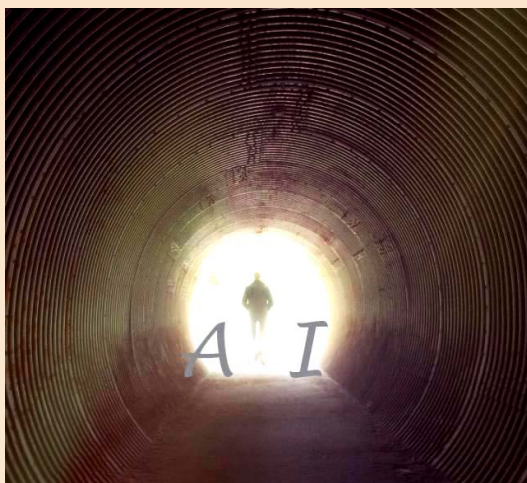


前沿 | FRONTIER

# AI 在医疗健康领域 应用前景

● 文 / 时占祥 梁虹  
(全球医生组织北京代表处)



AI 是什么？是时间隧道的那一个尽头。进去之前，也许你什么都看不清楚、想不明白。我还是义无反顾地进去了...

期望健康长寿是每个人的心愿，也是科学家和工程师致力于将 AI 技术应用于医疗健康领域的动力所在。相对于金融、运输和零售业等领域，AI 在医疗健康领域研发最少。美国德克萨斯大学副校长 Lynda Chin 教授说过“人类大脑的容量是有限的，与日俱增的患者数据和爆炸式信息增长，让医生无法跟上医学知识发展的步伐，AI 将成为辅助医生提高认知能力的最佳工具和手段。”

在医疗健康领域，AI 应用并不是最近才兴起的。上世纪 70 年代，斯坦福大学专家们就发明了世界上第一个医用 AI 专家系统 (MYCIN)。这是一

款辅助医生对住院患者进行感染菌诊断和抗菌素药物筛选的专家系统。当时的网络通讯和电子病历系统未能使 MYCIN 系统得以普及应用。但该 AI 专家系统建议的治疗方案可接受度为 69%，比大部分同一参考标准给出治疗方案要智慧得多。

随着科学技术进步，在医疗健康领域已有不少 AI 应用成功案例，譬如：新药研发、辅助疾病诊断、健康管理、医学影像、临床决策支持、医院管理、便携设备、康复医疗和生物医学研究。我们归纳梳理一下。

## 新药研发

新药研发的痛点是周期长，平均为 10 年；费用高，每款新药研发费约 15 亿美元；成功率低，约 5000 种候选化合物中才有 1 种能进入 II 临床试验。结合 AI 技术的药物研发将会显著提高研发效率并降低成本。目前，在药物研发中，AI 应用于包括药物挖掘、新药安全有效性预测、生物标志物筛选等。

药物挖掘是 AI 应用最早且进展最快的领域。通过计算机模拟，可以对药物活性、安全性和副作用进行预测。目前，已经涌现出多家 AI 技术主导的药物研发企业。借助深度学习，在心血管药、抗肿瘤药、孤儿药和常见传染病治疗药等多领域取得了新突破，也吸引了许多风投机构青睐。例如，硅谷的 Atomwise 公司通过 IBM 超级计算机，在分子结构数据库中筛选治疗方法。利用强大的计算能力，评估出 820 万种候选化合物，而研发成本仅为数千美元，研究周期仅需要几天时间。2015

年，Atomwise 基于现有的候选药物，应用 AI 算法，不到一天时间就成功地寻找出能控制埃博拉病毒的两种候选药物，以往类似研究需要耗时数月甚至数年时间。

2016 年 10 月，美国政府研究部门与“博格健康”制药公司合作，利用 AI 技术进行早期侵入性乳腺癌生物标记物筛选。与常规新药研发流程相反，该项目从数据开始，通过数据识别未知亚型和已知亚型的药物靶点。该项研究有望为通过血液筛查乳腺癌提供帮助。

