



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116364251 A

(43) 申请公布日 2023. 06. 30

(21) 申请号 202310215686.5

(22) 申请日 2023.03.08

(71) 申请人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园

申请人 上海清鹤科技股份有限公司

(72) 发明人 张毅 杨敬轩 何蜀燕 张佐

张磊 叶德建

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理

有限公司 11262

专利代理师 胡艳华 栗若木

(51) Int. Cl.

G16H 40/20 (2018.01)

G06Q 10/04 (2023.01)

G07C 11/00 (2006.01)

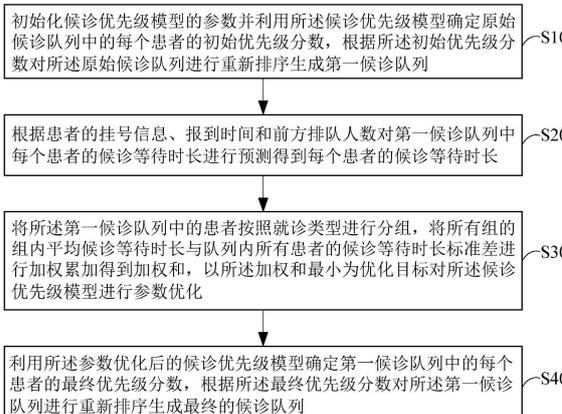
权利要求书3页 说明书14页 附图2页

(54) 发明名称

一种候诊排队优化方法、装置及存储介质

(57) 摘要

本文公开候诊排队优化方法、装置及存储介质。所述方法包括：初始化候诊优先级模型的参数并利用该模型确定患者的初始优先级分数，利用该分数重排队列生成第一候诊队列；根据患者的挂号信息、报到时间和前方排队人数预测每个患者的候诊等待时长；将患者按照就诊类型进行分组，将所有组的组内平均候诊等待时长与队列内所有患者的候诊等待时长标准差进行加权累加得到加权和，以加权和最小为优化目标对模型进行参数优化；利用优化后的模型确定每个患者的最终优先级分数，根据最终优先级分数对队列进行重排生成最终的候诊队列。本文的方案能灵活调整不同就诊类型的患者的候诊优先级，缩小不同患者候诊时间的差异以及患者的平均候诊时间。



1. 一种候诊排队优化方法,包括:

初始化候诊优先级模型的参数并利用所述候诊优先级模型确定原始候诊队列中的每个患者的初始优先级分数,根据所述初始优先级分数对所述原始候诊队列进行重新排序生成第一候诊队列;

根据患者的挂号信息、报到时间和前方排队人数对所述第一候诊队列中每个患者的候诊等待时长进行预测得到每个患者的候诊等待时长;

将所述第一候诊队列中的患者按照就诊类型进行分组,将所有组的组内平均候诊等待时长与队列内所有患者的候诊等待时长标准差进行加权累加得到加权值,以所述加权值和最小为优化目标对所述候诊优先级模型进行参数优化;

利用所述参数优化后的候诊优先级模型确定第一候诊队列中的每个患者的最终优先级分数,根据所述最终优先级分数对所述第一候诊队列进行重新排序生成最终的候诊队列。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于:

所述候诊优先级模型用于根据患者当前的实际排队时间和所述患者的就诊类型确定所述患者的优先级分数;

其中,患者当前的实际排队时间是所述患者从报到开始到当前时刻所经历的时长。

3. 如权利要求2所述的方法,其特征在于:

所述候诊优先级模型用于输入候诊队列中第*i*个患者的输入信息进行运算得到第*i*个患者的优先级分数*f*(*i*);

$$f(i) = \alpha_1 (1 - e^{-\lambda x_1(i)}) + \alpha_2 x_2(i) + \alpha_3 x_3(i);$$

其中, α_1 是第一参数, α_2 是第二参数, α_3 是第三参数; $\alpha_1 \geq 0, \alpha_2 \geq 0, \alpha_3 \geq 0, \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1$; λ 是预设的调节因子; $1 \leq i \leq N$,*N*是候诊队列中的患者总数;

所述输入信息包括:第一输入信息*x*₁(*i*)、第二输入信息*x*₂(*i*)和第三输入信息*x*₃(*i*);第一输入信息是第*i*个患者当前的实际排队时间,第二输入信息是第*i*个患者所属的就诊类型的患者人数占候诊队列患者总人数的占比,第三输入信息是第*i*个患者所属的就诊类型对应的优先权分数;每一种就诊类型对应的优先权分数是预先设定的;

当所述候诊队列为原始候诊队列时,所述第一参数、第二参数和第三参数为初始化的参数;当所述候诊队列为第一候诊队列时,所述第一参数、第二参数和第三参数为优化后的参数。

4. 如权利要求1所述的方法,其特征在于:

根据患者的挂号信息、报到时间和前方排队人数对所述第一候诊队列中每个患者的候诊等待时长进行预测得到每个患者的候诊等待时长,包括:

将所述第一候诊队列中的第1个患者的就诊时间*t*(1)设置为医生为所述原始候诊队列开始诊断的预设时间*t*₀,所述第1个患者的候诊等待时长*w*_t(1)是: $w_t(1) = t_0 - t_b(1)$;其中,*t*_b(1)是所述第1个患者的报到时间;

针对所述第一候诊队列中的第*i*个患者,获取所述第*i*个患者之前的*i*-1个患者的挂号信息;将所述*i*-1个患者的挂号信息依次输入就诊时长预测模型中进行计算,得到所述*i*-1个患者的就诊时长*h*(*j*);根据第1个患者的就诊时间*t*(1)和所述*i*-1个患者的就诊时长*h*(*j*)得到第*i*个患者的就诊时间*t*(*i*);

$$t(i) = t(1) + \sum_{j=1}^{i-1} h(j);$$

根据第*i*个患者的就诊时间*t*(*i*)和报到时间*tb*(*i*)得到第*i*个患者的候诊等待时长*wt*(*i*);

$$wt(i) = t(i) - tb(i);$$

其中, $2 \leq i \leq N; 1 \leq j \leq i-1$ 。

5. 如权利要求4所述的方法, 其特征在于:

所述就诊时长预测模型是基于神经网络的模型, 并且通过医院的医疗大数据进行训练后得到的; 所述就诊时长预测模型的输入是患者的挂号信息, 所述就诊时长预测模型的输出是患者的就诊时长。

6. 如权利要求5所述的方法, 其特征在于:

所述输入就诊时长预测模型的挂号信息包括以下一种或多种维度的信息: 患者年龄、患者性别、就诊科室、就诊诊室、就诊医生、和挂号类型;

所述挂号类型包括以下一种或多种维度的信息: 门诊/急诊、初诊/复诊和医生级别。

7. 如权利要求3所述的方法, 其特征在于:

所述将所述第一候诊队列中的患者按照就诊类型进行分组, 将所有组的组内平均候诊等待时长与队列内所有患者的候诊等待时长标准差进行加权累加得到加权和, 以所述加权和最小为优化目标对所述候诊优先级模型进行参数优化, 包括:

将所述第一候诊队列中的患者按照就诊类型分为*M*组; *M*是就诊类型的种类总数;

如果第*m*组患者的总人数*n_m*等于0, 则第*m*组患者的组内平均候诊等待时长 $\overline{wt}_m = 0$; 如果第*m*组患者的总人数*n_m*大于0, 则第*m*组患者的组内平均候诊等待时长 \overline{wt}_m 是:

$$\overline{wt}_m = \frac{1}{n_m} \sum_{j=1}^{n_m} wt(j); 1 \leq m \leq M; 0 \leq n_m \leq N; \sum_{m=1}^M n_m = N; wt() \text{ 是患者的候诊等待时长};$$

计算第一候诊队列内所有患者的候诊等待时长标准差 σ ;

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^N \left(wt(i) - \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N wt(j) \right)^2};$$

将所有组的组内平均候诊等待时长 \overline{wt}_m 与队列内所有患者的候诊等待时长标准差 σ 进行加权累加得到加权和*sum*;

$$sum = \sum_{m=1}^M k_m \overline{wt}_m + k_{M+1} \sigma;$$

其中, k_m 和 k_{M+1} 是预设的加权系数; $\sum_{m=1}^M k_m + k_{M+1} = 1$;

以所述加权和*sum*最小为优化目标对所述候诊优先级模型进行参数优化, 得到优化后的第一参数、第二参数和第三参数。

8. 一种候诊排队优化装置, 包括:

第一排队模块, 设置为初始化候诊优先级模型的参数并利用所述候诊优先级模型确定

原始候诊队列中的每个患者的初始优先级分数,根据所述初始优先级分数对所述原始候诊队列进行重新排序生成第一候诊队列;

预测模块,设置为根据患者的挂号信息、报到时间和前方排队人数对所述第一候诊队列中每个患者的候诊等待时长进行预测得到每个患者的候诊等待时长;

模型优化模块,设置为将所述第一候诊队列中的患者按照就诊类型进行分组,将所有组的组内平均候诊等待时长与队列内所有患者的候诊等待时长标准差进行加权累加得到加权和,以所述加权和最小为优化目标对所述候诊优先级模型进行参数优化;

第二排队模块,设置为利用所述参数优化后的候诊优先级模型确定第一候诊队列中的每个患者的最终优先级分数,根据所述最终优先级分数对所述第一候诊队列进行重新排序生成最终的候诊队列。

9. 一种候诊排队优化装置,包括:存储器及处理器,所述存储器存储有计算机程序,所述计算机程序被所述处理器执行时实现上述权利要求1-7中任一项所述的候诊排队优化方法的步骤。

10. 一种计算机可读存储介质,存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现上述权利要求1-7中任一项所述的候诊排队优化方法的步骤。

一种候诊排队优化方法、装置及存储介质

技术领域

[0001] 本申请实施例涉及智慧医疗领域,尤其涉及一种候诊排队优化方法、装置及存储介质。

背景技术

[0002] 随着社会发展,居民健康需求逐步提升,现有的医疗资源日益紧张。如何方便患者就医,优化医疗资源成为迫切需求。

[0003] 医院信息系统是指利用计算机软硬件技术和网络通信技术等现代化手段,对医院及其所属各部门的人流、物流、财流进行综合管理,对在医疗活动各阶段产生的数据进行采集、存储、处理、提取、传输、汇总,加工形成各种信息,从而为医院的整体运行提供全面的自动化管理及各种服务的信息系统。

[0004] 目前排队叫号系统已成为各大医院信息化建设必不可少的部分,现有的医院排队叫号系统通常根据患者的报到时间进行顺序排队,这种看似公平的排队方式不能满足一些医院的差异化服务需求。比如,对老年人的特殊照顾政策等。

发明内容

[0005] 本申请实施例提供了一种候诊排队优化方法,包括:

[0006] 初始化候诊优先级模型的参数并利用所述候诊优先级模型确定原始候诊队列中的每个患者的初始优先级分数,根据所述初始优先级分数对所述原始候诊队列进行重新排序生成第一候诊队列;

[0007] 根据患者的挂号信息、报到时间和前方排队人数对所述第一候诊队列中每个患者的候诊等待时长进行预测得到每个患者的候诊等待时长;

[0008] 将所述第一候诊队列中的患者按照就诊类型进行分组,将所有组的组内平均候诊等待时长与队列内所有患者的候诊等待时长标准差进行加权累加得到加权和,以所述加权和最小为优化目标对所述候诊优先级模型进行参数优化;

[0009] 利用所述参数优化后的候诊优先级模型确定第一候诊队列中的每个患者的最终优先级分数,根据所述最终优先级分数对所述第一候诊队列进行重新排序生成最终的候诊队列。

[0010] 本申请实施例提供了一种候诊排队优化装置,包括:

[0011] 第一排队模块,设置为初始化候诊优先级模型的参数并利用所述候诊优先级模型确定原始候诊队列中的每个患者的初始优先级分数,根据所述初始优先级分数对所述原始候诊队列进行重新排序生成第一候诊队列;

[0012] 预测模块,设置为根据患者的挂号信息、报到时间和前方排队人数对所述第一候诊队列中每个患者的候诊等待时长进行预测得到每个患者的候诊等待时长;

[0013] 模型优化模块,设置为将所述第一候诊队列中的患者按照就诊类型进行分组,将所有组的组内平均候诊等待时长与队列内所有患者的候诊等待时长标准差进行加权累加

得到加权和,以所述加权和最小为优化目标对所述候诊优先级模型进行参数优化;

[0014] 第二排队模块,设置为利用所述参数优化后的候诊优先级模型确定第一候诊队列中的每个患者的最终优先级分数,根据所述最终优先级分数对所述第一候诊队列进行重新排序生成最终的候诊队列。

[0015] 本申请实施例提供了一种候诊排队优化装置,包括:存储器及处理器,所述存储器存储有计算机程序,所述计算机程序被所述处理器执行时实现上述候诊排队优化方法的步骤。

[0016] 本申请实施例提供一种计算机可读存储介质,存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现上述候诊排队优化方法的步骤。

