



深度学习技术在医疗健康行业的新进展

主讲人：斯坦福大学电子工程系博士 宫恩浩

深度学习广泛应用于各个领域中

从自动驾驶、阿法狗，到基于深度学习的药物设计、疾病检测，深度学习无处不在



深度学习为医疗健康行业带来变革

临床检测
医学影像



基因组学
个性化医疗

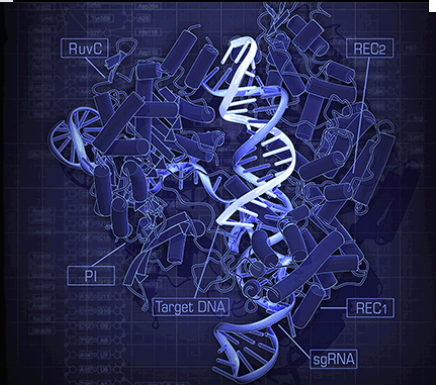


移动医疗

电子病历
管理分析



药物发展



深度学习为医疗健康行业带来变革

临床检测
医学影像



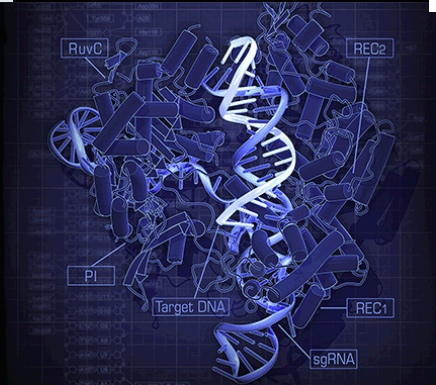
基因组学
个性化医疗



移动医疗



电子病历
管理分析



药物发展



深度学习在临床检测及医学影像中的应用

深度学习可以应用到医疗临床检测与诊断各个环节中

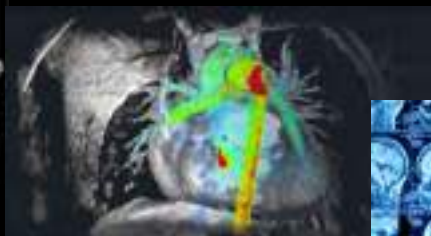
医学检测采集



检测结果
医学图像



医学影像处理



医学影像分析



病变区域检测



辅助疾病诊断



治疗与愈后



深度学习在医疗检测/医学影像中的应用

深度学习可以应用到医疗临床检测与诊断各个环节中

- 智能诊断是普遍认为的热点
- 但它其实只是深度学习/人工智能的临床应用的一部分
- 各个环节相辅相成

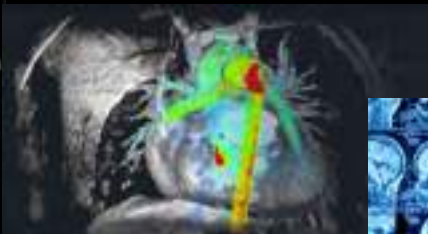
医学检测采集



检测结果
医学图像



医学影像处理



医学影像分析



病变区域检测



辅助疾病诊断



治疗与愈后



深度学习在医疗检测/医学影像中的应用

深度学习可以应用到医疗临床检测与诊断各个环节中

- 优化临床检查

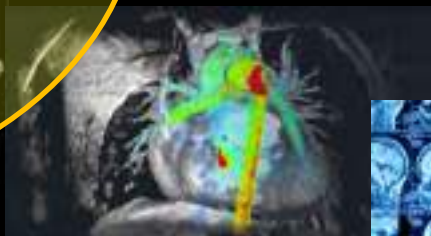
医学检测采集



检测结果
医学图像



医学影像处理



医学影像分析



病变区域检测



辅助疾病诊断



治疗与愈后



深度学习在医疗检测/医学影像中的应用

深度学习可以应用到医疗临床检测与诊断各个环节中

- 提高医学影响效率与质量

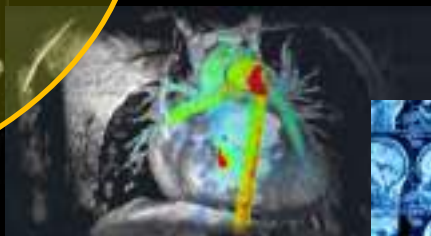
医学检测采集



检测结果
医学图像



医学影像处理



医学影像分析



病变区域检测



辅助疾病诊断



治疗与愈后





深度学习在医疗检测/医学影像中的应用

深度学习技术提高医学影像效率与质量

- 基于高倍降采加速医学影像



Learning a Variational Network for Accelerated MRI
Hammernik et al. ISMRM 2016 (1098), ISMRM 2017 (644, 645, 687)

The diagram shows a Variational Network (VN) for accelerated MRI reconstruction. It starts with an input u^0 and passes it through a series of contracting paths (CD) to produce u^T . The network is trained to minimize the reconstruction error $\lambda^T (Au^T - f)$. The network consists of several layers of contracting paths (CD) and reconstruction paths (R). The reconstruction paths are trained to reconstruct the full-sampled image from the down-sampled data.

Chen 2015, arXiv:1704.00447

a Sensor: Conventional Reconstruction Chain (Circ, Cartesian MRI, Variable MRI, F1-F4, 2D/3D/4D, k-t, etc.) → Image

b AUTOMAP Reconstruction

c Complex sensor data → FC1 (2n²) → FC2 (n²) → FC3 (n² + n²) → C1 (m₁ × n × n) → C2 (m₂ × n × n) → Image (n × n)

Legend:

- Contracting Path+Concat
- 3x3 Conv+BN+ReLU
- 2x2 Pooling
- 2x2 ConvT
- 1x1 Conv



