**说明书摘要**

本发明提供了一种基于专家权威与病例信度结合的治疗方案推荐方法和系统，确定目标病例的*K*个相似历史病例样本，获取*K*个相似历史病例样本中的每个病例样本的医生投票数据及最终治疗方案，计算医生投票准确率；在历史病例样本中对医生投票准确率进行排序，得到权威专家列表，根据权威专家列表，计算投票确定度；对*K*个相似历史病例样本计算信度函数值；将每个历史病例样本的信度函数值与确定度相乘，得到所述病例样本的最终信度；利用*DS*证据理论将各个病例样本的最终信度相结合，选择信度最大的治疗方案作为推荐方案。利用该过程对历史病例的信度进行了优化，最后利用*DS*信度结合模型，并给出最后的决策结果。

**摘 要 附 图**

****

**权利要求书**

1、一种基于专家权威与病例信度结合的治疗方案推荐方法，其特征在于将量化的专家权威性与信度结合理论相结合共同用于决策，包括以下步骤：

确定相似样本步骤：确定目标病例的*K*个相似历史病例样本，获取*K*个相似历史病例样本中的每个病例样本的医生投票数据及最终治疗方案，计算医生投票准确率；

确定投票不确定性步骤：对于每个病例样本中，令医生投票准确率进行排序，得到权威专家列表，根据权威专家列表，计算投票确定度；

计算相关性步骤：对*K*个相似历史病例样本计算信度函数值；

计算信度步骤：将每个历史病例样本的信度函数值与确定度相乘，得到所述病例样本的最终信度；

确定推荐步骤：利用*DS*证据理论将各个病例样本的最终信度相结合，选择信度最大的治疗方案作为推荐方案。

2、根据权利要求1所述的基于专家权威与病例信度结合的治疗方案推荐方法，所述确定相似样本步骤包括：

确定相似病例步骤：通过计算欧几里得距离，得到*K*个与目标病例的距离相近的历史病例作为*K*个相似历史病例样本；

计算投票准确率步骤：设定*K*个相似历史病例样本中医生投票的准确因子，若医生投票次数大于或等于准确因子乘*K*，则令所述医生的投票确定度为准确因子乘*K*；否则，则令所述医生的投票确定度为0。

