



# 中华医学会第二十八次全国医学信息学术会议

主办单位：中华医学会、中华医学会医学信息学分会

承办单位：海南省医学会

海南  
海口  
2023年3月16-18日

# 基于深度语言模型的电子病历索引优化研究

宋阳，马敬东

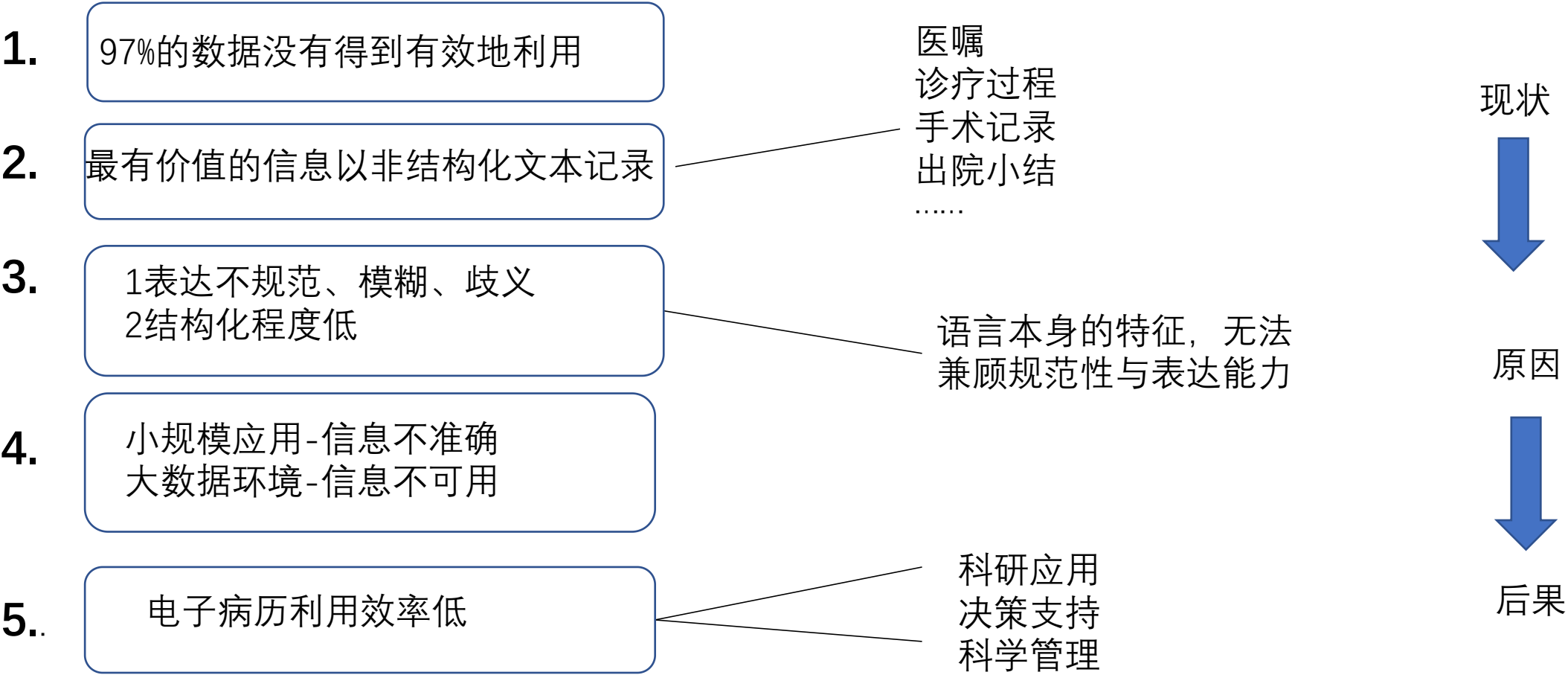
# 目录

- 电子病历数据发掘面临的困难
- 医学文本规范化研究进展
- 研究设计
- 数据来源与方法
- 结果
- 讨论

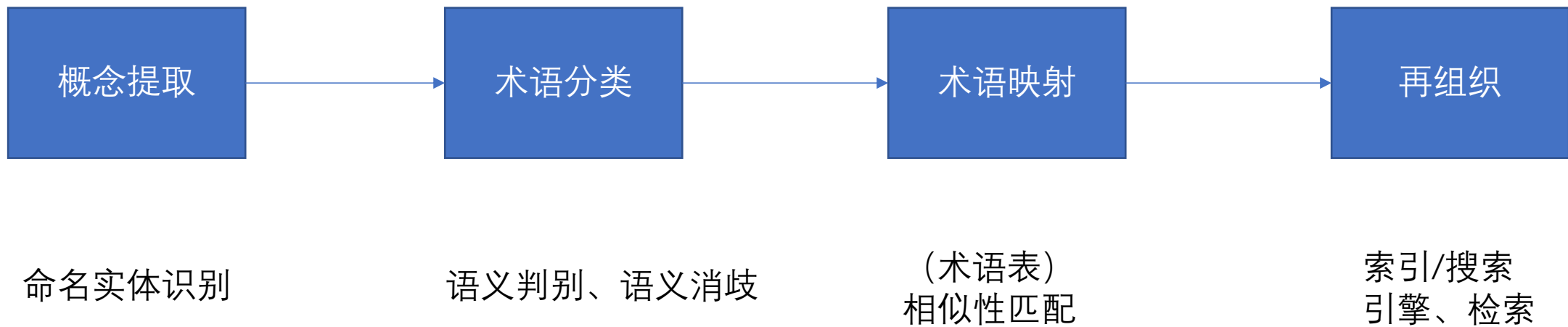
# 电子病历数据发掘面临的困难

- 随着健康领域信息化进程的不断推进，以及信息化与通信技术的飞速发展，健康领域业务电子化迅速实现，医疗文本数据呈爆炸式地增长，且潜在价值丰富。
- 据调查，医院HIS系统每年产生的患者数据已达PB级别，然而这之中97%的数据没有得到有效地利用。
- 最重要的信息通常以临床记录、手术操作报告、诊断、出院小结等半结构化和自由文本方式记录。但是，以这种非规范化的记录方式的可复性较弱，这也是临床数据难以得到有效利用的原因之一。

