

# 基于人工智能的医院商务智能系统构建

彭乔立 李汉民 肖辉

(武汉大学中南医院信息中心 武汉 430071)

**[摘要]** 从软硬件环境、基础数据展示模型、医院管理人工智能模型3方面详细阐述基于人工智能的医院商务智能系统结构、功能及构建方法,指出该系统便于医院管理者掌握运营动态、精准决策,提升医疗质量。

**[关键词]** 商务智能系统;人工智能;医院运营

**[中图分类号]** R-056 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.3969/j.issn.1673-6036.2020.07.013

**Building of Hospital Business Intelligence System Based on Artificial Intelligence** PENG Qiaoli, LI Hanmin, XIAO Hui, Information Center, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, China

**[Abstract]** The paper expounds the structure, functions and construction methods of hospital Business Intelligence (BI) system based on Artificial Intelligence (AI) in detail from the aspects of hardware and software environment, basic data display model and hospital management AI model, points out that the system is convenient for hospital managers to grasp operation dynamics, make accurate decisions and improve medical quality.

**[Keywords]** Business Intelligence (BI) system; Artificial Intelligence (AI); hospital operation

## 1 引言

商务智能系统 (Business Intelligence System, BI) 是基于数据仓库、数据挖掘、数据可视化等技术构建的信息系统。抽取、汇总业务系统数据并存储于大数据平台,基于主题划分形成数据集市 (Data Market, DM),将数据图形化,使用统计图表进行展示,呈现企业运营状况,进行深度挖掘与分析,从中获取商业规律,帮助企业管理者进行决策<sup>[1]</sup>。本文主要介绍基于人工智能技术的医院商务智能系统构建。

## 2 核心技术

### 2.1 数据仓库

随着计算机技术发展,企业数据存储量呈指数级增长,同时数据仓库 (Data Warehouse, DW) 概念诞生。DW 是对关系型数据库的重新组织,具有面向主题、超大存储、高度集成等特点<sup>[2]</sup>,成为企业 BI 系统首选存储解决方案。

### 2.2 人工智能

20世纪50年代提出人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 概念<sup>[3]</sup>,逐渐演化出以人工神经网络 (Artificial Neural Network, ANN) 与深度学习 (Deep Learning) 为核心的 AI 技术。特定算法无法解决高度集成的管理问题,而 AI 技术具有的层次性、分布性等特征则可满足现代管理数据分析需求,可以赋予

**[修回日期]** 2019-12-11

**[作者简介]** 彭乔立,硕士,初级职称,发表论文2篇;通讯作者:肖辉,高级工程师。

BI 系统更强的决策支持能力, 通过分析解决复杂问题为不同管理场景提供专业支持<sup>[4]</sup>。

### 2.3 数据可视化

数据可视化 (Data Visualization) 是指将数据通过图形进行展现。在应用程序领域, 配备图形化交互界面 (Graphic User Interface, GUI)<sup>[5]</sup> 成为行业标准。在商业数据分析领域, 将数据转化成统计学图形是经典的可视化方案。随着网络时代到来, 基于 Web 技术的报表框架 (Echarts、FusionCharts 等) 较好地满足需求<sup>[6]</sup>, 其具有开源、跨平台、维护成本低、社区资源丰富等特点, 支持 Web 技术的报表框架成为 BI 可视化首选方案, 能够实现一中心多

终端、跨设备一致性等功能特点, 为管理人员提供高效便捷的数据访问服务<sup>[7]</sup>。

## 3 基于人工智能的医院商务智能系统构建

### 3.1 概述

我国医疗信息化尚处于起步阶段, 而公众医疗卫生需求日益提高, 医疗卫生行业竞争激烈, 医院管理者面临巨大挑战。医院管理者进行决策需要人事、财务、设备、医疗等多维度多层次数据支持<sup>[8]</sup>。本文介绍如何构建基于人工智能的 BI 系统, 利用最新信息技术建设智能化管理平台, 助力医院管理者决策, 见图 1。