3、根据权利要求1所述的基于专家权威与病例信度结合的治疗方案推荐方法，所述确定投票不确定性步骤包括：

排序步骤：将所有医生的投票准确率按照由高到低的顺序排序，获得权威专家列表；

计算投票不确定性步骤：对于每个病例样本，若权威专家列表中前L个医生投票结果一致，则令投票确定度为1；否则，则计算投票信息熵后代入到负指数函数，计算投票确定度。

4、根据权利要求1所述的基于专家权威与病例信度结合的治疗方案推荐方法，所述计算相关性步骤包括：

计算距离步骤：计算每个病例样本与目标病例的距离，所述距离选用欧几里得距离；

计算信度函数步骤：将所述距离代入到负指数函数，得出信度函数值。

5、根据权利要求1所述的基于专家权威与病例信度结合的治疗方案推荐方法, 所述选择信度最大的治疗方案通过如下公式计算：

其中，右上标*s*表示待预测的病例样本；右下标*q*表示病例样本的分类；表示所有病例样本集合；右上标*i*表示相似历史病例样本的序号；

表示类别为*q*的类别集合；

表示所有可能的类别集合；

表示样本*s*的邻居结点；

表示样本*s*与样本*i*之间的距离；

表示样本*i*支持样本*s*的分类为的强弱；

表示的单调递减函数；

表示第*i*个病例样本的医生投票准确率；

表示事件{*Cq*}的信度；

表示事件*C*的信度

6、一种基于专家权威与病例信度结合的治疗方案推荐系统，包括以下模块：

确定相似样本模块：确定目标病例的*K*个相似历史病例样本，获取*K*个相似历史病例样本中的每个病例样本的医生投票数据及最终治疗方案，计算医生投票准确率；

确定投票不确定性模块：对于每个病例样本中，令医生投票准确率进行排序，得到权威专家列表，根据权威专家列表，计算投票确定度；

计算相关性模块：对*K*个相似历史病例样本计算信度函数值；

计算信度模块：将每个历史病例样本的信度函数值与确定度相乘，得到所述病例样本的最终信度；

确定推荐方案模块：利用*DS*证据理论将各个病例样本的最终信度相结合，选择信度最大的治疗方案作为推荐方案。

7、根据权利要求6所述的基于专家权威与病例信度结合的治疗方案推荐系统，所述确定相似样本模块包括：

确定相似病例模块：通过计算欧几里得距离，得到*K*个与目标病例的距离相近的历史病例作为*K*个相似历史病例样本；

计算投票准确率模块：设定*K*个相似历史病例样本中医生投票的准确因子，若医生投票次数大于或等于准确因子乘*K*，则令所述医生的投票确定度为准确因子乘*K*；否则，则令所述医生的投票确定度为0。

8、根据权利要求6所述的基于专家权威与病例信度结合的治疗方案推荐系统，所述确定投票不确定性模块包括：

排序模块：将所有医生的投票准确率按照由高到低的顺序排序，获得权威专家列表；

计算投票不确定性模块：对于每个病例样本，若权威专家列表中前*L*个医生投票结果一致，则令投票确定度为1；否则，则计算投票信息熵后代入一个具有单调递减特性的单调递减函数，计算投票确定度。

9、根据权利要求6所述的基于专家权威与病例信度结合的治疗方案推荐系统，所述计算相关性模块包括：

计算距离模块：计算每个病例样本与目标病例的距离，所述距离选用欧几里得距离；

计算信度函数模块：将所述距离代入到负指数函数，得出信度函数值。

10、根据权利要求16所述的基于专家权威与病例信度结合的治疗方案推荐系统，所述选择信度最大的治疗方案通过如下公式计算：

其中，右上标*s*表示待预测的病例样本；右下标*q*表示病例样本的分类；表示所有病例样本集合；右上标*i*表示相似历史病例样本的序号；

表示类别为*q*的类别集合；

表示所有可能的类别集合；

表示样本*s*的邻居结点；

表示样本*s*与样本*i*之间的距离；

表示样本*i*支持样本*s*的分类为的强弱；

表示的单调递减函数；

表示第*i*个病例样本的医生投票准确率；

表示事件{*Cq*}的信度；

表示事件*C*的信度

**说 明 书**

基于专家权威与病例信度结合的治疗方案推荐方法和系统

**技术领域**

本发明涉及机器学习与医疗决策领域相关技术领域，具体地，涉及一种基于专家权威性与病例信度结合的治疗方案推荐方法和系统。

**背景技术**

对于医疗方案的推荐，现有的方法主要是结合历史病例数据与相应的机器学习算法进行最终的决策，没有直接考虑历史病例中病人采取的方案其本身具有不确定性。所以不仅要考虑专家的意见并且结合专家权威性；同时，还要进一步注意专家由于经验和知识的不同，在不同病例上的权威性有差异。基于上述观点，一个切实可行的思路是：基于一个容量给定的历史近似病例集合，对每一个历史病例的实际方案对待决策的病例的最终方案的支持程度（以下称为信度）进行量化，并利用*DS*信度结合理论进行融合，进而进行最终的决策。

但是，考虑到历史病例的治疗方案往往由多位医生共同投票给出，因此历史病例选定的治疗方案本身具有一定的不确定性。而这种不确定性与医生们的投票情况存在密不可分的关系，直观上这种关系体现为如下两点，医生们投票结果越一致，不确定性应该越小；反之亦然。进一步，多位权威医生的投票结果越一致，或者存在某位非常权威的医生的投票与最后决定一致，不确定性应该越小。因此，综合考量上述两个方面估计病例样本不确定性。

