

基于混合推理的高血压药物推荐模型研究

曹小凤

(太原工业学院计算机工程系, 山西 太原 030008)

摘要: 高血压是常见的慢性疾病,是心血管疾病的重要危险因素,但目前为止,尚未研制出根治高血压的特效药物,具有一次得病,终身服药的特点。对于不同的人群,合理地选择降压药对于治疗高血压有重要意义。本文针对高血压疾病治疗率低的问题,运用混合推理算法进行药物推荐,通过使用案例推理算法从案例库得到相似案例,进而用贝叶斯推理算法得到相应的药物,并分别与案例推理和贝叶斯推理算法所得到的结果比较,实验表明,该混合推理算法在一定程度上提高了药物推荐的准确率。

关键词: 高血压;案例推理;贝叶斯;混合推理;推荐

中图分类号: TP18 **文献标识码:** A

Research on Hypertension Drug Recommendation Model Based on Hybrid Reasoning

CAO Xiaofeng

(Department of Computer Engineering, Taiyuan Institute of Technology, Taiyuan 030008, China)

Abstract: Hypertension, as a common chronic disease, is a high risk factor of cardiovascular disease. However, no specific drug has been developed currently to cure hypertension. It has a characteristic of lifelong drug therapy once contracted. For different people, it is of great significance to choose the anti-hypertensive drugs reasonably for treatment. Aiming at the problem of low curing rate of hypertensive disease, hybrid reasoning algorithm has been used to drug recommendation. First of all, similar cases are collected by case-based reasoning algorithm, then the corresponding drugs are obtained by the Bayesian algorithm. The experiment, after comparing the results of the case-based reasoning with Bayesian, shows that to some extent, the hybrid reasoning algorithm improves the accuracy of drug recommendation.

Keywords: hypertension; case-based reasoning; Bayesian; hybrid reasoning; recommendation

1 引言(Introduction)

高血压是常见的慢性疾病,也是引起心血管疾病的首要危险因素。在《中国心血管病报告2014》中指出,中国心血管疾病的发病率持续不断上升,全国的心血管病患者近3亿,其中高血压患者占2.7亿。研究表明,我国每年的心血管死亡人数中与高血压有关的多达200多万人^[1]。可见,有效地降低血压对于心血管疾病的预防,提升人类生活幸福指数有重要的现实意义。

目前,高血压患者的治疗仍以药物为主,国外的Michel Burnier^[2]等人认为高血压病人要想达到降血压的目的,必须坚持接受药物治疗;吴昊^[3]等人构建了高血压领域本体和推理规则,将本题库与案例库相结合,给出患者的用药处方;黄飞^[4]等人通过构建高血压本体数据库,运用本体推理的方法对

高血压患者心血管风险水平进行鉴定;曹小凤^[5]在基于遗传算法的药物疗效评价模型中指出,只有长期进行药物治疗,才能使血压维持在相对较低的稳定水平。本文的目标在于为高血压患者推荐合适的药物,进而提高药物的治疗率,将案例推理与贝叶斯推理相结合,构建了高血压药物推荐模型,对于高血压患者的治疗有一定的指导意义。

2 高血压定义及电子病历构建(The definition of hypertension and construction of electronic medical record)

血压是指作用于血流通过时血管壁单位面积的压力,通常划分进入收缩压和舒张压。正常的收缩压力小于140mmHg,舒张压小于90mmHg。根据WHO标准,中度血压收缩压高于160mmHg,舒张压更大超过95mmHg。如果收

收缩范围在140和160mmHg和舒张压介于90—95mmHg，这是边缘性高血压。

根据WHO/ISH高血压治疗指南中将高血压定义为，不使用降压药物的前提下，收缩压SBP≥140mmHg和(或)舒张压DBP≥90mmHg。根据收缩压和舒张压血压值不同，本文将所用的高血压级别划分为1级高血压(轻度)、2级高血压(中度)，以及3级高血压(重度)具体如表1所示^[1]。

表1 高血压状态分类表

Tab.1 The status classification of hypertension

分类	收缩压(mmHg)	舒张压(mmHg)
1级高血压(轻度)	140-159	和/或 90-99
2级高血压(中度)	160-179	和/或 100-109
3级高血压(重度)	≥180	和/或 ≥110

高血压电子病历数据库的建设，除了数据库本身的知识外，还要结合领域的相关性。根据高血压药物推荐的需要，本文所设计的电子病历数据包括患者基本信息，历史血压记录，过往服用药物及用药记录，其中用药记录中包含记录ID、登记时间、药物ID、病人ID和血压级别。

3 高血压药物推荐模型(The recommended model of hypertension drugs)