# 电子病历数据发掘面临的困难



# 文本化规范流程



# 医学文本规范化研究进展

## ➤人工规范化

- 时间成本、人力成本高昂（如ICD-10人工编码）；
- 存在主观性偏差

## ➤规则、专家系统、正则表达式等方案

- 需要高质量、特定领域专家知识，同样消耗人力成本；
- 检准率高但检全率差；
- 可移植性弱；

## ➤自然语言处理方案

- 可降低时间成本、人力成本
- 相对通用，但依赖算法模型性能。

# 自然语言处理方案

## ◆模型识别模型

- 能处理简单的、较为规范的术语
- 难以处理多样、繁杂、模型未学习到的术语

## ◆字符特征模型

- 例如N-gram、Bag-of-Word等模型

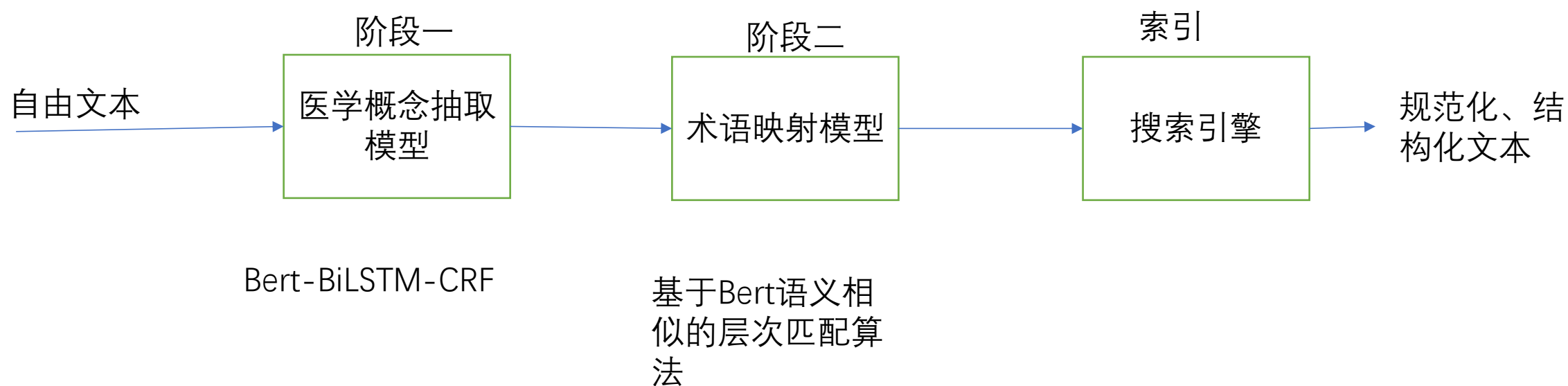
## ◆深度神经网络模型

- 词嵌入\位置嵌入的CNN或RNN
- 深度预训练模型如Bert , Roberta , GPT等



# 研究设计

- 本研究提出了一种将临床非规范化表达的医学概念映射至术语（如CMeSH）表上的双阶段方案并在此基础上建立搜索引擎索引。



# 研究数据

- 以缺血性心脏病（ICD10:120-125）为例，抽取出院记录，涵盖出院医嘱、手术过程记录、入院情况描述、诊疗过程描述和出院小结等字段，共884份，平均每个字段长837.4个字符
- 共包含：
- 6338个句子作为训练集
- 1017个CMeSH概念（A解剖学、B有机体、C现象和过程、D..）
- 38176条标注（双人标注，kappa=0.951）
- 此外Bert语言模型采用了google提供的Bert-base-chinese预训练权重，并使用33017份出院记录进行预训练调整。

# 基于Bert的语义相似性层级匹配算法 候选句生成（CSP）

- 将原句切分成句首、概念词和句尾
- 将当前CMeSH指针指向的词和其所有下位词与句首、句尾拼接成句子。
- 例如：

Holter示	房早	， 偶发心动过速
↓		
Holter示	心血管疾病	， 偶发心动过速
Holter示	心脏病	， 偶发心动过速
Holter示	血管疾病	， 偶发心动过速
Holter示	心血管感染	， 偶发心动过速

假设CMeSH指针（记为op\_term）， 指向CMeSH词， 心血管疾病

# 结果

经股冠状动脉介入治疗

搜索

查询到 157 个文档, 用时0.016秒

< 1 跳转 >

38654号手术过程: 相似度评分: 2.941832  
DSA下行**TRA**术; 以5FrTIG6FrR3.5CAG:LM/8F未见明显狭窄, LAD近段局限性狭窄60%; LCX中段弥漫性长病变, 狭窄90-95%; LCA-TIMI3级血流; RCA开口异常(左冠窦建议**LCX/RCA-PCI**术, 患者拒绝**PCI**, 要求药物保守治疗; 目前生命体征平稳, 冠脉造影顺利, 无造影相关并发症, 拔除桡动脉鞘管, 以TR-BAND桡动脉压迫器压迫止血, 安返病房, 每小时松气3-4毫升,

2021-12-22 19:28:03.871444

35853号入院时情况描述: 相似度评分: 2.7172596  
因“发作性胸痛1次, **PCI**术后3年”入院。2014年9月20日因胸痛我科住院治疗, 2014-9-26日行冠状动脉造影, 结果示LM未见明显异常, LAD近段、近中段弥漫性长病变, 最狭窄处在95%左右, LCX、RCA未见明显异常。经与患者家属沟通, 予**PCI**

2021-12-22 19:28:03.871444

37041号手术过程: 相似度评分: 2.7113397  
经家属同意后行**LCX-PCI**术, 追加肝素7000U, 6FrE8U3.5导管到位LCA开口, Runthrough (BMW) 导管送至LCX远端, PIONEER(2.5\*15mm8~10atm\*10sec) 扩张LCX再狭窄病变处, 复查造影示残余狭窄40%; SCOREFLEX(3.0\*10mm, 10atm\*15sec.) 扩张; 复查造影显示残余狭窄处未见残余狭窄; TIMI3级; **PTCA**成功; 患者无不适主诉, 无**PCI**相关并发症,

2021-12-22 19:28:03.871444

# 讨论

1. 本研究提出了一种基于深度语言模型的双阶段医学术语抽取与映射方案，并基于术语映射建立了优化索引方案；
2. 本研究提出了一种医学术语层次匹配算法，可用于在CMeSH树中一层一层地查找医学概念词的精确术语。在保证查询精度的情况下，显著节省运算成本和匹配时间。
3. 本研究提出了一种基于孪生神经网络的深度语言模型训练策略，该策略能让语言模型学习到属于及的树形结构中蕴含的语义信息。

# 医学知识的挖掘与应用

户保田

哈工大（深圳校区）

# 大规模中文医学知识图谱构建

- 基于大规模医学文献和高质量的医学知识体系规范，实现知识图谱动态更新
- 融合多源知识信息，实现精准的医疗知识实体的识别。
- 采用弱监督学习，以较少的标注成本，实现高质量的知识关系抽取

✓融合多源知识的医疗实体识别：

*Xiong, Ying, et al. "Leveraging Multi-source knowledge for Chinese clinical named entity recognition via relational graph convolutional network." Journal of Biomedical Informatics 128 (2022): 104035.*

弱监督关系抽取：

*Zhu T, Qin Y, Xiang Y, et al. Distantly supervised biomedical relation extraction using piecewise attentive convolutional neural network and reinforcement learning[J]. Journal of the American Medical Informatics Association, 2021, 28(12): 2571-2581.*

# 大规模中文医学知识图谱构建

- 构建了大规模开源医疗知识图谱：CPubMed-KG v1.1
  - 知识来源于高质量中文核心医学期刊
  - 关系与实体规范与主流中文医学规范兼容
  - 实体、关系的来源明确，可回溯、易判别
- 
- 涵盖药物治疗、并发症、实验室检查、适应症、高危因素、多发群体、死亡率等40余种关系，结构化知识三元组总量达410多万。