2015 年，谷歌公司联合斯坦福大学 Pande 实验室，发表了用大规模多任务神经网络做药物发现的论文。该研究利用基因组学、蛋白质组学信息研究药物功效和副作用。实践表明，基于海量数据信息，通过深度学习预测药物对不同疾病功效的准确率得到了显著提升。

## 辅助疾病诊断

实际上，诊断就是数据分析过程，从基因序列到影像图片分析，病人会产生大量数据，机器学习应需而生。通过 AI 分析技术与机器学习相结合，极大地提高了医疗服务质量和预后。

临床上，常规病理诊断方法需要大量人力成本，结果仍然缺乏质量保证。在 AI 基础上开发的病理诊断方法更加精确和具有可预测性。许多医疗机构正在尝试利用图像识别技术辅助癌症诊断。这方面已有一些成功案例，如 OCT 扫描（光学相干断层成像术）技术自 20 世纪 90 年代应用于临床眼科，目前已经成为眼部疾病辅助诊断的重要工具。谷歌公司正在致力于用深度学习的图像识别技术辅助医生识别 OCT 扫描结果，特别是糖尿病视网膜病变和与年龄相关的视网膜黄斑变性。

2011 年，斯坦福大学的 Daphne Koller 教授

发表论文，用机器学习分析影像学结果中检测乳腺癌变组织，甚至预测患者预期寿命，在测试范围内，该算法的准确率已超越了人的预知。

被《MIT 科技述评》评为全球最智慧的 50 家公司之一 Enlitic 公司，他们利用 AI 辅助影像诊断，借助深度学习，从海量数据中不断获取诊断特征点。在公共数据集上运用图像识别算法对肺部 CT 结果进行测试的结果表明，该项技术对肺癌的识别准确率比放射科专家高 50%。

Enlitic 公司还通过人机协作来提高病理诊断的高效和精确性。例如，在乳腺癌前哨淋巴结转移诊断中，基于 AI 计算系统的误诊率为 7.5%，有经验的病理学家对同一组 HE 染色切片的误诊率为 3.5%，当将 AI 系统与病理学家相结合后，误诊率进一步降至 0.5%，近乎达到了完美无误。

Enlitic 公司另外一项技术是应用深度学习进行骨骼损伤检查，AI 系统从 X 光片中能够自动识别出骨骼损伤的部位和程度。

AI 技术也能为基因治疗提供帮助。Deep Genomics 通过遗传信息和临床诊断大数据分析发

现遗传信息与疾病的相关性。人类基因组学之父 Craig Venter 教授创立的“人类长寿”项目，能够为个体提供完整的基因序列，从而进行癌症风险早期预测和评估。

## 辅助治疗

AI 技术还可以用于辅助临床决策。例如选择合适的用药剂量，制订安全有效的个体化治疗方案，其中最成功的辅助治疗案例是 IBM Watson 在肿瘤辅助治疗方面的应用。Watson 提供的肿瘤治疗方案能够汲取海量信息，包括 3000 多份医学期刊、200 余种教科书以及近 1500 万页文字。同时，IBM Watson 还吸收了美国综合癌症网络发布的临床指南。Watson 能在几秒内筛选数十年的 150 万份患者病历和治疗效果，为医生提供可选择的循证治疗方案。IBM 公司的 Medical Sieve 技术与 Watson 系统相结合，使原本仅擅长从文本信息中进行自我学习的 Watson 系统具有医学图像高速处理和分析的能力。

除了辅助临床诊疗决策，Watson 系统也可以为医学生和医护人员提供医术帮助。Watson 的治疗方案就是教学课件，另外也可在沃森问答过程中学习到最新医疗知识，也能知道医生通过考虑哪些因素而选择某一项治疗方案。对患者而言，Watson 能够提升患者自身教育和患—医之间的沟通效率。

目前，全球癌症治疗领域排名前三的医院都在应用 Watson 系统。2016 年 8 月，IBM 宣布在国内中山大学附属肿瘤防治中心、中国医科大学附属第四医院等 21 家国内医院应用该 AI 系统。IBM 公司和东京大学医科学研究所利用 Watson 对日本患者的数据进行分析，并筛选适合患者治疗方案。如果能在日本取得研究成果，将有望应用于亚洲人癌症治疗。

