

# 多媒体信号与智能信息处理实验室

Multimedia Signal and Intelligent Information Processing Lab

二〇二三年 制

“

---

加强健康医疗大数据应用体系建设，推进基于区域人口健康信息平台的医疗健康大数据开放共享、深度挖掘和广泛应用。

消除数据壁垒，建立跨部门跨领域密切配合、统一归口的健康医疗数据共享机制，实现公共卫生、计划生育、医疗服务、医疗保障、药品供应、综合管理等应用信息系统数据采集、集成共享和业务协同。

建立和完善全国健康医疗数据资源目录体系，全面深化健康医疗大数据在行业治理、临床和科研、公共卫生、教育培训等领域的应用，培育健康医疗大数据应用新业态。

——摘自中共中央国务院印发《“健康中国2030”规划纲要》

---

”

# 目录

- 1 实验室简介
- 2 实验室团队
- 3 科研领域
- 4 科研项目
- 5 校企合作
- 6 阶段性成果产出
- 7 实验室发展历程

**多媒体信号与智能信息处理实验室**(Multimedia Signal and Intelligent Information Processing Lab)隶属于清华大学电子工程系(以下简称“实验室”),现主任为吴及教授。研究方向包括自然语言处理、知识工程、多媒体数据分析、机器学习等。

近年来,实验室在吴及教授带领下深入开展医工交叉创新研究,积极参与清华大学电子工程系智慧医疗研究中心、清华大学精准医学研究院临床大数据中心和清华智慧医疗研究院的相关科研工作。实验室团队聚焦智慧医疗领域,深入研究医疗数据如何与知识融合,开展医疗文本处理、医学影像分析、辅助诊疗系统、病历质控、DRG审核、医学知识图谱等多方面的研究工作并取得一系列成果。与北京协和医院、北京大学第三医院、北京同仁医院、清华大学长庚医院等多家知名医院在骨科、睡眠、急重症、皮肤、病历质控等方向展开广泛合作。医学人工智能对于不断推进人工智能技术场景创新,提升临床诊疗和医疗管理数字化、智能化水平,提高社会诊疗质量、服务社会和大众具有重要意义。

实验室还积极推进科研成果转化,通过与科大讯飞进行产业化合作,打造面向基层服务的辅诊平台“智医助理”,实时向基层医生提供问诊、诊断、用药等方面的建议,显著提升基层医疗机构的病历质量和诊疗水平,目前已在全国多个省市3万家基层医疗机构推广应用。

合作

创新

专业



## ◆ 实验室主任

**吴及**，清华大学电子工程系长聘教授，博士生导师。清华大学精准医学研究院临床大数据中心共同主任。1996年和2001年在清华大学电子工程系获得工学学士和博士学位，2013年至2015年在美国佐治亚理工学院担任访问学者。主要从事人工智能，机器学习，自然语言处理，模式识别，数据挖掘等领域的研究工作。从2006起担任清华-讯飞联合研究中心主任。入选国家级领军人才，现为IEEE高级会员、中国语音产业联盟技术工作组组长、口腔生物材料和数字诊疗装备国家工程研究中心第三届技术委员会委员、中国医疗保健国际交流促进会常务理事、中国计算机学会语音对话与听觉专委会委员、中国自动化学会智能健康与生物信息专委会委员、中国中西医结合学会智慧医疗专委会常务委员。



负责建设的清华电子工程系本科核心课程《数据与算法》2019年入选“北京市优质本科课程”，2020年入选“国家级一流本科课程”；主编的同名教材2022年被评为“北京高等学校优质本科教材”。参加的项目“基于现代学习理论和专业知识架构的电子信息类成体系的课程建设与推广”获2021年度北京市教育教学成果奖一等奖。承担国家重点研发计划，863，国家自然科学基金，工信部电子发展基金等多项国家科研项目。参加的项目“智能语音交互关键技术及应用开发平台”于2011年获国家科技进步二等奖。负责的项目“面向海量语音数据的识别、检索和内容分析技术及其应用”获2014年度北京市科学技术奖一等奖。已在Nature Communications, IEEE TASLP, AAAI, ACL等重要学术期刊和学术会议上发表论文一百七十篇。

## ◆ 实验室成员



**张超**，清华大学电子工程系助理教授，研究方向：基于语音语言问题的序列机器学习和人工智能方法，认知神经科学等。



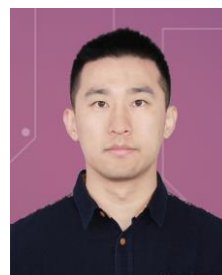
**郭辰仪**，清华大学电子工程系助理研究员，研究方向：医学影像辅助诊断，多模态医学数据处理方法，智能运动与康复。



**刘喜恩**，清华大学电子工程系博士后，研究方向：深度学习、图神经网络、大规模医学知识图谱和医学自然语言处理技术在医疗和医保中的应用。



**高键东**，清华大学电子工程系工程师，研究方向：医疗人工智能、人机交互、可信人工智能。



**李淼**，清华大学电子工程系工程师，研究方向：医疗领域自然语言理解及生成技术、多模态学习技术。

### ◆ 实验室工程师团队

目前，实验室共有工程师共35人，专注于医学人工智能领域，通过医疗影像分析、医疗文本认知计算、深度学习、医学知识图谱等相关人工智能技术解决医疗中遇到的核心关键问题，推动医学与人工智能交叉研究的发展以及相应的产业落地。