与本申请相关的现有技术是专利文献CN106126873B，公开了一种治疗方案推荐方法，包括以下步骤：获取用户的问题信息与个人信息；将第一问题信息及第一个人信息与知识库中的各解决案例中的问题信息及个人信息进行匹配，获取匹配成功且符合第一预设条件的解决案例中的治疗方案作为第二治疗方案；将第二治疗方案推荐给用户。上述方法将具有个人信息的个性化特征的用户的问题信息与大数据知识库中的多种问题信息匹配，提高匹配问题信息的准确性；再通过问题信息检索到最佳治疗方案信息，实现了获取最佳治疗方案的及时性；最终将最佳治疗方案信息推送用户，实现了治疗方案推送的针对性、快捷性。

**发明内容**

针对现有技术中的缺陷，本发明的目的是提供一种将专家权威性与病例信度结合的治疗方案推荐方法和系统。

根据本发明提供的一种基于专家权威与病例信度结合的治疗方案推荐方法，包括以下步骤：

确定相似样本步骤：确定目标病例的*K*个相似历史病例样本，获取*K*个相似历史病例样本中的每个病例样本的医生投票数据及最终治疗方案，计算医生投票准确率；

确定投票不确定性步骤：对于每个病例样本中，令医生投票准确率进行排序，得到权威专家列表，根据权威专家列表，计算投票确定度；

计算相关性步骤：对*K*个相似历史病例样本计算信度函数值；

计算信度步骤：将每个历史病例样本的信度函数值与确定度相乘，得到所述病例样本的最终信度；

确定推荐步骤：利用DS证据理论将各个病例样本的最终信度相结合，选择信度最大的治疗方案作为推荐方案。

优选地，所述确定相似样本步骤包括：

确定相似病例步骤：通过计算欧几里得距离，得到*K*个与目标病例的距离相近的历史病例作为*K*个相似历史病例样本；

计算投票准确率步骤：设定*K*个相似历史病例样本中医生投票的准确因子，若医生投票次数大于或等于准确因子乘*K*，则令所述医生的投票确定度为准确因子乘*K*；否则，则令所述医生的投票确定度为0。

优选地，所述确定投票不确定性步骤包括：

排序步骤：将所有医生的投票准确率按照由高到低的顺序排序，获得权威专家列表；

计算投票不确定性步骤：对于每个病例样本，若权威专家列表中前*L*个医生投票结果一致，则令投票确定度为1；否则，则计算投票信息熵后代入到负指数函数，计算投票确定度。

优选地，所述计算相关性步骤包括：

计算距离步骤：计算每个病例样本与目标病例的距离，所述距离选用欧几里得距离；

计算信度函数步骤：将所述距离代入到负指数函数，得出信度函数值。

根据本发明提供的一种基于专家权威与病例信度结合的治疗方案推荐系统，包括以下模块：

确定相似样本模块：确定目标病例的*K*个相似历史病例样本，获取*K*个相似历史病例样本中的每个病例样本的医生投票数据及最终治疗方案，计算医生投票准确率；

确定投票不确定性模块：对于每个病例样本中，令医生投票准确率进行排序，得到权威专家列表，根据权威专家列表，计算投票确定度；

计算相关性模块：对*K*个相似历史病例样本计算信度函数值；

计算信度模块：将每个历史病例样本的信度函数值与确定度相乘，得到所述病例样本的最终信度；

确定推荐模块：利用*DS*证据理论将各个病例样本的最终信度相结合，选择信度最大的治疗方案作为推荐方案。

优选地，所述确定相似样本模块包括：

确定相似病例模块：通过计算欧式距离，得到*K*个与目标病例的距离相近的历史病例作为*K*个相似历史病例样本；

计算投票准确率模块：设定*K*个相似历史病例样本中医生投票的准确因子，若医生投票次数大于或等于准确因子乘*K*，则令所述医生的投票确定度为准确因子乘*K*；否则，则令所述医生的投票确定度为0。

