

文章编号: 2095-2163(2020)02-0329-05

中图分类号: TP393.09

文献标志码: A

# 基于上海医养结合“互联网+智慧医疗”模式研究

潘 苹, 阎瑞霞, 邓佩云, 王兵兵

(上海工程技术大学, 上海 201620)

**摘要:** 随着中国老龄化程度的提高, 养老医疗问题逐渐成为社会关注的焦点。“互联网+智慧医疗”模式逐渐被越来越多的老年人所接受, 成为中国养老医疗服务的必然选择。本文在上海市医养结合背景下探讨“互联网+智慧医疗”的发展模式, 运用 AHP 层次分析法和模糊综合评价法对上海“互联网+智慧医疗”模式进行综合评价, 整合了“互联网+智慧医疗”的内容体系和优势, 指出了当前医疗服务模式的发展趋势和不足, 为未来医疗服务发展提供了新的思路, 有利于现代新型医疗模式的可持续发展。

**关键词:** 互联网+智慧医疗; AHP 层次分析法; 模糊综合评价; 大数据

## Study on the model of "Internet + smart medicine" based on the combination of medical treatment and maintenance

PAN Ping, YAN Ruixia, DENG Peiyun, WANG Bingbing

(Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China)

**【Abstract】** With the improvement of aging degree in China, the problem of medical care for the aged has gradually become the focus of social attention. The model of "Internet + smart medical treatment" is gradually accepted by more and more elderly people, and has become an inevitable choice for China's elderly medical services. Under the background of combination of medical treatment and maintenance in Shanghai the developing mode of "Internet + smart medicine" is explored. The AHP analytic hierarchy process (AHP) and fuzzy comprehensive evaluation method are used in Shanghai "Internet + smart medicine" model for comprehensive evaluation. The content of the integration of the "Internet + smart medicine" system and advantages are integrated, the development trend of the current medical service mode and the insufficiency are pointed out, and a new thought for the future is provided for the health service development, which is conducive to the sustainable development of modern medical model.

**【Key words】** Internet + smart medicine; AHP; fuzzy comprehensive evaluation; big data

### 0 引言

目前, 国内关于医疗现状的研究指出, 为了让患者在看病的过程中享受高效、快捷、安全的服务, 同时减少排队等待的时间和基本的医疗费用, 亟需建立智慧医疗信息平台, 从而真正做到“人人健康, 健康人人”<sup>[1]</sup>。时下, 随着互联网、物联网、智能产品和云计算的逐步兴起, “互联网+”智能产品逐渐融入医疗服务的各方面, 正在为医疗服务带来革命性的变化<sup>[2]</sup>。对此拟展开研究论述如下。

### 1 文献综述

2009年, IBM 首先提出了“智慧医疗”的概念, 随后美国、英国等国家纷纷投入巨资建设智能医疗。在学术层面, 国外学者对医疗信息系统建设和医疗大数据分析进行了相关研究。Lin, Huang, Chou 等

人提出了一种快速处理、存储和分析大量医学数据的综合方法<sup>[3]</sup>。Donabedian 首先提出了医疗质量概念的三维内涵理论, 并建立了医疗质量管理模型, 在各国被广泛应用、并延续至今<sup>[4]</sup>。在应用方面, 国外智慧医疗的发展水平相对较高, 以美国为例, 美国的智慧医疗市场约占全球市场份额的 80%, 全球智慧医疗设备 40% 以上来自美国。与国外相比, 中国的智慧医学起步较晚, 但发展迅速。2009年, 中国首次总结出智慧医疗。2011年, 中国开始试点电子病历。2015年, 大数据在全国范围内医疗领域开始推广。在学术层面, 中国学者主要研究大数据、医疗信息化、物联网等方面。裘加林等人<sup>[4]</sup>首先提出中国医学智慧的概念, 邵星等人<sup>[5]</sup>提出了基于物联网的智能医疗系统, 高汉松等人<sup>[5]</sup>与云计算相结合, 提出

**基金项目:** 国家自然科学基金(71301100, 71503163); 上海市自然科学基金(16ZR1414000); 上海市教委科研创新项目(14YZ140)。

**作者简介:** 潘 苹(1992-), 女, 硕士研究生, 主要研究方向: 社会保障; 阎瑞霞(1982-), 女, 博士, 副教授, 硕士生导师, 主要研究方向: 智能决策与知识管理; 邓佩云(1995-), 女, 硕士研究生, 主要研究方向: 养老保障; 王兵兵(1994-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向: 社会保障。