[0017] 本申请实施例提供的候诊排队优化方法、装置及存储介质,利用具有初始化参数的候诊优先级模型确定原始候诊队列中的每个患者的初始优先级分数,根据所述初始优先级分数对所述原始候诊队列进行重新排序生成第一候诊队列,根据患者的挂号信息、报到时间和前方排队人数对所述第一候诊队列中每个患者的候诊等待时长进行预测,将第一候诊队列中的患者按照就诊类型进行分组,将所有组的组内平均候诊等待时长与队列内所有患者的候诊等待时长标准差进行加权累加得到加权和,以所述加权和最小为优化目标对所述候诊优先级模型进行参数优化,利用所述参数优化后的候诊优先级模型确定第一候诊队列中的每个患者的最终优先级分数,根据所述最终优先级分数对所述第一候诊队列进行重新排序生成最终的候诊队列。上述实施例能够按照医院的实际需求灵活调整不同就诊类型的患者的候诊优先级,缩小不同患者候诊时间的差异以及患者的平均候诊时间,从而提高患者的就诊满意度。

[0018] 在阅读并理解了附图和详细描述后,可以明白其他方面。

附图说明

[0019] 附图用来提供对本申请技术方案的理解,并且构成说明书的一部分,与本申请实施例一起用于解释本申请的技术方案,并不构成对本申请技术方案的限制。

[0020] 图1为本申请实施例的一种候诊排队优化方法的流程图;

[0021] 图2为本申请实施例的一种候诊排队优化装置的示意图;

[0022] 图3为本申请实施例的另一种候诊排队优化装置的示意图。

具体实施方式

[0023] 本申请描述了多个实施例,但是该描述是示例性的,而不是限制性的,并且对于本领域的普通技术人员来说显而易见的是,在本申请所描述的实施例包含的范围内可以有更多的实施例和实现方案。尽管在附图中示出了许多可能的特征组合,并在具体实施方式中进行了讨论,但是所公开的特征的许多其它组合方式也是可能的。除非特意加以限制的情况以外,任何实施例的任何特征或元件可以与任何其它实施例中的任何其他特征或元件结合使用,或可以替代任何其它实施例中的任何其他特征或元件。

[0024] 本申请包括并设想了与本领域普通技术人员已知的特征和元件的组合。本申请已经公开的实施例、特征和元件也可以与任何常规特征或元件组合,以形成由所附权利要求限定的独特的发明方案。任何实施例的任何特征或元件也可以与来自其它发明方案的特征

或元件组合,以形成另一个由所附权利要求限定的独特的发明方案。因此,应当理解,在本申请中示出和/或讨论的任何特征可以单独地或以任何适当的组合来实现。因此,除了根据所附权利要求及其等同替换所做的限制以外,实施例不受其它限制。此外,可以在所附权利要求的保护范围内进行各种修改和改变。

[0025] 此外,在描述具有代表性的实施例时,说明书可能已经将方法和/或过程呈现为特定的步骤序列。然而,在该方法或过程不依赖于本文所述步骤的特定顺序的程度上,该方法或过程不应限于所述的特定顺序的步骤。如本领域普通技术人员将理解的,其它的步骤顺序也是可能的。因此,说明书中阐述的步骤的特定顺序不应被解释为对所附权利要求的限制。此外,针对该方法和/或过程的权利要求不应限于按照所写顺序执行它们的步骤,本领域技术人员可以容易地理解,这些顺序可以变化,并且仍然保持在本申请实施例的精神和范围内。

[0026] 如图1所示,本申请实施例提供了一种候诊排队优化方法,包括:

[0027] 步骤S10,初始化候诊优先级模型的参数并利用所述候诊优先级模型确定原始候诊队列中的每个患者的初始优先级分数,根据所述初始优先级分数对所述原始候诊队列进行重新排序生成第一候诊队列;

[0028] 步骤S20,根据患者的挂号信息、报到时间和前方排队人数对所述第一候诊队列中每个患者的候诊等待时长进行预测得到每个患者的候诊等待时长;

[0029] 步骤S30,将所述第一候诊队列中的患者按照就诊类型进行分组,将所有组的组内平均候诊等待时长与队列内所有患者的候诊等待时长标准差进行加权累加得到加权,以所述加权和最小为优化目标对所述候诊优先级模型进行参数优化;

[0030] 步骤S40,利用所述参数优化后的候诊优先级模型确定第一候诊队列中的每个患者的最终优先级分数,根据所述最终优先级分数对所述第一候诊队列进行重新排序生成最终的候诊队列。

[0031] 上述实施例提供的候诊排队优化方法,将候诊患者按照就诊类型进行分组,利用具有初始化参数的候诊优先级模型为每个患者计算初始优先级分数,基于初始优先级分数对原始候诊队列进行第一次重排得到第一候诊队列。第一候诊队列相对于原始候诊队列,首次考虑了就诊类型因素,使得不同就诊类型的患者能够得到相应的优先权。比如,老年人能够得到优待。将第一候诊队列中所有就诊类型组的组内平均候诊等待时长与队列内所有患者的候诊等待时长标准差进行加权累加得到加权和,以所述加权和最小为优化目标对所述候诊优先级模型进行参数优化,利用参数优化后的候诊优先级模型重新确定患者的优先级分数,能够缩小不同患者候诊时间的差异以及患者的平均候诊时间,从而提高患者的就诊满意度。

[0032] 在一种示例性的实施方式中,所述原始候诊队列是按照患者的报到时间从早到晚的顺序进行排队的。

[0033] 在一种示例性的实施方式中,所述候诊优先级模型用于根据患者当前的实际排队时间和所述患者的就诊类型确定所述患者的优先级分数;

[0034] 其中,患者当前的实际排队时间是所述患者从报到开始到当前时刻所经历的时长。

[0035] 在一种示例性的实施方式中,所述候诊优先级模型用于输入候诊队列中第*i*个患

者的输入信息进行运算得到第*i*个患者的优先级分数*f*(*i*)；

$$[0036] \quad f(i) = \alpha_1 (1 - e^{-\lambda x_1(i)}) + \alpha_2 x_2(i) + \alpha_3 x_3(i);$$

[0037] 其中, α_1 是第一参数, α_2 是第二参数, α_3 是第三参数; $\alpha_1 \geq 0, \alpha_2 \geq 0, \alpha_3 \geq 0, \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1$; λ 是预设的调节因子; $1 \leq i \leq N, N$ 是候诊队列中的患者总数;

[0038] 所述输入信息包括:第一输入信息*x*₁(*i*)、第二输入信息*x*₂(*i*)和第三输入信息*x*₃(*i*);第一输入信息是第*i*个患者当前的实际排队时间,第二输入信息是第*i*个患者所属的就诊类型的患者人数占候诊队列患者总人数的占比,第三输入信息是第*i*个患者所属的就诊类型对应的优先权分数;每一种就诊类型对应的优先权分数是预先设定的;