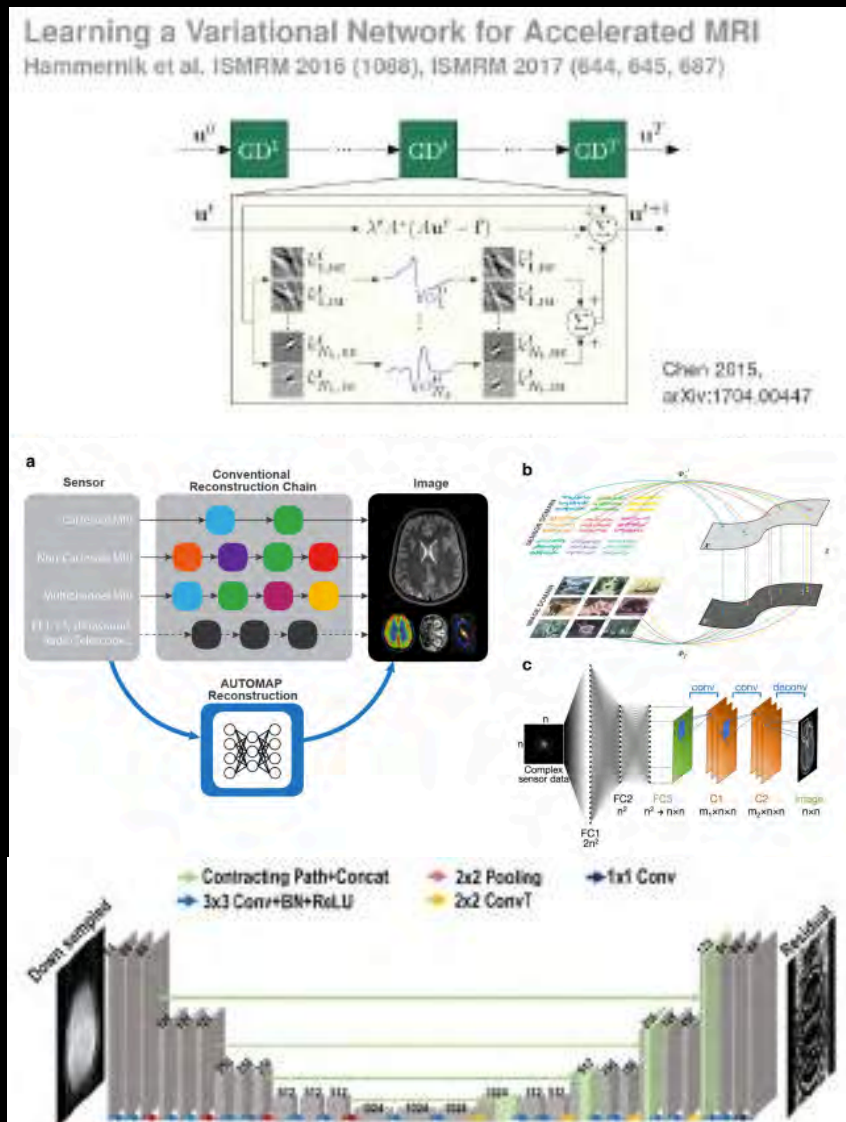
深度学习在医疗检测/医学影像中的应用

深度学习技术提高医学影像效率与质量

- 基于高倍降采加速医学影像



- 通过重建算法完善未采集的信息、提高影像质量
 - 传统算法：迭代优化，压缩感知
 - 新思路：利用深度学习得到高质量图像
- 结合深度学习技术：CNN，RNN，GAN

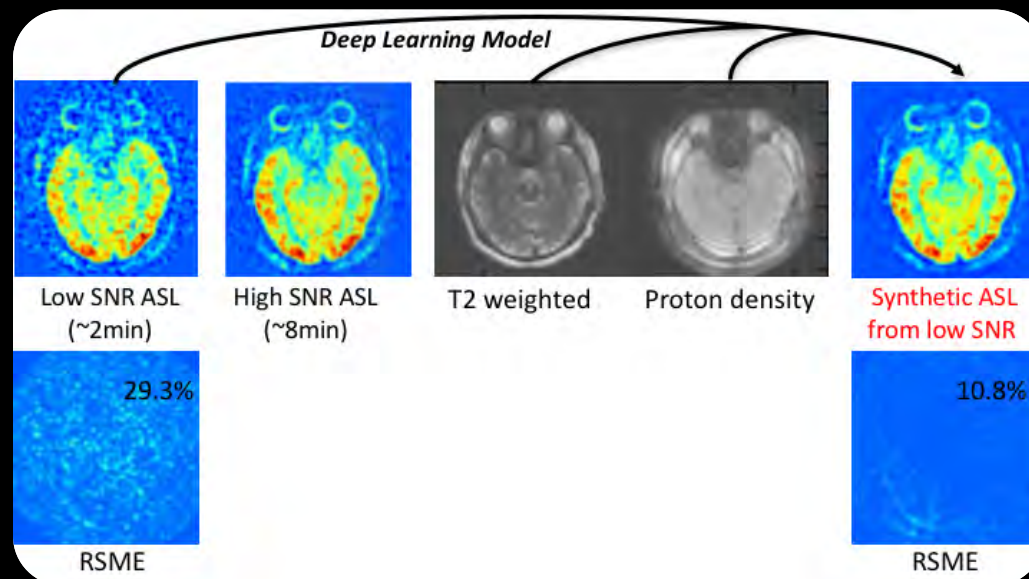




深度学习在医疗检测/医学影像中的应用

深度学习技术提高医学影像效率与质量

- **提高图像质量：降噪、高分辨率成像**
 - 8分钟脑部检查加快到1-2分钟(MRI)
 - 应用：快速检查（脑卒中等应用）
- 提高图像质量：低放射性、低剂量成像
 - 减小200倍放射性(CT/PET)
 - 应用：低风险筛查（癌症）

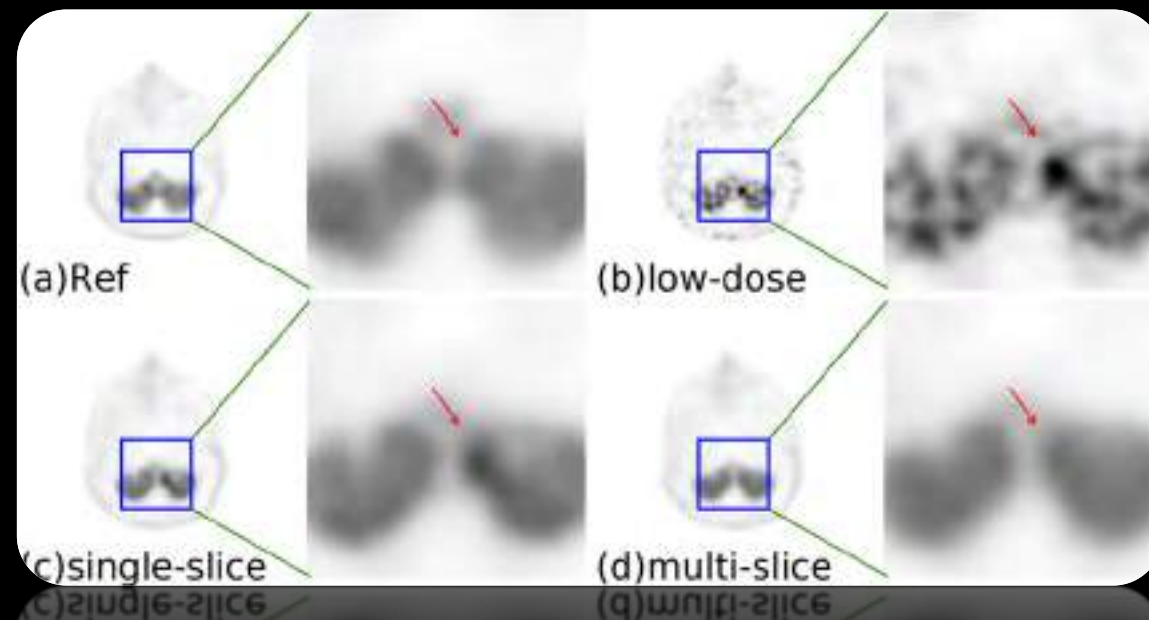




深度学习在医疗检测/医学影像中的应用

深度学习技术提高医学影像效率与质量

- 提高图像质量：降噪、高分辨率成像
 - 8分钟脑部检查加快到1-2分钟(MRI)
 - 应用：快速检查（脑卒中等应用）
- **提高图像质量：低放射性、低剂量成像**
 - **减小200倍放射性(CT/PET)**
 - **应用：低风险筛查（癌症）**