**通讯作者:** 潘 苹 Email: 894746692@qq.com

**收稿日期:** 2019-09-28

了一种在生态环境的基础上健康的云数据挖掘平台架构,许多学者的研究成果为智慧医疗的发展提供了理论指导<sup>[6-7]</sup>。

## 2 上海市“互联网+智慧医疗”研究现状

### 2.1 概念界定

智慧医疗(WIT120)具有广义和狭义的含义。智慧医疗狭义的定义是临床决策支持系统(CDSS),通过输入条件描述(包括症状和实验室化验指标)输出诊断结果。广义的智慧医疗是指在诊断、治疗、康复、支付等环节建立医疗信息完整性、跨服务部门、以患者为中心的医疗信息管理和其他基于物联网和云计算高科技技术的服务体系,该服务系统实现了医疗信息互联、共享与协作、临床创新、诊断科学等功能<sup>[8]</sup>。

### 2.2 “互联网+智慧医疗”模式优势

具体来说,上海市通过“互联网+”将养老机构与医疗机构相结合,实现资源在养老机构之间的共享。“互联网+”的参与使老年日常护理机构可以照顾老人,为其提供高安全的医疗条件<sup>[9]</sup>。对此模式优势拟做研究概述如下。

(1)扩大了消费市场。“互联网+智慧医疗”的医疗服务模式不仅限于传统的老年日常护理。同时还促进医疗行业和金融业的发展,利于医疗和护理人员的再利用,促进老年人健康产品和健康设备的销售。

(2)使用“互联网+”可以大大缓解信息不对称问题,充分发挥大医院的主导作用,促进医疗卫生事业与服务链上每个成员的协调发展,提高信息的准确性和效率,减少医疗资源浪费。

(3)医养结合背景下“互联网+智慧医疗”服务模式可以解决社区医疗资源供给和分配不足的问题,提高社区老年人护理服务质量。此外,还可以扩大社区日常护理服务的范围,为基本医疗和养老行业的发展提供强有力的支持。通过信息服务将医学界与社区养老机构的资源相结合是非常必要的。

### 2.3 服务内容

智慧医疗的服务内容是基于大数据、人工智能、区块链、云计算、物联网、5G通信的基础上,主要应用在医疗记录/文档分析、辅助决策、医学影像、智能医疗设备和生物组学疾病筛查与预测、药物发现、健康管理等领域<sup>[10]</sup>。智慧医疗必须重视数据和信息安全。信息技术的发展带来了更多的数据移动性。由可穿戴设备或可植入传感器记录的患者健康数据经由因特网从设备发送到PC或移动设备(App),

并最终上传到云端以进行存储。这有利于数据的存储和调用,但也增加了数据泄露的风险。智慧医疗中的电子医疗保健系统(HER Systems)缺乏交互操作性。目前,区块链技术正在成为一个新兴的热点。就像TPC/IP、HTTP和SMTP协议一样,该技术也是一种Internet安全协议。

## 3 上海市“互联网+智慧医疗”模式的评价模型

### 3.1 评价指标体系

评价指标体系的建立是在国内外学者相关研究的基础上进行的。本文以“互联网+智慧医疗”服务评价为目标,基于《上海市推进智慧城市建设“十三五”规划》中有关智慧医疗的内容体系构建指标,通过评价指标体系获取真实信息。综合相关内容,最终根据医护人员、患者和专家意见确定了上海市“互联网+智慧医疗”服务模式需求打分评价表,包括3个一级指标和3个二级指标。其中,一级指标是基于“互联网+智慧医疗”服务模式的智慧医院系统、区域卫生系统、以及家庭健康系统来评价对二级指标的影响。二级指标先是信息采集和标准化,基于大数据对病人和药物使用的信息和数据按照一定的标准进行采集。其次则为相关技术人才。考虑到数据具有独特性,对于数据的采集需要大量的专业技术人才,如此数据才能发挥应有的作用。此外,还有患者隐私和资讯安全,在保护病人隐私的情况下下来获取大量数据对大数据提供支持。

### 3.2 评价指标的权重

#### 3.2.1 计算各指标相对权重

为了得出“互联网+智慧医疗”模式的指标权重选择1-9比例标度法,采用访谈法的方式,在上海市松江某社区邀请了解“互联网+智慧医疗”领域的10名专家进行评分,专家用定性的方法描述各层次评价指标的相对重要性,并用准确的数字定量进行表示。