[0039] 当所述候诊队列为原始候诊队列时,所述第一参数、第二参数和第三参数为初始化的参数;当所述候诊队列为第一候诊队列时,所述第一参数、第二参数和第三参数为优化后的参数。

[0040] 在一种示例性的实施方式中,所述就诊类型包括:普通、优先和加急。其中,普通类型享有的优先级最低,加急类型享有的优先级最高。在其他的实施方式中,医院可以根据实际的需要增加或减少就诊类型,不同的就诊类型享有的优先级待遇不同。比如,有些医院会将70岁以上老人的就诊类型设置为优先。有些医院会将预约号的就诊类型设置为优先。医院可以根据实际的运营情况对就诊类型进行分类。

[0041] 在一种示例性的实施方式中,根据所述初始优先级分数对所述原始候诊队列进行重新排序生成第一候诊队列,包括:按照初始优先级分数从高到低的顺序对所述原始候诊队列进行重新排序生成第一候诊队列。

[0042] 在一种示例性的实施方式中,根据患者的挂号信息、报到时间和前方排队人数对所述第一候诊队列中每个患者的候诊等待时长进行预测得到每个患者的候诊等待时长,包括:

[0043] 将所述第一候诊队列中的第1个患者的就诊时间*t*(1)设置为医生为所述原始候诊队列开始诊断的预设时间*t*₀,所述第1个患者的候诊等待时长*w*_t(1)是: $w_t(1) = t_0 - t_b(1)$;其中,*t*_b(1)是所述第1个患者的报到时间;

[0044] 针对所述第一候诊队列中的第*i*个患者,获取所述第*i*个患者之前的*i*-1个患者的挂号信息;将所述*i*-1个患者的挂号信息依次输入就诊时长预测模型中进行计算,得到所述*i*-1个患者的就诊时长*h*(*j*);根据第1个患者的就诊时间*t*(1)和所述*i*-1个患者的就诊时长*h*(*j*)得到第*i*个患者的就诊时间*t*(*i*);

$$[0045] \quad t(i) = t(1) + \sum_{j=1}^{i-1} h(j);$$

[0046] 根据第*i*个患者的就诊时间*t*(*i*)和报到时间*t*_b(*i*)得到第*i*个患者的候诊等待时长*w*_t(*i*);

$$[0047] \quad w_t(i) = t(i) - t_b(i);$$

[0048] 其中, $2 \leq i \leq N; 1 \leq j \leq i-1$ 。

[0049] 在一种示例性的实施方式中,所述就诊时长预测模型是基于神经网络的模型,并且通过医院的医疗大数据进行训练后得到的;所述就诊时长预测模型的输入是患者的挂号信息,所述就诊时长预测模型的输出是患者的就诊时长。采用神经网络和基于大数据的模型训练能够提高预测的准确性。

[0050] 在一种示例性的实施方式中,所述输入就诊时长预测模型的挂号信息包括以下一种或多种维度的信息:患者年龄、患者性别、就诊科室、就诊诊室、就诊医生、和挂号类型。就诊科室包括内科、外科等。一个就诊科室包括至少一个就诊诊室。

[0051] 在一种示例性的实施方式中,所述挂号类型可以包括以下一种或多种维度的信息:门诊/急诊、初诊/复诊和医生级别。医生级别比如:普通医生、副主任医生、主任医生、普通专家、知名专家等。在其他的实施方式中,挂号类型也可以根据医院的实际需求增加或减少信息。

[0052] 在一种示例性的实施方式中,所述将所述第一候诊队列中的患者按照就诊类型进行分组,将所有组的组内平均候诊等待时长与队列内所有患者的候诊等待时长标准差进行加权累加得到加权和,以所述加权和最小为优化目标对所述候诊优先级模型进行参数优化,包括:

[0053] 将所述第一候诊队列中的患者按照就诊类型分为M组;M是就诊类型的种类总数;

[0054] 如果第m组患者的总人数 n_m 等于0,则第m组患者的组内平均候诊等待时长 $\overline{wt}_m=0$;

如果第m组患者的总人数 n_m 大于0,则第m组患者的组内平均候诊等待时长 \overline{wt}_m 是:

$$\overline{wt}_m = \frac{1}{n_m} \sum_{j=1}^{n_m} wt(j); 1 \leq m \leq M; 0 \leq n_m \leq N; \sum_{m=1}^M n_m = N; wt() \text{ 是患者的候诊等待时长};$$

[0055] 计算第一候诊队列内所有患者的候诊等待时长标准差 σ ;

$$[0056] \quad \sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^N \left(wt(i) - \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N wt(j) \right)^2};$$

[0057] 将所有组的组内平均候诊等待时长 \overline{wt}_m 与队列内所有患者的候诊等待时长标准差 σ 进行加权累加得到加权和sum;

$$[0058] \quad sum = \sum_{m=1}^M k_m \overline{wt}_m + k_{M+1} \sigma;$$

[0059] 其中, k_m 和 k_{M+1} 是预设的加权系数; $\sum_{m=1}^M k_m + k_{M+1} = 1$;

[0060] 以所述加权和sum最小为优化目标对所述候诊优先级模型进行参数优化,得到优化后的第一参数、第二参数和第三参数。

[0061] 在一种示例性的实施方式中,根据所述最终优先级分数对所述第一候诊队列进行重新排序生成最终的候诊队列,包括:按照最终优先级分数从高到低的顺序对所述第一候诊队列进行重新排序生成最终的候诊队列。

[0062] 下面结合一个示例对本申请的候诊排队优化方法进行详细描述。

[0063] 假设原始候诊队列包括多个患者,表1示出了患者的部分信息。表1的第1列为患者在原始候诊队列中的序号,第2列为患者的编号(用于标识患者),第3列为患者所属的就诊类型编号,第4列为患者的报到时间。假设就诊类型编号0对应普通类型,就诊类型编号1对应优先类型,就诊类型编号2对应加急类型。就诊类型编号越大,对应的优先级越高。

序号	编号	就诊类型	报到时间	
	0	100	0	2023/2/13 7:22:10
	1	101	1	2023/2/13 7:24:21
	2	102	0	2023/2/13 7:27:12
	3	103	0	2023/2/13 7:30:26
	4	104	2	2023/2/13 7:31:51
	5	105	1	2023/2/13 7:33:48
[0064]	6	106	1	2023/2/13 7:37:23
	7	107	0	2023/2/13 7:37:43
	8	108	2	2023/2/13 7:38:53
	9	109	0	2023/2/13 7:40:24
	10	110	1	2023/2/13 7:45:36
	11	111	1	2023/2/13 7:46:32
	12	112	1	2023/2/13 7:48:52
	13	113	0	2023/2/13 7:50:30
	14	114	1	2023/2/13 7:52:34
	15	115	1	2023/2/13 7:55:46
	16	116	0	2023/2/13 7:56:22
	17	117	0	2023/2/13 7:56:38
[0065]	18	118	2	2023/2/13 7:57:28
	19	119	1	2023/2/13 7:57:36
	20	120	1	2023/2/13 7:59:39