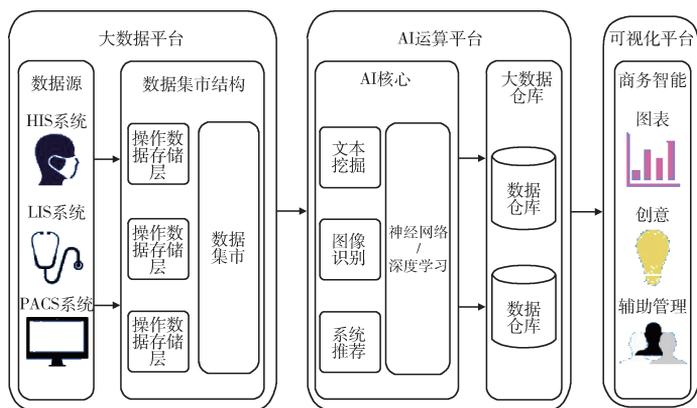


图 1 基于人工智能的医院 BI 系统架构

### 3.2 软硬件环境

3.2.1 大数据平台 采用多节点分布式系统架构, 基于高效网络, 将计算任务分配给多个节点, 在操作系统层面构建软件, 具有分布性、自治性、并行性等特点, 适用于对并行性、容错性有较高要求的场景。单个节点配备至少 4 核心且时钟频率在 2.5GHZ 及以上的中央处理器 (Center Processing Unit, CPU), 8GB 内存, 每个节点能采集、清洗 4 ~ 6 个业务系统数据。软件层面需要支持 Hadoop 框架, 该框架基于 Map/Reduce 技术开发<sup>[9]</sup>, 是面向大数据处理的并行计算框架, 拥有数据划分、数据源代码定位、优化策略、错误检测等功能, 适合需要多任务处理、多线程计算场景, 可实现海量数据秒级响应。

3.2.2 人工智能核心 配备高性能服务器集群, 为提高人工智能训练效率, 还需配备支持统一计算设备架构 (Compute Unified Device Architecture, CUDA) 加速技术的图形处理器 (Graphic Process Unit, GPU), 加速训练过程<sup>[10]</sup>。由于人工智能训练数据集多为矩阵格式, 与图像数据格式相同, GPU 能够以数倍于 CPU 的速度训练数据。CUDA 架构能充分发挥 GPU 处理性能, 提升人工智能数据训练效率。

3.2.3 数据展示平台 配备高性能服务器, 能够将训练结果转变为统计学图形、图表, 直观呈现, 实现决策支持功能。终端电脑通过医院内局域网访问人工智能核心服务器并获取数据, 客户端配备通用浏览器软件, 基于 WEB 的图形化框架适配主流网络图形标准, 用户使用任意设备和操作系统都能获得一致图形化体验。

### 3.3 医院 BI 基础数据展示模型

医院 BI 基础数据可以依据业务分为 3 层：驾驶舱、子主题、专题报告，见图 2。驾驶舱主要展示来自各子主题的核心指标，管理者可获取在服务端实时更新的医院运营关键信息。子主题根据业务特点将医院运营管理数据进行分类，包括医疗收入、医疗总量、医保分析、医疗效率、医疗质量。医疗收入主题主要从财务口径进行分析，展示业务量变化趋势；医疗总量主题展示各科室主要医疗业务量变化趋势及问题所在；医保分析主题包含总体概况、门诊/住院医保分析等页面；医疗效率主题展示医疗资源利用率与服务效率，有助于管理者控制医院成本，改善患者就医体验。

