

# 智能医学工程专业导论

## 第3讲：中医智能诊断

阮晓龙

13938213680 / ruanxiaolong@hactcm.edu.cn

<https://znyx.hactcm.edu.cn>

河南中医药大学信息技术学院互联网技术教学团队  
河南中医药大学医疗健康信息工程技术研究所

2024.11

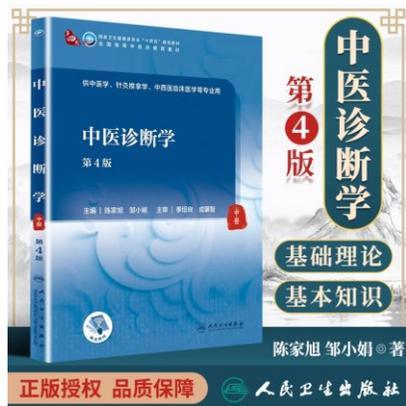
# 提纲

- 了解中医诊断
- 中医四诊的智能化
  - 中医四诊智能化概述
  - 脉诊
  - 舌诊
  - 色诊
- 中医智能辅助辨证
  - 人工智能辅助中医辨证的基本原理
  - 人工智能辅助中医辨证的机遇与挑战



# 1. 了解中医诊断

- 中医诊断学是根据中医学的理论，研究诊察病情、辨别病证的基础理论、基本知识和基本技能的一门学科。
  - 是中医学专业的基础课，是中医学专业课程体系中的一门主干课程。
  - 中医诊断学的主要任务，包括对患者进行诊察，掌握病情资料，运用中医学的理论和思维对病情资料进行分析与判断的方法，并作出正确的诊断，为临床防治疾病提供依据。
  - 在长期的医疗实践活动中，历代医家积累了丰富的中医诊断经验，其独特的四诊方法和对人体疾病本质的整体、动态认识，一直指导着中医临床实践，并不断地丰富和发展。
- 中医诊断学的内容由**四诊**、**辨证**、**辨病**和**病历书写**四个部分组成。



# 1. 了解中医诊断

## □ 四诊

- 四诊是中医诊察病情、收集病情资料的方法，包括望、闻、问、切四诊。
- 望诊是医生运用视觉，观察患者的神、色、形、态、头面、五官、躯体、四肢、二阴、皮肤、舌象以及排出物等，从而获得病情资料的方法。
- 闻诊是医生运用听觉与嗅觉，辨别患者的发声、语言、呼吸、咳嗽等声音，身体及其排出物、分泌物的异常气味，从而获得病情资料的方法。
- 问诊是医生对患者或陪诊者进行有目的地询问，以了解疾病发生发展、诊治经过、现在症状、既往病史、生活习惯等情况的诊察方法。
- 切诊是医生运用手切按患者的脉搏和肌肤、手足、胸腹、腧穴等部位，以诊察脉象与其他部位的状况，从而获得病情资料的方法。
- 总之，望、闻、问、切四诊，是医生从不同角度全面收集病情资料，包括症状、体征和病史等的方法，也是医生诊病、辨证的必然途径。



# 1. 了解中医诊断

## □ 辨证

- “证”是中医学特有的诊断概念，“辨证”是中医诊断思维的核心。
- “症”包括症状和体征。
  - “症状”是医生问诊所获患者对痛苦或不适的主观感受，如头痛、耳鸣、胸闷、腹胀等。
    - 患者自觉的，自己说出来的。
  - “体征”是医生诊察患者身体所发现的客观异常征象，如面色苍白、咽喉红肿、舌质红、脉弦滑等。
    - 患者自身说不出来，需要医生通过检查才能显示出来的。
  - 症状和体征，是医生通过四诊获得的最有价值的病情资料，是中医诊断病证的基本依据。
- “辨证”是在中医理论指导下，对四诊收集的病情资料进行分析、综合、判断，并作出证名诊断的思维过程；它是将患者周围环境、饮食起居、精神情志、体质强弱与疾病发生发展综合考虑的诊断思维过程，具有整体、动态和个体化特色。
- 历代医家创造了许多辨证方法，如八纲辨证、病因辨证、气血津液辨证、脏腑辨证、六经辨证、卫气营血辨证、三焦辨证、经络辨证；以及当代提出的证素辨证。这些方法从不同角度总结了疾病证候的一般规律，各有特点，又相互联系和补充。



# 1. 了解中医诊断

## □ 辨病

- 辨病，亦称诊病，是在中医学理论指导下，综合分析四诊资料，对疾病的病种作出判断，得出疾病病名诊断的思维过程。病名是对疾病整个过程的特点与发展规律所作出的概括与抽象，如肺癆、胸痹、消渴、疟疾、麻疹等，都是病名。中医诊断有疾病诊断和证候诊断，体现了辨病与辨证相结合的诊断原则。
- “疾病”是机体在病因作用下，正邪斗争，脏腑阴阳失调，引起的具有一定特点与发展变化规律的异常过程，具体表现为若干相关的症状和不同阶段相应的证候。

## □ 病历书写

- 病历，又称病案，古称“诊籍”，是医生对患者诊疗情况的书面记录。病历是涉及医疗、科研、教学、管理和司法等信息的重要资料。
- 病历书写是临床工作者必须掌握的基本技能，它要求将患者的病情、病史、诊断和治疗等情况，按国家统一的要求翔实记录。