<https://cpubmed.openi.org.cn/graph/wiki>

## + 内分泌科

## + 消化内科

## + 呼吸内科

## + 呼吸科

## + 血液科

## + 血液透析科

## + 血液内科

## 十 神经内科

## + 神经内二科

十 心内科

## + 心血管内科

## 2型糖尿病

## Contents

## 1 实体介绍

## 2 关系

## 2.1 临床表现

## 2.2 组织学检查

### 2.3 高危因素

## 2.4 病史

## 2.5 药物治疗

## 2.6 相关 (转化)

## 2.7 内窥镜检查

## 2.8 辅助治疗

## 2.9 发病机制

## 2.10 手术治疗

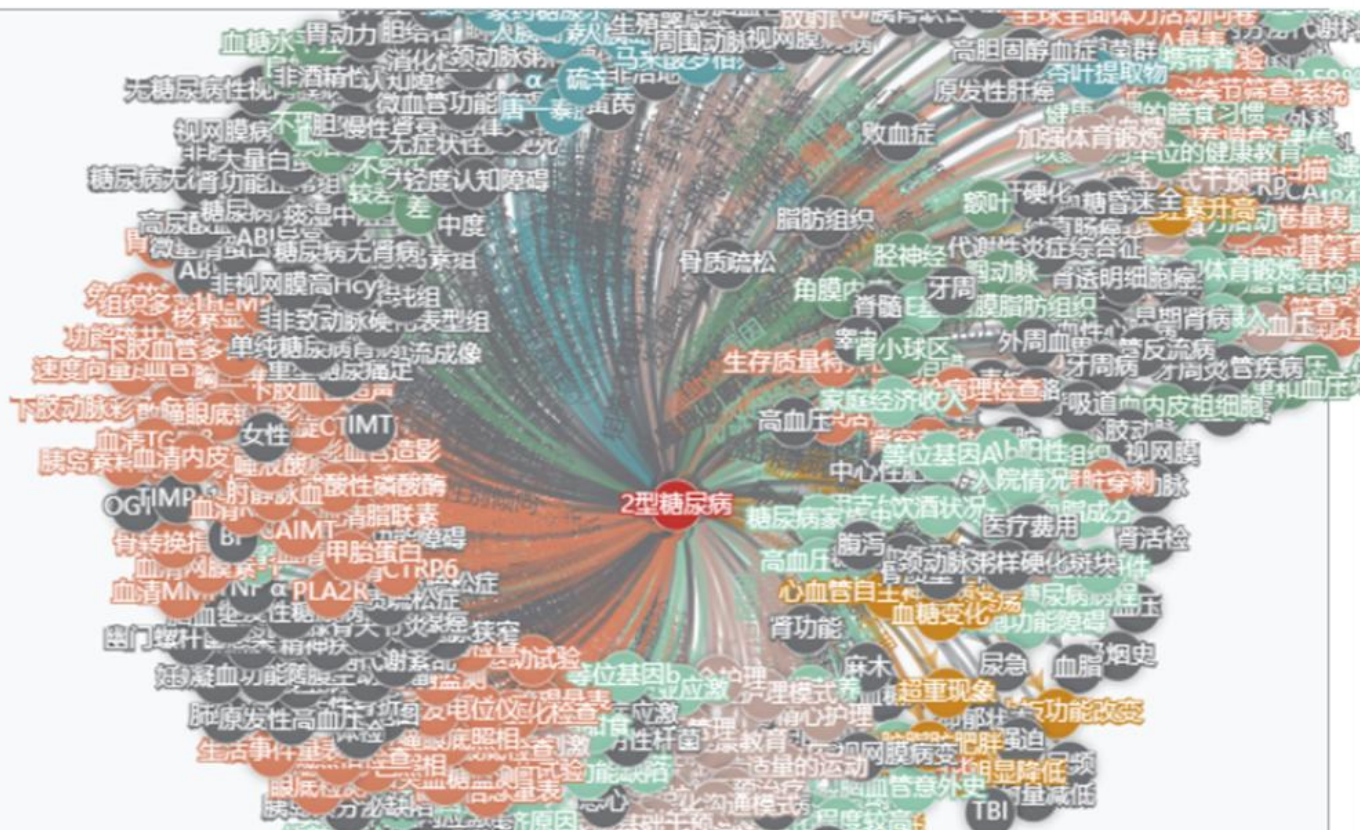
## 2.11 同义词

## 2.12 就诊科室

### 2.13 发病部位

## 2.14 多发群体

## 2.15 预防



# 医学知识的应用：知识融合和解释生成的医疗问答

收集了一个大规模的医学多选择问题数据集(超过21000个实例)，这些问题被用于国家执业药师考试。这是一项具有挑战性的医学测试，2018年的通过率不到14.2%

## ◆chatGPT在测试集题目的表现

- 对药学综合知识与技能题目的准确率为52%，低于60%及格线。其中测试了100条数据，52条正确，48条错误。（药综52% vs 普通高考76%）
- 错误的现象：回答错误；拒绝回答；质疑题目没有正确选项
- 正确的现象：计算题总共1个，计算正确，偏常识题答对较多。



# 知识融合的阅读理解模型KMQA

## 模型结构

- 多层协同注意力阅读器，用于计算问题、选项和检索文本的上下文感知表示形式，并实现了丰富的交互。
- 知识获取，根据给定的问题和选项从KG中提取知识事实。
- 知识注入，将知识事实进一步整合到阅读器中的注入层以及路径子图表示增强。

---

## Algorithm 1 Knowledge Acquisition Algorithm

---

**Require:** Question  $q$  and entities  $\mathcal{E}_Q = \{e\}$ , option facts  $\mathcal{S}_O = \{(h, r, t)\}$ , embedding function  $\mathcal{F}$ , template function  $g$

- 1: Translate triple  $s_j = (h_j, r_j, t_j) \in \mathcal{S}_O$  to general text  $p_j$  using  $g$
- 2: **if**  $\mathcal{E}_Q$  is empty set **then**
- 3:     Calculate knowledge-based option scores for each  $p_j$  using the word mover's distance  $wmd(\mathcal{F}(q), \mathcal{F}(p_j))$
- 4:     **return** top-K option facts ranking by score in the ascending order
- 5: **end if**
- 6: Initialize similarity vector  $\mathbf{o} \in \mathbb{R}^{|\mathcal{S}_O|}$  with infinities.
- 7: Calculate the entity-to-triple score  $c_{i,j}$  of entity  $e_i$  with transformed text  $p_j$ :  $wmd(\mathcal{F}(e_i), \mathcal{F}(p_j))$
- 8: Set the j-th element of similarity vector  $o_j = \min_{i \in |\mathcal{E}_Q|} \{c_{i,j}\}$
- 9: **return** top-K option facts ranking by  $\mathbf{o}$  in the ascending order