2016 年初，谷歌公司成立了 DeepMind Health 部门，该部门长期目标是为临床医生提供工具，辅助处理庞大的信息流。与英国国家医疗服务体系 NHS 合作，利用 AI 技术辅助临床决策研究，开发了 Streams 软件，这是一个针对急性肾损伤高风险人群的预警系统，在 Streams 辅助下，医生能在几秒钟时间查看存在急性肾脏损伤风险病人的验血结果，优化治疗方案。另外，DeepMind 与 NHS 合作开展了一项利用深度学习开展头颈癌患者放疗方法的研究，利用深度学习探讨减少放疗的副作用。对头颈部癌症做放射性治疗时，需要准确定位病变部位，避开健康组织，以避免射线对健康组织产生的破坏，这项技术被称为智能分割。而 DeepMind 的目标是在 CT 和核磁扫描成像上运用这项技术，利用深度学习提高分割准确率和速度，在不降低准确率前提下，提高分割的效率。

BergHealth 是一家利用大数据协助病人管理的公司。AI 系统针对以往大量的诊断数据及患者体征资料，通过对成功疗法的分析，结合人工智能，为其他患者提供诊疗方法参考，甚至生成新的疗法。

AI 系统能够预测药物之间相互作用。例如，哥伦比亚大学研究组利用机器学习算法研究发现头孢曲松和兰索拉唑混合使用可导致心率紊乱。而微软公司 Hanover 医用机器学习预测药物有效性，为患者制定个性化治疗方案。

## 健康管理

情感识别是 AI 一个热点领域。该领域已经衍生出了很多优秀技术，从语言、表情、语音中识别人的情感和情绪。Ginger.IO 和 Mobile Therapy 公司通过挖掘用户智能手机数据来发现用户精神健康的微弱波动。例如，Ginger.IO 能够通过收集手机数据，推测用户生活习惯是否发生了变化，根据用户习惯来主动对用户提问。当情况变化时，会推送报告给身边的亲友甚至医生。Affectiva 公司的一项技术通过手机或电脑摄像头实时分析人的情绪。

人工智能也可用于识别疾病风险和降低风险的措施。为个体设计个性化的健康管理计划，通过个人健康档案数据分析建立个性化健康管理方案。例如，风险预测分析公司 Lumiata 的核心产品风险矩阵（Risk Matrix）能够为个体绘制患病风险随时间变化的轨迹。2016 年，在消化疾病周上一项研究结果显示，研究人员应用唾液分析、患者问卷调查的横断面数据和人工智能分析工具，预测食管癌的发生风险。Ayasdi 主要用于病人风险评估、降低再住院率。

Welltoks 公司关注个人健康管理和提升生活质量。成立于 2015 年的碳云智能科技有限公司

（iCarbonX）计划建立一个健康大数据平台，运用 AI 技术进行数据挖掘和机器学习，帮助人们健康管理，腾讯公司 2016 年 4 月投资了 iCarbonX 公司 1.5 亿美元，可预见未来发展的前景无限。

Alme Health Coach 能通过 AI 技术评估慢病病人的整体状态，协助慢病病人规划日常生活。它以一位“虚拟护士”身份出现，通过了解病人饮食习惯、锻炼周期、服药习惯等个人生活习惯，经过 AI 技术进行数据处理，对疾病整体状态给予评估，并建议个性化健康管理方案，帮助病人规划日常健康安排，监控睡眠，提供药物和测试提醒，甚至可以反向推导出病人不依从建议的心理根源。该 AI 系统以一种全自动化方式帮助慢病患者改变不良习惯，养成更健康的生活方式，能够无缝融入病人的生活中，其 AI 系统能够与可穿戴设备、智能手机、电子病历等进行功能整合。