深度学习在医疗检测/医学影像中的应用

深度学习可以应用到医疗临床检测与诊断各个环节中

- 智能图像分析与病变检查
- 智能诊断

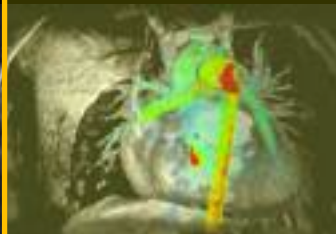
医学检测采集



检测结果
医学图像



医学影像处理



医学影像分析



病变区域检测



辅助疾病诊断



治疗与愈后

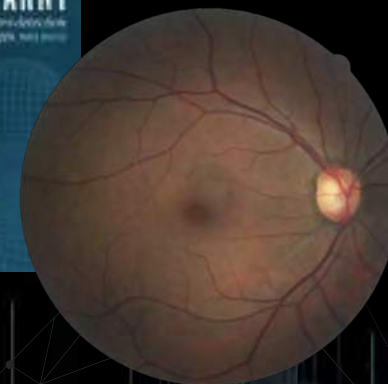
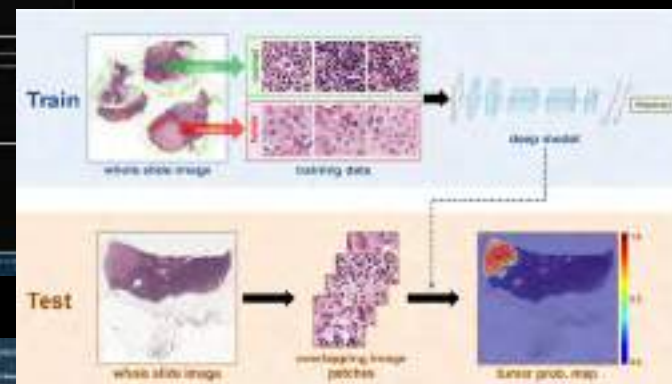




