

基于 Petri 网的体检流程建模与分析

刘峰 岳根霞 王剑

(山西医科大学汾阳学院卫生信息管理系 山西省汾阳市 032200)

摘要: 本文通过 Petri 网对医院体检流程的建模进行了优化, 重新建立了一种模型, 基本流程是 Petri 网的原模型, 并且探讨了模型当中存在的问题, 结合当前的社会环境以及 Petri 网的建模优化进行了具体的分析, 在此基础上加入了体检智能导检系统以及排队叫号系统, 可有效的提高体检效率, 维持体检秩序, 为了检验该系统的有效性, 使用 WoPeD 软件对其可行性及合理性进行了仿真模拟试验。

关键词: Petri 网; 体检流程建模; 模型优化

自从进入 21 世纪以来, 我国互联网技术取得了较大的发展空间, 许多的网络模型也在各个行业中取得了广泛的应用^[1]。Petri 网是在上个世纪中后期由卡尔·A·佩特里所提出来的, 是一种描述异步的计算机模型。能够作为模型建立的优化工具, 具有非常高的优化效率, 经常用于解决计算机系统通讯问题, 因为数字表达方式比较严格, 且图形展示十分直观, 通过系统的描述能够进行行为分析, 所以在各个行业当中的流程中有着非常广泛的应用^[2]。国内外许多学者对此也十分重视, 也都展开了大量的研究工作, 基于场景、限制条件的不同, 从时间、层次等方面对 Petri 网进行了进一步研究^[3], 也简介的形成了 Petri 网络体系。就目前而言, Petri 网在体检流程当中的研究报告比较少, 大多数都是基于对医疗其他方面的研究。相关学者通过 Petri 网的应用, 对就诊流程及电子病历进行了探讨, 目的是为了提高就诊流程的效率^[4], 通过生命体征的监护设备, 为研究带来更多元化的途径。在另一项研究中, 主要是通过 Petri 网模型对高校附属医院的库存管理进行了探讨, 建立了 Petri 网的流程模型, 对耗材供应的流程进行了分析。还有一项研究中^[5], 是对医院门诊流程的 Petri 网进行了优化, 构建了 GSPN 模型。

本文基于此, 通过 Petri 网的相关理论, 以 Petri 网为研究基础, 建立了体检流程的相关模型, 包括登记、体检过程及体检结果的发放。为了提升体检流程的效率和便利, 还需要对 Petri 原模型进行一定程度的优化, 分别从体检效率、体检秩序及审查环节中展开, 加入了体检智能导检系统及排队叫号系统, 使用 WoPeD 软件对优化模型的合理性进行进一步的检验。

1 Petri 网概述

1.1 Petri 网的概念

Petri 网的基本概念比较广泛, 大致可以分为以下六种定义。

(1) 在 Petri 网中的 $PN=(P,T;F,M)$, 如果 $t \in T$, 那么就将 M' 称之为 M 直接可以达到的。如果有变迁序列以及表示序列, 就需要 $M\{t_1>M_1\{t_2>M_2\cdots mk-1\}(tk>M_4)\}$, 将

mk 当做 M 可达的。 M 可达表示的所有集合都当做 $R(M)$, 也就是说 $M \in R(M)$ 。

(2) 四元组 $PN=(S,T;F,M_0)$, 那么就可以将其当做 Petri 网, 变迁的规则如下所示: 若变迁的 $t \in T$, 那么就具有发生权, 当且仅当 $t \in T$, 则 $p \in P, M(p) \geq 1$; 在表示下的 M 能够使 t 经发生之后, 得到了新的表示 M' , 则 $M(p) + 1, s \in t' - t, M'(s) = M(s) - 1, s \in t - t'$ 。

(3) 将 Petri 网的系统进行定义, 将其定义为 $\Sigma=(S,T;F,M)$, 在这个过程中, $S \cup T \neq \emptyset; S \cap T \neq \emptyset; F \in (S \times T) \cup (T \times X); M: S \rightarrow (0,1,2,3,\cdots)$ 。

第三个定义中, S 是 Petri 网当中的库所, 可以代表库所当中的元和集合; T 是 Petri 网中的变迁, 可以当做变迁元素的集合; F 表示为 S 和 T 当中的关系; M 表示 Petri 网系统当中的标识函数。在 Petri 网中, 变迁因素必须要在一定的条件下才能发生, 所以要在不同的标识函数中进行转化, 才能保证 Petri 系统的正常运行^[6]。