[0066] 表1

[0067] 初始化候诊优先级模型的第一参数 α_1 、第二参数 α_2 和第三参数 α_3 : $\alpha_1=0.05$, $\alpha_2=0.05$, $\alpha_3=0.9$ 。就诊类型0对应的优先权分数为0.8,就诊类型1对应的优先权分数为0.9,就诊类型2对应的优先权分数为1.0。

[0068] 利用候诊优先级模型确定原始候诊队列中的每个患者的初始优先级分数,下表2中第5列为患者的初始优先级分数。

序号	编号	患者类型	报到时间	优先级分数	
	0	100	0	2023/2/13 7:22:10	0.813281
	1	101	1	2023/2/13 7:24:21	0.902659
	2	102	0	2023/2/13 7:27:12	0.811714
	3	103	0	2023/2/13 7:30:26	0.810426
	4	104	2	2023/2/13 7:31:51	0.989778
	5	105	1	2023/2/13 7:33:48	0.898792
	6	106	1	2023/2/13 7:37:23	0.896649
	7	107	0	2023/2/13 7:37:43	0.806425
	8	108	2	2023/2/13 7:38:53	0.985605
[0069]	9	109	0	2023/2/13 7:40:24	0.80445
	10	110	1	2023/2/13 7:45:36	0.889589
	11	111	1	2023/2/13 7:46:32	0.888544
	12	112	1	2023/2/13 7:48:52	0.885662
	13	113	0	2023/2/13 7:50:30	0.79339
	14	114	1	2023/2/13 7:52:34	0.880177
	15	115	1	2023/2/13 7:55:46	0.874345
	16	116	0	2023/2/13 7:56:22	0.783121
	17	117	0	2023/2/13 7:56:38	0.782563
	18	118	2	2023/2/13 7:57:28	0.96076
	19	119	1	2023/2/13 7:57:36	0.870463
[0070]	20	120	1	2023/2/13 7:59:39	0.865586

[0071] 表2

[0072] 根据初始优先级分数对所述原始候诊队列进行降序排列生成第一候诊队列, 第一候诊队列中的患者信息如表3所示。

序号	编号	患者类型	报到时间	优先级分数
4	104	2	2023/2/13 7:31:51	0.989778
8	108	2	2023/2/13 7:38:53	0.985605
18	118	2	2023/2/13 7:57:28	0.96076
1	101	1	2023/2/13 7:24:21	0.902659
5	105	1	2023/2/13 7:33:48	0.898792
6	106	1	2023/2/13 7:37:23	0.896649
10	110	1	2023/2/13 7:45:36	0.889589
11	111	1	2023/2/13 7:46:32	0.888544
12	112	1	2023/2/13 7:48:52	0.885662
14	114	1	2023/2/13 7:52:34	0.880177
15	115	1	2023/2/13 7:55:46	0.874345
19	119	1	2023/2/13 7:57:36	0.870463
20	120	1	2023/2/13 7:59:39	0.865586
0	100	0	2023/2/13 7:22:10	0.813281
2	102	0	2023/2/13 7:27:12	0.811714
3	103	0	2023/2/13 7:30:26	0.810426
7	107	0	2023/2/13 7:37:43	0.806425
9	109	0	2023/2/13 7:40:24	0.80445
13	113	0	2023/2/13 7:50:30	0.79339
16	116	0	2023/2/13 7:56:22	0.783121
17	117	0	2023/2/13 7:56:38	0.782563

[0073] 表3

[0075] 根据患者的挂号信息、报到时间和前方排队人数对所述第一候诊队列中每个患者的预计就诊时间进行预测,表4最后一列是患者的预计就诊时间。

序号	编号	患者类型	报到时间	优先级分数	预计就诊时间
4	104	2	2023/2/13 7:31:51	0.989778	2023/2/13 8:02:30
8	108	2	2023/2/13 7:38:53	0.985605	2023/2/13 8:08:30
18	118	2	2023/2/13 7:57:28	0.96076	2023/2/13 8:14:30

	1	101	1	2023/2/13 7:24:21	0.902659	2023/2/13 8:20:30
	5	105	1	2023/2/13 7:33:48	0.898792	2023/2/13 8:26:30
	6	106	1	2023/2/13 7:37:23	0.896649	2023/2/13 8:32:30
	10	110	1	2023/2/13 7:45:36	0.889589	2023/2/13 8:38:30
	11	111	1	2023/2/13 7:46:32	0.888544	2023/2/13 8:44:30
	12	112	1	2023/2/13 7:48:52	0.885662	2023/2/13 8:50:30
	14	114	1	2023/2/13 7:52:34	0.880177	2023/2/13 8:56:30
	15	115	1	2023/2/13 7:55:46	0.874345	2023/2/13 9:02:30
[0077]	19	119	1	2023/2/13 7:57:36	0.870463	2023/2/13 9:08:30
	20	120	1	2023/2/13 7:59:39	0.865586	2023/2/13 9:14:30
	0	100	0	2023/2/13 7:22:10	0.813281	2023/2/13 9:20:30
	2	102	0	2023/2/13 7:27:12	0.811714	2023/2/13 9:26:30
	3	103	0	2023/2/13 7:30:26	0.810426	2023/2/13 9:32:30
	7	107	0	2023/2/13 7:37:43	0.806425	2023/2/13 9:38:30
	9	109	0	2023/2/13 7:40:24	0.80445	2023/2/13 9:44:30
	13	113	0	2023/2/13 7:50:30	0.79339	2023/2/13 9:50:30
	16	116	0	2023/2/13 7:56:22	0.783121	2023/2/13 9:56:30
	17	117	0	2023/2/13 7:56:38	0.782563	2023/2/13 10:02:30

[0078] 表4

[0079] 计算每个患者的预计等待时间(候诊等待时长),患者的预计就诊时间与报到时间的时间差为该患者的候诊等待时长。表5最后一列是患者的预计等待时间,其中x:y:z表示x小时y分钟z秒。