### ◆ 实验室博士后与研究生

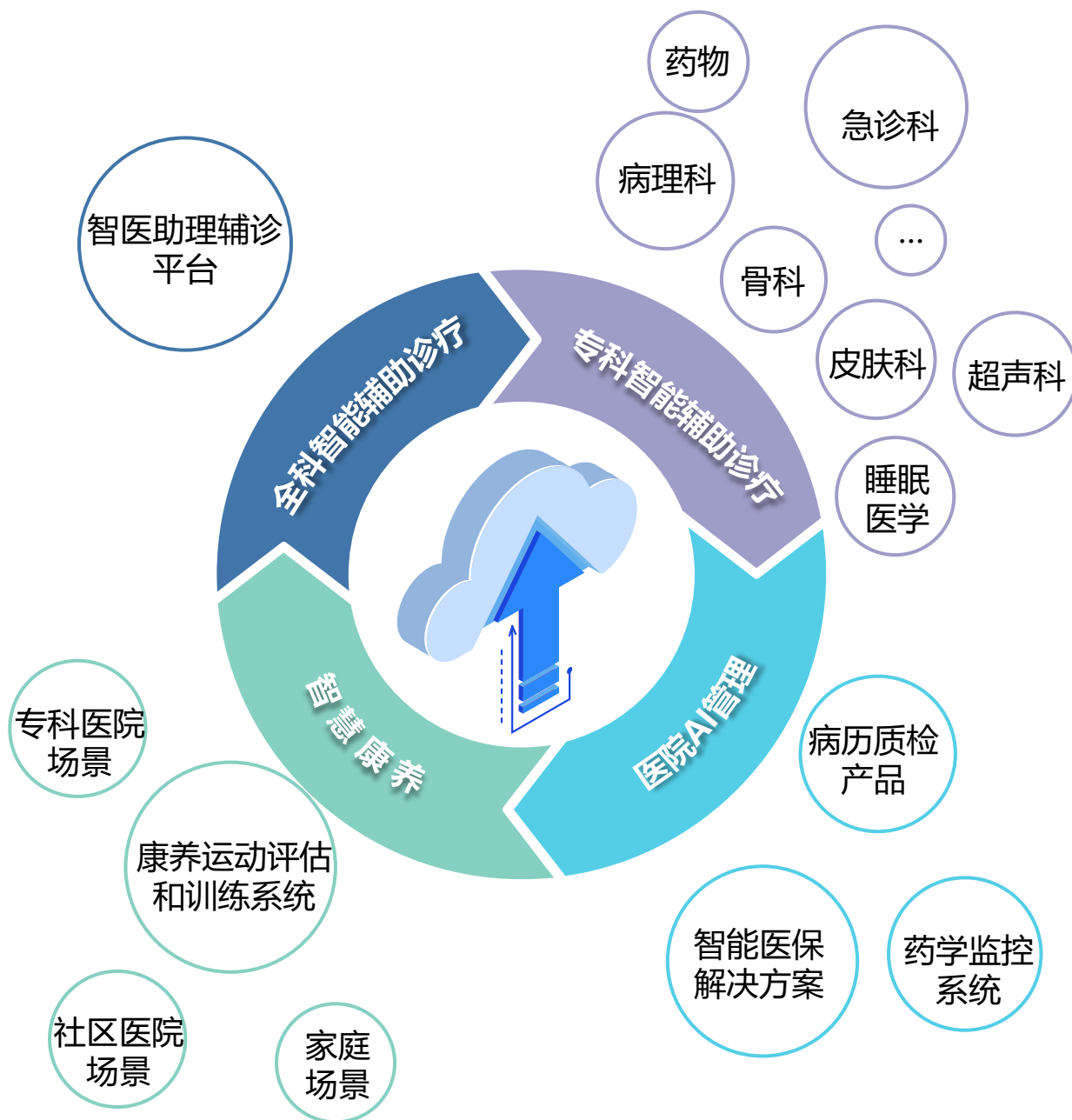
目前，实验室在读研究生24名（博士生9名，硕士15名），博士后3名，研究方向包括医学图像处理、医学自然语言处理、医疗文本、医疗大数据、机器学习、深度学习、计算机视觉、人工智能中的模型与优化等等。



## ◆ 实验室总体科研情况

近年来，实验室团队聚焦智慧医疗领域，深入研究医疗数据如何与知识融合，从**全科智能辅助诊疗**、**专科智能辅助诊疗**、**医院智能管理**、**智慧康养**四个领域展开研究工作，并基于国内多家一流综合医院的临床诊疗需求，研发出一系列科研成果和临床应用解决方案。

### 医学人工智能技术与解决方案



## ◆ 全科智能辅助诊疗

### ➤ 智医助理辅诊平台

在2017年国家执业医师考试临床综合笔试中，清华大学和科大讯飞联合研发的“智医助理”机器人取得了456分的成绩。这一成绩大幅超过临床执业医师合格线（360分），在全国53万名考生中属于较高水平。在联合攻关中，清华-讯飞联合实验室在清华大学电子系吴及教授的领导下承担了“智医助理”核心算法的研究和核心引擎的开发工作。

全球首次通过国家执业医师资格测试的机器人



智医助理：**456分**

2017国家临床执业医师考试  
总分：600分，分数线：360分

成绩超过**96.3%**的人类考生



## 在国内外形成很大影响

- ◇ 新华社内参快讯：我国机器人“医生”通过执业医师考试，属全球首次
- ◇ 人民日报、央视新闻、CCTV-4
- ◇ MIT Technology Review、法国青年医生
- ◇ 俄罗斯全国广播电视公司、韩国KBS、哈萨克斯坦国家电视台