(4) 将 (N, M_0) 当做是一个网系统, 其中的 $N=(P,T;F)$, M_0 是初始标识, 如果让 $(t_1, t_2) \in (T \times T)$ 那么就需要满足以下五个条件。如果 $t_1 > t_2$, 且 $t_2 \leq t$, 那么就可以将 t_1 和 t_2 当做严格序号的关系, 将其看做 $t_1 \rightarrow t_2$; 如果 $t_1 \leq t_2$, 并且 $t_2 > t_1$, 就可以将 t_1 和 t_2 当做严格逆序号的关系, 将其看做 $t_1 \rightarrow^{-1} t_2$; 如果 $t_1 \succ t_2$, 且 $t_2 \succ t$, 那么就将 t_1 和 t_2 当做排他序号的关系, 将其看做 $t_1 + t_2$; 如果 $t_1 > t_2$, 且 $t_2 > t_1$, 就可以将 t_1 和 t_2 看做是交叉序号的关系, 将其看做 $t_1 \parallel t_2$; 四种关系进行整合后就将其称为 Petri 网当中的轮廓关系, 记录为 $BP=\{\rightarrow, \leftarrow^{-1}, +, \parallel\}$ ^[7]。

(5) 将一个 Petri 网进行确定, $p \in P$, 如果正整数 A 中的 $M \in R(M_0): M(p) \leq A$, 那么就将库所当做是有界的, 并将该条件满足于最小正整数 A 的界。基座 $A(p)$, $A(p) = M \in R(M_0): M(p) \leq A$, 如果 $A(p)$ 等于 1, 那么就将库所的 p 称之为安全的。

(6) 将 Petri 系统设置为 $\Sigma=(S,T;F,M_0)$, M_0 是初始标识, 当中的 $t \in T$ 。如果 $M \in R(M_0)$, 那么 $M' \in R(M)$, 则 $M' \{t>, t$ 是灵活的, 如果 $t \in T$, 那么就可以将 Σ 看做是活的 Petri 网系统^[8]。

1.2 Petri网的特点

对于 Petri 网来说,在对实际问题进行建模的过程中,需要明确实际问题当中所发生的互动顺序, Petri 网可以将问题编程图形,也可以对实际的问题进行语言性的描述。在随机的 Petri 网当中,因为流程结构十分特殊,所以行为轮廓的属性与其他模型有着一些不同的地方。譬如可达性、活性、有界性等等。广泛的在流程建模工具中进行应用。可达性、有界性、活性是 Petri 网最重要的属性。

(1) Petri 网的模型语义规范,表达能力较强, Petri 网兼顾了图形语言和严格的语义表达,任何的 Petri 网都需要对所有元素进行严格的定义,模型语义十分的规范,且 Petri 有足够丰富的表达能力,完全支持现实中基本的逻辑过程。

(2) Petri 网的模型在状态上比较直观,很多建模方法都是基于事件的,所以对模型元素的状态进行了明确状态定义,在演变的过程中也受到状态的驱动,所以要将活动的授权和执行进行区分,将过程进行定义,让其具有更加丰富的表达能力,对过程的实例进行动态修改,让其具有更多柔性的特征。

(3) 分析能力比较强,因为 Petri 需要将数学作为基础,是一种强有力的分析手段,在进行分析的过程中,包括了有界性、活性等等,可计算出计算机模型当中的性能指标,譬如响应时间、等待时间。这些技术都有理论、仿真等方面,对其中的基本要求进行一系列的认证。在分析过后,对模型进行一定的优化,从而提高工作效率。

(4) 具有一定的可扩充性, Petri 网的应用越来越广泛,在纵向发展中主要是在基本 EN 系统及 P/T 系统,最后演变成高级网系统。在横向的扩展中,包括有向弧,随后发展到可变弧,在自然数的标记个数到概率标记个数, Petri 网的描述能力不断提高,其中的系统性能也在不断的完善。

1.3 传统医院体检流程与智慧医院体检流程的对比

在传统医院的体检流程当中,主要是将患者当做是体检的核心,一切的活动都使通过患者所发生。所以将 Petri 网的初始库当做是患者,而患者在入院之后,需要先后构建相关的顺序关系,无论是在哪个科室中进行体检,在体检的高峰期都需要面临排队的问题,且有一小部分患者有插队的情况,十分容易在医院里引起纠纷。传统医院体检的流程整体效率较低,且排队秩序无法得到保证。因为人力资源的不合理安排,在审查环节当中也比较薄弱,有着二次体检的风险。所以说,传统医院体检的流程需要进行一定的改善,从而提高体检效率^[9]。