---

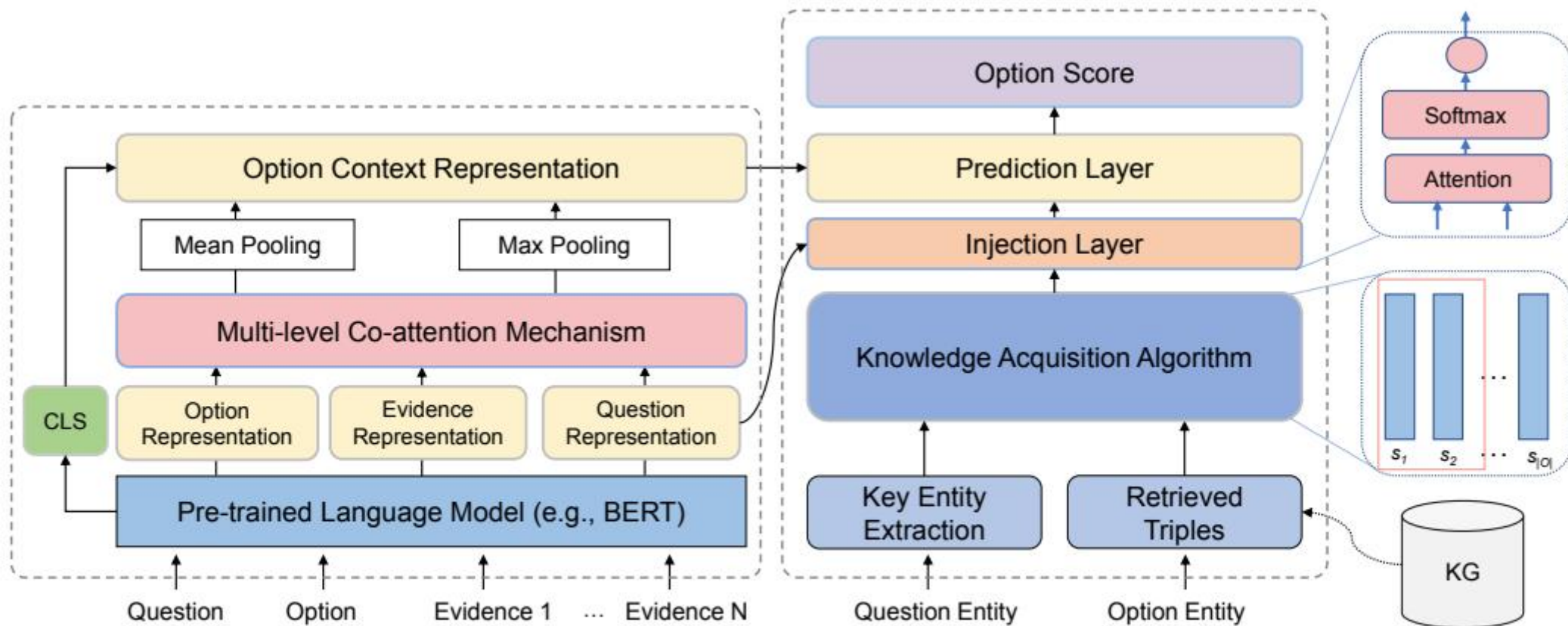
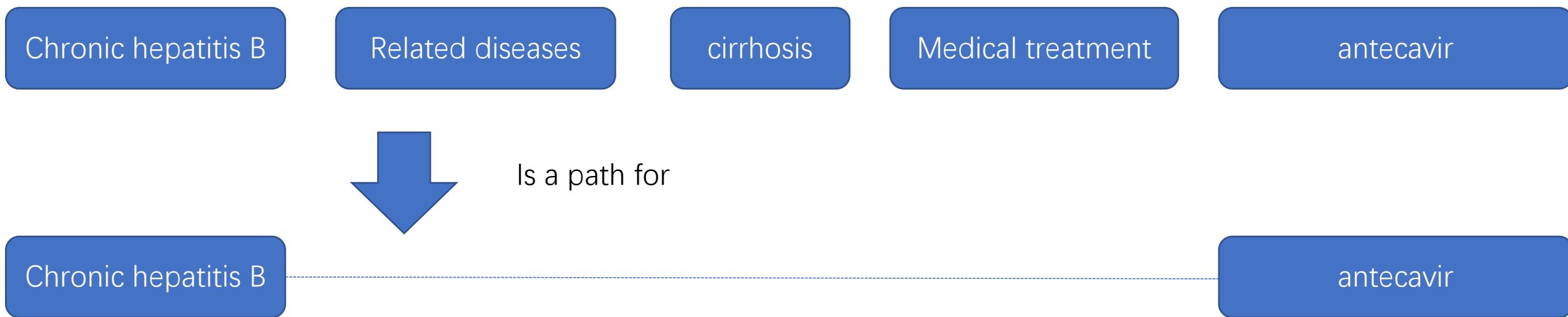


Figure 1: Overall architecture of the proposed KMQA, with multi-level co-attention reader (left) and the knowledge integration part (right) illustrated.

多层协同注意力阅读器

# 路径信息增强



利用问题到选项路径的关系结构来进一步增强KMQA的性能  
对于问题和选项中的概念实体（删除不是疾病、药物和症状的实体），检索KG在他们之间3跳内的所有路径，以形成关于选项的子图  
然后，我们应用L层图卷积网络来更新节点的代表

- 实验结果表明，*KMQA*在测试集上以**61.8%**的正确率通过了测试，并有很大的优势优于已经之前的竞争模型。

Types	Number	Accuracy
Statement Best Choice	200	64.0
Best Compatible Choice	257	58.4
Case Summary Best Choice	90	66.7
Conceptual Knowledge	279	61.3
Situational Analysis	42	64.3
Logical Reasoning	226	62.0
Positive Questions	433	61.9
Negative Questions	114	61.4

Table 4: Performance of our model on different question category.

# 医学知识的应用：基于重要信息召回的医学对话回复生成方法

- 医学对话通常是包含冗长的对话历史以及大量的专业词汇，且重要的医学信息散落在长对话历史的各个部分，难以捕捉。
- 当前主流的对话模型主要依赖ATTENTION机制和大规模预训练模型，难以准确地从长对话历史中捕捉重要的信息。
- 为了解决上述两个问题，提出了基于重要信息找回的医学对话回复生成方法。

- Dialogue Graph Encoder. 编码对话历史的整体结构信息，主要用于Recall的生成。
- Knowledge encoder. 引入额外的医学知识信息，用于增强模型对医学专业知识的理解
- Recall Generation. 生成器在回复之前首先生成recall,这样可以促使生成器的注意力机制关注对话历史中的重要位置。

*Zhao, Yu, et al. "Medical Dialogue Response Generation with Pivotal Information Recalling." Proceedings of the 28th ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. 2022.*



# 转化信息学驱动下的智能医学： 挑战与实例

沈百荣

四川大学华西医院疾病系统遗传研究院

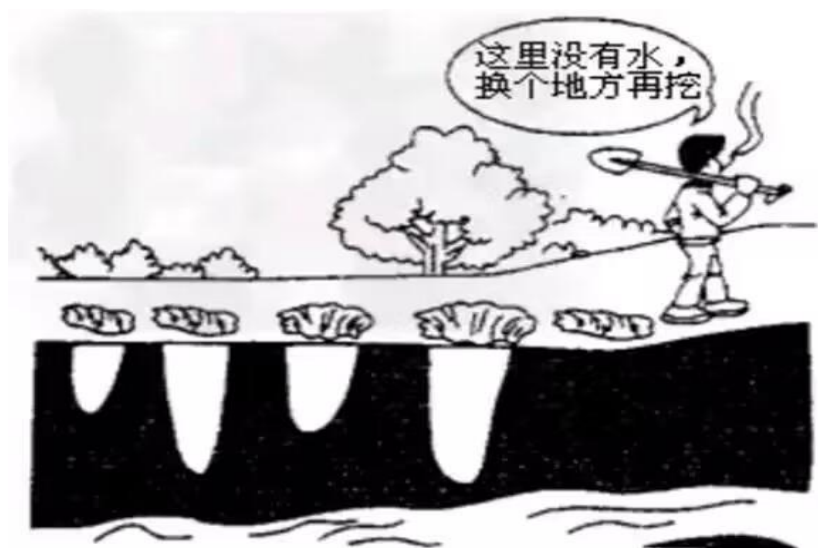
# 故事梗概

- 1、我们要讨论的问题
- 2、解决方案：转化信息学
- 3、转化信息学范式应用举例

# 1、我们要讨论的问题

詹启敏之问：

“为什么我们在材料或生命科学领域的研究，世界上排名第1第2，为什么在这些方面还被卡脖子？”