《Nature Communications》



## 基于智医助理的全科辅助诊疗系统

- ◇ 面向基层医生实现病历质检、辅助诊断、治疗方案推荐功能
- ◇ 降低误诊漏诊风险，提高基层诊疗水平，保障基层诊疗质量



## 全科辅助诊疗系统的覆盖范围

- ◇ 覆盖全国**28**个省（自治区、直辖市）、**350**个区县、**3**万家基层医疗机构、**1**亿居民

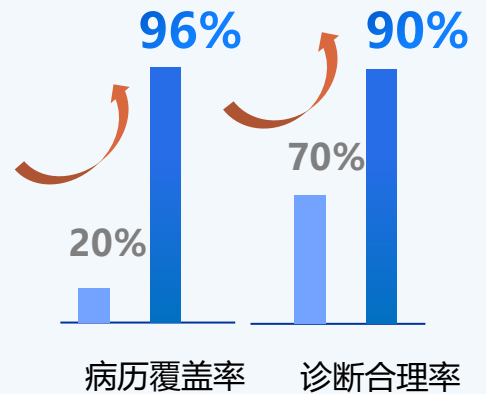


1.6亿

协助医生完成  
规范电子病例

4.3亿

AI辅助诊断次数



安徽、上海、浙江，福建、山东、河南、江苏、湖北、四川、黑龙江、宁夏、西藏、新疆、内蒙、青海、云南、广西等省市逐步应用

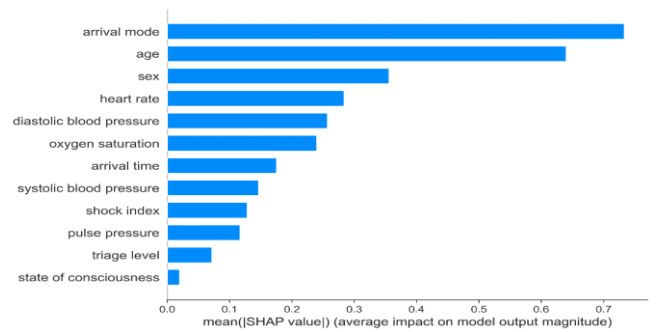
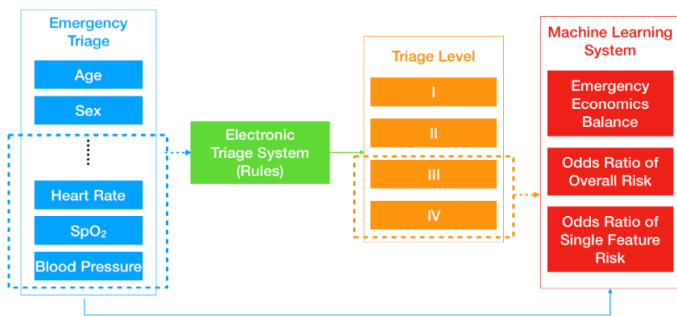
数据信息：以上推广应用数据统计截至2022年6月26日

## ◆ 专科智能辅助诊疗

### ◎ 急诊患者辅助分级

全球各地普遍存在急诊拥堵现象, 患者会在急诊分诊台接受预检分级, 根据病情危重程度决定就诊顺序。

- ✧ 针对规则系统判定不危重 (III/IV级) 的患者, 引入人工智能进一步辅助识别隐匿危重患者
- ✧ 针对每位可疑危重患者, 系统提供个性化解释
- ✧ 将就诊方式、年龄、性别等难以纳入规则系统的重要影响因素融入算法, 赋能AI发现隐匿危重患者



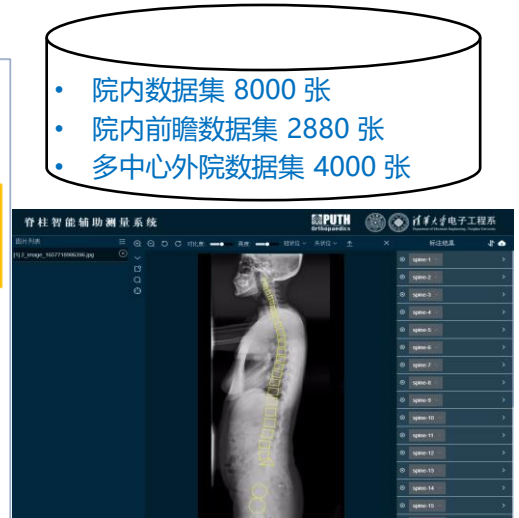
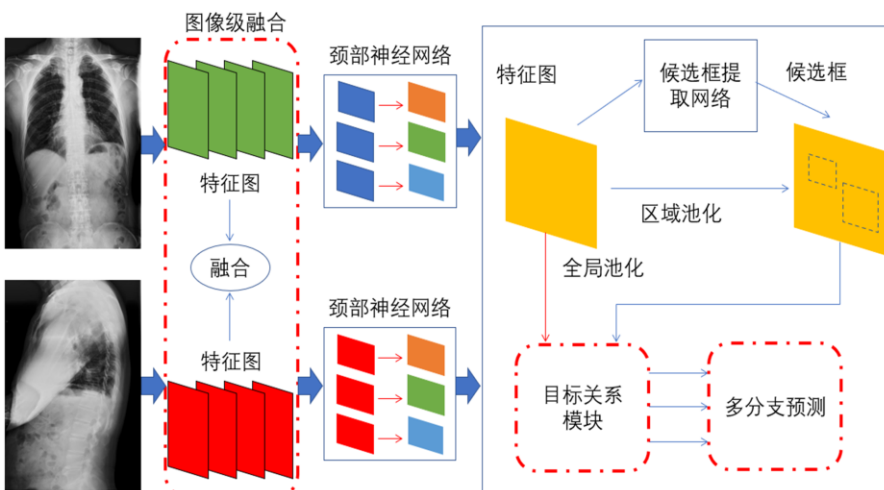
### ◎ 脊柱畸形自动评估