优选地，所述确定投票不确定性模块包括：

排序模块：将所有医生的投票准确率按照由高到低的顺序排序，获得权威专家列表；

计算投票不确定性模块：对于每个病例样本，若权威专家列表中前*L*个医生投票结果一致，则令投票确定度为1；否则，则计算投票信息熵后代入到负指数函数，计算投票确定度。

优选地，所述计算相关性模块包括：

计算距离模块：计算每个病例样本与目标病例的距离，所述距离选用欧几里得距离；

计算信度函数模块：将所述距离代入负指数函数，得出信度函数值。

优选地，所述选择信度最大的治疗方案通过如下公式计算：

其中，右上标*s*表示待预测的病例样本；右下标*q*表示病例样本的分类；表示所有病例样本集合；右上标*i*表示相似历史病例样本的序号；

表示类别为*q*的类别集合；

表示所有可能的类别集合；

表示样本*s*的邻居结点；

表示样本*s*与样本*i*之间的距离；

表示样本*i*支持样本*s*的分类为的强弱；

表示的单调递减函数；

表示第*i*个病例样本的医生投票准确率；

表示事件{*Cq*}的信度；

表示事件*C*的信度

与现有技术相比，本发明具有如下的有益效果：

本发明充分考虑了医生决策过程对病例样本不确定性的影响，首次将医生意见的分歧度整合到*DS*理论之中，使得决策过程更加合理且更具有说服力，同时提升了推荐结果的准确率。

**附图说明**

通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述，本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显：

图1为本发明的方法实施示意图。

**具体实施方式**

下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明，但不以任何形式限制本发明。应当指出的是，对本领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下，还可以做出若干变化和改进。这些都属于本发明的保护范围。

本发明利用该不确定性对历史病例的信度进行了优化，最后利用*DS*信度结合模型将其结合，并给出最后的决策结果。首先，量化专家投票结果与病例样本不确定性之间的关系，给出计算病例样本不确定性的算法；然后，给出计算历史病例信度的方法，并基于已量化的不确定性对其进行优化，最后，利用*DS*信度结合理论将所有信度结合，给出最终推荐方案。

根据本发明提供的一种基于专家权威与病例信度结合的治疗方案推荐方法，包括以下步骤：

确定相似样本步骤：确定目标病例的*K*个相似历史病例样本，获取*K*个相似历史病例样本中的每个病例样本的医生投票数据及最终治疗方案，计算医生投票准确率；

确定投票不确定性步骤：对于每个病例样本中，令医生投票准确率进行排序，得到权威专家列表，根据权威专家列表，计算投票确定度；

计算相关性步骤：对*K*个相似历史病例样本计算信度函数值；

计算信度步骤：将每个历史病例样本的信度函数值与确定度相乘，得到所述病例样本的最终信度；

确定推荐步骤：利用*DS*证据理论将各个病例样本的最终信度相结合，选择信度最大的治疗方案作为推荐方案。

具体地，所述确定相似样本步骤包括：

确定相似病例步骤：通过计算欧式距离，得到*K*个与目标病例的距离相近的历史病例作为*K*个相似历史病例样本；

计算投票准确率步骤：设定*K*个相似历史病例样本中医生投票的准确因子，若医生投票次数大于或等于准确因子乘*K*，则令所述医生的投票确定度为准确因子乘*K*；否则，则令所述医生的投票确定度为0。

具体地，所述确定投票不确定性步骤包括：

排序步骤：将所有医生的投票准确率按照由高到低的顺序排序，获得权威专家列表；

计算投票不确定性步骤：对于每个病例样本，若权威专家列表中前*L*个医生投票结果一致，则令投票确定度为1；否则，则计算投票信息熵后代入到负指数函数，计算投票确定度。