我们的研究体系在哪里有问题？

- 跟从/重复/同质/碎片化，1—>N
- 范式落后、资源密集型、交叉创新少
- 缺少：系统性、个性、转化与工程

# 新科研范式形成 ...



科技部长王志坚

从“创新主体”到“科技创新主体”两字之差让企业站上科技创新C位...这意味着，企业要解决技术问题，同时它也是科学研究主体，在新方法提出、新科研范式形成、新领域研究、新现象解释等方面，以及这些成果怎么转化成高科技产业。

# 范式问题

- What is to be observed and scrutinized
- Questions supposed to be asked and probed
- (Q) How these questions are to be structured
- (M) Methods designed and equipments available for the Qs?
- (R) How the results should be interpreted

经验医学

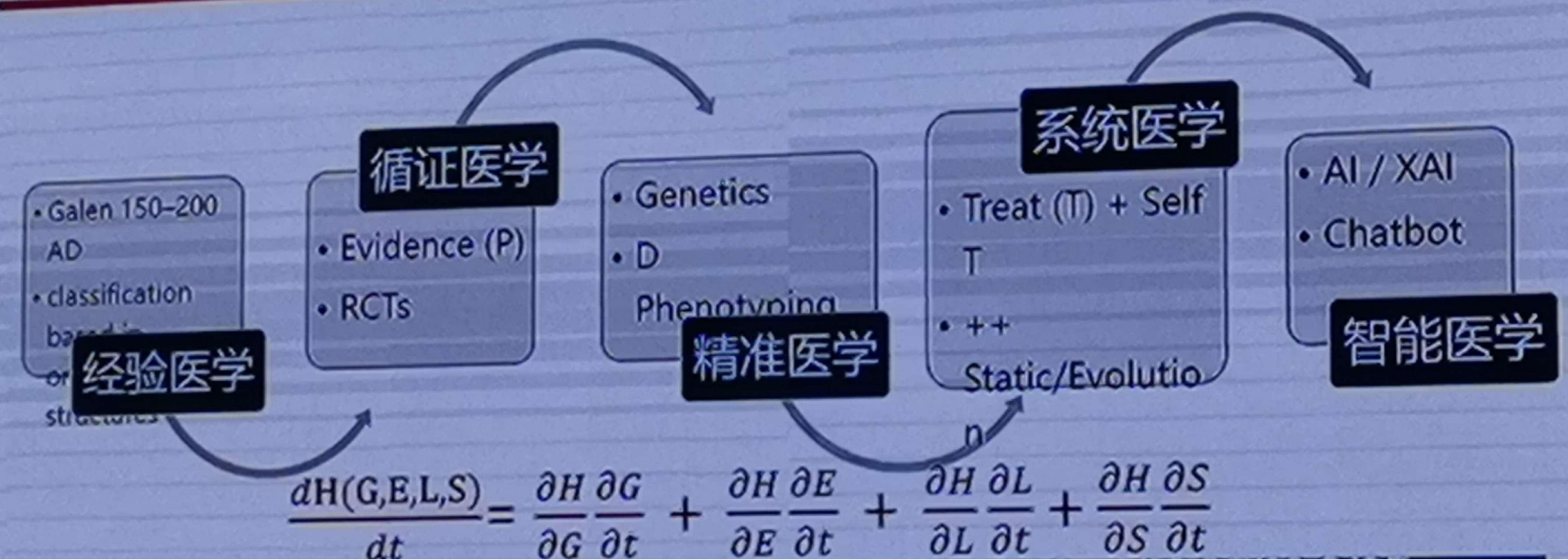
循证医学

精准医学

系统医学

智能医学

# 医学范式演变



## 2、解决方案：转化信息学

### 转化信息学：

整合化学信息学、生物信息学、医学信息学和健康信息学，系统地促进精准医学和健康管理的实现。

信息量如此大，如此异质，科学发现如此之多，可是：还是盲人摸象，一个人的智慧有限，解决办法：TI (translational informatics)

# 第四范式与挑战与共性问题

## **The biomedical data diversity and their standardization**

Challenge 1: Data standardization for communication

Challenge 2: Data sharing and privacy preservation

Challenge 3: Data measurability and spatiotemporal signals 数据的可测量性和时空信号

## **The explainable model and the actionable key data**

Challenge 4: Phenotype plasticity and model robustness 表型可塑性和模型稳健性

Challenge 5: Explainable artificial intelligence (XAI) and precision medicine practice

Challenge 6: Clinical observation and real world data driven scientific discovery

Challenge 7: Experimental or computational verifiability

Challenge 8: From data and knowledge to general principles

## **The translational application and the cross disciplinary education**

Challenge 9: Smart application of the data intensive SDP to healthcare

Challenge 10: Education and training for data-intensive SDP



### 3、转化信息学范式应用举例

- 天然产物与药物发现
- 个性化和数字驱动的运动医学
- 病毒感染的预防与治疗
- 前列腺癌作为慢病管理
- 个性化医学的标志物发现

# 移动医疗APP用户使用 行为研究

徐倩

重庆医科大学图书馆

## 1、移动医疗APP概述

- 移动医疗APP分类：医学信息参考手册类，决策支持类，教育工具类，跟踪工具等
- 移动医疗APP用户：医疗从业者，患者，公众
- 移动医疗APP应用场景：临床诊断，疾病预防/管理，医学教育教学

## 2、用户行为研究内容

- 统计描述：人群特征，日常使用行为
- 行为影响因素：用户接受行为，用户持续使用行为
- 行为干预研究：患者健康行为，患者用药依从性

## 3、研究开展步骤

- 科研设计，收集资料，整理资料，分析资料
- 观察性研究，实验性研究
- 问卷设计
- .....

# 公众网络健康信息搜寻行为对 医患互动的链式中介效应

谢文照、罗爱静  
中南大学湘雅三医院

# 前言

- **网络健康信息搜寻行为** (Online health Information Seeking Behavior, OHISB) 是指在互联网环境下，个人寻求关于健康、风险、疾病和健康保护信息的行为。
- 有研究认为，患者越频繁地采取信息寻求行为，其健康信息水平越高，其参与护理管理的程度也越高。网络健康信息搜寻在满足患者健康信息需求的同时，提高用户的**电子健康素养**。
- **医患互动**是医疗服务活动中客观形成的医患双方以及与双方利益有密切关联的社会群体和个体之间 的情绪互动、心理互动、认知互动、态度互动和行为互动等关系的总和。
- 医患矛盾背后的本质是医患之间的健康素养的差距，从而导致医患之间的互动障碍。

# 前言

- **健康信念模型** (Health Belief Model, HBM), 是一种社会认知模型, 通过信念解释和预测人们的健康行为; 它认为强烈的健康信念可以导致个体的行为改变。
- **知信行模型** (knowledge、attitude、practice, KAP) 是用于解释个人知识和信念对健康行为的影响的最常见模型; 认为健康素养是健康信念的基础, 健康信念是健康行为的动力, 而健康行为是前两者合力的产物。
- 网络健康信息搜寻行为对医患互动的影响在心理学中很少得到评估。因此, 本研究旨在以理论为指导, 从心理学角度探讨公共网络健康信息搜寻行为对医患互动的影响机制。