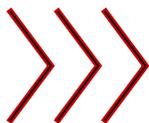


# 1. 了解中医诊断

- 中医四诊要求医生在获取信息的基础上利用经验进行分析并做出准确判断。
  - 然而，这种诊断方法依赖于医生的知识水平和实践经验，主观性很强，并且对医生具有极高的要求，从而导致不同的医师针对同一病例的诊断也可能会有较大的差异。
  - 由于时空限制，目前中医医疗资源分配不均，大部分患者很难获取优质的医疗资源。
  - 在中医人才供给不足，诊疗负担重，经验要求高的情况下，如何突破中医发展的困境，促进中医的传承创新，不仅是中医人需要思考的问题，也是国家和人民对中医药发展的殷切期望。
- 自1982年郭振球探讨如何通过人工智能模拟中医辨证思维规律以来，越来越多的学者开始关注中医药与人工智能的融合发展。
- 伴随着人工智能的迅猛发展，中医四诊智能化的研究更是逐步吸引了中医学、自动化技术、计算机科学与技术、生物医学工程、仪器仪表以及电信技术等不同科学家的关注，开展更为深入的技术和应用研究。



# 中医智能诊断



四诊：中医四诊的智能化

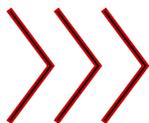
辨证：中医智能辅助辨证

辨病：中医病证智能化诊断

病历：中医临床智能辅助



# 中医智能诊断



四诊：中医四诊的智能化 \*

辨证：中医智能辅助辨证 \*

辨病：中医病证智能化诊断

病历：中医临床智能辅助



## 2. 中医四诊的智能化

### 2.1 中医四诊智能化概述

#### □ 望诊智能化现状

- 目前望诊智能化的研究相对成熟和完善。其智能化流程大致可分为图像获取，图像预处理、图像分割、特征提取/选择和分类识别几个步骤。
- 望诊智能化中研究较多的为目诊、舌诊和面诊，即基于计算机视觉与人工智能技术，分别通过观测眼睛、舌和面部的图像来进行体质辨识和疾病诊断的方法。
  - 湖南中医药大学彭清华教授团队进行了一系列的基于眼底图像分割分类方法的中医目诊研究。
  - 成都中医药大学温川飙教授、上海中医药大学许家佗教授和王忆勤教授、安徽中医药大学阚红星教授则分别带领团队开展了舌、面部的分割、特征提取与诊断分类的研究，并致力于智能舌、面诊仪研发。
- 面诊、舌诊和目诊技术的发展使得一系列现代智能化设备应运而生。目前已有：
  - 可通过对面色、面部光泽和唇色的客观化和智能化来进行体征分类的智能面诊仪，
  - 可根据舌色、舌形和舌苔的特征来进行中医证候诊断的智能舌诊仪，
  - 可根据眼睛巩膜部位的斑点、血脉等特征进行智能分析并完成健康评估的智能目诊仪等。



## 2. 中医四诊的智能化

### 2.1 中医四诊智能化概述

#### □ 闻诊智能化现状

- 闻诊分为声诊和嗅诊两类，通常通过声音或气味信号的收集、预处理、特征提取和病理诊断四个方面进行研究，并进行智能化听诊仪与嗅诊仪研发。
- 闻诊的智能化研究目前仍然主要处于学术理论研究阶段。
  - 中医声诊一般要求受试者在 30 分贝或 45 分贝以下的环境中进行指定的语句或音节的发声，实验人员利用专业的录音设备采集这些声音信号，对采集到的信息进行降噪、采样和音频特征的提取，最终获得具有一致性低噪音的声音信息，通过建模分析进行病理诊断。
  - 由于一方面缺少智能声诊的相关标准和指导，另一方面声诊技术的研发相对现代医学仍稍落后，导致目前我国智能声诊仪较为缺乏。
- 嗅诊则指通过模拟嗅觉并分辨患者身体气味与病室气味以诊察疾病的方法，智能嗅诊过程
- 与人类闻气味过程近似，因此嗅诊设备也通常被称为电子鼻。
  - 现有智能嗅诊技术多分析患者的口腔呼气，其过程主要包括气体取样、气体成分分析和疾病诊断三个步骤。
  - 目前国内中医嗅诊仪和相关技术成果较少，且主要集中在福建中医药大学李灿东和林雪娟教授团队。



## 2. 中医四诊的智能化

### 2.1 中医四诊智能化概述

#### □ 问诊智能化现状

- 问诊系统可以提供高效、便捷的中医问诊服务，通常包含输入/输出设备和智能诊断模型两个部分，其呈现的载体包括智能手机、电脑网页等。
- 技术实现上主要分为患者症状量化、智能诊断两个步骤，前者提取患者证候特征，后者根据特征对其病症进行识别或分类。
  - 问答方式则一般分为调查问卷和语音问答两种方式。调查问卷是指系统通过问诊证候量表对患者身体状况信息进行收集；而语音问答是指用户通过语音方式描述身体状况，通过自然语言处理获取语义信息，再进行疾病的分析和诊断。
  - 近年来，北京中医药大学、福建中医药大学、华东理工大学、江苏大学、昆明理工大学等均有相关团队针对中医问诊的某一方面进行相关研究，但系统化研究相对较少。
- 目前的中医问诊系统为获取标准化的问诊答案，大多采用证候诊断量表进行问卷式问诊，一般通过浏览器或小程序方式对用户健康信息进行问答式采集。