序号	编号	患者类型	报到时间	优先级分数	预计等待时间	
	4	104	2	2023/2/13 7:31:51	0.989778	0:30:39
	8	108	2	2023/2/13 7:38:53	0.985605	0:29:37
	18	118	2	2023/2/13 7:57:28	0.96076	0:17:02
	1	101	1	2023/2/13 7:24:21	0.902659	0:56:09
[0080]	5	105	1	2023/2/13 7:33:48	0.898792	0:52:42
	6	106	1	2023/2/13 7:37:23	0.896649	0:55:07
	10	110	1	2023/2/13 7:45:36	0.889589	0:52:54
	11	111	1	2023/2/13 7:46:32	0.888544	0:57:58
	12	112	1	2023/2/13 7:48:52	0.885662	1:01:38
	14	114	1	2023/2/13 7:52:34	0.880177	1:03:56
	15	115	1	2023/2/13 7:55:46	0.874345	1:06:44

[0081]	19	119	1	2023/2/13 7:57:36	0.870463	1:10:54
	20	120	1	2023/2/13 7:59:39	0.865586	1:14:51
	0	100	0	2023/2/13 7:22:10	0.813281	1:58:20
	2	102	0	2023/2/13 7:27:12	0.811714	1:59:18
	3	103	0	2023/2/13 7:30:26	0.810426	2:02:04
	7	107	0	2023/2/13 7:37:43	0.806425	2:00:47
	9	109	0	2023/2/13 7:40:24	0.80445	2:04:06
	13	113	0	2023/2/13 7:50:30	0.79339	2:00:00
	16	116	0	2023/2/13 7:56:22	0.783121	2:00:08
17	117	0	2023/2/13 7:56:38	0.782563	2:05:52	

[0082] 表5

[0083] 将所有就诊类型组的组内平均候诊等待时长 \overline{wt}_m 与队列内所有患者的候诊等待时长标准差 σ 进行加权累加得到加权和 sum ;

$$[0084] \quad sum = k_1 \overline{wt}_1 + k_2 \overline{wt}_2 + k_3 \overline{wt}_3 + k_4 \sigma$$

[0085] 其中, k_1 、 k_2 、 k_3 、 k_4 是预设的加权系数(根据医院的实际需求预先设定); $k_1=0.1$, $k_2=0.3$, $k_3=0.5$, $k_4=0.1$;

$$[0086] \quad k_1+k_2+k_3+k_4=1;$$

[0087] 以所述加权和 sum 最小为优化目标对所述候诊优先级模型进行参数优化, 得到优化后的第一参数, 第二参数和第三参数: $\alpha_1=0.15$, $\alpha_2=0.25$, $\alpha_3=0.6$ 。

[0088] 利用参数优化后的候诊优先级模型确定第一候诊队列中的每个患者的最终优先级分数, 根据所述最终优先级分数对所述第一候诊队列进行重新排序生成最终的候诊队列。表6中第5列是患者的最终优先级分数。

序号	编号	患者类型	报到时间	优先级分数	
[0089]	4	104	2	2023/2/13 7:31:51	0.96479
	8	108	2	2023/2/13 7:38:53	0.95227
	1	101	1	2023/2/13 7:24:21	0.913431
	5	105	1	2023/2/13 7:33:48	0.90183
	6	106	1	2023/2/13 7:37:23	0.8954
	18	118	2	2023/2/13 7:57:28	0.877736
	10	110	1	2023/2/13 7:45:36	0.874222
	11	111	1	2023/2/13 7:46:32	0.871087
	12	112	1	2023/2/13 7:48:52	0.862439

	0	100	0	2023/2/13 7:22:10	0.855298
	2	102	0	2023/2/13 7:27:12	0.850596
	3	103	0	2023/2/13 7:30:26	0.846733
	14	114	1	2023/2/13 7:52:34	0.845985
	7	107	0	2023/2/13 7:37:43	0.834729
	9	109	0	2023/2/13 7:40:24	0.828806
[0090]	15	115	1	2023/2/13 7:55:46	0.82849
	19	119	1	2023/2/13 7:57:36	0.816845
	20	120	1	2023/2/13 7:59:39	0.802213
	13	113	0	2023/2/13 7:50:30	0.795624
	16	116	0	2023/2/13 7:56:22	0.764819
	17	117	0	2023/2/13 7:56:38	0.763144

[0091] 表6

[0092] 按照表6所示顺序进行叫号可使得不同就诊类型患者的平均候诊时间最短且不同患者候诊时间标准差最小。

[0093] 如图2所示,本公开实施例提供了一种候诊排队优化装置,包括:

[0094] 第一排队模块100,设置为初始化候诊优先级模型的参数并利用所述候诊优先级模型确定原始候诊队列中的每个患者的初始优先级分数,根据所述初始优先级分数对所述原始候诊队列进行重新排序生成第一候诊队列;

[0095] 预测模块200,设置为根据患者的挂号信息、报到时间和前方排队人数对所述第一候诊队列中每个患者的候诊等待时长进行预测得到每个患者的候诊等待时长;

[0096] 模型优化模块300,设置为将所述第一候诊队列中的患者按照就诊类型进行分组,将所有组的组内平均候诊等待时长与队列内所有患者的候诊等待时长标准差进行加权累加得到加权和,以所述加权和最小为优化目标对所述候诊优先级模型进行参数优化;

[0097] 第二排队模块400,设置为利用所述参数优化后的候诊优先级模型确定第一候诊队列中的每个患者的最终优先级分数,根据所述最终优先级分数对所述第一候诊队列进行重新排序生成最终的候诊队列。

[0098] 上述实施例提供的候诊排队优化装置,第一排队模块初始化候诊优先级模型的参数并利用所述候诊优先级模型确定原始候诊队列中的每个患者的初始优先级分数,根据所述初始优先级分数对所述原始候诊队列进行重新排序生成第一候诊队列;预测模块根据患者的挂号信息、报到时间和前方排队人数对所述第一候诊队列中每个患者的候诊等待时长进行预测得到每个患者的候诊等待时长;模型优化模块将所述第一候诊队列中的患者按照就诊类型进行分组,将所有组的组内平均候诊等待时长与队列内所有患者的候诊等待时长标准差进行加权累加得到加权和,以所述加权和最小为优化目标对所述候诊优先级模型进行参数优化;第二排队模块利用所述参数优化后的候诊优先级模型确定第一候诊队列中的每个患者的最终优先级分数,根据所述最终优先级分数对所述第一候诊队列进行重新排序生成最终的候诊队列。上述实施例能够按照医院的实际需求灵活调整不同就诊类型的患者的候诊优先级,缩小不同患者候诊等待时长的差异以及患者的平均候诊时间,从而提高患

者的就诊满意度。

[0099] 在一种示例性的实施方式中,所述候诊优先级模型用于根据患者当前的实际排队时间和所述患者的就诊类型确定所述患者的优先级分数;

[0100] 其中,患者当前的实际排队时间是所述患者从报到开始到当前时刻所经历的时长。

[0101] 在一种示例性的实施方式中,所述候诊优先级模型用于输入候诊队列中第*i*个患者的输入信息进行运算得到第*i*个患者的优先级分数*f*(*i*);