脊柱畸形是指由于脊椎椎体在冠状位、矢状位或轴位上偏离正常位置, 造成脊柱在三维空间内发生序列形态异常的一类疾病。在脊柱畸形诊断过程中, 不同视角的脊柱X光片上脊柱向侧方偏斜的最大角度称为Cobb角, 其也被视为最重要的脊柱形态学参数。

- ✧ 融合医学先验知识, 提出端到端的MPF网络用于脊柱的Cobb角测量, 测量误差在医生的主观误差范围内, 达到临床上可用的水平
- ✧ 大规模脊柱影像数据库构建和脊柱分型研究

### 最大的全脊柱X光影像数据集

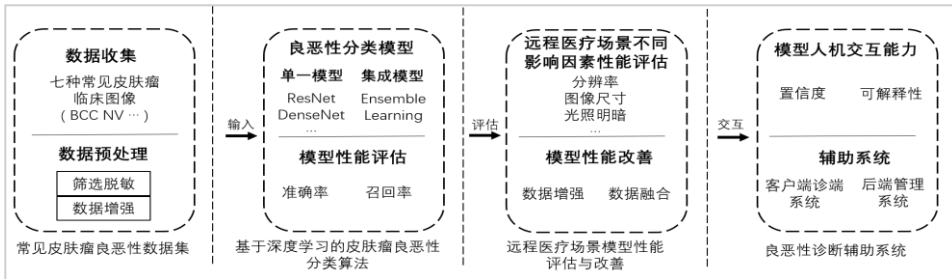
- 院内数据集 8000 张
- 院内前瞻数据集 2880 张
- 多中心外院数据集 4000 张



## ➤ 皮损的良恶性筛查

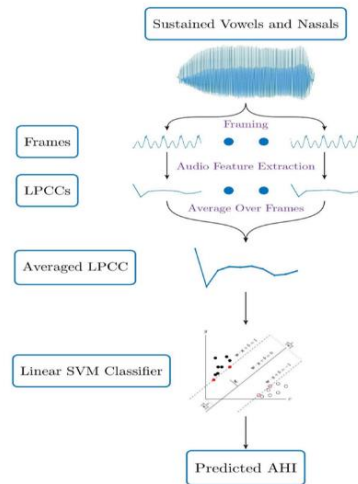
精确的皮损良恶性判断一般都是依赖于医生经验和皮肤镜/皮肤CT/活检照片，过去受拍摄者的水平以及光照、对比度，手机摄像头等主客观因素的影响，异质性大，信息量远小于皮肤镜图像，模型性能较差。

- ✧ 基于手机照片的皮损良恶性筛查系统，通过拍摄时图片自动改善、基于模型的数据增强、新型数据融合等方式，可达到85%+的良恶性鉴别能力，接近皮肤镜的识别效果
- ✧ 帮助社区医生记录患者随访时的皮损进展图片，有望提升皮肤肿瘤早期检出率



## ➤ OSA筛查与风险防控

OSA（阻塞性睡眠呼吸暂停综合征）是睡眠紊乱疾病之一，表现为睡眠时气道部分塌陷或阻塞，是心脑血管疾病、糖尿病等疾病的独立危险因素。团队从OSA初筛及严重程度识别、高血压风险预测、呼吸暂停事件预测等入手，搭建了OSA筛查与综合风险防控体系。



多源异构信息融合，预测OSA患者高血压风险

OSA筛查及严重程度鉴别准确率均超过78%

## 新冠重症预警

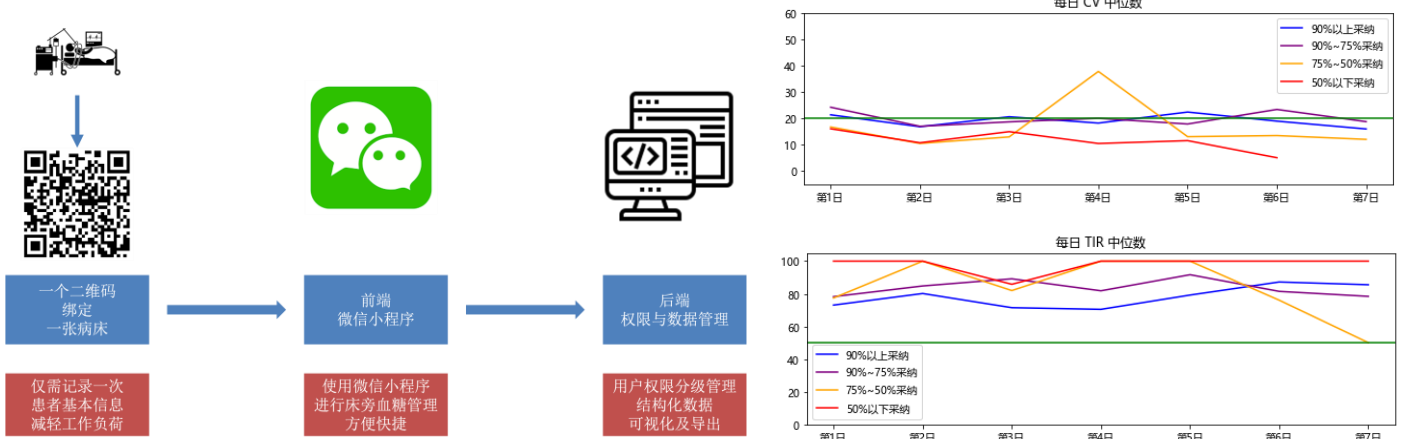
实验室与清华长庚ICU、中大医院合作，将新冠重症预警系统部署于急诊留观病房或普通住院病房，在4家医院开始部署验证。最少使用6项特征在10%虚警率下，1周内转重的检出率超80%。