## 2. 中医四诊的智能化

### 2.1 中医四诊智能化概述

#### □ 脉诊智能化现状

- 脉诊的智能化主要通过通过对桡动脉脉搏波的研究来研制脉诊仪。脉诊仪通过采集脉象信息并进行分析、处理，得出客观定量指标，是描记脉象的主要仪器。
- 脉诊仪的基础原理就是把合适的传感器置于被测部位，通过传感器采集脉搏搏动并将其转换成电信号，再经信号放大，用记录仪将微弱的生理病理信号进行记录，或将电信号经模数转换后用计算机处理，之后进行脉搏波分析和诊断。
  - 中山大学罗锦兴教授团队多年来致力于脉象仪与脉波影像分析的研究，完成了第一代脉诊仪设计并参与了中医脉诊标准平台的标准脉研究。
  - 福建中医药大学李灿东教授团队专注于中医脉诊的临床诊断研究。
  - 天津中医药大学陆小左教授团队多年来从事中医脉象教学考试仪、脉图描记仪、甲诊仪、脉象自动分析仪等研制工作。
  - 国内外亦有研究者结合中医学、现代医学、工程学、数学、生物力学等知识和方法，研制出了多种性能的脉诊/象仪。这些产品之间的区别主要在于传感器的精度及脉象识别技术。然而，作为中医诊断设备多数脉象仪还存在升级缓慢，分析方法较简单，科技含量不高等问题。



## 2. 中医四诊的智能化

### 2.1 中医四诊智能化概述

#### □ 中医四诊智能化的三大关键技术

##### ■ 数据准备

- 中医四诊智能化分析依赖于高质量的数据，数据准备过程大多包括数据采集、数据预处理和数据标注等相关内容。

##### ■ 特征提取

- 从数据中提取富含有效信息的特征值，有利于中医四诊后续的学习和分析过程。
- 在传统方法中，通常基于知识经验针对每种类别进行手工特征设计，此类特征往往泛化能力相对较差。
- 近年来，四诊智能化中的特征获取已逐步开始采用机器学习的方式进行进一步的特征选择或采用深度学习的方式进行自动的特征提取。

##### ■ 模型构建

- 在提取有效特征后，实现四诊智能化需根据特征来构建模型，从而完成中医体质、证候等的分类辨别。



## 2. 中医四诊的智能化

### 2.1 中医四诊智能化概述

#### □ 中医四诊智能化的五个发展方向

- 标准数据库的建立。
  - 海量精准标注的图像、声音、气味、脉象等数据有助于研究符合中医理论的诊断分析。
  - 借助云平台技术完成相关数据收集，满足不同层次不同需求，促进相关智能设备的研发。
- 特征提取的标准化和自动化。
  - 中医四诊的智能化分析离不开相关特征的表达能力。
  - 利用机器学习和深度学习等技术实现具有泛化能力的完善特征的自动提取。
- 设备的小型化、移动化和可穿戴化。
  - 进一步研究“望诊”“闻诊”和“脉诊”在开放环境下的光照、颜色、噪声的校正，发展小型移动便携的智能终端设备，适用于日常生活的健康管理。
- 硬件和流程的标准化和规范化。
- 四诊的不断融合。
  - “望、闻、问、切”是中医辨证诊治的基本方法，四种方式相互联系、互为补充，四诊合诊方可全面了解病情。



## 2. 中医四诊的智能化

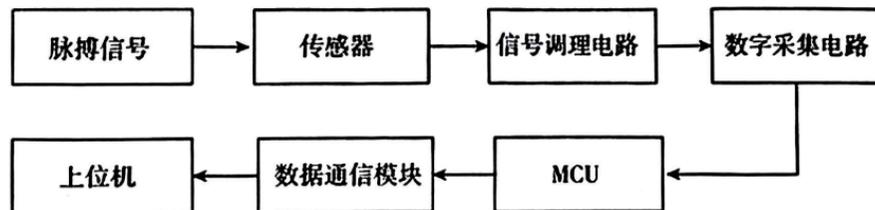
- 脉诊是传统中医四诊中独具特色的诊法之一。
  - 长期以来，中医通过手指感受脉搏的跳动情况，体验脉动应指的形象，用语言文字描述脉象，以主观经验辨析脉象，从而对病情进行诊断。
  - 由于“脉理精要，其体难辨”，脉象的文字描述往往晦涩难懂，虽经历代医家的发微解难，仍难免“在心易了，指下难明”。
  - 中医需要积累大量的临床经验才能掌握脉诊的技巧及诊断方法。
  - 与此同时，患者的脉象信息不能记录，无法进一步对其机理进行分析研究，传统的中医脉诊无法精确地对脉象信息进行描述，缺少客观化指标，极大地阻碍了中医脉诊的传承与发展。
  - 中医脉象的客观化、标准化研究成为必然发展趋势。



## 2. 中医四诊的智能化

### □ 脉诊仪硬件

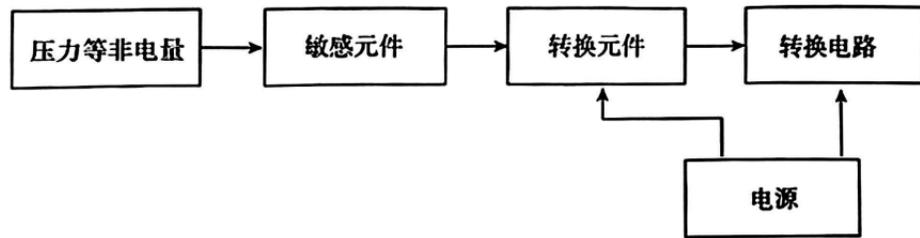
- 脉诊仪的研发结合了脉诊理论与现代科学技术，致力于解决传统脉诊存在脉象描述抽象、诊断主观性等不足，辅助客观诊断。
- 纵观脉诊仪的发展历程，其进步主要体现在脉象采集装置和脉象分析处理两个方面。
  - 脉象采集装置客观记录了桡动脉脉搏波信号。
  - 脉象分析处理则包括提取可用于分辨不同脉象或者不同疾病的脉象特征参数，以及运用机器学习算法预测脉象类型等，从而辅助诊断。
- **脉诊仪采集装置**
  - 脉诊仪采集设备一般由采集电路、机械装置及电源等辅助模块组成，主要是采集人体桡动脉处脉搏搏动信息，并转化为可量化的客观数据。脉象信号的准确获取是脉搏信息分析的前提。
  - 脉诊仪采集电路中通常有传感器、信号调理电路、模数转换电路、微控制单元(micro controller unit,MCU)和数据通信模块。