[0102] $f(i) = \alpha_1(1 - e^{-\lambda x_1(i)}) + \alpha_2 x_2(i) + \alpha_3 x_3(i)$;

[0103] 其中, α_1 是第一参数, α_2 是第二参数, α_3 是第三参数; $\alpha_1 \geq 0, \alpha_2 \geq 0, \alpha_3 \geq 0, \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1$; λ 是预设的调节因子; $1 \leq i \leq N, N$ 是候诊队列中的患者总数;

[0104] 所述输入信息包括:第一输入信息*x*₁(*i*)、第二输入信息*x*₂(*i*)和第三输入信息*x*₃(*i*);第一输入信息是第*i*个患者当前的实际排队时间,第二输入信息是第*i*个患者所属的就诊类型的患者人数占候诊队列患者总人数的占比,第三输入信息是第*i*个患者所属的就诊类型对应的优先权分数;每一种就诊类型对应的优先权分数是预先设定的;

[0105] 当所述候诊队列为原始候诊队列时,所述第一参数、第二参数和第三参数为初始化的参数;当所述候诊队列为第一候诊队列时,所述第一参数、第二参数和第三参数为优化后的参数。

[0106] 在一种示例性的实施方式中,所述就诊类型包括:普通、优先和加急。其中,普通类型享有的优先级最低,加急类型享有的优先级最高。在其他的实施方式中,医院可以根据实际的需要增加或减少就诊类型,不同的就诊类型享有的优先级待遇不同。

[0107] 在一种示例性的实施方式中,第一排队模块,设置为采用以下方式根据所述初始优先级分数对所述原始候诊队列进行重新排序生成第一候诊队列:按照初始优先级分数从高到低的顺序对所述原始候诊队列进行重新排序生成第一候诊队列。

[0108] 在一种示例性的实施方式中,预测模块,设置为采用以下方式根据患者的挂号信息、报到时间和前方排队人数对所述第一候诊队列中每个患者的候诊等待时长进行预测得到每个患者的候诊等待时长:

[0109] 将所述第一候诊队列中的第1个患者的就诊时间*t*(1)设置为医生为所述原始候诊队列开始诊断的预设时间*t*₀,所述第1个患者的候诊等待时长*w*_t(1)是: $w_t(1) = t_0 - t_b(1)$;其中,*t*_b(1)是所述第1个患者的报到时间;

[0110] 针对所述第一候诊队列中的第*i*个患者,获取所述第*i*个患者之前的*i*-1个患者的挂号信息;将所述*i*-1个患者的挂号信息依次输入就诊时长预测模型中进行计算,得到所述*i*-1个患者的就诊时长*h*(*j*);根据第1个患者的就诊时间*t*(1)和所述*i*-1个患者的就诊时长*h*(*j*)得到第*i*个患者的就诊时间*t*(*i*);

[0111]
$$t(i) = t(1) + \sum_{j=1}^{i-1} h(j);$$

[0112] 根据第*i*个患者的就诊时间*t*(*i*)和报到时间*t*_b(*i*)得到第*i*个患者的候诊等待时长*w*_t(*i*);

[0113] $w_t(i) = t(i) - t_b(i)$;

[0114] 其中, $2 \leq i \leq N; 1 \leq j \leq i-1$ 。

[0115] 在一种示例性的实施方式中,所述就诊时长预测模型是基于神经网络的模型,并且通过医院的医疗大数据进行训练后得到的;所述就诊时长预测模型的输入是患者的挂号信息,所述就诊时长预测模型的输出是患者的就诊时长。采用神经网络和基于大数据的模型训练能够提高预测的准确性。

[0116] 在一种示例性的实施方式中,所述输入就诊时长预测模型的挂号信息包括以下一种或多种维度的信息:患者年龄、患者性别、就诊科室、就诊诊室、就诊医生、和挂号类型。就诊科室包括内科、外科等。一个就诊科室包括至少一个就诊诊室。

[0117] 在一种示例性的实施方式中,所述挂号类型可以包括以下一种或多种维度的信息:门诊/急诊、初诊/复诊和医生级别。医生级别比如:普通医生、副主任医生、主任医生、普通专家、知名专家等。在其他的实施方式中,挂号类型也可以根据医院的实际需求增加或减少信息。

[0118] 在一种示例性的实施方式中,模型优化模块,设置为采用以下方式将所述第一候诊队列中的患者按照就诊类型进行分组,将所有组的组内平均候诊等待时长与队列内所有患者的候诊等待时长标准差进行加权累加得到加权和,以所述加权和最小为优化目标对所述候诊优先级模型进行参数优化:

[0119] 将所述第一候诊队列中的患者按照就诊类型分为M组;M是就诊类型的种类总数;

[0120] 如果第m组患者的总人数 n_m 等于0,则第m组患者的组内平均候诊等待时长 $\overline{wt}_m=0$;

如果第m组患者的总人数 n_m 大于0,则第m组患者的组内平均候诊等待时长 \overline{wt}_m 是:

$$\overline{wt}_m = \frac{1}{n_m} \sum_{j=1}^{n_m} wt(j); 1 \leq m \leq M; 0 \leq n_m \leq N; \sum_{m=1}^M n_m = N; wt() \text{ 是患者的候诊等待时长};$$

[0121] 计算第一候诊队列内所有患者的候诊等待时长标准差 σ ;

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^N \left(wt(i) - \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N wt(j) \right)^2};$$

[0123] 将所有组的组内平均候诊等待时长 \overline{wt}_m 与队列内所有患者的候诊等待时长标准差 σ 进行加权累加得到加权和sum;

$$sum = \sum_{m=1}^M k_m \overline{wt}_m + k_{M+1} \sigma;$$

[0125] 其中, k_m 和 k_{M+1} 是预设的加权系数; $\sum_{m=1}^M k_m + k_{M+1} = 1$;

[0126] 以所述加权和sum最小为优化目标对所述候诊优先级模型进行参数优化,得到优化后的第一参数、第二参数和第三参数。

[0127] 在一种示例性的实施方式中,第二排队模块,设置为采用以下方式根据所述最终优先级分数对所述第一候诊队列进行重新排序生成最终的候诊队列:按照最终优先级分数从高到低的顺序对所述第一候诊队列进行重新排序生成最终的候诊队列。

[0128] 如图3所示,本公开实施例提供了一种候诊排队优化装置,包括:存储器及处理器,所述存储器存储有计算机程序,所述计算机程序被所述处理器执行时实现上述候诊排队优化方法的步骤。

[0129] 本公开实施例提供了一种计算机可读存储介质,存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现上述候诊排队优化方法的步骤。