## 重症患者血糖管理

重症患者异质性大，血糖管理难度远超普通糖尿病患者，血糖过低或过高，均会导致高死亡率；较高的血糖波动也会带来较高的死亡风险。

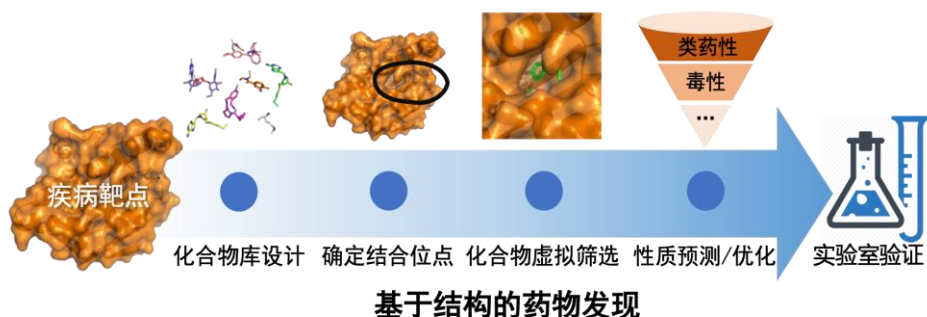
- ✧ 基于患者年龄、体重、基础病、血糖变化和当前用药情况，决策当前血糖控制方案和下次血糖检测间隔
- ✧ 在清华长庚、中国医大一院等4个三甲医院ICU应用，2022年3月上线，截至2022年9月15日，累计服务620+重症患者，提供血糖管理建议1.4万余次



## 药物相互作用预测及药物发现

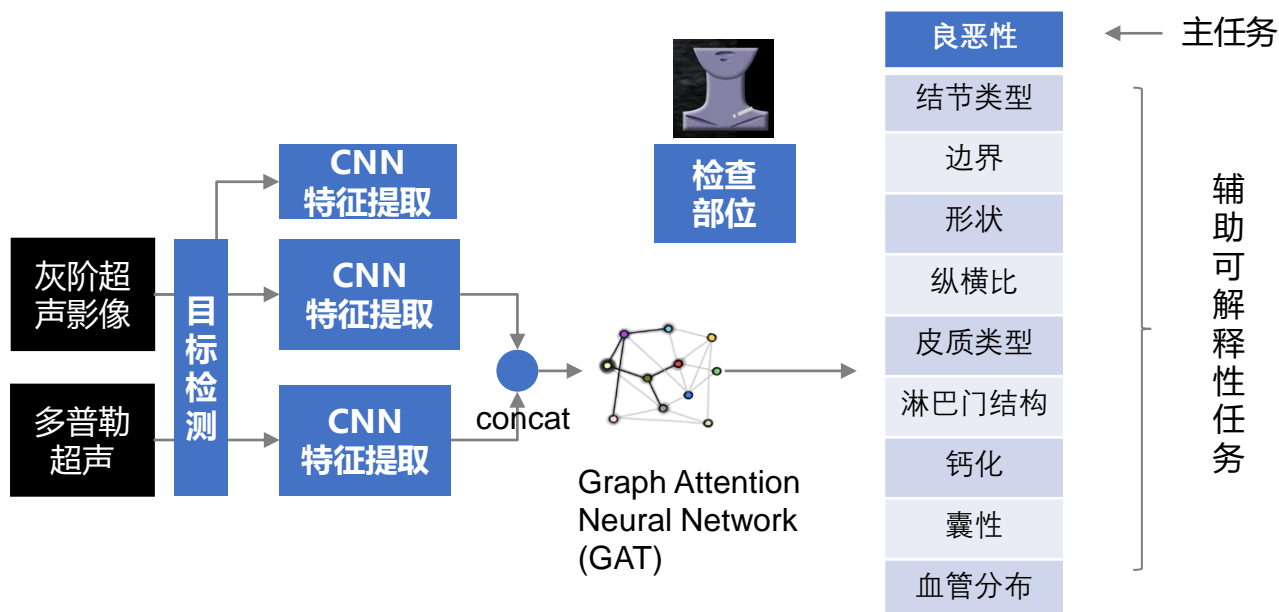
现代生物学/药学认为药物与位于细胞表面或细胞内的受体结合，并作为激动剂或拮抗剂起效。通过分子调控网络，使药物产生可以观测的疗效。同样的原理，获批上市药物之间同时作用也可能产生药物相互作用而导致疗效并非简单的加和关系。

- ◇ 药物库设计：根据靶点组划定一个小分子的搜索空间
- ◇ 确定结合位点：确定小分子药物在靶点何种位置结合
- ◇ 化合物虚拟筛选：通过实验/计算表明分子和药物结合力
- ◇ 性质预测/优化：根据类药性、毒性等理化性质筛选药物
- ◇ 实验室验证：做湿实验验证筛选出的药物是否正确



## 超声影像分析和报告生成

以淋巴系统为例，病变类型包括良性的炎症性病变和恶性的癌症病变，非常难以区分。通过对相关医学知识和大量颈部淋巴超声报告进行分析处理之后，基于多模态-多任务图像算法，打通从图像到文本信息模态转换，将灰度和多普勒超声中包含的关键诊断信息融合等方法实现颈部淋巴结超声影像分析和报告生成。