## 2. 中医四诊的智能化

### □ 脉诊仪硬件

- 脉诊仪的研发结合了脉诊理论与现代科学技术，致力于解决传统脉诊存在脉象描述抽象、诊断主观性等不足，辅助客观诊断。
- **脉诊仪传感器**
  - 脉象传感器是脉诊仪的关键硬件，是脉搏波信号采集的源头和核心，采集设备的研究在一定程度上受到传感器技术的限制和影响。
  - 脉诊仪传感器的工作原理是通过转换元件将脉搏搏动产生的一系列压力等非电量转化为便于测量的电量。其中，敏感元件直接感受压力等非电量，转换元件将敏感元件感受或响应的被测量转换成适于传输或测量的电信号，通过转换电路，把转换元件输出的电信号变换为便于处理、显示、记录、控制和传输的可用电信号。



## 2. 中医四诊的智能化

### □ 脉象信号分析方法

- 脉象信号分析包括脉象信号特征提取与脉象信号模式识别。
- 脉象信号特征提取
  - 脉象信号是一种人体的生理信号，具有幅值小、频率低等特点，蕴含着丰富的信息，通过脉象信号特征提取，可对这些信息进行挖掘与分析。
  - 由于在采集过程中外部因素对脉搏波信号的干扰较大，因此首先需要进行降噪处理。
  - 脉象特征提取方法主要包括时域分析法、频域分析法、时频域联合分析法、非线性动力学方法等。
    - 时域分析法时域分析法作为最早提出的一种脉象信号分析方法，至今仍得到普遍的应用。该方法主要针对脉象信号的波形图进行分析，提取脉图上多个具有生理意义的时域特征点，分析一个心动周期内脉图的高度和脉动时相的关系。

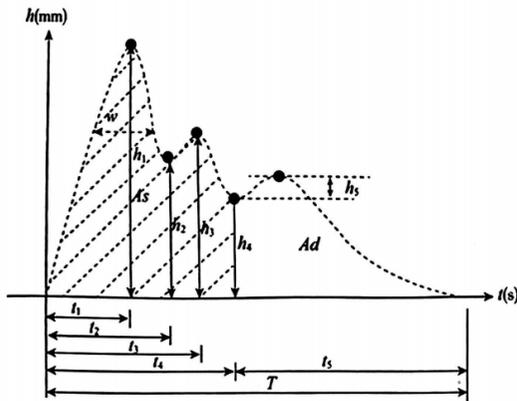


图 3-3 脉图及时域特征点



## 2. 中医四诊的智能化

### □ 脉象信号分析方法

- 脉象信号分析包括脉象信号特征提取与脉象信号模式识别。
- 脉象信号特征提取
  - 脉象特征提取方法主要包括时域分析法、频域分析法、时频域联合分析法、非线性动力学方法等。
  - 时域分析法时域分析法作为最早提出的一种脉象信号分析方法，至今仍得到普遍的应用。该方法主要针对脉象信号的波形图进行分析，提取脉图上多个具有生理意义的时域特征点，分析一个心动周期内脉图的高度和脉动时相的关系。
  - 频域分析法频域分析法是应用频率特性研究线性系统的一种图解方法。通过傅里叶变换将信号从时域转换到频域，得到相应的脉搏频谱曲线，然后提取频域特征，以建立其与信号之间的相关性。
  - 时频域联合分析法是运用时间域和频率域的联合分布信息，描述信号频率随时间变化的方法，对分析非平稳信号和异常信号有较大的优势。可以从时域和频域两个维度上细致地观察信号，但是脉象的时频参数比较抽象，生理意义不明确。
  - 非线性动力学方法非线性时间序列分析是研究非线性动态系统各类运行状态的定性和定量变化规律的方法。其基本思想：系统中任一分量的演化都是由与之相互作用的其他分量所决定，因此，这些相关分量的信息必然隐含在任一分量的发展过程中，于是就能够从某一分量的时间序列中找到系统原来的规律。



## 2. 中医四诊的智能化

### □ 脉象信号模式识别

- 模式识别是信号处理与人工智能的一个重要分支。
- 模式识别系统组成：

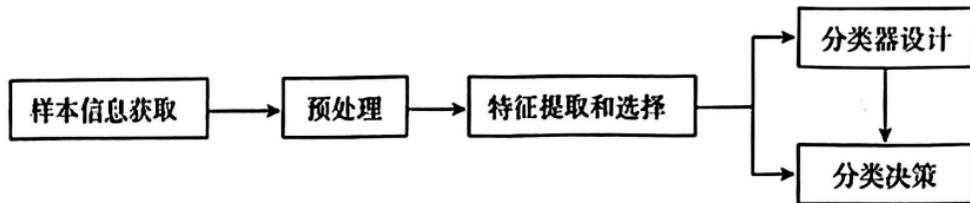


图 3-4 模式识别系统组成

- 脉象信号模式识别主要是对采集到的脉象信号进行滤波、周期提取、求平均波等预处理后，在此基础上进行特征参数提取与降维，并采用模式识别方法，训练具有较高识别率的分类器。
- 脉象信号模式识别常分为两个阶段：特征降维与模式识别。