# 研究设计

- 健康信念模型由感知疾病易感性 (perceived susceptibility)、感知疾病严重性 (perceived seriousness)、感知行动效益 (perceived benefits of taking action)、感知行动障碍 (perceived barriers to taking action)、行动线索 (cue to action) 以及自我效能 (Self-efficacy) 六个因素构成；
- 知信行模型是用来解释个人知识和信念如何影响健康行为改变的最常用的模式，强调知识 (Knowledge)、信念 (Attitude) 和行为 (Practice) 三个连续过程。
- 本文结合网络健康搜寻行为的实际情况，选取**感知疾病严重性、感知行动效益和电子健康素养**三个维度进行分析。

# 研究设计

表 1 研究变量及参考来源

研究变量	变量含义	参考来源
网络健康信息搜寻行为	公众在网络上搜寻健康信息的行为。	-
电子健康素养	个体从电子资源中查找、理解和评价健康信息,并将所获得的健康信息加以处理和运用,以增强解决健康问题的能力。	e HEALS 量表[22]
感知疾病严重性	个体自觉患某种疾病的严重程度。	
感知行动效益	个体对某一特定行为可以降低疾病伤害或促进身体恢复的认知。	Champion[23]
医患互动	医生与患者在就诊过程中的互动过程。	Anthony 等[24]



# 感知疾病严重性的中介作用

- **感知疾病严重性**是个体自觉患某种疾病威胁的严重程度，包括对医疗后果和社会后果的评估。
- Harrison 等人证实，感知疾病越严重，就越有可能采取健康行为。
- 当个体患了某种疾病时，在搜寻健康信息之后，感觉到所患疾病可能威胁生命、带来痛苦或者对生活造成影响，这种感觉不会消失甚至会加强，就会产生积极的寻医行为，在面对医生时可能会增加与医生的互动。
- H1a: 网络健康信息搜寻行为与感知疾病严重性正相关
- H1b: 感知疾病严重性与医患互动正相关
- H1: 感知疾病严重性在网络健康信息搜寻行为与医患互动间起中介作用

# 感知行动效益的中介作用

- **感知行动效益**是个体感知采取某一健康行为降低疾病伤害或促进身体恢复的效益，在本研究中指公众对在网络上搜寻健康信息所能获得的益处的认知。
- Willis研究发现，通过网络社区获取健康信息，可以提高公众对疾病治疗的感知利益。有研究调查显示，公众感知到益处越多，对人们采取健康生活行为的促进作用越大。
- 如果公众通过网络健康信息搜寻行为感知到自我健康管理的效益，那么在与医生交流时会愿意发表自己的观点，与医生进行积极的互动。
- H2a: 网络健康信息搜寻行为与感知行动效益正相关
- H2b: 感知行动效益与医患互动正相关
- H2: 感知行动效益在网络健康信息搜寻行为与医患互动间起中介作用

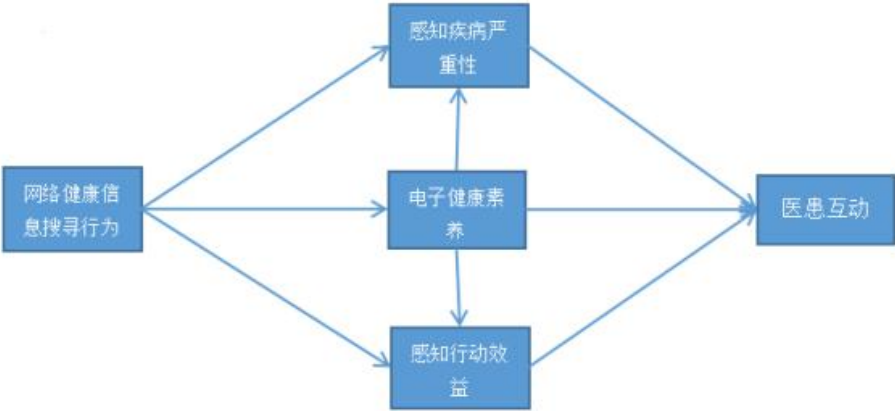
# 电子健康素养的中介作用

- 电子健康素养(e Health Literacy,e HL)指个体通过网络电子媒介搜索、理解和评估健康信息, 以及运用获得的健康信息处理、解决健康问题的能力, 从而以维持和促进自身健康。
- Patrik 等人认为, 网络健康信息查询行为有助于提高查询者的电子健康素养从而提高疾病预防和健康促进能力。电子健康素养高的公众会结合自身已具备的素养合理地分析和判断适合自己的健康信息和健康服务。
- 电子健康素养较高的公众能够分辨出网络上健康信息的真假, 而电子健康素养较低的公众可能会相信网上的虚假信息, 从而影响医患互动过程。
- H3a: 网络健康信息搜寻行为与电子健康素养正相关
- H3b: 电子健康素养与医患互动正相关
- H3: 电子健康素养在网络健康信息搜寻行为与医患互动间起中介作用

# 电子健康素养、感知疾病严重性、感知行动效益的关系

- 公众对疾病知识的掌握程度会对个体的疾病行为产生影响。电子健康素养越高，意味着其通过电子媒介查找、搜集健康信息以对自身症状及时感知并精准预判的能力越高，即电子健康素养越高的人对疾病严重性感知程度越高，也会对自己健康信息搜寻行为是否会产生效益有一个更好的判断能力。
- H4a: 电子健康素养与感知疾病严重性正相关
- H4b: 电子健康素养与感知行动效益正相关
- H4: 电子健康素养、感知疾病严重性在网络健康信息搜寻行为与医患互动间起链式中介作用
- H5: 电子健康素养、感知行动效益在网络健康信息搜寻行为与医患互动间起链式中介作用

# 模型构建与问卷设计



研究变量	编码	测量问题
网络健康信息搜寻	A1	我身体感到不舒服时, 我会去网上查找健康相关的信息
	A2	当我的亲人或朋友得了某种疾病, 我会去网上查找该疾病的相关信息
	A3	当我担心自己的健康时, 我会去网上查找健康相关的信息
	A4	我在网上查找健康相关信息的频率是
健康信念模型	B1	我认为我想到会生病我就害怕了
	B2	我认为如果我生病了, 事业将面临危险
	B3	我认为如果我生病了, 经济安全将受到威胁

研究变量	编码	测量问题
感知行动效益	C1	我觉得使用网络查找信息可以预防部分疾病
	C2	使用网络查找健康信息, 有利于疾病的康复
	C3	查找健康信息利于我遵从医生的医嘱
	D1	我知道如何上网查找有用的健康信息
知信行模型	D2	我知道如何利用网络来解答自己的健康问题
	D3	我知道从网络上可以获取的健康信息有哪些
	D4	我知道如何利用获取的网络健康信息帮助自己
	F1	由于从网络上收集信息, 与医生的互动变得更加受人尊敬
医患互动	F2	网络上的信息可帮助我与医生进行更有效的沟通
	F3	网络上的信息可以帮助我向医生提出更明智的问题
	F4	网络上的信息可帮助我更好地了解医生在咨询期间告诉我的内容