本文构建了高血压电子病历库，根据案例推理可以检索出大量相似案例^[6]，对相似性处理能力有限，而贝叶斯推理有丰富的概率表达能力的特点^[7]，提出了一种基于混合推理的高血压药物推荐模型，旨在为患者推荐适合自身的药物，进而有效降低血压。首先根据患者的身体指标和血压级别取得相似案例，再运用贝叶斯推理算法得到更准确的药物列表，从而辅助医师开具最适合患者的药物处方。本文提出的高血压推荐模型工作过程如图1所示。

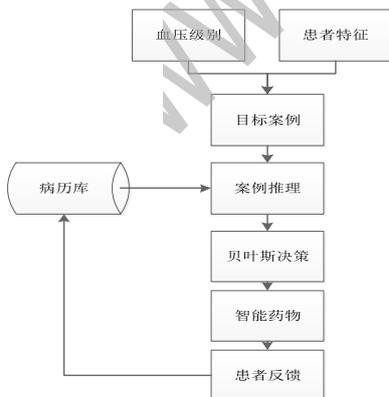


图1 高血压药物推荐模型

Fig.1 The hypertension model of drugs recommendation

在大量高血压医疗病历中通过案例推理得出的结果不止一种，而每一种案例所使用的药物处方往往也有所不同，即

使同样的案例，最终的用药结果也有不同程度的差异。针对这些问题，将满足一定条件的案例全部抽取出来作为目标案例的相似案例，并抽取出处方记录，其表示如下：

$$cbrsolution = \{drug_1, drug_2, \dots, drug_n\} \quad (1)$$

从药物1到药物n表示检索出来的用药列表。由上述描述可知，这些药物列表存在不同程度的差异，因此在药物推荐之前需要做一定的调整。

贝叶斯推理提出了推理的概率模型，它描述了某个事件最终得以发生的概率。本文在对药物进行后验概率的计算时，需要综合考虑多方因素，如药物的使用频率、药物的疗效等。药物的条件概率计算如公式2所示：

$$p(drug_i | S) = \frac{p(S | drug_i)p(drug_i)}{\sum_{j=1}^n p(drug_j)p(S | drug_j)} \quad (2)$$

式中， $p(drug_i | S)$ 表示药物的后验概率，在高血压患者中某个患者可能不只患有高血压一种病，还可能同时存在心脏病。考虑到这种情况，本文首先根据患者的特征值到案例库中进行匹配，如果找到了就根据上述式(2)计算概率值，否则，就根据模糊理论采用如下的计算方法：

$$p((drug_i | S_1) \& (drug_i | S_2) \& \dots \& (drug_i | S_n)) \equiv \max(p(drug_i | S_1), p(drug_i | S_2), \dots, p(drug_i | S_n)) \quad (3)$$

式(3)中，综合其他疾病的药物概率对某一药物概率值排序。通过贝叶斯算法所得到的药物列表可表示如式(4)：

$$solution = \{baydrug_1, baydrug_2, \dots, baydrug_n\} \quad (4)$$

式(4)中， $baydrug_1$ 到 $baydrug_n$ 表示通过贝叶斯推理所得到的药物列表，其按概率大小排名。

4 实验过程及分析(The experimental process and analysis)

本文将电子病历中患者的信息分为目标案例和源案例。通过与医师沟通分析，分别对案例推理、贝叶斯推理，以及本文提出的混合推理算法的准确率^[7]进行分析。为了保证实验结果的准确性，将实验数据集随机分成10个相等的数据子集，取9个数据子集训练数据集，其余数据子集作为测试数据设置；重复10次，允许每个数据子集作为测试数据反过来，并使用平均10个测试结果，以评估该药物推荐模型。实验过程如图2所示。

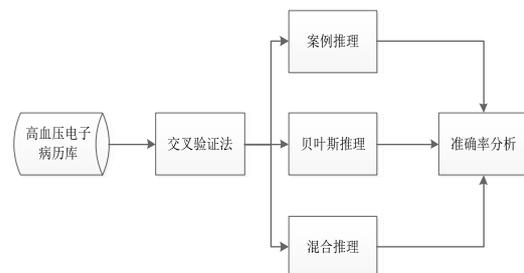


图2 实验过程

Fig.2 The experimental process

本文所提出的混合推理算法对高血压药物的推荐过程具体实现过程如下:

(1)提取特征: 根据患者的血压和身体特征从数据库中抽取所关心的特征, 去除无用的特征信息。

(2)案例推理: 根据提取的特征项, 从案例库中抽取相似案例, 并根据其历史诊疗及服药记录指导当前的决策。

(3)贝叶斯推理: 对所提取的药物用式(2)与(3)计算药物的条件概率, 并对药物列表排名。

(4)药物推荐: 经过上述计算步骤后, 便可以取得对当前患者可能适用的药物列表, 推荐的医疗处方由式(4)所示, 其结果由多种药物组成的药物列表。

为了更好地对比算法, 本文列出了三种不同的推理算法在不同数量案例情况下准确率。图3描述了一种药物下的准确率, 图4描述了两种药物下的准确率。

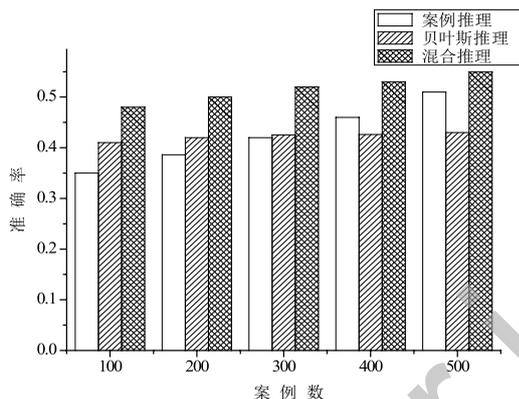


图3 一种药物下的正确率

Fig.3 The accuracy of one kind of drugs

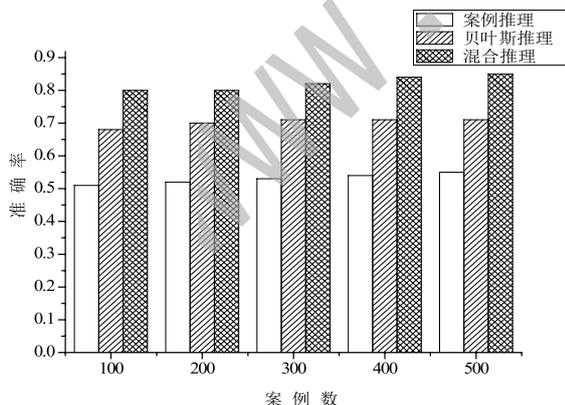


图4 两种药物下的正确率

Fig.4 The accuracy of two kinds of drugs

通过调查研究发现, 高血压患者很少同时服用四五种药物, 一般情况下服用的药物均为一到两种。实验表明, 在药物推荐准确率上本文所提出的混合推理算法在均高于单一使用案例推理, 以及贝叶斯算法, 因为该混合推理算法集成了

二者的优点。另外, 从实验结果可以发现, 两种药物推荐的准确率比要高于一种药物的推荐, 这主要是由于使用联合用药的患者还是少数, 大部分只服用一种药物, 通过两种药物的推荐匹配成功的可能性大大增加。

5 结论(Conclusion)

本文在对高血压研究的基础上, 提出了一种药物推荐的混合推理模型。研究表明, 在药物推荐的准确率上, 本文所提出的混合推理模型相比于案例推理以及贝叶斯推理均有所提高, 该模型对辅助医师开具高血压治疗药物有一定的指导意义。

参考文献(References)

- [1] 刘力生,王文,姚崇华.中国高血压防治指南(2010年基层版)[J].中华高血压杂志,2011,18(1):13-16.
- [2] Michel Burnier,Gregoire Wuerzner, etc.Measuring, Analyzing, and Managing Drug Adherence in Resistant Hypertension[J].Hypertension,2014.
- [3] 吴昊,谢红薇.基于本体和案例推理的高血压诊疗系统的研究[J].计算机应用于软件,2013,30(12):155-158.
- [4] 黄飞.高血压患者心血管风险水平智能分层系统[J].科学技术与工程,2014,14(7):204-209.
- [5] 曹小凤.基于遗传算法的药物疗效评价模型研究[J].软件工程,2017(5):39-42.
- [6] 张薇,何瑞春.基于案例推理的交通疏导辅助决策方法[J].计算机工程与设计,2014(10):3621-3625.
- [7] Alaa Saleh Altheneyan,Mohamed El Bachir Menai.Naive Bayes classifiers for authorship attribution of Arabic texts [J]. Journal of King Saud University Computer and Information Sciences,2014 (26):473-484.
- [8] Wang K,Khan M M H.Performance Prediction for Apache Spark Platform[C].IEEE International Conference on High PERFORMANCE Computing and Communications.IEEE, 2015.
- [9] Aronow W S.Treating hypertension and prehypertension in older people:When,whom and how[J].Maturitas,2015,80(1): 31-36.

作者简介:

曹小凤(1989-),女,硕士,助教.研究领域:数据挖掘,人工智能,机器学习.