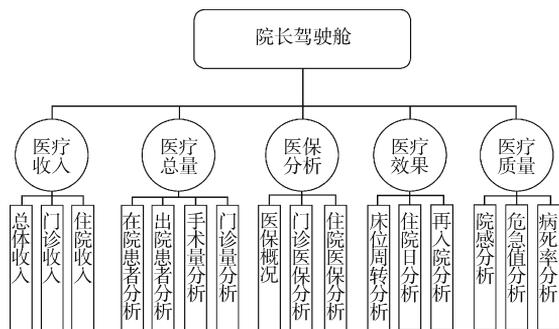


图 2 医院 BI 基础数据展示模型

### 3.4 医院管理人工智能模型

3.4.1 算法 不同于传统数据处理算法，人工智能算法在输入输出之间有不定层数的人工神经网络 (Artificial Neural Network, ANN)，基于独特统计学算法，模仿神经元特性对数据进行定性划分；通过控制输入数据属性，可构造各式人工智能模型。医院 BI 人工智能模型利用开源框架 Tensorflow。该框架是基于数据张量的人工智能算法集，具有跨平台性，能部署于 Linux、Windows 等不同操作系统，支持 Python、C++ 等面向对象编程语言以及 CUDA 框架，充分利用 GPU 计算能力 (GPU 计算功能需要支持 CUDA 架构的硬件)。Tensorflow 框架能够将数据转变为张量保存，通过数据流与会话构造神经网络，训练数据集。

3.4.2 架构 医院管理人工智能模型包含营销、

风控、方案 3 个主题<sup>[11]</sup>，见图 3。营销主题包含患者、客户、消费 3 个类别，该模块主要利用患者挂号信息、医嘱、费用明细等信息为训练数据，在此基础上实现预测与分析的功能，精准模拟患者消费与分布情况，帮助管理者对医院效益进行准确估计，把握影响医院效益的关键因素；风控主题包含医疗、纠纷、行为、欺诈等类别，运用文本挖掘、图像识别等大数据技术，通过对电子病历、病程记录、诊断、录音、录像、图片等信息进行训练，对各种医疗风险发生可能性进行预测与警告，对医疗事故与冲突进行防范，帮助管理者减少医患纠纷，提升医院服务质量，提高患者满意度<sup>[12]</sup>；方案主题包含投资、量化、决策、集成等类别，综合运用神经网络、聚类分析、决策树等技术，对医院人事、物资采购、药品出入库、设备折旧、不动产等信息进行数据训练，辅助医院管理者进行人事更迭、设备更新、资产评估方面决策，在指导管理者采购大型设备、提升职工满意度、降低维护成本等方面发挥作用<sup>[13]</sup>。

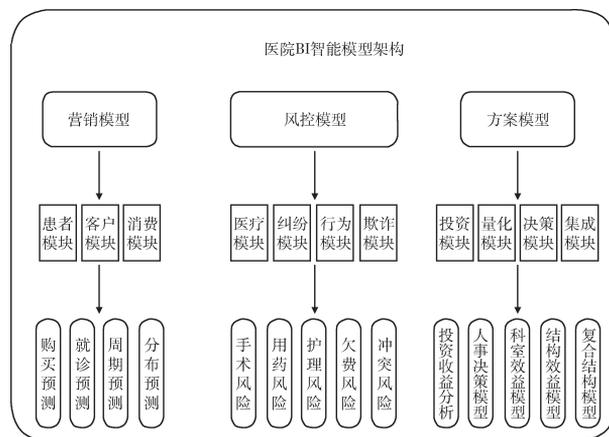


图 3 医院 BI 智能决策模型

## 4 结语

本文从软硬件环境、数据模型层次结构、医院管理人工智能模型几方面阐述建立人工智能 BI 系统构建，该系统可帮助管理者掌握医院运营动态，辅助决策，以增加医院业务量、提升医疗质量、提高患者满意度及减少医患纠纷。目前医院运营多层面尚未形成统一标准，存在多种理论，如临床路径、

单病种付费、DRGS 等<sup>[14]</sup>，并且理论实施尚存在较多适应性问题。下一步应关注与探讨如何构建更具普适性的指标体系与智能模型，为不同类型、不同规模医院提供无差别支持与帮助。