# 数据来源与处理

- 本研究采用网络随机问卷调查方法，依托于问卷星设计问卷由微信、QQ 等网络平台传递给调查对象，分为两个阶段采集数据。
- 第一个阶段是预调研阶段，对收集到的 50 份小样本问卷数据进行信效度分析；第二个阶段为大范围正式调研，一共收集到 752 份问卷数据。
- 本文数据建立在严格的问卷筛选基础上，剔除标准如下：①剔除填写时间小于 100 秒的问卷样本②剔除表述相似但获得答案明显矛盾的问卷样本③剔除没有过网络康信息搜寻行为的问卷样本。
- 最后得到有效问卷 713 份，问卷有效率为 94.19%。
- 采用 SPSS23.0和 AMOS23.0 处理数据，统计分析包括描述性统计、结构方程模型分析及 Bootstrap 分析。描述性数据以均数±SD 表示定量数据，频率/百分比表示分类数据。采用独立样本 t 检验和单因素方差分析不同人群网络健康信息搜寻行为和医患互动的差异。

# 信效度检验

- 信度检验

结果显示，网络健康信息搜寻行为、感知疾病严重性、感知行动效益、电子健康素养以及医患互动 的 Cronbach' α 值在 0.836~0.951 之间（如表 3 所示），当 α 系数大于 0.8 时，表明问卷的内部一致性极好。

- 效度检验

收敛效度检验结果显示（如表 3 所示），各变量标准载荷系数均大于 0.7，且具有较高的显著性， 同时，各潜变量组合信度(CR)均大于 0.8，平均提取方差(AVE)均大于 0.6，满足收敛效度的三项标准，表明变量测量的收敛效度较好；区分效度检验结果显示（如表 4 所示），各潜变量之间的相关系数的绝对值在 0.261~ 0.744 之间，对 AVE 平方根与相关关系值进行检验，AVE 平方根均大于相 关系数值，区分效度良好。综上，问卷具有良好的信度和效度。

表 3 测量条目信度和收敛效度检验结果					
研究变量	编码	因子载荷	Cronbach'a 系数	CR	AVE
网络健康信息 搜寻行为	A1	0.897	0.951	0.952	0.832
	A2	0.891			
	A3	0.957			
	A4	0.902			
健康信念	B1	0.719	0.836	0.844	0.644
	B2	0.888			
	B3	0.792			

研究变量	编码	因子载荷	Cronbach'a 系数	CR	AVE
感知行动效 益	C1	0.819	0.908	0.910	0.712
	C2	0.923			
	C3	0.891			
	D1	0.909			
知信行	D2	0.917	0.943	0.944	0.808
	D3	0.894			
	D4	0.874			
	F1	0.727			
医患互动	F2	0.899	0.918	0.921	0.747
	F3	0.921			
	F4	0.895			

注:其中因子载荷为标准因子负载;CR 为组合信度;AVE 为平均变异数萃取量。



表 4 区分效度检验结果

	1	2	3	4	5
1	0.832				
2	0.297***	0.644			
3	0.418***	0.422***	0.712		
4	0.358***	0.261***	0.718***	0.808	
5	0.361***	0.354***	0.744***	0.670***	0.747
AVE 的平方根	0.912	0.802	0.844	0.899	0.864

注:\*\*\*P<0.001;1=网络健康信息搜寻行为,2=感知疾病严重性,3=感知行动效益,4=电子健康素养,5=医患互动。

表 5 模型拟合度指标

指标	$\chi^2/df$	RMSEA	SRMR	GFI	AGFI	NFI	TLI	CFI
观测值	3.590	0.060	0.057	0.932	0.909	0.962	0.966	0.972
理想值	< 5	< 0.08	< 0.08	> 0.9	> 0.9	> 0.9	> 0.9	> 0.9

- 模型的拟合度良好，能较好的与样本数据匹配。



# 网络健康信息搜寻行为-医患互动描述统计

- 表 7 给出了网络健康信息搜寻行为、感知疾病严重性、感知行动效益、电子健康素养和医患互动的 平均值、标准差以及变量间的 Pearson 积差相关系数。各变量之间的相关均达到显著性水平,其中 网络健康信息搜寻行为、感知疾病严重性、感知行动效益、电子健康素养和医患互动间均呈显著正相关( $p<0.01$ )。

表 7 相关性检验 (N=713)							
主要变量	M (平均值)	SD (标准差)	1	2	3	4	5
1	3.20	1.27	1				
2	3.38	0.83	0.335**	1			
3	3.06	0.90	0.280**	0.248**	1		
4	3.24	0.94	0.378**	0.674**	0.391**	1	
5	3.32	0.73	0.322**	0.626**	0.323**	0.684**	1

注:\* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$ , \*\*\* $P<0.001$ , 以下同;1=网络健康信息搜寻行为,2=电子健康素养, 3=感知疾病严重性,4=感知行动效益,5=医患互动

# 作用路径分析

表 8 标准化路径检验结果

路径	标 准 化 系 数 ( $\beta$ )	S.E.	C.R.	$P$	结果
H1a 网络健康信息搜寻行为→感知疾病严重性	0.229	0.025	5.293	***	支持
H1b 感知疾病严重性→医患互动	0.077	0.025	2.549	0.011	支持
H2a 网络健康信息搜寻行为→感知行动效益	0.188	0.024	6.003	***	支持
H2b 感知行动效益→医患互动	0.514	0.03	10.827	***	支持
H3a 网络健康信息搜寻行为→电子健康素养	0.359	0.024	9.46	***	支持

路径	标 准 化 系 数 ( $\beta$ )	S.E.	C.R.	$P$	结果
H3b 电子健康素养→医患互动	0.285	0.034	6.44	***	支持
H4a 电子健康素养→感知疾病严重性	0.188	0.039	4.356	***	支持
H4b 电子健康素养→感知行动效益	0.653	0.041	18.786	***	支持