◆ 医院AI管理

➤ 病历质控与ICD编码

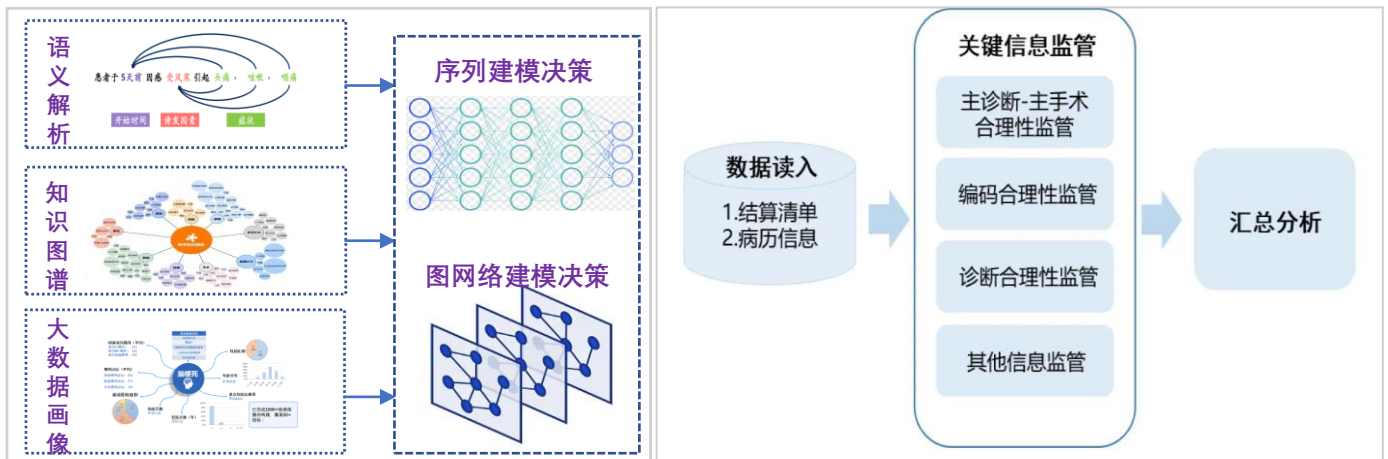
本研究依托病历书写规范和内涵解析能力，实现病案首页、门急诊和住院病历的质控，疾病/手术智能编码能力。目前，病历质控与ICD编码已形成技术能力和应用系统，与长庚医院信息部、病案科合作打磨，应用于病历管理流程，与北京、天津、河北、安徽等十多家医院合作部署。



➤ 基于全病历的医保审核监管方案

方案基于全病历解析技术的医保项目审核系统，同时探索DRG支付背景下的分组关键信息监管，具备医保合规性、诊疗合理性、欺诈骗保等多角度审核能力。2022年，基于全病历的DRG分组关键信息监管方案荣获国家医保大赛一等奖和“精确医保决策”赛道第一名。

方案设计了四个模块，分别是：全病历内容理解、分级关键信息推理、ICD编码质检、DRG入组审核、充分利用了住院临床数据信息，从而有效的保障分组关键信息的真实性、准确性、合理性。



## 精准药学监护系统

精准药学监护系统研发方面，与长庚医院合作，整合优势能力，旨在形成智能、精准、高效的药学监护系统，覆盖事前预防、事中监控、事后点评以及延伸分析等全方位的药学监护能力，目前已经完成部分重点类别药物使用合理性分析能力，初步建立起用药风险分析能力，相比传统方式，大幅提高了相关工作的执行效率、覆盖度以及准确性。

- ◇ 重点类别药物合理性分析能力
- ◇ 用药风险分析能力
- ◇ 药学知识转化流程

2022.8-2022.10 试点医院全量住院病历药物性损伤分析结果

	肝损伤	肾损伤	心脏损伤	总病历数
2022年10月	209 (6.54%)	54 (1.69%)	72 (2.25%)	3197
2022年9月	317 (7.35%)	16 (0.37%)	449 (10.41%)	4315
2022年8月	237 (6.42%)	139 (3.77%)	365 (9.86%)	3690



**系统初评+药师复核，  
大幅度提高药物性损伤分析点评工作效率**

## 智慧康养

### 面向社区和家庭的运动功能风险评估及康复动作质量评估系统

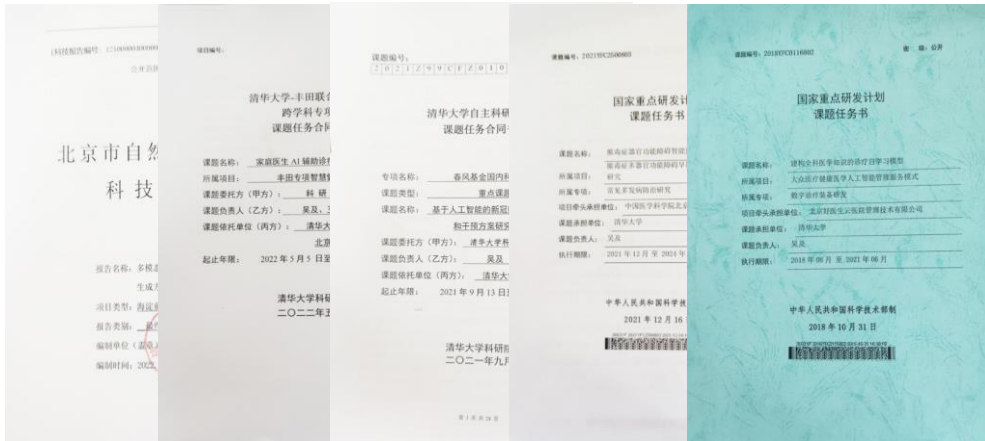
项目针对社区医院和家庭用户开发了两套系统：功能评估系统和质量评估系统。具体为：

- ◇ 针对社区场景：运动功能风险评估系统，与临床医生配合，评估患者存在运动风险，为居家康复训练方案制定提供参考依据。
- ◇ 针对家庭场景：康复动作质量评估系统，通过单目摄像头，针对不同运动 and 不同运动目标的病人提供指导，汇总统计结果。