## 2. 中医四诊的智能化

### □ 脉象信号模式识别

#### ■ 特征降维

- 在模式识别系统中，获得对分类最有效的特征，同时尽最大可能减少特征维数是特征降维的主要任务。通过数据降维，可以消除维数泛滥及原始高危空间的多余不相关成分，方便原始数据的可视化，提高特征对分类的有效性，避免信息干扰。
- 目前常用的降维算法有线性降维和非线性降维两种。

#### ■ 模式识别

- 模式识别是通过计算机用机器学习等算法来研究模式的自动处理和判读，常用的模式识别算法如下。
  - (1)最近邻法(k-nearest neighbors,KNN)
  - (2)支持向量机
  - (3)决策树(decision tree,DT)
  - (4)随机森林(random forest,RF)
  - (5)卷积神经网络



## 2. 中医四诊的智能化

- 舌诊是传统中医“四诊”中“望诊”的重要内容，是辨证论治的重要手段之一。
  - 中医舌诊主要以望舌为主，对人体舌象进行观察，以了解健康状况、测知病情，医生通过舌象特征的变化进行临床诊断。包括望舌质与望舌苔，其中望舌质涉及舌神、舌色、舌形、舌态及舌下络脉，望舌苔涉及苔质、苔色等。
  - 舌诊具有主观性，依赖医生的经验，且由于用语言文字描述舌象和病证，导致长期以来舌象难以精确记录和保存，舌诊的宝贵经验难以科学、量化地得以保留。
  - 借助图像处理技术实现中医舌诊的客观化研究是中医学现代化发展的热点之一，特别是人工智能技术的发展促进了深度学习在中医舌诊客观化、智能化的应用。目前舌诊客观化研究的主要内容包括舌图像采集、颜色校正、舌图像分割、特征提取及分类与预测。
  - 舌诊客观化图像处理的一般流程：

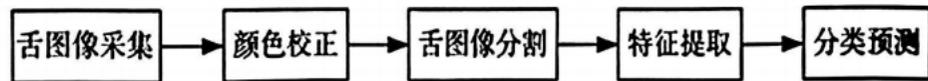


图 3-5 舌诊客观化图像处理的流程



## 2. 中医四诊的智能化

### □ 舌图像采集

- 对舌象进行客观化处理，需要正确获取舌图像数据，因此中医舌图像标准化采集是舌诊客观化的基础，然而目前舌图像采集规范仍未形成统一标准。
- 目前广泛采用的是国际照明委员会(CIE)推荐使用的代表日光的标准光源D65，即以显色指数(Ra)为95、色温为6500K的自然光作为采集数字化舌图像的标准光源，照明光源的几何条件按照 $45^\circ / 0^\circ$  (照明角度/观测角度)安排光路，这是因为该条件既符合目视观察条件，又可有效解决舌面反射问题。
- 虽然采集的基本条件有所确定，但具体的光源数量、多光源的位置设定、电荷耦合器件(chargecoupleddevice,CCD)相机的参数等具体采集条件仍然难以统一，这在很大程度上限制了数字化舌图像数据的兼容性和通用性。



## 2. 中医四诊的智能化

### □ 舌图像颜色校正

- 舌象的颜色是进行临床辨证论治的重要依据。
- 在通过图像采集设备采集舌图像时，对同一入射光来说，由于设备各通道的光敏特性不同，得到的颜色值也不同。
  - 同一数码相机随时间的增长，其光敏特性也会变化。
  - 不同的采集环境，不同的采集设备，导致非标准采集环境下舌图像的颜色差异较大。
- 如何在不同设备间和不同采集条件下保持色彩的一致性和重复性，即如何对舌图像进行颜色校正，是计算机辅助中医舌诊必须解决的难题，是对舌象进行分析之前的关键步骤。
- 在舌图像处理中，常用的颜色空间有RGB、HSV、CIE-L\*a\*b\*、YCrCb等。
- 对舌图像进行颜色校正的方法主要有
  - 基于多元线性回归的颜色校正方法
  - 基于神经网络的颜色校正方法
  - 基于支持向量机的颜色校正方法
  - 查表法



## 2. 中医四诊的智能化

### □ 舌图像分割

- 舌图像分割是舌诊客观化的基础，其准确性会直接影响智能舌诊系统的分析结果。
- 舌图像分割从应用的角度可分为两个方面的内容：舌体分割和舌质舌苔分离，是中医舌诊客观化研究的基础和重要内容之一，是后续舌体特征提取与识别的基础。
- 舌体分割
  - 早期，舌体分割算法多采用传统的图像处理方法，如阈值法、边缘检测法和基于区域的分割方法等，基本都是利用图像的颜色或亮度信息来确立分割阈值或提取边界。
  - 目前，基于深度学习的舌体分割方法主要有卷积神经网络、全卷积网络、基于编解码器的模型等。
- 舌质与舌苔分离
  - 中医理论认为舌质的变化主要反映脏腑的虚实和气血的盛衰，而舌苔的变化主要用来判断感受外邪的深浅、轻重及胃气的盛衰。
  - 舌质与舌苔的准确分离是后续舌体特征提取和识别的基础，是中医舌诊客观化工作的关键。舌苔从舌体中分离的质量将影响后续分析的准确性，从而影响临床的诊断和治疗。
  - 目前，国内学者对舌质与舌苔自动分离的算法研究主要集中在阈值法和聚类法。