对于智慧医院体检的流程来说,相较于传统医院体检智慧医院体检的流程相对来说更加合理,通过科学技术的应用,让体检人员和护理人员都节约了不少的时间,且不会出现排队秩序混乱的问题,因为会有等候区供体检人员进行等候,通过自己排队的号码进行体检。在审查环节中,系统可以根据体检人员的体检情况自行审查,在很大程度上提高了体检的效率^[10]。

2 Petri网分析方法

2.1 代数分析法

代数分析法主要是通过关联矩阵的方法对一个系统的结构进行刻画,随后建立较为完善、状态良好的显性系统关系,从而得到状态方程。这样的分析途径是由 Peterson 所提出的,然而国内也有许多学者在此方面有较好的研究,也十分重视该分析方法。有点是能够通过线性代数的方式对有关结果进行展现,特别是在结构性质当中,可以直观的看出统计结果。但是动态性质的刻画作用容易受到外部因素的影响,譬如其中的可达性在刻画时只要一个必要非充分的条件。

2.2 图分析法

通过图分析法,可以将其建立在一个有限的有向图当中,可展现出 Petri 网系统的运行机制。譬如在可达图和覆盖树当中,就可以将其看做是一个状态机,能够准确的反应出网系统的动态行为及特征,尤其是在有界网中,能够准确的刻画,并在有限的状态机中反映,但是在无界网中却只能进行部分反映,还需要进行进一步的完善,从而促进社会的和谐发展。

3 医疗流程及挖掘现状

3.1 流程挖掘现状

对于流程挖掘而言,是在上个世纪末被西方学者 R—Agrawi 所提出,主要是对业务流程中存在的问题进行解决。在实际执行的过程中,对结构进行优化及描述的方法。目前在国际上的流程设计有着较为广泛的应用,在流程挖掘中,对所研究的系统执行,借助某种挖掘的方法将流程的模型进行挖掘。这样可以在一定程度上降低工作人所浪费的时间,从而对全新的业务流程进行设计,降低流程模型当中的不完整性。总的来说,流程模型当中会记录日志当中的有效信息,包括业务流程中参与流程的活动。一般来说,过程挖掘主要分为发现流程、流程一致性检查、改进流程三种类型。在这个过程中,发现流程主要是对事件日志中抽取有效的信息。而流程异质性主要是检测事件日志与模型的比较是否具有—致性。而改进流程主要是在流程一致性检查中不够理想的时候,需要对模型进行改进,降低系统中存在的错误,提高系统流利性。

3.2 医疗流程现状

在上个世纪中后期,“医疗流程”在美国首次出现,在那之后,医疗流程的研究成为了行业内的热门话题,许多研究者都对此十分重视。医疗流程一般就是根据实际的需求,设计出先后顺序的就医或者体检计划。在国外的医疗流程当中,主要是对流程效果进行判断,如果能够满足就诊的需求,就可以施行。但是该方法容易受到很多外部因素的影响。虽然医疗流程已经在一定程度上对三长一短的现象进行了优化,减少患者就医的盲目性,降低就医成本,规范就医行为,可以在就医或者体检之前就了解到相关的流程,避免出现时

间浪费的情况。医疗业务流程当中的控制力度比较小，大多数的医疗机构在记录时依然采用纸质的记录方法。可能会存在以下4种问题：

- (1) 因为系统记录的就医信息或者体检信息比较少，在后续寻找资料的过程中有非常大的工作量；
- (2) 通过简单的方式对相关医疗流程进行设计，难以反映活动之间所存在的关系，容易受到外部因素的影响；
- (3) 虽然所设计出来的流程执行力度较大，但是传统的记录方法无法进行实施的调控；
- (4) 许多数据都在纸质文件上进行记录，在核对信息或者录入信息时可能会出现人工失误，导致数据的偏差。

通过医疗流程的应用，不仅能够帮助简化业务的流程，还能够提高医院的服务质量，为患者提供一个更加良好的治疗环境，相关研究表明，某医院急诊系统当中的事件日志在应用了 Petri，发现有效的简化急诊的流程，及时的对患者进行了抢救。还有相关研究表明，在医疗环境中进行应用，在某家葡萄牙医院的系统中进行了数据分析，发现实践的医疗流程与系统的医疗流程具有冲突，说明流程挖掘技术要得到充分的应用才能优化医疗的流程。