Molly 是 Sense.ly 推出的一款“虚拟护士”，能帮助患者更好地接受治疗。AI 系统能以机器学习方式不断更新慢病患者的情况，并给出个性化护理建议。此外，还有一些辅助用药管理的 AI 应用，如 AiCure 能够通过智能手机摄像头及人工智能技术确认病人的服药依从性。

## 康复医疗

最近，《新英格兰医学杂志》报道了全球首例接受“皮质电图机”Electrocorticograph (ECOG) 治疗的患者。该患者为一名 58 岁女性，这种设备被植入到患者大脑组织里，可以捕获到想象肢体运动而触发的微弱生物脉冲电信号，然后经过放大后，再传输到置于胸前的另一个微型可穿戴设备上。经过反复训练，患者用仅存的眼球肌肉运动来传递“大脑—微机”指令，以恢复她所失去的四肢运动功能。该智能化设备还具有学习功能，不断完善自我。直到患者能够完全把控调节室温、开关电视等等简单、却是必需的家庭生活刚需。

《科学：转化医学》刊登了美国匹兹堡大学的首次意念感知智能机器人人体临床试验。科学家们第一次实现了意念感知机器人手臂，利用植入大脑的特殊芯片，让患者的意念通过智能机器人手臂感觉周围环境，并且反馈触摸感再链接回到大脑意识中来。人工智能研究的核心问题是让机器人手臂有触觉，并且试验者可以意念控制或接受反馈感觉。在试验测试中，研究人员将试验者眼睛蒙上，然后通过各种方式来触摸智能机器人手臂，试验者不仅感触到，而且还能判断出绝大多数的测试（成功率 84%）。



## 互联网 + 医疗

如果觉得身体有些不适，是选择去医院看病，还是有更简便方法？人工智能健康咨询系统能够实现这一点。一家硅谷创业公司希望将人工智能带入医疗咨询行业，用智能聊天机器人来为用户提供医疗健康的专业咨询。

英国 Babylon Health 公司开发的在线就诊 AI 系统，能够基于用户既往病史与用户和在线 AI 系统对话时所列举的症状，给出初步诊断结果和具体应对措施。此外，该 AI 系统还能提醒用户定

时服药，并实时监测用户的身体状况。这样的解决方法能将病人就诊时间缩短数倍，实现医患资源的合理配置。该 AI 系统的核心技术是自然语言处理和深度学习，前者用于识别患者语音症状描述，基于疾病数据库、患者体征数据库和外部环境数据库的海量数据分析，利用深度学习技术，提供医疗护理建议、预测疾病发生的类型、概率和程度，该公司获得了 Google 的 DeepMind 的投资。

## 便携设备

目前，可穿戴设备和移动医疗设备大多只能检测脉搏和血压等简单生命指标，被动地提醒患者何时吃药，但无法主动监测和记录患者行为、环境和风险因素，并给出预防措施和建议。AI 技术与这些应用相结合，能够提供个性化的实时健康预警反馈与建议，监控个体行为，实现健康管理的目标。

Butterfly 正在研发一款可嵌入手机或平板电脑中、价格低廉的超声波扫描设备——电容性微型机器制作的超声波换能器（CMUTs）。将该设备贴在胸、腹部，即可对内脏进行超声波扫描成像，然后利用人工智能技术进一步识别心脏骤停、异位妊娠等可能突发情况。

Cyrcadia 公司发明了一款可以检测乳腺癌的智能内衣，这款内衣内置温度传感器，可长期监测温度变化，且传输给计算机数据平台，识别是否有癌变的可能。目前，该设备正在等待美国 FDA 上市审批。

谷歌公司正在开发一款智能隐形眼镜，通过泪液测量携带者的血糖水平。将可穿戴设备和人工智能结合的公司如雨后春笋，或许未来将会有一批人工智能的医疗设备或配件，像现在的电子血压计一样普及到我们每个人的家庭中来。未来的个人健康和疾病管理与人工智能技术应用必然密不可分！