## 2. 中医四诊的智能化

### □ 舌象的分类与预测

- 中医舌诊中舌象特征包含内容较多，主要包括：
  - 舌质的颜色、老嫩、胖瘦、齿痕、点刺、裂纹；
  - 舌苔的颜色、分布、厚度、腐腻、润燥；
  - 舌下络脉的色泽及曲张度等。
- 按舌象特征的物理分布可分为舌质特征、舌苔特征和舌下络脉特征3类。
  - 要进行舌象客观化研究，需要提取舌象的客观化特征。
  - 舌象特征提取主要包括舌象颜色提取、舌体纹理分析、舌点刺或瘀点识别、齿痕舌特征提取等。
- 舌象分类是舌诊客观化的重要内容之一，主要分为四个大分类任务，分别是舌色分类、舌形分类、苔质分类和苔色分类。
  - 舌象分类任务不仅难度大，并且没有公开的数据集，这给舌象的分类带来了不小的困难。
  - 随着深度学习的迅速发展，利用深度学习结合图像处理技术进行舌象分类与诊断，能够挖掘出具有更强表征力的特征，使分类与诊断结果更加准确。



## 2. 中医四诊的智能化

- 色诊为中医望诊的一部分，色诊尤其是面部色诊反映内脏病变较为准确，实用价值较高，因而望面色成为中医常用的独特诊法。
  - 医生对人体全身和局部之“色”等有目的地进行观察，以了解健康或疾病状态，称为色诊。
  - 中医“色”本义为颜面气色，内涵包括颜色、色泽、色部、色势、色情。中医“色”可准确地反映人体脏腑经络气血的状态，犹枝叶与根；“色”具有明显的生命特征，其反映的生命结构具有整体性、多样性、恒动性；“色”与疾病部位、疾病性质、病程演变息息相关。
  - 中医对“色”的认识体现了中医以整体观念、恒动观念、辨证观念认识生命运动和疾病变化规律的特有视角。
    - 色 可指颜色
    - 色 可指色泽
    - 色 可指色部：
      - 色部为中医特有概念，中医把色和形结合起来，以五行理论为基石，把脏腑、经络、阴阳、气血的变化联系起来，形成了独特的色部理论。
    - 色 可指色势
    - 色 可指色情：
      - 色情是对面部微表情的描述，是人体内脏腑精气变化或者外界刺激引发的心理变化反映在面色的一种自然反应。

## 2. 中医四诊的智能化

### □ 色诊数据的获取

- 传统色诊主要是依靠人体的视觉对信息进行采集，从某种意义上讲，眼睛本身就是一个精妙的智能仪器。
- 早期的客观化的色诊数据主要为光学数据、红外成像数据、颜色空间数据，这些数据信息都从某个角度上对色进行了阐述，但这些数据信息与人的视觉对外界信息感受之后在大脑中产生的一种综合性感觉仍然有较大的不同。
- 随着科学技术的进步，色诊的数据获取逐步走向智能化，人工智能背景下采集的二维、三维人脸数据逐渐走向模拟人类视觉采集的数据信息。
- 色诊数据的获取途径有：
  - 光学数据的获取
  - 红外热像数据的获取
  - 数字图像数据的获取
  - 二维、三维人脸数据



## 2. 中医四诊的智能化

### □ 色诊数据的处理

- 传统的图像分类方法采用人工设计的特征，如共生矩阵（GLCM）、Gabor过滤器及局部二值模式(LBP)等，具有计算复杂、低效，分类精度往往不高的缺点。
- 传统图像识别算法通过提取图像的颜色、形状、纹理等特征，并进行特征筛选，得到最优特征集，这种人工特征的筛选难以覆盖图像的全面特征，且依赖于大量专业知识。
- 深度学习通过层级式网络结构，对图像特征表达进行自动学习，将数据从输入层传递到输出层，得到图像的低维特征，不需要手动提取特征，且不局限于图像的颜色、形状、纹理等特征，对图像的特征涵盖能力更广，对数据的提取更为本质，对数据的摄取能力也更强。
- 深度学习是一种利用复杂结构的多个处理层来实现对数据进行高层次抽象的算法。
  - 卷积神经网络在图像识别和模式分类方面，是一种深度的监督式学习的神经网络。
  - 卷积神经网络的低层是由卷积层和子采样层交替组成，卷积层和子采样层是特征提取功能的核心模块，更高层次是全连接层，其输入是由卷积层和子采样层提取到的特征，最后一层是输出层，可以是一个分类器，采用逻辑回归、Softmax回归、支持向量机等进行模式分类，也可直接输出某一结果。
  - 常见的卷积神经网络有GoogleNet、VGG、ResNet、LeNet、AlexNet等。



## 3. 人工智能辅助中医辨证

### 3.1 传统中医辨证的基本原理

- 中医的核心理念可以概括为“整体观念”和“辨证论治”。
  - “整体观念”强调人体是一个与外部环境紧密相连的有机整体，其内部各脏腑、经络、气血等要素在生理上相互关联、相互制约，共同维持着人体的生命活动。当人体受到外界致病因素的影响时，这些内部要素之间的平衡会被打破，从而导致疾病的产生。
  - “辨证论治”则是中医诊断疾病的核心原则和方法。在中医看来，同一种疾病在不同的患者身上，或者在不同的阶段，可能会表现出不同的症状，因此需要根据患者的具体症状、体征、舌象、脉象等信息进行综合分析，以确定疾病的病因、病性、病位等，从而制定出个性化的治疗方案。
  - 中医的辨证过程通常包括四诊（望、闻、问、切）和八纲（阴阳、表里、寒热、虚实）的分析。在收集信息后，中医医师会根据所学知识和经验划分病域，同时根据六经分证和八纲辨证理论进行分析和归纳，以确定疾病的性质、部位和邪正关系。
  - 中医的辨证过程并非完全客观和可量化，它依赖于医师的感官观察、经验判断以及患者的主观感受。