深度学习在医疗检测/医学影像中的应用

深度学习技术智能病变检测

- 肺癌肺结节检测
- 病理片检测
- 乳腺癌检测
- 皮肤癌检测
- 视网膜病变检测

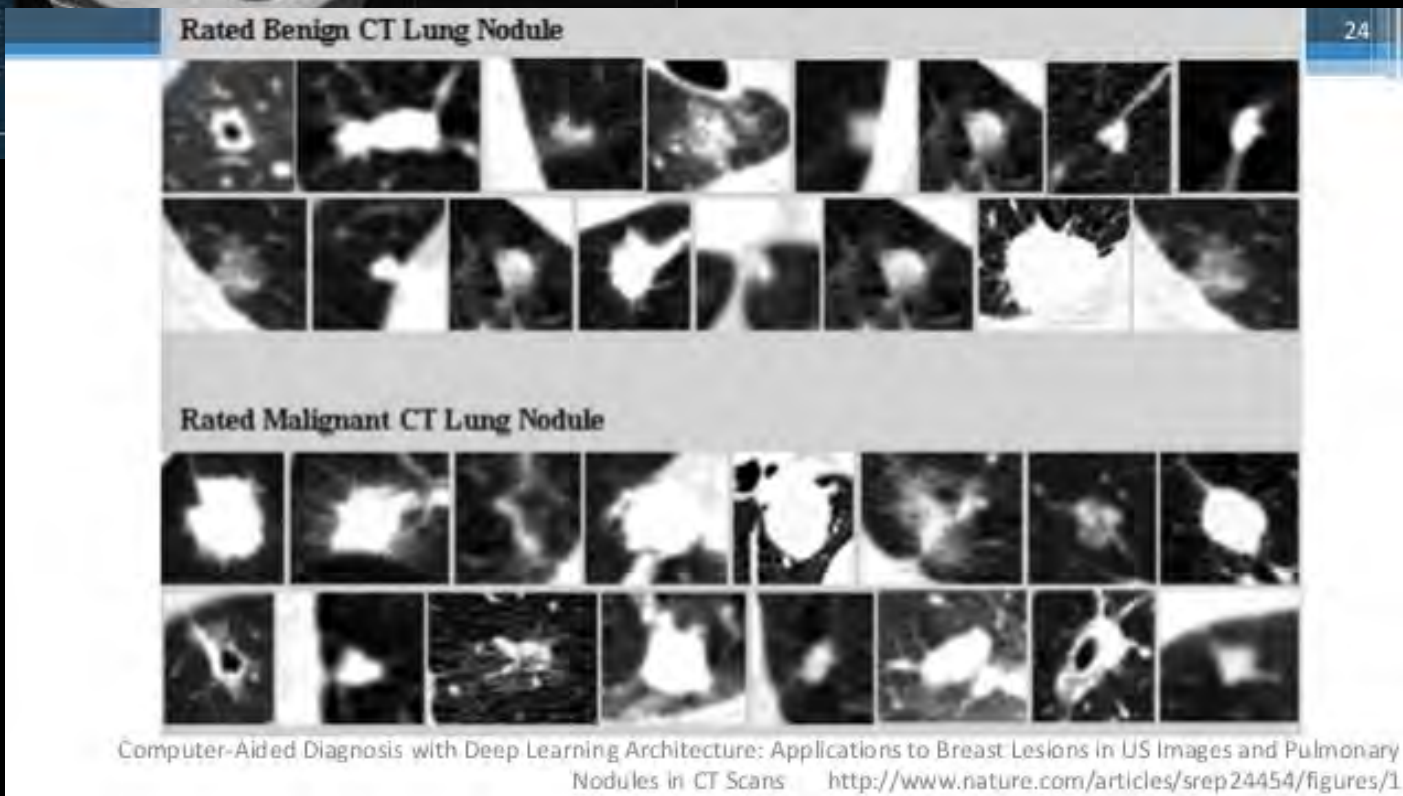




深度学习在医疗检测/医学影像中的应用

深度学习技术智能病变检测

- **肺癌肺结节检测**
 - 物体检测定位
 - 物体分类
 - 深度学习优势体现



深度学习在医疗检测/医学影像中的应用

深度学习可以应用到医疗临床检测与诊断各个环节中

- 智能治疗规划与预测

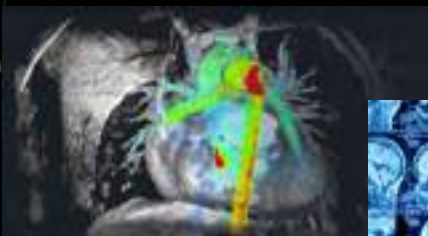
医学检测采集



检测结果
医学图像



医学影像处理



医学影像分析



病变区域检测



治疗与愈后

辅助疾病诊断

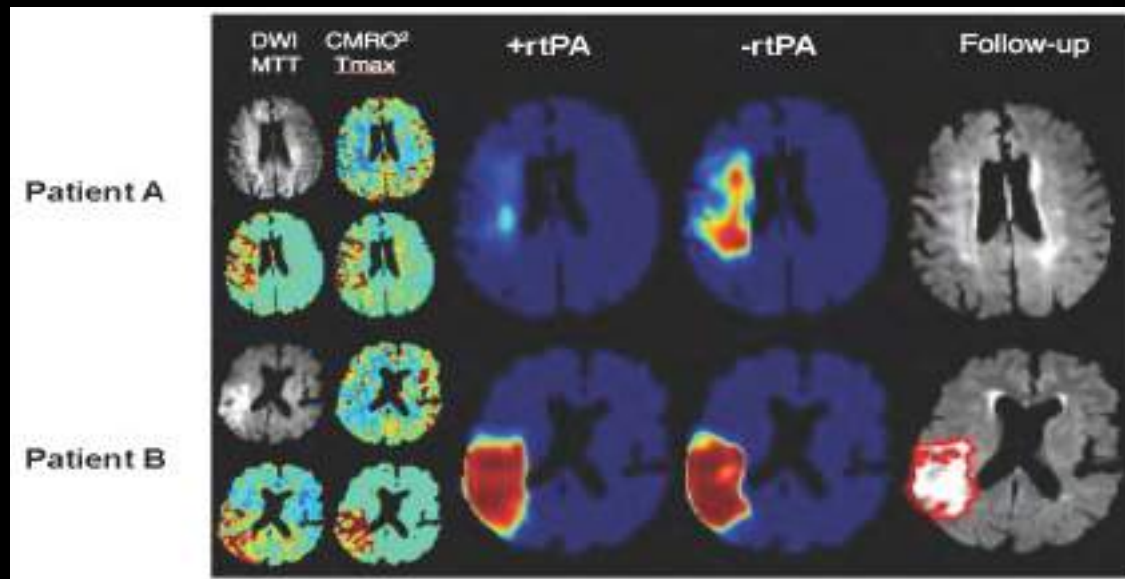




深度学习在医疗检测/医学影像中的应用

深度学习技术推动治疗方案支持

- 通过数据推测治疗效果：
 - 应用：脑卒中治疗策略效果预测
 - 预测静脉溶栓对缺血性脑卒中治疗效果
 - 优化医疗策略
 - 避免过度医疗
- MICCAI 2017 比赛
 - 预测未来90天影像病变区域和病症

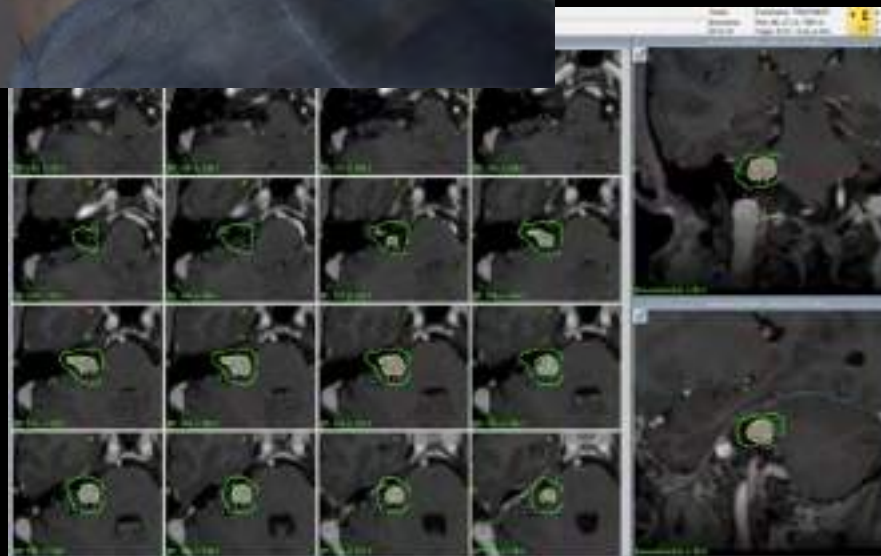
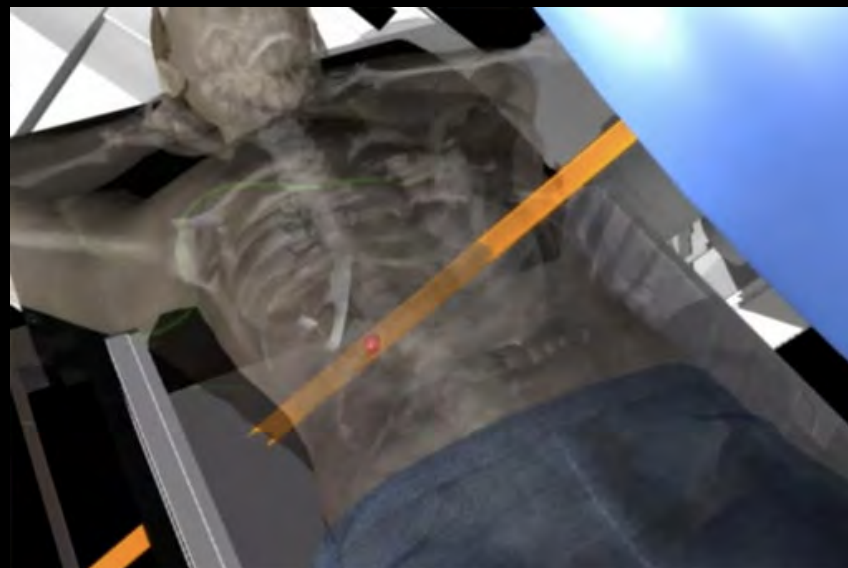




深度学习在医疗检测/医学影像中的应用

深度学习技术推动治疗方案支持

- 肿瘤治疗规划
 - 通过深度学习求解逆问题
 - 实时追踪更新参数
- 医学领域中的**精确制导**



深度学习为医疗健康行业带来变革

临床检测
医学影像



基因组学
个性化医疗



移动医疗

电子病历
管理分析



药物发展

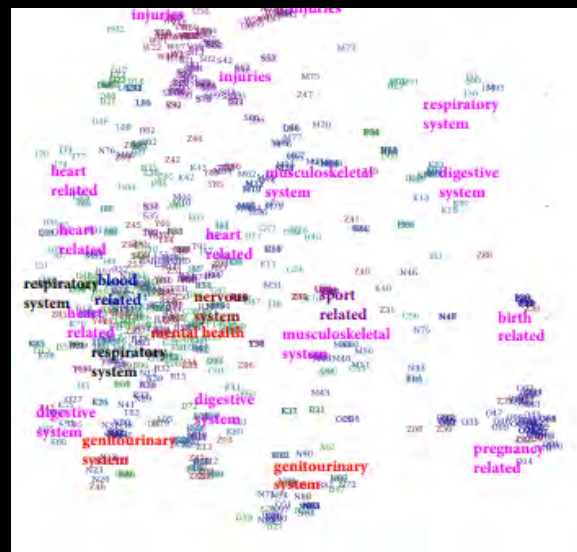
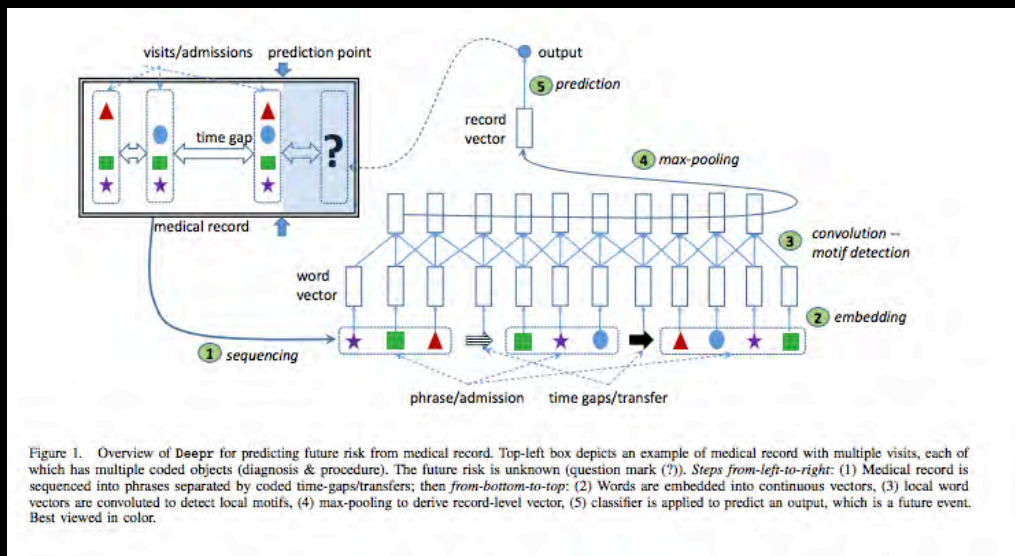