具体地，所述计算相关性步骤包括：

计算距离步骤：计算每个病例样本与目标病例的距离，所述距离选用欧几里得距离；

计算信度函数步骤：将所述距离代入到负指数函数，得出信度函数值。

根据本发明提供的一种基于专家权威与病例信度结合的治疗方案推荐系统，包括以下模块：

确定相似样本模块：确定目标病例的*K*个相似历史病例样本，获取*K*个相似历史病例样本中的每个病例样本的医生投票数据及最终治疗方案，计算医生投票准确率；

确定投票不确定性模块：对于每个病例样本中，令医生投票准确率进行排序，得到权威专家列表，根据权威专家列表，计算投票确定度；

计算相关性模块：对*K*个相似历史病例样本计算信度函数值；

计算信度模块：将每个历史病例样本的信度函数值与确定度相乘，得到所述病例样本的最终信度；

确定推荐模块：利用DS证据理论将各个病例样本的最终信度相结合，选择信度最大的治疗方案作为推荐方案。

具体地，所述确定相似样本模块包括：

确定相似病例模块：通过计算欧式距离，得到*K*个与目标病例的距离相近的历史病例作为K个相似历史病例样本；

计算投票准确率模块：设定*K*个相似历史病例样本中医生投票的准确因子，若医生投票次数大于或等于准确因子乘*K*，则令所述医生的投票确定度为准确因子乘*K*；否则，则令所述医生的投票确定度为0。

具体地，所述确定投票不确定性模块包括：

排序模块：将所有医生的投票准确率按照由高到低的顺序排序，获得权威专家列表；

计算投票不确定性模块：对于每个病例样本，若权威专家列表中前*L*个医生投票结果一致，则令投票确定度为1；否则，则计算投票信息熵后代入到负指数函数，计算投票确定度。

具体地，所述计算相关性模块包括：

计算距离模块：计算每个病例样本与目标病例的距离，所述距离选用欧几里得距离；

计算信度函数模块：将所述距离代入到负指数函数，得出信度函数值。

具体地，所述选择信度最大的治疗方案通过如下公式计算：

其中，右上标*s*表示待预测的病例样本；右下标*q*表示病例样本的分类；表示所有病例样本集合；右上标*i*表示相似历史病例样本的序号；

表示类别为*q*的类别集合；

表示所有可能的类别集合；

表示样本*s*的邻居结点；

表示样本*s*与样本*i*之间的距离；

表示样本*i*支持样本*s*的分类为的强弱；

表示的单调递减函数；

表示第*i*个病例样本的医生投票准确率；

表示事件{*Cq*}的信度；

表示事件*C*的信度

本发明提供的基于专家权威与病例信度结合的治疗方案推荐系统，可以通过基于专家权威与病例信度结合的治疗方案推荐方法的步骤流程实现。本领域技术人员可以将基于专家权威与病例信度结合的治疗方案推荐方法理解为所述基于专家权威与病例信度结合的治疗方案推荐系统的优选例。

如图1所示，本发明通过以下步骤实施：

步骤1：确定目标病例的*K*个相似历史病例样本。获取每个病例样本医生对治疗方案投票的集合与该病例的最终治疗方案（即获得票数最多的方案），然后使用下述方法计算每名医生在这*K*个历史病例样本所构成的集合内的准确率：1.若医生投票次数大于等于*0.7\*K*，则用其投票准确率表示其在这个集合中投票的准确率；2.若医生的投票次数小于*0.7\*K*，则将其准确率置为0。

步骤2:将所有医生的准确率按照由高到低的顺序排序获得权威专家列表。然后使用下述方法计算第*i*个病例样本的不确定性*UCi*：1.权威专家列表中前*L*个医生投票结果一致，则令*UCi*的值为1；2.若权威专家列表中前*L*个医生投票结果不一致，则须首先计算投票的信息熵*Hi*，再将其代入到负指数函数中，用函数值表示确定度，即*UCi=exp（-1\*Hi）*

步骤3:对K个历史病例样本中的每一个一次确定其信度函数的值：1.计算每个病例样本对于目标病例的距离*r*，例如欧几里得距离；2.将该距离*r*代入到负指数函数以表示该病例样本的信度函数数值。