#### 3.2.2 评价模型流程图

结合“互联网+智慧医疗”模式的内容和相关学者的文献查阅,建立整体评价模型流程图,如图1所示,运用AHP法建立模型,如图2所示。

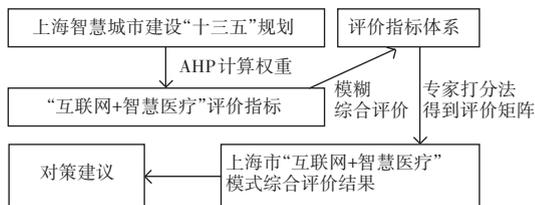


图1 “互联网+智慧医疗”评价模型流程图

Fig. 1 "Internet + smart medicine" evaluation model flow chart

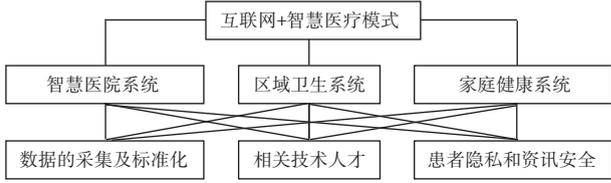


图 2 “互联网+智慧医疗”评价模型

Fig. 2 "Internet + smart medicine" evaluation model

## 4 “互联网+智慧医疗”模式的实证分析

### 4.1 “互联网+智慧医疗”模式因素分析

“互联网+智慧医疗”的评价模型包括 3 方面的内容,分别用  $B_1, B_2, B_3$  对一级指标智慧医院系统、区域卫生系统、家庭健康系统进行表示,二级指标用  $B_{ij}(i, j = 1, 2, 3)$  (评分见表 1、表 2) 得到两两比较判断矩阵和求最大正特征根及对应的特征向量,并将其归一化处理后即为该层次各评价因素对上一层次某因素影响程度大小的权重。

根据表 2 的评分结果,采用 Matlab 对各个指标进行权重计算并且通过一致性检验,可以采用。

表 1 一级指标的判断矩阵、相对权重和一致性检验

Tab. 1 Judgment matrix, relative weight and consistency test of the first-level indicators

评价指标 A	$B_1$	$B_2$	$B_3$	权重
$B_1$	1	3	5	0.637 0
$B_2$	1/3	1	3	0.258 3
$B_3$	1/5	1/3	1	0.104 7

其中,  $\lambda_{\max} = 3.038 5$ ,  $CI = 0.019 3$ ,  $RI = 0.521 6$ ,  $CR = 0.037 0$ 。

表 2 二级指标的判断矩阵、相对权重和一致性检验

Tab. 2 Judgment matrix, relative weight and consistency test of secondary indicators

评价指标 $B_i$	评价指标 $B_1$			评价指标 $B_2$			评价指标 $B_3$		
	$B_{11}$	$B_{12}$	$B_{13}$	$B_{21}$	$B_{22}$	$B_{23}$	$B_{31}$	$B_{32}$	$B_{33}$
$B_{11}$	1	2	5	1	2	1/5	1	4	6
$B_{12}$	1/2	1	3	1/2	1	1/7	1/4	1	3
$B_{13}$	1/5	1/3	1	5	7	1	1/6	1/3	1
权重	0.122 0	0.229 7	0.648 3	0.333 2	0.519 7	0.075 1	0.085 2	0.270 6	0.644 2

研究后可以得到:

$B_1: \lambda_{\max} = 3.003 7$ ,  $CI = 0.001 8$ ,  $RI = 0.5$ ,  $CR = 0.003 6$

$B_2: \lambda_{\max} = 3.014 2$ ,  $CI = 0.007 1$ ,  $RI = 0.522 1$ ,  $CR = 0.013 6$

$B_3: \lambda_{\max} = 3.053 6$ ,  $CI = 0.026 8$ ,  $RI = 0.520 4$ ,  $CR = 0.051 5$