## 医院管理

在医院里，人工智能技术可用于优化医疗服务流程和资源配置，通过数据分析提高医护效率和质量，降低医疗成本。例如，医疗实时分析平台 Analytics MD 通过机器学习和数据分析，能够协助医院管理人员进行有数据支撑的管理决策，利用实时分析平台 saas 得出辅助性意见。

在沃尔特里德医学中心，退伍军人事务部

使用人工智能系统进行疾病并发症的预测，提高了严重战伤治疗效果，同时也降低了医疗成本。Zephyr Health 能够评估药物或产品在某个地区的受欢迎程度，医院和保险公司据此预测分析药物销售情况。

爱因斯坦 II 人力资源解决方案主要用于灵活调度关于人口普查、员工可用性和历史数据，提

高现有劳动力资源效率。它采用云计算方案，不需要购买额外硬件和服务空间，数据实时更新，能够了解到所有医院员工的工作状态，整个系统以医院调度规则为基础，同时也考虑到临时调度需要。因此，能够确保大多数情况下人员调配的合理性。此外，爱因斯坦 II 系统还能作为分析工具，利用其拥有的人工智能引擎，从既往行动中提取有效的“行动”和“模式”，从而决策当前和未来的选择。此外，医疗票据隐藏着大量就诊信息。在荷兰，97% 的医疗票据可以被轻松检索出来，Zorgprisma Publiek 公司使用 IBM Watson 云端服务分析票据信息，指出医生是否因为在诊断特定疾病时总是采用某种药物疗法而导致疗效不佳。

其次，应用 AI 系统可进行并发症预测和预防

性治疗。约翰霍普金斯大学、维也纳医科大学的实践验证了效果。在维也纳医科大学，人工智能监测院内感染项目由一系列数据流模型评估来完成，主要监测医院内获得性感染（NIIs）的细菌衍生与传播情况。医院或院内获得性感染是住院患者常见并发症。而医院病人健康档案的电子化允许机器人自动识别和监控 NIIs 状况。根据欧洲监控系统标准开发了一个基于模糊知识系统 Moni，用于识别和监控重症监护病房 NIIs 的实时变化，包括利用医学知识包（MKPs）来确认和监测血液中各种感染，比如肺炎、尿路感染以及中心静脉导管相关的感染病例。

另外，人工智能技术能够应用于确定病人的随访计划、决定是否暂停或执行下一个检查，以减少病人的创伤、辐射量和医疗费用等。

## 精准医疗

机器学习和神经网络在医疗健康大数据分析与应用领域具有巨大潜力。对电子健康档案数据的分析将在精确医学和癌症研究中发挥重要作用。人工智能支持生物信息技术在组学数据（基因组

学、蛋白质组学、代谢组学等）研究中的风险评估，例如，全基因组关联分析和基因测序，有望将个性化医疗和精准医疗概念带入现实。

## 生物医学研究

人工智能系统能够协助科学家阅读文献、查询专利、提高理论和以往观察结果的拟合度、形成可验证的假设、利用 AI 系统和模拟技术进行实验研究、开发新的设备和软件。例如，2015 年，《PLOS 计算生物学》杂志报道，美国塔夫斯大学研究者利用 AI 技术破解了困扰科学界 120 年之久的难题——研究涡虫被切开后如何再生为新个体。AI 技术第一次不需要人类的帮助，独立发现了一个新的科学理论。这表明在生物医学研究中，人工智能不仅对实验中产生的大数据进行挖掘，也能分析复杂数据背后的原理。

人类思维模式趋向于快思维（fast

thinking）捷径，具备从少数样本、数据和碎片化信息中迅速得出普遍性结论的本能。但这种天赋并不适用于癌症和阿尔兹海默症等复杂疾病现象。深度学习则擅长识别潜在的模式和细节之间的联系。例如，基因型和表现型之间的联系是一个复杂的问题，若要挖掘两者之间的关联，需要建立能够处理生物学内生的复杂因果关系的运算模型。生物医学领域对深度学习在基因组关联分析中的应用抱有厚望。如科研人员正在研究基因协同致死作用（synthetic lethality），这方面的研究也是癌症靶向治疗的关键。科技