步骤4，对于K个历史病例中的每个病例样本，将步骤2中的信度函数数值与步骤1中计算所得的病例样本不确定性相乘，得到该点最终的信度。

步骤5，利用DS将步骤三中各个点的信度结合，选择信度最大的治疗方案作为最终的推荐治疗方案。

在具体实施中，本发明首先进行符号定义，由此选定目标病例，由医生决定，选取病人的*m*个已量化特征（包括病理类型、身高，体重等）构成维度为*m*的属性集合*u={u1,u2...um}*，然后通过以下步骤实施。

步骤1：对于某个待预测治疗方案的病人，首先确定*K*个与之距离最近的历史病例，这里的距离可以用欧式距离。设当前待推荐病例与某历史病例的属性集分别为*u'*和*u,*下标*m*表示历史病例的序号，则两个病例的欧几里得距离为：

将距离按照从小到大排序，选取前*K*个病例作为待预测病例的最相似病例，构成待预测方案病例的相似病例集合*PNei*。

在这*K*个历史病例构成的集合*PNei*中，每位医生可能曾经对某些病例的治疗方案提出过意见。

设第*i*位医生曾经对这*K*个历史病例中的*a*个病例发表过意见，这*a*个病例中又有*b*个病例的实际治疗方案与该医生的意见一致，有*b-a*个病例与该医生的意见不一致，于是可以得到该医生在这个历史病例集合*PNei*中的准确率*Acci*：

其中*factor*是有效性因子。

上述规则的文字表述为：度量每一位医生投票的准确率应遵循如下规则：1.若医生投票次数大于等于*factor\*N*，则用其投票准确率表示其在这个集合中投票的准确率；2.若医生的投票次数小于*factor\*N*，则将其准确率置为0。

步骤2：将所有医生的准确率按照由高到低的顺序排序获得权威专家列表。然后使用下述方法计算第*i*个病例的不确定性*UCi*：

1.权威专家列表中前*L*个医生投票结果一致，则令*UCi*的值为1；

2.若权威专家列表中前*L*个医生投票结果不一致，则须首先计算投票的信息熵Hi，计算公式：

其中，*n*表示第*i*个病例的不同投票结果种类数，*Pj*表示第*j*种结果出现频率。

*Hi*计算完毕后，将其代入到负指数函数中，用函数值表示确定度，即*UCi=exp（-1\*Hi）*。

步骤3:利用如下算法确定*K*个相似病例每个点的信度函数数值：

对于第*i*位历史相似病人,预测方案为*q*的信度函数为：

其中，

这里，也可以被替换为其他形式，只要保证是的单调递减函数即可。表示表示第一个待调参数，表示第二个待调参数。

步骤4，对于*K*个历史病例中的每个病例样本，将步骤2中的信度函数数值与步骤1中计算所得的病例样本不确定性相乘，得到该点最终的信度：

其中，表示样本*i*对样本*s*贡献的对于{*Cq*}信度；(*C*)表示样本*i*对样本*s*贡献的对于{*C*}信度；

步骤5，利用*DS*将步骤4中各个点的信度结合，选择信度最大的治疗方案作为最终的推荐治疗方案，公式如下：

本领域技术人员知道，除了以纯计算机可读程序代码方式实现本发明提供的系统、装置及其各个模块以外，完全可以通过将方法步骤进行逻辑编程来使得本发明提供的系统、装置及其各个模块以逻辑门、开关、专用集成电路、可编程逻辑控制器以及嵌入式微控制器等的形式来实现相同程序。所以，本发明提供的系统、装置及其各个模块可以实现为一种硬件部件，而对其内包括的用于实现各种程序的模块也可以实现为硬件部件内的结构；也可以将用于实现各种功能的模块视为既可以是实现方法的软件程序又可以是硬件部件内的结构。

以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是，本发明并不局限于上述特定实施方式，本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变化或修改，这并不影响本发明的实质内容。在不冲突的情况下，本申请的实施例和实施例中的特征可以任意相互组合。

**说明书附图**



图 1