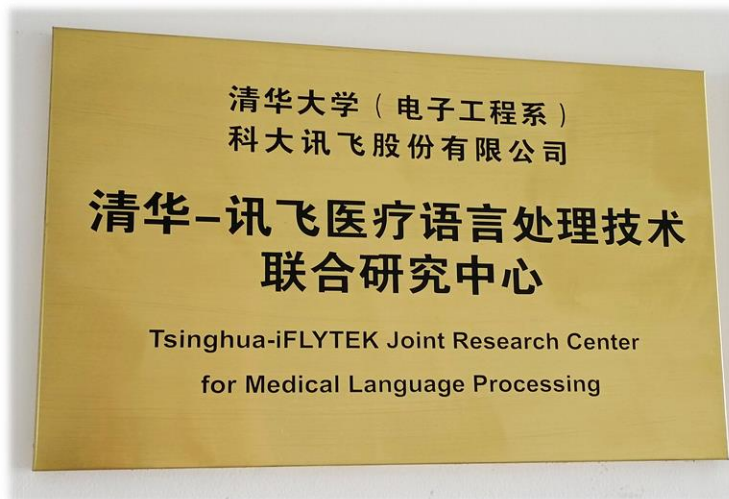
## ◆ 科研项目

近年来，实验室在基于自然语言处理技术和机器学习、知识工程等解决智慧医疗、医工交叉、临床大数据等问题方面进行了一系列深入的探索，承担/负责国家重点研发计划、863、国家自然科学基金、工信部电子发展基金、2030重大专项等多项国家科研项目，承担/负责横向科研与校内自主研发等科研项目，相关研究成果在MICCAI、ICIP、AAAI、ACL、IEEE等国际知名会议和期刊上发表，多项成果落地应用。



## ◆ 校企合作

清华-讯飞医疗语言处理技术联合研究中心（清华-讯飞联合实验室）是由清华大学与AI龙头企业科大讯飞于2006年联合创立，清华大学电子工程系副系主任、长聘教授吴及老师领导的集产学研于一体的创新团体。联合研究中心聚焦于智慧医疗行业，所研发的医考机器人“智医助理”以超过96.3%的人类考生的高分456（总分600，及格线360）成功通过了国家执业医师资格考试，是世界上首个通过国家执业医师资格考试的AI医考引擎；相关成果在AAAI，ACL，BIBM以及自然子刊Nature Communication等顶级期刊会议发表高水平学术论文数十篇，申请专利数十项。





## ◆ 荣誉与奖项

实验室团队多年来在国内外各类奖项评比和比赛中获得众多奖项。

国内方面，“智能语音交互关键技术及应用开发平台”于2011年获国家科技进步二等奖；“面向海量语音数据的识别、检索和内容分析技术及其应用”获2014年度北京市科学技术奖一等奖；“基于全病历的DRG分组关键信息监管”解决方案获得2022年国家医保局智慧医保解决方案大赛一等奖，等等。

