步运行期间已取得多项突破性科学成果，包括：在银河系内发现大量超高能宇宙加速器候选天体，记录到人类观测到的最高能量光子，精确测定了标准烛光蟹状星云的超高能段亮度，发现1千万亿电子伏伽马辐射等。

“拉索”面向国内外全面开放共享，目前已有28个天体物理研究机构成为“拉索”的国际合作成员单位。合作组利用“拉索”观测数据开展粒子天体物理研究，同时进行宇宙学、天文学等众多领域基础研究。

截至目前，基于“拉索”项目发表的期刊论文超过200篇，会议论文超过150篇。

“拉索”将成为以中国为主、多国参与的国际宇宙线研究中心，借助高海拔伽马天文、宇宙线的观测优势，成为独具特色、综合开放的科学研究平台。”曹臻说。

（据新华社消息）

让看不见的“力”跃然眼前

通讯员 涵 冰 见习记者 涂佳煜

浙江大学、美国布朗大学和罗切斯特大学的学者合作采用双光子显微成像与物理驱动人工智能方法，对小鼠大脑脑脊液进行了在体观察，实现了其三维流场的可视化测量，呈现出小鼠脑脊液前所未有的精细、关键而丰富的力学信息。

相关研究论文近期发表于《美国科学院院刊》，浙江大学控制科学与工程学院百人计划研究员蔡声泽是论文的共同第一作者。

鸟儿是怎么飞的，鱼儿是怎么游的？蔡声泽博士阶段所在的流体力学和信息科学交叉领域，试图从空气、流水等介质的动力学规律去理解“鹰击长空、鱼翔浅底”的过程，从而为设计新型飞行器提供依据。

“研究过程中，首先要把流体的各种动力学特征测出来。”蔡声泽说，“但许多信息无法直接观察获得，我们要寻找间接的方法。”

一个典型的例子是观察空气的运动。“空气的运动导致了灰尘的运动，所以通过灰尘的运动轨迹可以来反推空气的运动。”蔡声泽说，与这一思路

类似的便是“粒子图像测速”技术。

随后，在美国布朗大学的博士后阶段，蔡声泽尝试将人工智能的方法引入流体力学的研究，他认为，人工智能可以从图像中“算”出藏得更深的信息。

2021年3月，蔡声泽所在的国际联合研究团队在《美国科学院院刊》发文，展示了一项AI驱动的血流图像分析平台：在一个模拟视网膜血管网络的微流控芯片上，AI通过对血流的二维视频分析，准确地预测了微血管中血流的速度、压力和剪切应力等更为“高阶”的血流特征。

“剪切应力是指血流对血管壁的压力，它是评估血管瘤风险指标的关键信息，但现有的技术无法直接测得。”蔡声泽说，他们提出的技术之所以有良好的预测效果，最关键的原因在于他们将流体(血液)本身的物理特征模型作为约束条件加入到AI的算法中，让图像与AI的结合更精准地拟合实际情况。

3个月前，课题组收到一封来自美国罗切斯特大学的邮件：“你们的方

法，可以用到在体观察脑脊液方面吗？”

脑脊液是包裹在大脑血管周围的一种近似水的液体，素有“大脑淋巴系统”之称，大脑的废物清除和营养物质输送功能依赖于脑脊液的流动。

罗切斯特大学的科研人员发来一段视频，他们已经使用最为先进的双光子显微成像技术和粒子跟踪测速方法，以较高分辨率测量了活体小鼠大脑脑血管周围脑脊液的流动速度。在蔡声泽看来，这封邮件为他们尝试AI与成像技术在活体观察中的“联手”提供了绝佳的契机。

为了获得更为精确的机理建模，蔡声泽研究员与美国布朗大学、罗切斯特大学学者合作，将物理先验与神经网络相融合，以数据和物理驱动的人工智能方法实现对活体小鼠大脑脑脊液的三维流场可视化测量，首次在活体实验中还原高分辨率的速度、压力、剪切应力等关键动力学参数。

这一AI+成像技术的“超级成像”法对刻画体内生物流体的流动机理有重要价值，在大量心脑血管疾病