深度学习在电子病历中的应用

深度学习分析电子病历

- 应用：利用电子病历和深度学习预测再住院概率
 - 独特的自然语言学习数据

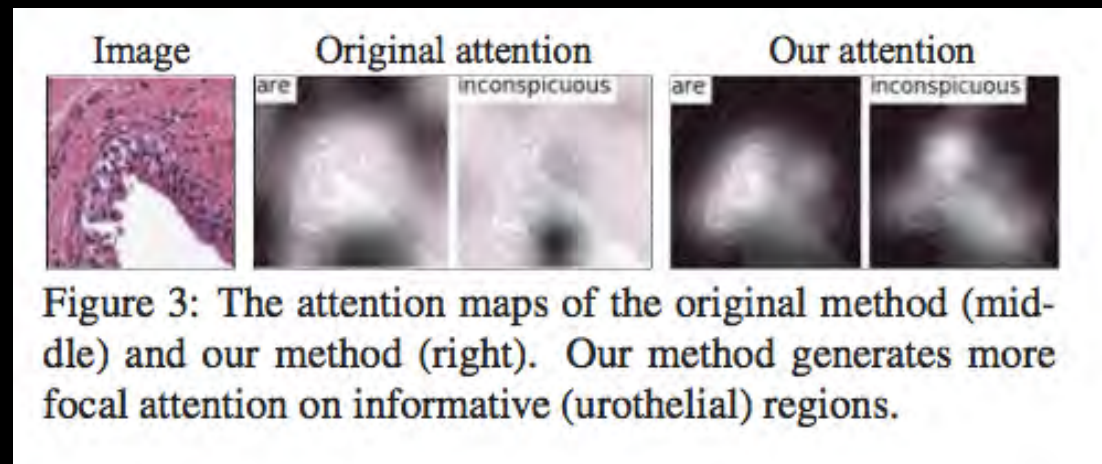
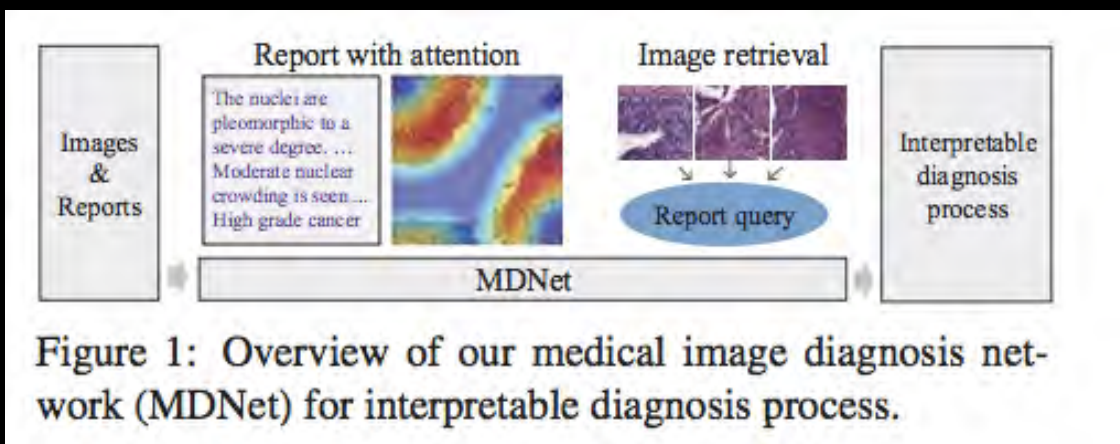




深度学习在电子病历中的应用

深度学习分析电子病历

- 应用：(MDNet, CVPR2017) 自动化病历描述
 - 智能化电子病历
 - 通过半标注数据理解医学数据



深度学习为医疗健康行业带来变革

临床检测
医学影像



基因组学
个性化医疗

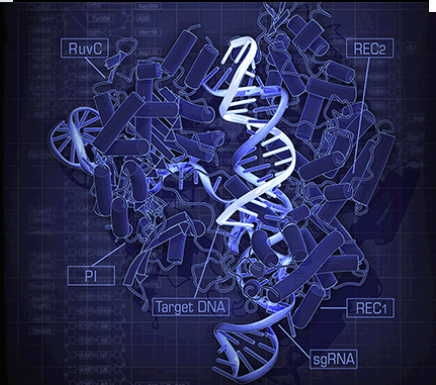


移动医疗

电子病历
管理分析



药物发展

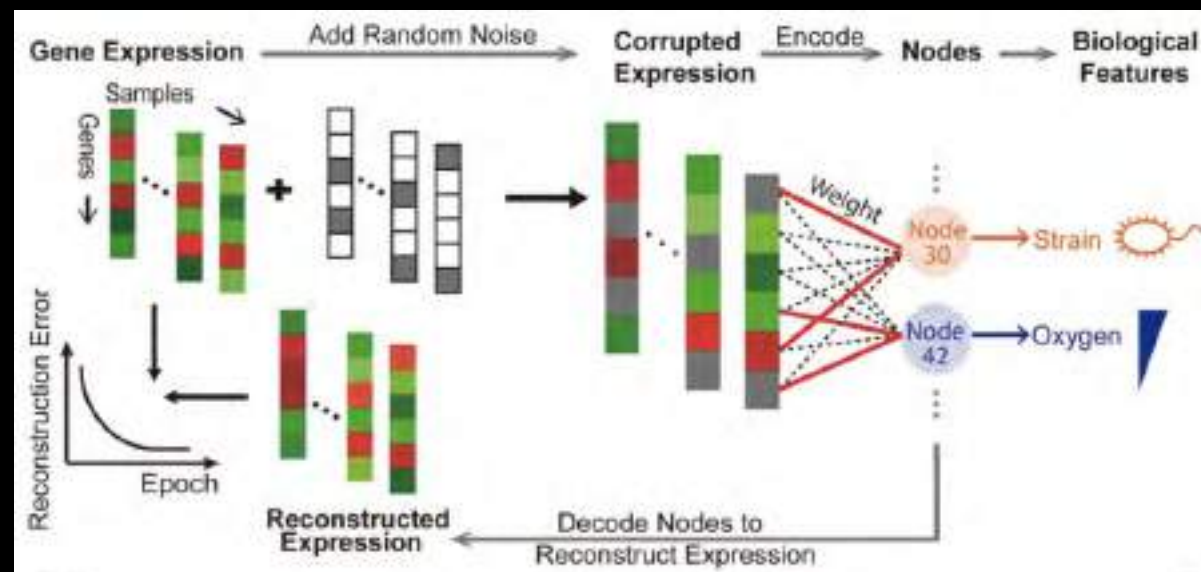
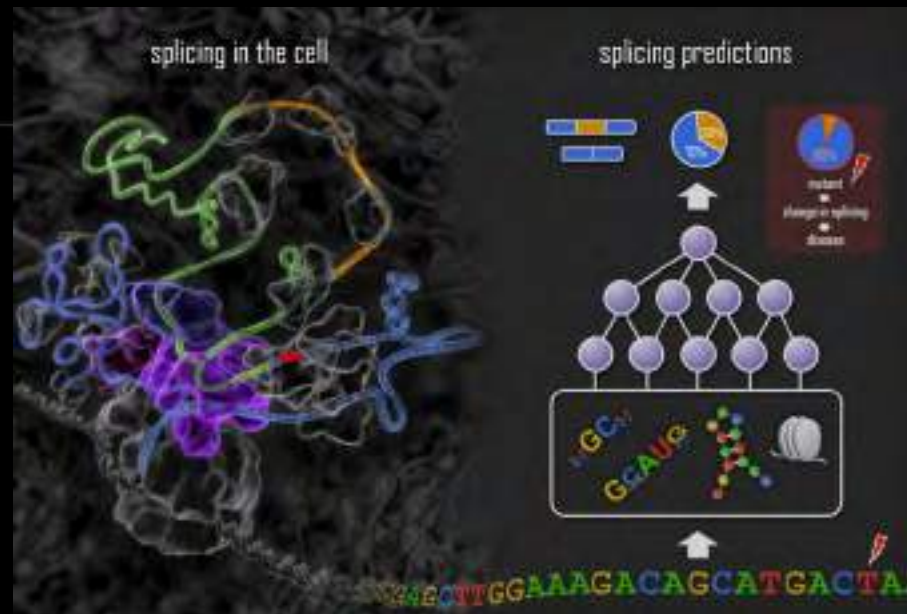