附注：N=713，\*\*\* $p$ <0.001

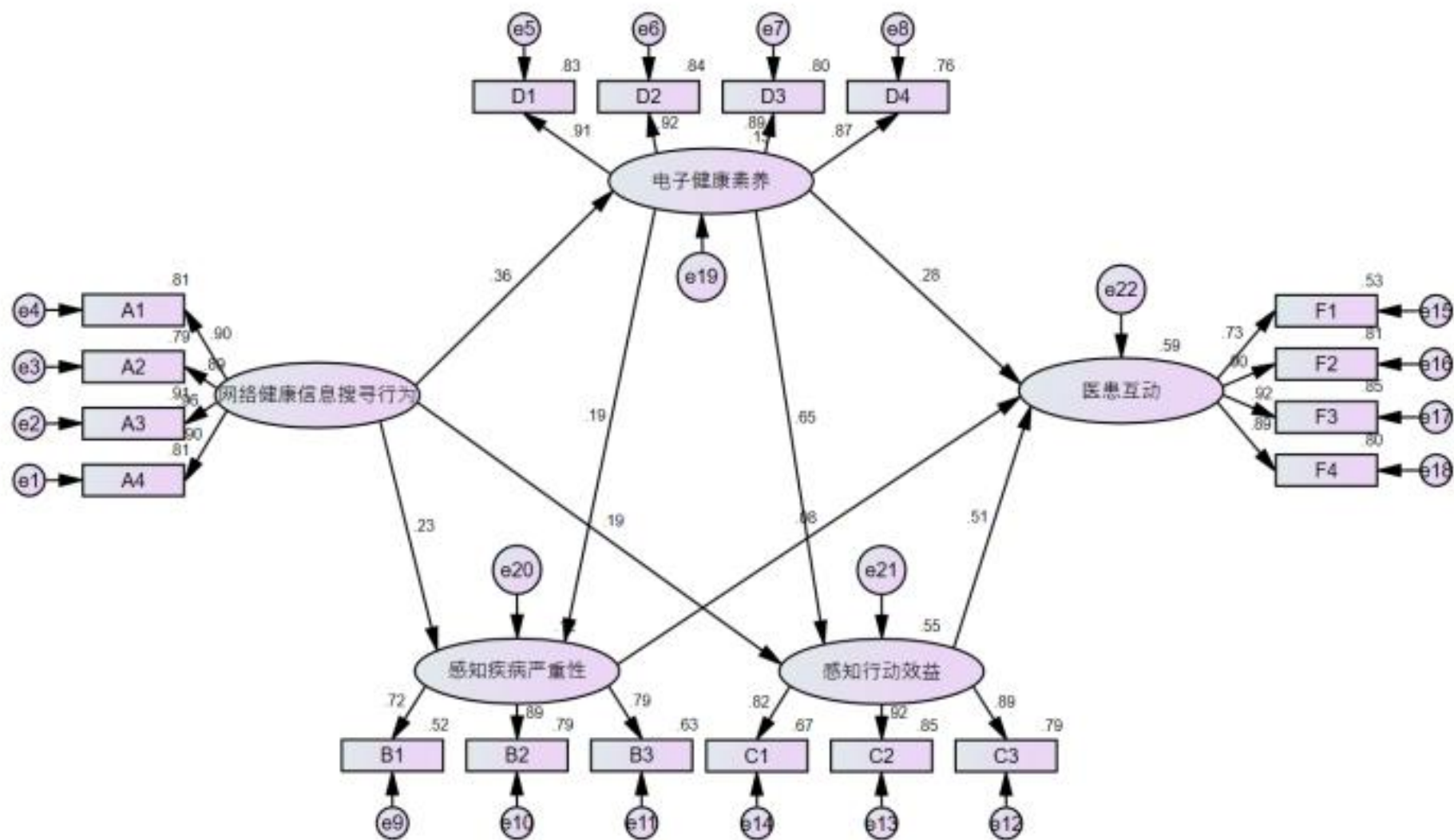
# 中介效应检验

- 中介效应具体由五条路径产生的间接效应组成，总的标准化中介效应值为 0.341，五条路径的间接效应占总间接效应的比例分别为 5.3%、28.2%、29.9%、1.5% 和 35.2%。感知疾病严重性（95%CI:0.003,0.04, $p<0.001$ ）、感知行动效益（95%CI:0.059,0.138, $p<0.001$ ）、电子健康素养（95%CI:0.061,0.155, $p<0.001$ ）在网络健康信息搜寻行为和医患互动起完全中介作用，电子健康素养 → 感知疾病严重性（95%CI:0.001,0.013, $p<0.05$ ）、电子健康素养 → 感知行动效益（95%CI:0.082,0.166, $p<0.001$ ）起链式中介作用

表 9 标准化的 Bootstrap 中介效应检验

中介路径	标准化中介效应值	Bias-corrected 95%CI			结果
		下限	上限	P	
H1:网络健康信息搜寻行为→感知疾病严重性→医患互动	0.018 (5.3%)	0.003	0.04	0.014	支持
H2:网络健康信息搜寻行为→感知行动效益→医患互动	0.096 (28.2%)	0.059	0.138	***	支持
H3:网络健康信息搜寻行为→电子健康素养→医患互动	0.102 (29.9%)	0.061	0.155	***	支持
H4:网络健康信息搜寻行为→电子健康素养→感知疾病严重性→医患互动	0.005 (1.5%)	0.001	0.013	0.011	支持
H5:网络健康信息搜寻行为→电子健康素养→感知行动效益→医患互动	0.12 (35.2%)	0.082	0.166	***	支持
总间接效应	0.341 (100%)	0.276	0.404	***	支持

附注:\*\*\* $p<0.001$ ，Bias-corrected 95%CI 下限和上限分别指通过偏差矫正的百分位 Bootstrap 法估计的间接效应的 95%置信区间的下限和上限。



# 网络健康信息搜寻行为对健康信念以及知信行的作用

- 网络健康信息搜寻行为对公众的感知疾病严重性、感知行动效益、电子健康素养都有影响。公众上网查询到自己所需要的健康信息，即一次成功的健康信息查询，可以正确的感知自己所搜寻疾病的严重性，合理认知到网络健康信息搜寻行为带来的益处，同时提升与该疾病相关的电子健康素养。
- 政府可以免费举办网上健康信息搜寻技能培训课程，让市民了解网上搜寻健康资讯的好处，掌握健康信息搜寻技能；
- 同时，还应加强对在线信息的监管，并教育公众使用已被认证为高质量信息的网站。

# 网络健康信息搜寻行为通过公众的健康信念影响医患互动

- 研究表明，公众的感知疾病严重性能够作为网络健康信息搜寻行为与医患互动的中介。当患者认识到自己所患疾病的可能威胁到生命、可能致使残疾或痛苦、以及对工作或社会角色有影响时，会使用更多渠道获取健康信息，可能导致掌握的健康信息纷杂，从而会对医生与患者的互动结果有更加迫切的要求。
- 公众的感知行动效益能够作为网络健康信息搜寻行为与医患互动的中介。当患者感知到在网络上搜寻健康信息能够预防部分疾病和及时发现所患疾病时，会主动自觉与医生互动，与医生讨论自己搜寻到的健康信息。
- 因此，医生应更多地让患者参与医疗决策过程，让患者在联合决策中体验到治疗的信心，减少对严重疾病的恐惧所带来的忧虑和焦虑；同时，医院可以为患者获取医疗信息提供可靠、权威的平台。

# 网络健康信息搜寻行为通过公众的电子健康素养影响公众的健康信念从而影响医患互动

- 研究发现，网络健康信息搜寻行为依次通过电子健康素养和健康信念的链式中介作用间接影响医患互动。
- 公众通过网络搜寻健康信息， 可以获得与健康有关的知识，从而提高个体电子健康素养。此外，具有不同电子健康素养水平的患者在寻求健康信息和判断信息质量方面具有不同的能力。
- 当公众面对网络上众多的 健康信息时，会主动调用已有的健康知识储备，感知所查疾病的严重程度以及感知搜寻行为为自己 疾病治疗带来的便捷式情报服务，减少与医生不对等的知识背景，从而促进与医生更自信的互动。



# 结论

- 研究表明，基于 HBM-KAP 理论的网络健康搜寻行为与医患互动模型适合于解释公众网络健康 信息搜寻行为对医患互动的作用机制。
- 公众可以积极地寻求网络健康信息，提高自身电子健康素养，加强个人健康信念教育，从而促进更有效的医患互动， 营造和谐的医疗环境。和谐的医疗环境离不开政府、医院、学校的共同努力。例如，政府应加强对在线健康信息分发渠道的监管，医院应创建更权威的医疗信息发布平台学校应加强健康素养培训。