国际方面，第十七届国际语义评测双赛道第一名；国际表征学习会议MLPCP挑战赛疾病自动诊断对话系统赛道第一名；第四届医疗AI数据马拉松竞赛亚军，等等。



## ◆ 发明专利与软件著作权

目前，实验室共申请专利63项，其中已授权专利27项（含6项权利转移），申请中36项；申请计算机软件著作权登记权9项。

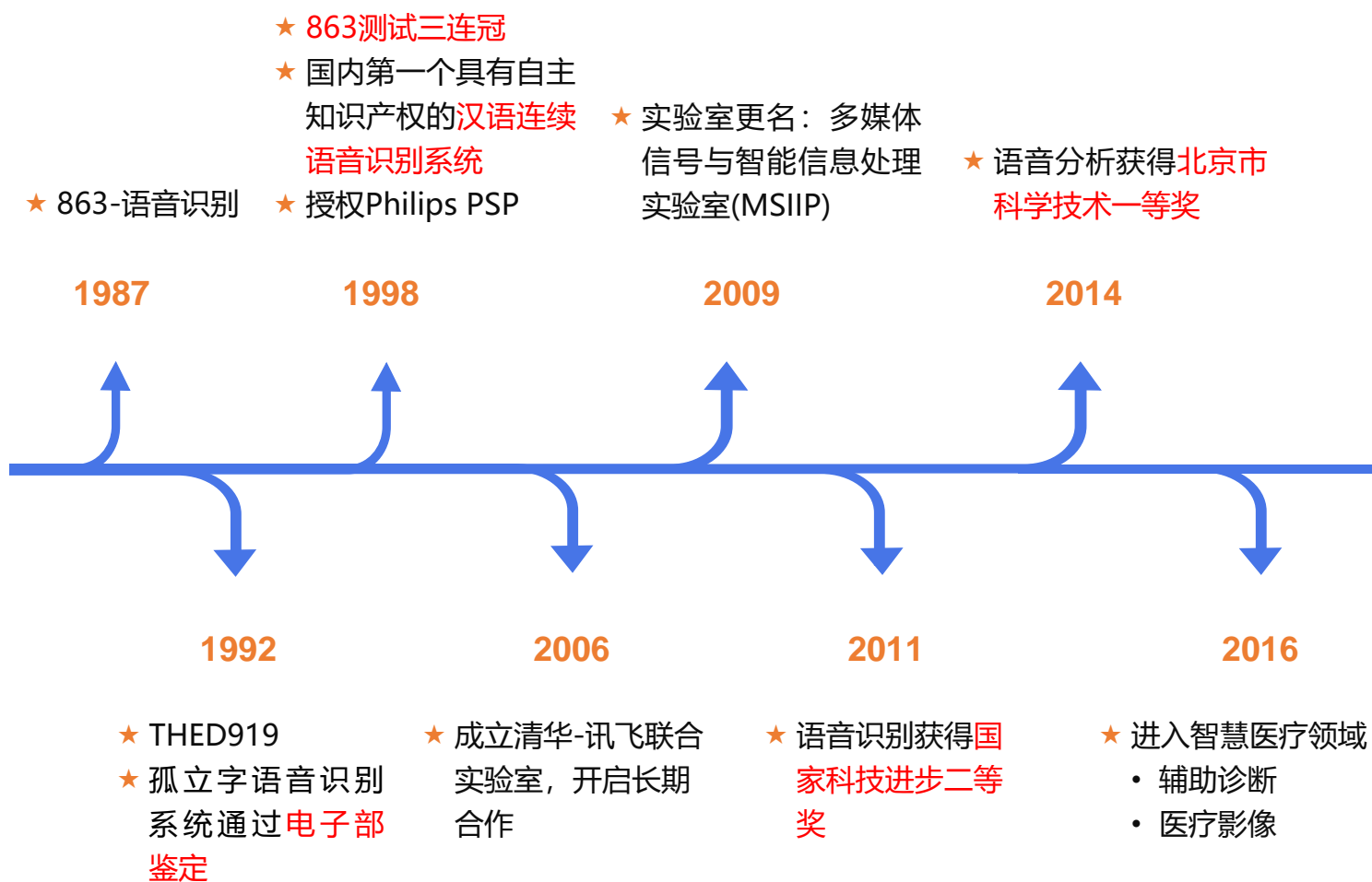


## ◆ 会议和期刊论文

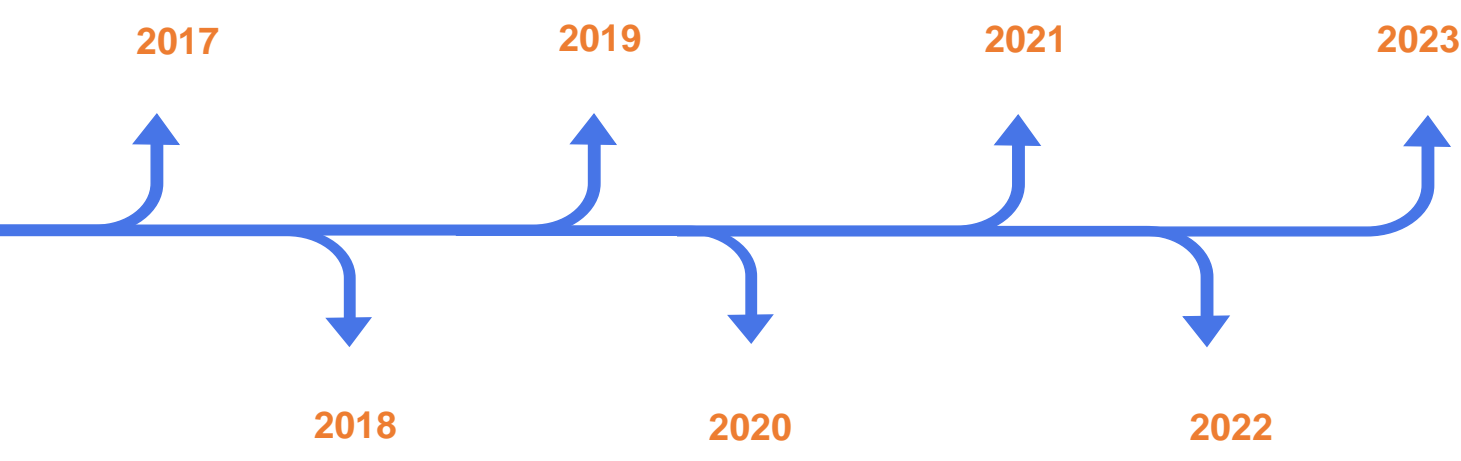
截至2022年底，团队已在Nature Communications, IEEE TASLP, IEEE TETC, AAAI, ACL等重要学术期刊和国际会议上发表论文一百七十余篇。



# 实验室发展历程



- ★ 智医助理：高分通过**国家执业医师**临床综合笔试测试，全球首次
- ★ 清华大学精准医学研究院**临床大数据中心**成立，吴及教授担任中心主任
- ★ 负责北京市自然科学基金-海淀原始创新联合基金项目：多模态医学影像分析及诊断报告自动生成方法研究
- ★ 医工交叉平台—**清华电子系智慧医疗研究中心**成立
- ★ 参与国家科技创新2030“新一代人工智能重大项目”：标准化儿童患者模型关键技术与应用
- ★ 第四届医疗AI数据马拉松竞赛上斩获**亚军**
- ★ 国际表征学习会议举办的MLPCP挑战赛的疾病自动诊断对话系统赛道**第一名**
- ★ 第十七届国际语义评测大赛“文本蕴涵”和“证据取证”的双赛道**第一名**



- ★ 负责科技部重点研发项目：大众医疗健康医学人工智能管理服务模式
- ★ TREC精准医疗(PM)评测第一名
- ★ 负责春风基金：重大传染病期间智能检伤分类系统的研发
- ★ 负责国家医学考试中心：临床执业医师资格考试笔试智能辅助命题系统开发
- ★ 获得国家医保局智慧医保解决方案大赛**一等奖**
- ★ 负责国家重点研发“十四五”重点专项课题“急性肺损伤与肺外器官的交互机制及多维治疗策略研究”
- ★ 亚太眼科学会主办的预测糖尿病性黄斑水肿(DME)患者的Anti-VEGF抗血管内皮生长因子治疗转归大数据竞赛第一名



邮编：100084

传真：+86-010-62770317

通讯/办公地址：北京市海淀区清华大学罗姆楼

办公室电话：62798565/62781706

实验室官网：<http://msiip.tsinghua.edu.cn/>



MSIIP实验室  
公众号