深度学习在基因组研究中的应用

深度学习技术推动基因组学研究

- 提高DNA测序准确率与效率
- 预测基因表达
 - 基于DAE得到基因的表达特征
- 预测基因增强和调控区域
- 预测基因结合方式
- 预测非编码RNA



深度学习为医疗健康行业带来变革

临床检测
医学影像



基因组学
个性化医疗



移动医疗



电子病历
管理分析



药物发展





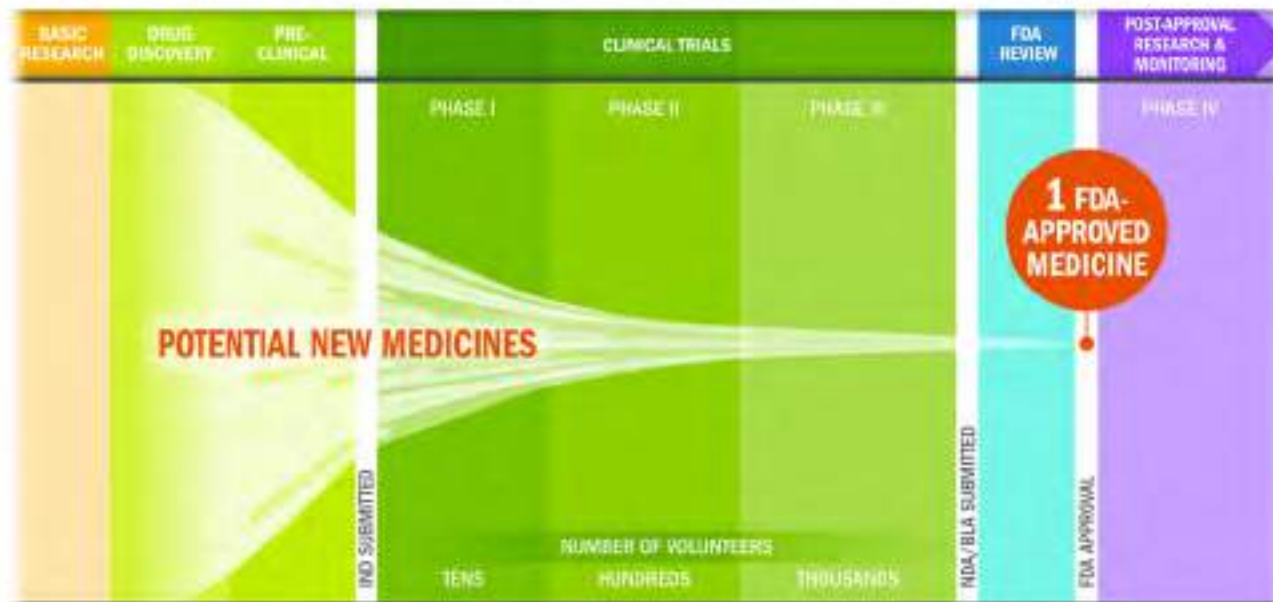
深度学习在药物发展中的应用

深度学习技术推动药物发现和开发

- 当前问题：
 - 药物研发周期长（10年）
 - 成本高（26亿美元）
 - 过程繁杂

THE BIOPHARMACEUTICAL RESEARCH AND DEVELOPMENT PROCESS

From drug discovery through FDA approval, developing a new medicine takes at least 10 years on average and costs an average of \$2.6 billion.* Less than 12% of the candidate medicines that make it into Phase I clinical trials will be approved by the FDA.



Key: IND: Investigational New Drug Application, NDA: New Drug Application, BLA: Biologics License Application

* The average R&D cost required to bring a new FDA-approved medicine to patients is estimated to be \$2.6 billion over the past decade (in 2013 dollars), including the cost of the many potential medicines that do not make it through to FDA approval.

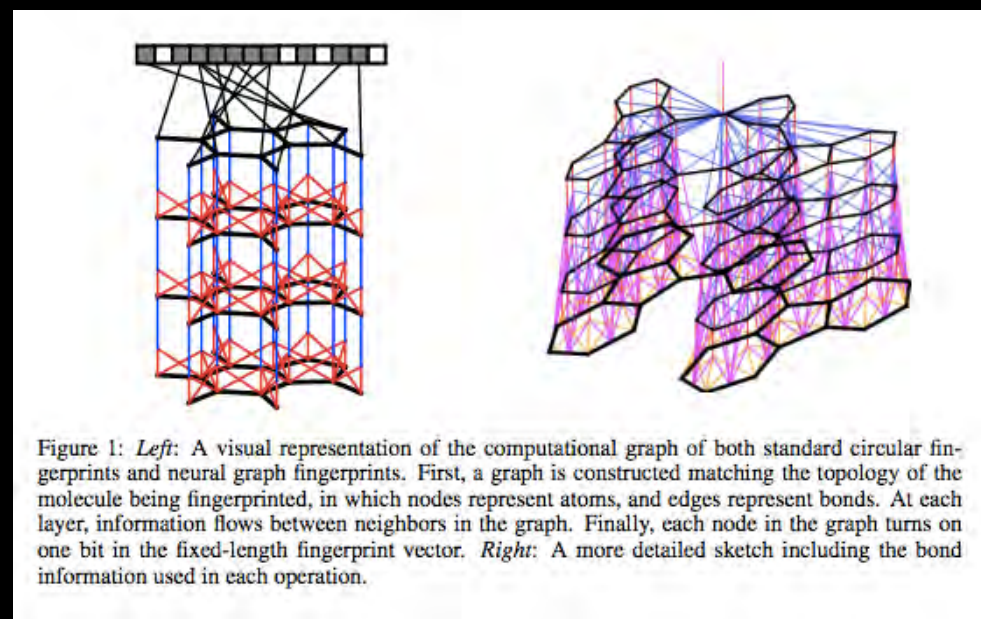
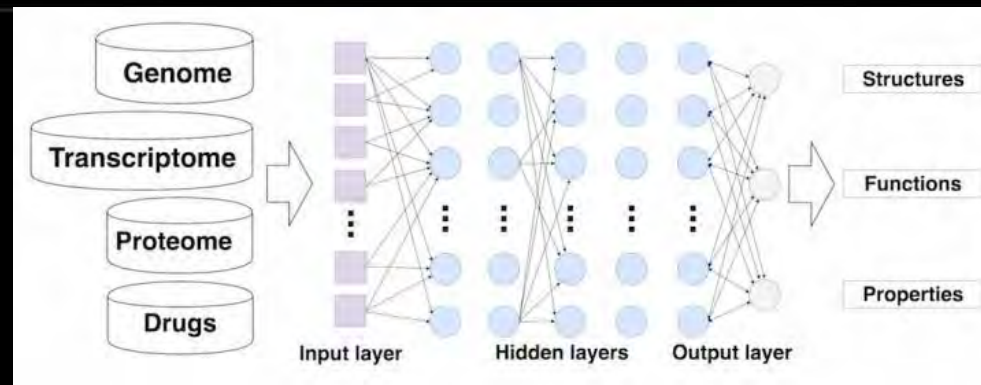
Source: IPMMA adaptation based on Tufts Center for the Study of Drug Development (CSDD) briefing "Cost of Developing a New Drug," Nov. 2014, Tufts CSDD & School of Medicine, and US FDA Infographic, "Drug Approval Process," <http://www.fda.gov/downloads/Drugs/ResearchandDevelopment/Consumer/UCM296393.pdf> (accessed Jan. 20, 2015).