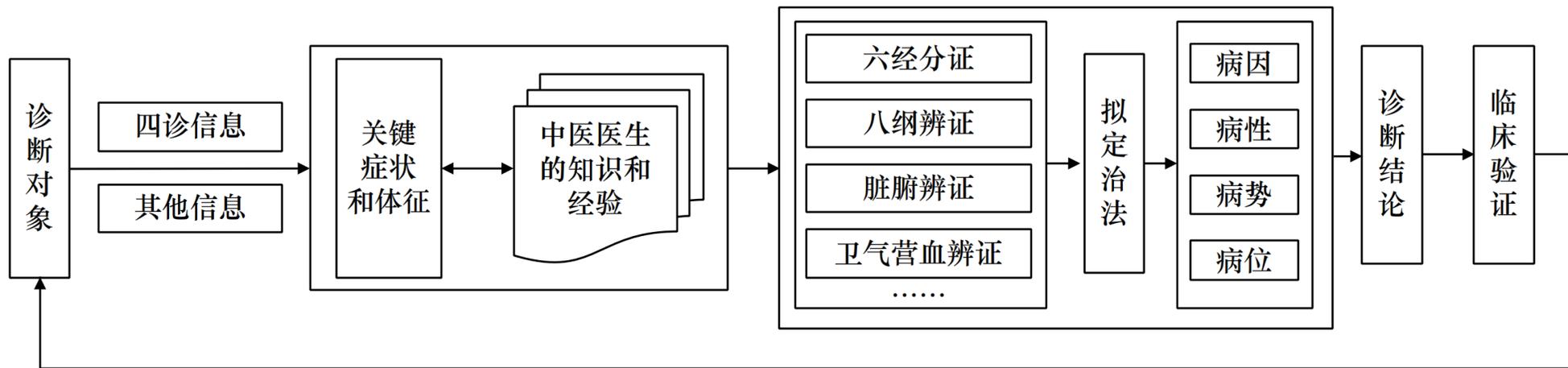


图1 传统中医辨证过程



## 3. 人工智能辅助中医辨证

### 3.2 人工智能辅助中医辨证的基本原理

- 人工智能辅助中医辨证将传统中医的辨证理论与现代计算机技术和人工智能技术相结合，以更好地解释疾病的本质和发展规律，实现更加客观、精准的中医诊断。
  - 人工智能辅助中医辨证是通过传感器等智能设备采集和分析患者的症状、体征、舌象、脉象等多维多模数据，实现传统中医辨证中“望、闻、问、切”的信息采集过程。
  - 在完成信息的“输入”阶段后，人工智能辅助中医辨证的核心在于“计算”阶段，即让机器学习和理解中医的知识体系，以形成机器“辨证”机制，达到辨证过程可解释、辨证结果可量化、辨证模型可泛化以及可实用的目的。
  - 最终，机器可以基于这些学习到的知识，给出精准且客观的辨证结果，完成“输出”阶段。