### 4.2 “互联网+智慧医疗”模式综合评价

确定评估的指标集为  $A = \{B_1, B_2, B_3\}$  分别表示 3 个一级指标。同时确定评估指标子集为  $B_i = \{B_{ij}\} (i, j = 1, 2, 3)$ 。由表 1~表 2 可知一级指标与二级指标的权重向量。详见如下。

$$W = \{0.637 0 \quad 0.258 3 \quad 0.104 7\}$$

$$W_1 = \{0.122 0 \quad 0.229 7 \quad 0.648 3\}$$

$$W_2 = \{0.333 2 \quad 0.519 7 \quad 0.075 1\}$$

$$W_3 = \{0.085 2 \quad 0.270 6 \quad 0.644 2\}$$

建立评价集  $V = (V_1, V_2, V_3, V_4, V_5) = (\text{非常差}, \text{较差}, \text{一般}, \text{较好}, \text{非常好})$ 。通过对某医院 10 名在不同年龄段的患者的调查,选择在“互联网+智慧医疗”的机构具有较多研究成果的专家对二级指标进行打分,可得到以下评判矩阵:智慧医院系统评价矩阵( $R_1$ )、区域卫生系统评价矩阵( $R_2$ )、家庭健康系统评价矩阵( $R_3$ )。详见如下。

$$R_1 = \begin{bmatrix} 0.3 & 0.2 & 0.4 & 0.1 & 0 \\ 0.5 & 0.1 & 0.2 & 0.1 & 0.1 \\ 0.2 & 0.3 & 0.2 & 0.1 & 0.2 \end{bmatrix}$$

$$R_2 = \begin{bmatrix} 0.3 & 0.4 & 0.2 & 0.1 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0.3 & 0.2 & 0 \\ 0.1 & 0.3 & 0.4 & 0.1 & 0.1 \end{bmatrix}$$

$$R_3 = \begin{bmatrix} 0 & 0.2 & 0.4 & 0.4 & 0 \\ 0.1 & 0.1 & 0.6 & 0.2 & 0 \\ 0 & 0 & 0.5 & 0.1 & 0.4 \end{bmatrix}$$

根据矩阵可以进行评价  $B_i = W_i \cdot R_i (i = 1, 2, 3)$ , 分别得出  $B_1, B_2, B_3$  的评判结果如下:

$$B_1 = W_1 \cdot R_1 = (0.281 1 \quad 0.241 9 \quad 0.224 4 \quad 0.1 \quad 0.152 6)$$

$$B_2 = W_2 \cdot R_2 = (0.107 5 \quad 0.474 3 \quad 0.252 6 \quad 0.330 4 \quad 0.007 5)$$

$$B_3 = W_3 \cdot R_3 = (0.027 0 \quad 0.366 2 \quad 0.260 9 \quad 0.345 9 \quad 0.257 7)$$

经过归一化处理得到  $R = [B_1^T B_2^T B_3^T]^T$ , 其中  $B_i$  为  $B_i$  归一化后的向量 ( $i = 1, 2, 3$ ), 对目标层进行综合评价得到评价结果如下:

$$B = W \cdot R = [0.209 7 \quad 0.314 9 \quad 0.235 5 \quad 0.185 3 \quad 0.126 1]$$

根据最大隶属度原则,上海市“互联网+智慧医疗”模式的评价结果为“较差”,对评价集  $V$  的 5 个评分等级依次赋值  $V_1 = 1, V_2 = 2, V_3 = 3, V_4 = 4, V_5 = 5$ , 并对评价集的分值向量进行运算,得到“互联网+智慧医疗”模式的评分结果如下:

$$B_1^* = [0.281 1 \quad 0.241 9 \quad 0.224 4 \quad 0.1 \quad 0.152 6] \times$$

$$\begin{aligned}
 & [1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5]^T = 2.601 \ 1 \\
 \mathbf{B}_2^- &= [0.107 \ 5 \ 0.474 \ 3 \ 0.252 \ 6 \ 0.330 \ 4 \ 0.007 \ 5] \times \\
 & [1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5]^T = 4.697 \ 8 \\
 \mathbf{B}_3^- &= [0.027 \ 0 \ 0.366 \ 2 \ 0.260 \ 9 \ 0.345 \ 9 \ 0.257 \ 7] \times \\
 & [1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5]^T = 4.214 \ 2 \\
 \mathbf{A} &= \mathbf{B} \times \mathbf{V} = [0.209 \ 7 \ 0.314 \ 9 \ 0.235 \ 5 \\
 & 0.185 \ 3 \ 0.126 \ 1] \times [1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5]^T = \\
 & 2.917 \ 7
 \end{aligned}$$