深度学习在药物发展中的应用

深度学习技术推动药物发现和开发

- 深度学习应用：
 - 检测基因表达数据
 - 通过大量数据训练神经网络
 - 预测多种药物组合的治疗效果
 - 近似化药物作用的非线性关系
 - 研发新的分子药物和治疗方案



分子的神经图指纹：

Convolutional Networks on Graphs for Learning Molecular Fingerprints

深度学习为医疗健康行业带来变革

临床检测
医学影像



基因组学
个性化医疗



移动医疗

电子病历
管理分析



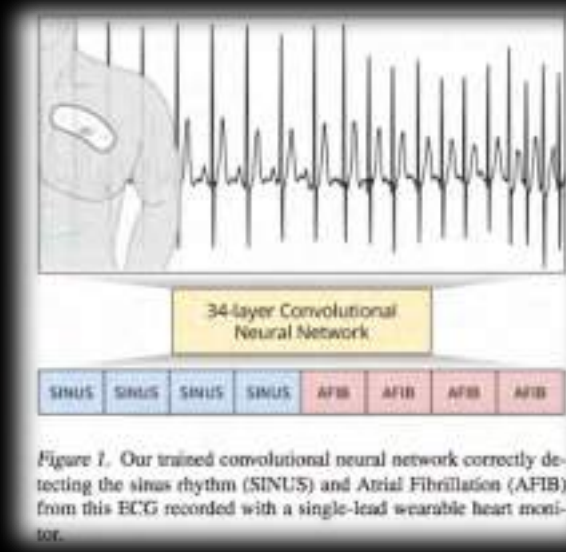
药物发展



深度学习在移动医疗领域中的发展

深度学习在移动医疗中的应用

- 更准确低廉的睡眠检测
 - 高效算法弥补硬件传感器不足
 - 分析清醒时的运动预测睡眠质量
- 更准确的便携心电 (ECG)检测
- 皮肤疾病检测



深度学习为医疗健康行业带来变革

深度学习在从多方面推动医疗健康产业发展

临床检测
医学影像



基因组学
个性化医疗



移动医疗

电子病历
管理分析



药物发展





深度学习在医疗健康领域的挑战

未来发展：数据标准化定量化

- 深度学习需要大量疾病数据与异常数据
- 需要正确详细的数据标定
 - 医疗数据标注周期长、花费高
- 考虑不同采集方式、仪器、人群等变化
- 更普遍的数据标准化、定量化、数据共享

不同仪器如何标准化？



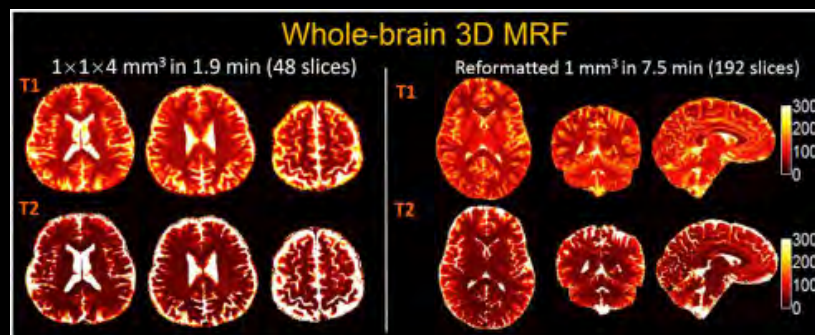


深度学习在医疗健康领域的挑战

未来发展：数据标准化定量化

- 深度学习需要大量疾病数据与异常数据
- 需要正确详细的数据标定
 - 医疗数据标注周期长、花费高
- 考虑不同采集方式、仪器、人群等变化
- 更普遍的数据标准化、定量化、数据共享

影像采集如何定量化？

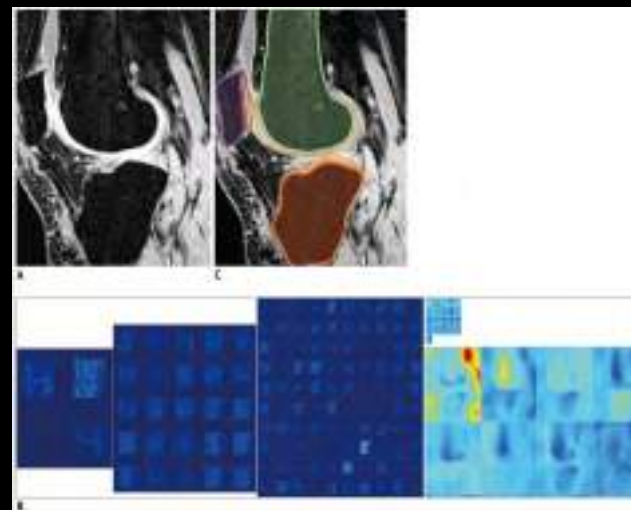




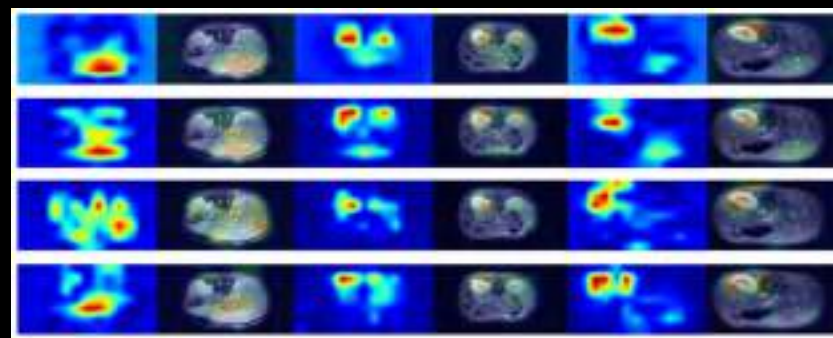
深度学习在医疗健康领域的挑战

未来发展：理解深度学习算法

- 用可视化方法显示理解网络学习特征
 - 不同层特征表达不同层次的信息
- 深度学习为传统（人类）学习带来新的启发
 - 柯洁：
 - AlphaGo 的理念在冲击和改变我们对围棋的认识
 - 医疗：
 - 读图重点区域提示
 - 新的影像学特征
 - 新的药物使用方式