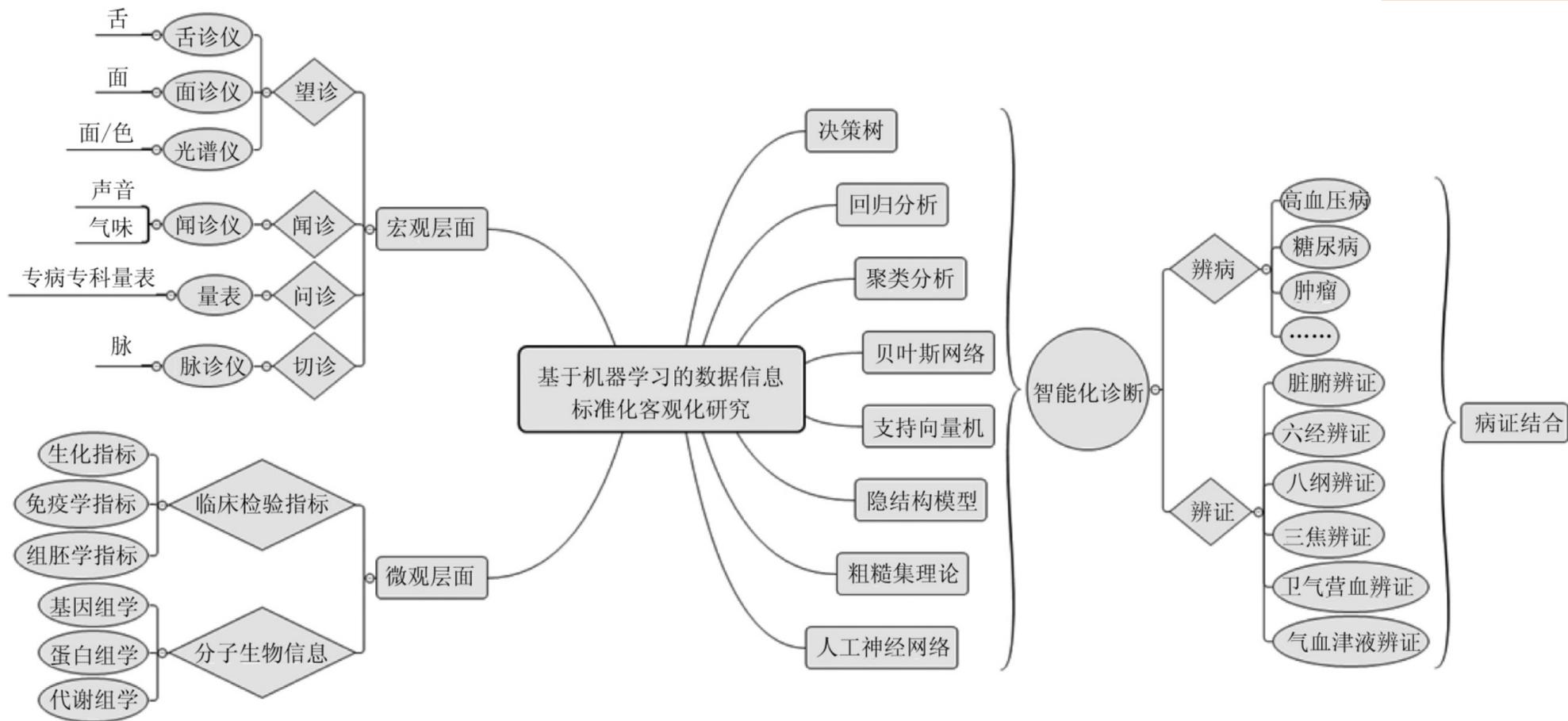


图1 基于现代化信息技术的智能化诊断决策支持系统

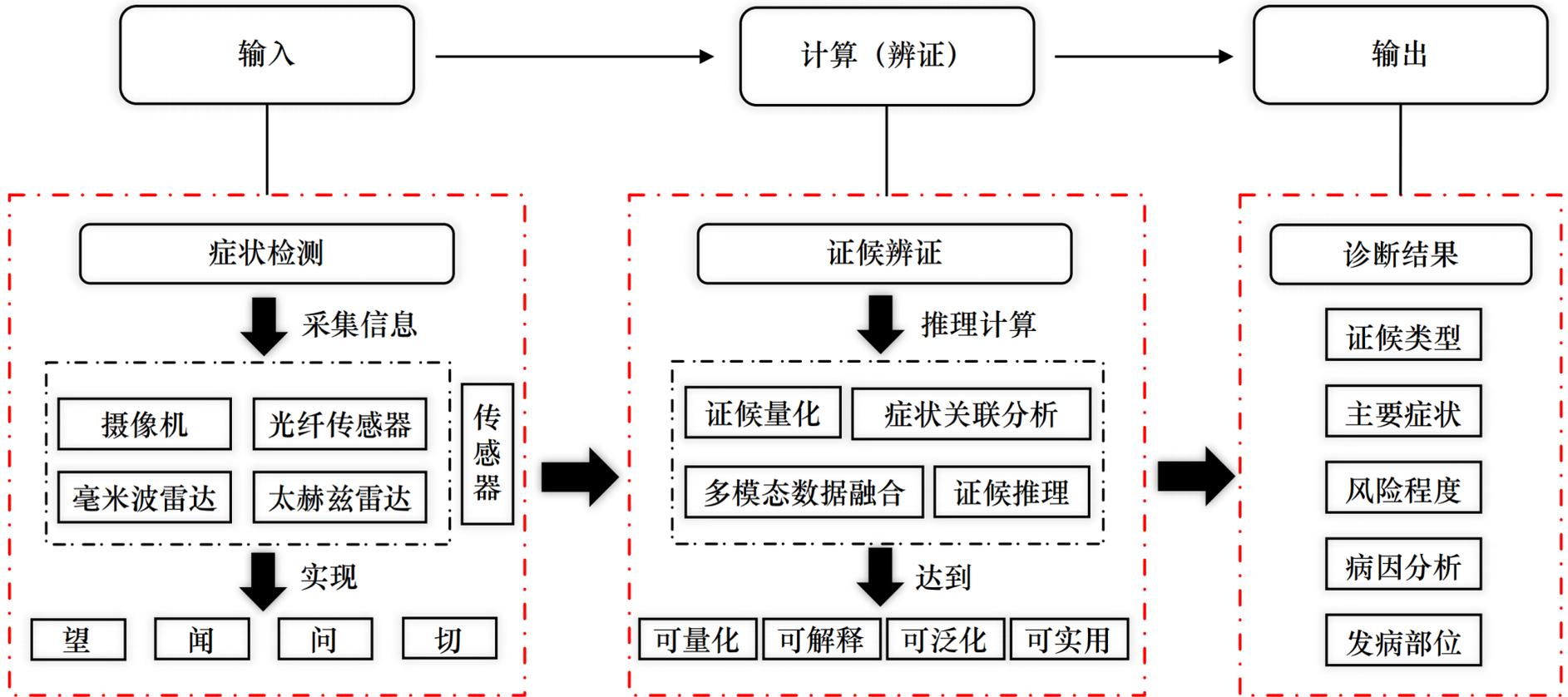


图2 人工智能辅助中医辨证框架图



## 3. 人工智能辅助中医辨证

### 3.3 人工智能辅助中医辨证的机遇与挑战

#### □ 人工智能辅助中医辨证的关键问题

- 多模态数据融合：提供更丰富、全面的诊断信息，提高中医诊断的准确性。
- 症状关联性分析：挖掘症状 - 症状、症状 - 证候关联关系，增强中医诊断的解释性。
- 证候量化：构建量化模型及量化指标，克服传统中医客观量化的不足。
- 证候推理：将推理模型融合医学知识规则，提高证候推理模型的泛化性。
- 中医药大模型：以人工智能对话模式，为用户提供高效、便捷的中医药服务。

#### □ 人工智能辅助中医辨证的主要挑战

- 可利用的公开数据不足且质量参差不齐
- 辨证模型单一，普适性不佳
- 辨证模型的可解释性不足且存在差异
- 辨证模型结果评价存在局限，缺乏可信度
- 辨证模型弱化了中医辨证的特色思维和逻辑
- 缺乏多学科背景的专业人才以及创新思维



**智能医学工程专业综合门户**

***<https://znyx.hactcm.edu.cn>***