[0130] 本领域普通技术人员可以理解,上文中所公开方法中的全部或某些步骤、系统、装置中的功能模块/单元可以被实施为软件、固件、硬件及其适当的组合。在硬件实施方式中,在以上描述中提及的功能模块/单元之间的划分不一定对应于物理组件的划分;例如,一个物理组件可以具有多个功能,或者一个功能或步骤可以由若干物理组件合作执行。某些组件或所有组件可以被实施为由处理器,如数字信号处理器或微处理器执行的软件,或者被实施为硬件,或者被实施为集成电路,如专用集成电路。这样的软件可以分布在计算机可读介质上,计算机可读介质可以包括计算机存储介质(或非暂时性介质)和通信介质(或暂时性介质)。如本领域普通技术人员公知的,术语计算机存储介质包括在用于存储信息(诸如计算机可读指令、数据结构、程序模块或其他数据)的任何方法或技术中实施的易失性和非易失性、可移除和不可移除介质。计算机存储介质包括但不限于RAM、ROM、EEPROM、闪存或其他存储器技术、CD-ROM、数字多功能盘(DVD)或其他光盘存储、磁盒、磁带、磁盘存储或其他磁存储装置、或者可以用于存储期望的信息并且可以被计算机访问的任何其他的介质。此外,本领域普通技术人员公知的是,通信介质通常包含计算机可读指令、数据结构、程序模块或者诸如载波或其他传输机制之类的调制数据信号中的其他数据,并且可包括任何信息递送介质。

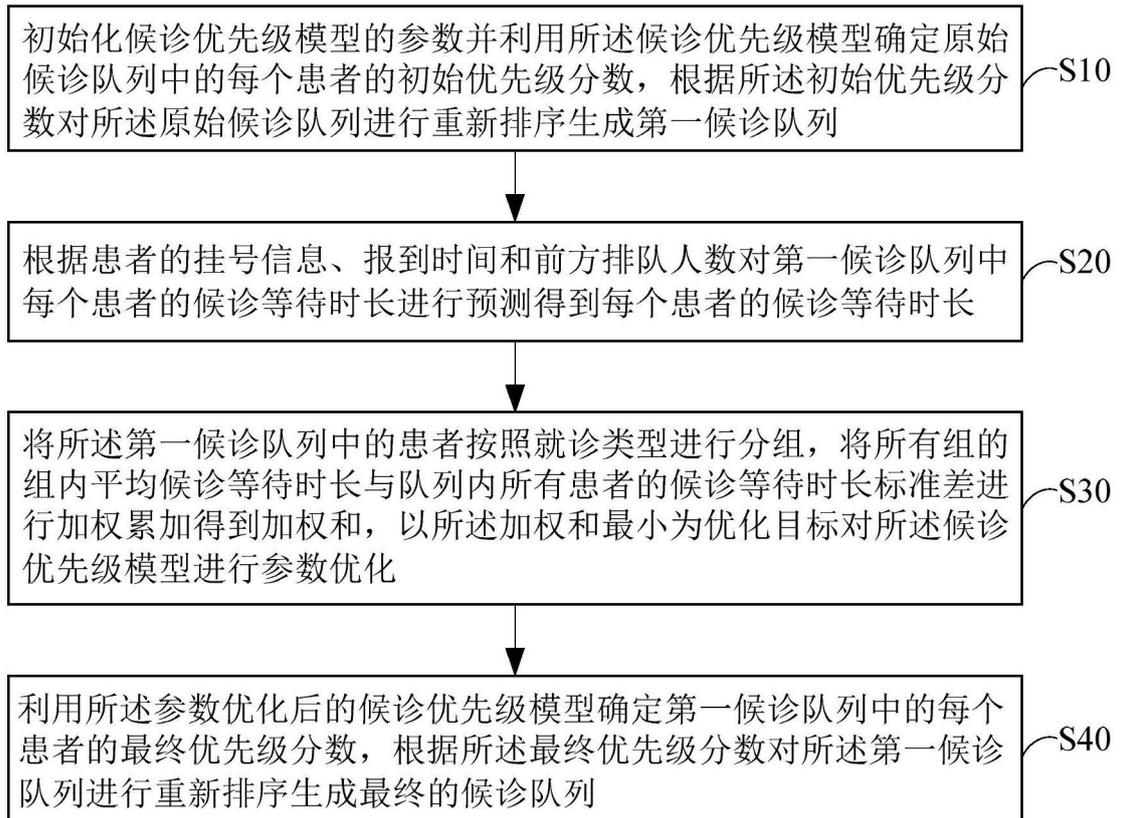


图1

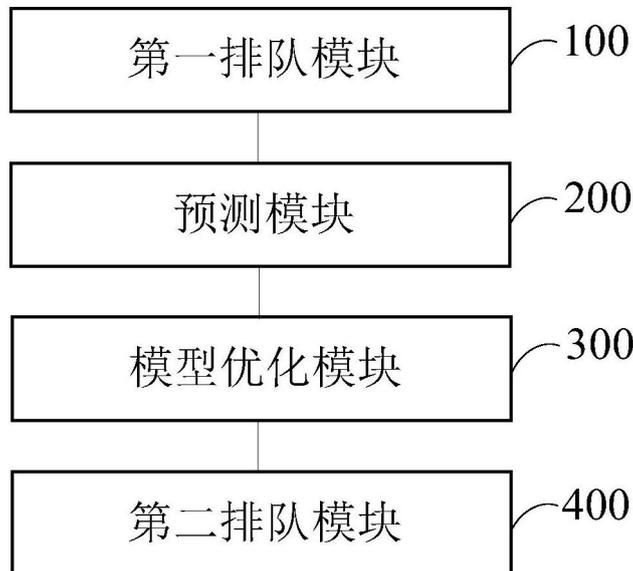


图2

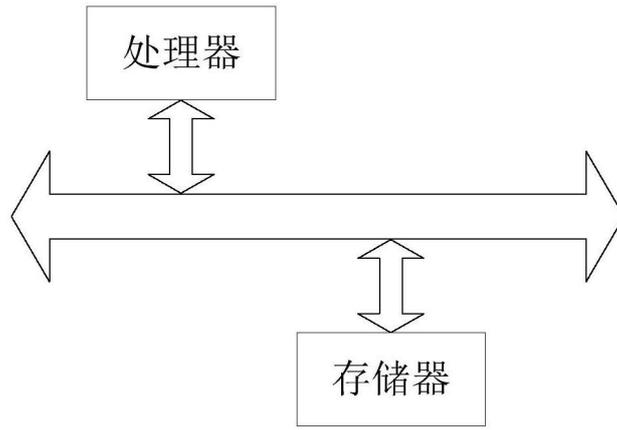


图3