神经网络可视化解理解



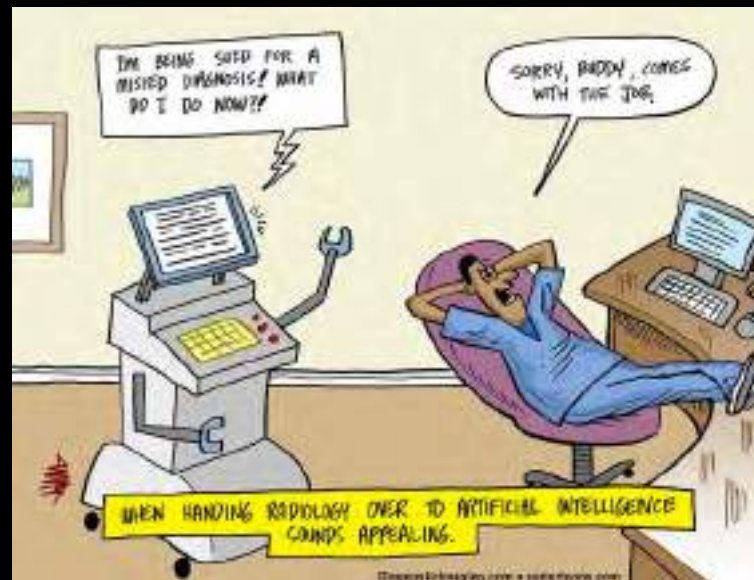
神经网络特征为人工读图带来新的启发



深度学习在医疗健康领域的挑战

未来发展：解决法律与伦理问题

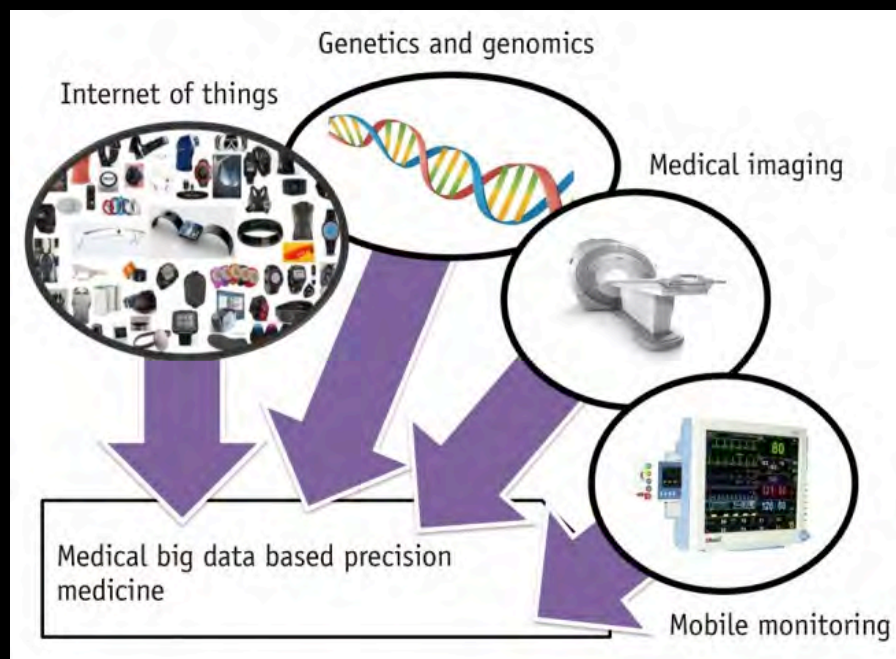
- 如何让医生理解算法，让病人相信算法？
- 医疗纠纷谁负责？



深度学习在医疗健康领域的发展预期

未来发展：精准医疗

在深度学习、可穿戴传感器、物联网、临床检测、基因组等技术共同推动下，医疗大数据让精准医疗成为可能





深度学习在医疗健康领域的发展预期

未来发展：人机协作

- 服务医疗人员而不是替代人工
- 更快速、更准确、更可信的医疗服务

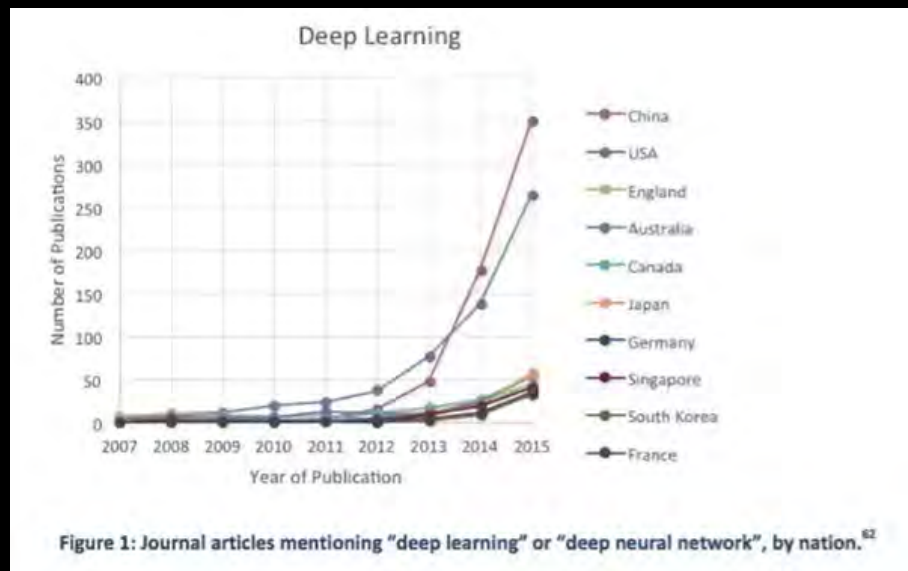




深度学习在医疗健康领域的发展预期

未来发展：中国科研与医疗产业的竞争优势

- 深度学习技术积累与人才积累
- 高性能计算资源
- 大规模医疗数据资源
- 政府支持与管理



深度学习为医疗健康行业带来变革

- ✓ 深度学习在从多方面推动医疗健康产业发展
- ✓ 为中国医疗健康产业带来新的基于与挑战

临床检测
医学影像



基因组学
个性化医疗



移动医疗

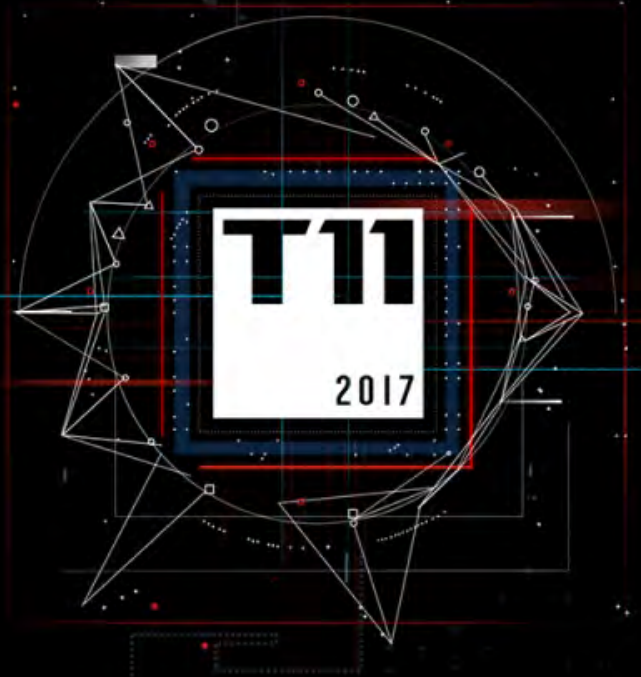


电子病历
管理分析



药物发展





THANKS