## 参考文献

- 1 凌志, 洪迎玉. 基于商业智能的医院决策支持系统研究与实现 [J]. 中国卫生信息管理杂志, 2013, 10 (6): 529 - 533.
- 2 徐晨昊. 探究关系型数据库 [J]. 通讯世界, 2019, 26 (1): 208 - 209.
- 3 熊瑶, 陈敏. 人工智能在医疗领域应用现状探讨 [J]. 医学信息学杂志, 2018, 39 (4): 24 - 28.
- 4 李军莲, 陈颖, 邓盼盼, 等. 国外基于人工智能的临床决策支持系统发展及启示 [J]. 医学信息学杂志, 2018, 39 (6): 2 - 6.
- 5 白玲. TABLEAU 在医疗卫生数据可视化分析中的应用 [J]. 中国数字医学, 2018, 13 (10): 72 - 74, 77.
- 6 周勇, 焦杨, 刘春玲, 等. 基于 ECHARTS 的北京市儿童住院患者来源可视化实现 [J]. 中国数字医学, 2017, 12 (10): 112 - 114.

- 7 马宏标, 任宏伟, 张弛. 数据可视化设计在医疗卫生领域中的应用探讨 [J]. 河北医学, 2018, 24 (6): 1052 - 1055.
- 8 胡晓梅, 陈迎春, 周福祥, 等. 基于单病种付费的分级诊疗实施效果及影响因素研究 [J]. 中国卫生政策研究, 2019, 12 (10): 51 - 57.
- 9 方建生, 王福民. 应用 HADOOP 提升数据库审计系统检索性能的研究 [J]. 计算机系统应用, 2016, 25 (12): 30 - 34.
- 10 李金苗, 李鹏, 刘庆金, 等. 智能语音识别技术在临床医疗的应用研究与实践 [J]. 中国卫生信息管理杂志, 2019, 16 (2): 218 - 221.
- 11 孟晓宇, 王忠民, 景慎旗, 等. 医疗人工智能的发展与挑战 [J]. 中国数字医学, 2019, 14 (3): 15 - 17.
- 12 陈少君. DRGS 医疗服务评价指标在基层医院医疗质量管理中的应用研究 [J]. 中国卫生产业, 2019, 16 (34): 9 - 11.
- 13 饶正寿, 饶楠杰, 孙晖, 等. 人工智能改变医院管理之探讨 [J]. 中国数字医学, 2019, 14 (1): 24 - 25, 32.
- 14 王沛陵, 郑杰, 贾方红, 等. 北京市按病种付费支付方式现状及对策研究——基于专家问卷调查结果分析 [J]. 中国社会医学杂志, 2019, 36 (5): 528 - 531.

(上接第 63 页)

## 5 结语

本文提出的移动互联网 APP 采集技术可提高信息采集可行性、通用性，降低移动互联网 APP 信息采集门槛。但采集效率相对普通爬虫较低，可通过模拟器并行部署提高效率。医疗舆情系统作为医疗机构重要的舆论监测控制工具，其功能的可用性离不开信息采集技术支持，随着网络媒体及各种舆论平台和信息渠道的不断发展，新的防爬策略也会根据信息采集技术的更新而不断改善，同时也会不断涌现新的舆论信息载体。信息采集技术随着网络环境变化而不断改进，需要进一步研究和探索。

## 参考文献

- 1 郭永松. 不同国家医患纠纷处理方式研究 [J]. 中国医

院管理, 2010, 30 (5): 14 - 15.

- 2 杨军. 畅销书出版: 跨越“注意力经济”, 迈向“影响力经济” [J]. 中国图书评论, 2008, 33 (9): 84 - 88.
- 3 张雷. 注意力经济学 [M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2002: 4 - 6.
- 4 孔庆波, 熊禄全. 大型体育赛事运营之影响力经济形成与挖掘 [J]. 体育文化刊, 2014, 37 (7): 99 - 125.
- 5 虞颖映, 吴立仁, 胡天天, 等. 医疗卫生行业互联网舆情监测预警系统设计及实现 [J]. 中华医学图书情报杂志, 2017, 26 (3): 37 - 40.
- 6 柳淑婷. 基于社交网络的舆情关键技术研究 [D]. 长春: 吉林大学, 2017.
- 7 陈利婷. 大数据时代的反爬虫技术 [J]. 电脑与信息技术, 2016, 24 (6): 60 - 61.
- 8 吕茜. 移动 APP 内容爬虫方法研究 [J]. 广播电视信息, 2017, 26 (3): 61 - 64.