对上面评分情况进行分析可知,从接受“互联网+智慧医疗”服务患者的角度出发,上海市“互联网+智慧医疗”服务模式得分为2.9177,根据等级评价标准,这一分数位于评价等级的“较差”和“一般”之间,与“非常好”还有很大的差距。

## 5 仿真结果分析

本文通过运用AHP及模糊综合评价法对“互联网+智慧医疗”进行评价得到如下结论:

(1)“互联网+智慧医疗”内容的3个指标所占权重分别为智慧医院系统(0.6370)、区域卫生系统(0.2583)、家庭健康系统(0.1047)。因此,在推进“互联网+智慧医疗”发展的过程中,首先应该考虑“互联网+智慧医疗”的智慧医院系统是否能被患者所适应;其次,是区域卫生系统是否全覆盖,是否能够被灵活操作运用,最后,应该考虑“互联网+智慧医疗”的家庭健康系统,对于患者来说能否给其提供比传统医疗模式更加便利快捷的服务。

(2)从综合评价的结果可以看出,上海市“互联网+智慧医疗”服务模式得分为2.9177,该结果接近于“一般”,说明“互联网+智慧医疗”有很大的发展空间。一级指标的评分依次由高到低排序为:区域卫生系统、家庭健康系统、智慧医院系统,相应的分数分别为4.6978分、4.2142分、2.6011分。其中,区域卫生系统无论在数据采集、还是专业技术人才及患者隐私方面都是最好的,家庭健康系统次之,而智慧医院系统最差。

## 6 结束语

研究分析后可知,上海“互联网+智慧医疗”智慧医院系统模式存在以下问题:

(1)数据采集及标准化。医院每天都有很多诊疗数据,如何快速有效地处理分析数据、且能确保信息安全十分重要。随着大数据技术的发展,许多医疗机构和医药企业可能因为各种原因不愿分享病人、药物的相关信息。此外,很多互联网数据较难采集,如基因资讯、感测数据等。同时,智慧医院系统化建设都涉及十几个、甚至几十个公司的不同产品,

而每家医院的数据标准、存储方式都不尽相同。因此,即便是在同一家医院,也会出现多个资讯系统之间资讯无法分享、系统难以交互的情况,数据标准化问题亟待解决。

(2)相关技术人才紧缺。随着智慧医院系统、区域卫生系统、家庭健康系统为一体的“互联网+智慧医疗”模式的覆盖面的日益扩大,传统的统计方法不能满足数据处理的需求,大数据分析的统计方法的专业人才相对紧缺。而且,大数据的应用和处理对专业人才的素质要求非常严格,这就需要医院相关人员对智慧医疗的各方面知识进行不断的学习、充实及完善。

(3)患者隐私和信息安全。智慧医院依托网络来确保信息架构的稳定性,由于数据量的不断增加,对数据备份系统与容灾机制都提出了更高的要求,以解决数据的物理安全、黑客入侵、病毒感染等问题。个人信息泄漏是由于互联网应用程序安全漏洞造成的。App的盗版应用会损害医院、开发者、用户的相关利益。患者隐私和安全问题现已成为不容忽视、且有待尽快切实解决的一个重要基础性的问题。

针对以上问题提出建议如下:

(1)强化顶层设计,实现规划引领。为减少各医疗单位的重复投入或盲目投资,建议应尽快统一信息化建设标准,明确总体目标和阶段性建设任务,全面协调和落实全市医疗机构智慧医疗工作的实施。

(2)实行体系构建,强化互联互通。引入相对成熟的并得到周边省市医疗机构认可的城市智慧医疗平台。最好整合“健康城市+互联网+智慧医疗”平台,通过互联网、大数据和人工智能将信息技术应用到市内各医疗机构的健康信息公共平台、城镇街道和社区的慢性病管理平台、家庭医生签约服务系统、医疗支付结算系统等平台,在全市范围内医疗机构之间实现医疗机构基本信息的互联互通、医疗诊疗记录和医疗文件等相关资源的交换和共享,并在定期举办分级诊疗活动的基础上实现跨机构医疗合作。

(3)分期、分步、分级建设运营。首先,是在市级医疗机构建立统一的支付平台,利用手机App,自助终端或诊间结算解决了用户在线挂号、预约、支付等棘手问题,解决了病人在就医过程中来回奔波问题,减少了排队等待时间。其次,是利用“互联网+”建立健康档案管理,远程图像判读,进行医疗信息共

(下转第338页)