4 Petri 体检流程的建模

随着行业内的高速发展，人们对于自身的身体健康十分重视，很多人每年都会进行一次体检。且在大多数的职业中，入职之前都需要进行健康的体检，这在一定程度上增加了医院的人流量^[1]。随着体检人数的增加，传统体检模式的效率较低，造成医院体检中心拥堵的情况。这在一定程度上影响到了医院的正常运行。传统体检模式无法满足当前社会的发展，逐渐将医疗行业引入到智慧医疗中，加入了体检中心智能导检及排队叫号的系统，从而进一步的优化体检流程。就目前而言，很多基层医院依然没有引入智慧医疗，还是采用传统的方式进行体检，造成大量医院人力资源的浪费，且人员组织和分布并不合理，影响到了体检的效率。本文对某基层医院进行了优化，基于 Petri 网建立了原模型。具体流程如图1所示。

在图1中，t1表示排队登记体检表的信息，随后进行餐前的体检，包括t2的抽血化验、t3的尿检，用完餐后可以进行餐后的体检，其中t5表示身高、体重、视力的检测，t6表示乙肝五项的检测、t7表示胸片拍摄的检测、t8表示超声方面的检测，包括甲状腺超声、肝、胆等内脏的超声，t9表示心电图方面的检测，t10提交体检表，t11等待体检结果，t12成功拿到体检结果。可以从图中看出，giant模型是传统体检的流程，主要是拿到登记表后体检餐前的项目，用餐之后体检餐后的项目，随后交表等体检结果。一般来说，体检者需要在对应的窗口拿到体检表，到达医院体检入口进行排队，从而录入个人的信息t1。随后到窗口排队体检餐前项目，包括t2的抽血以及t3的尿检，这两项内容必须在空腹的情况下完成。在完成餐前项目之后就可以到医院餐厅进行用餐，完成t4。餐前的项目为t1、t2、t3、t4，四个项目是严格序的关系，记录为t1→t2→t3→t4。在用餐完毕之后，

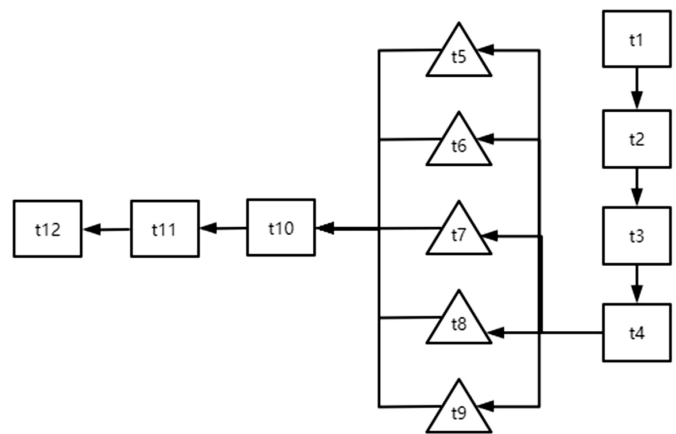


图1：某基层医院体检流程原模型

到身高体重视力、乙肝五项、胸片拍摄、超声监测、心电图检测时，分别为t5、t6、t7、t8、t9，共五个项目，其中t4和t5、t6、t7、t8、t9是交叉序的关系，将其记录为t4||t5、t4||t6、t4||t7、t4||t8、t4||t9。但是在餐后体检的项目中不是严格序关系。对此，体检者需要保管好自己的体检表，在不同的项目中完成检查，在这个期间当中，每个体检项目都会有相关的工作人员进行指导，回答体检人员的疑问。在体检完毕之后，就需要上交体检表，完成t10，离开医院后等待医院的通知，完成t11。得到通知后就可以到医院拿到体检表，完成t12。所以说，t10、t11、t12是严格序的关系，记录为t10→t11→t12。

5 Petri 体检流程原模型的优化

相对来说，图1中所显示的传统体检流程已经较为完善，但是依然还是存在一些问题，需要对该模型进行一定的优化。存在的问题主要表现在以下三个方面：

(1) 体检的效率较低^[12]，在原模型的流程当中，是一种传统体检的流程，属于流水式单线程的流程，并没有将体检者的自身情况考虑到其中。在体检的过程中，因为大多数的体检者都是首次体检，所以并不熟悉体检的流程，自从信息等级完毕之后，体检者就是排队的状态，尤其是餐后项目，由于餐后的项目较多，大多数的体检者都处于茫然的情况，排队时不仅浪费了自身的时间，也浪费了医院的时间。

(2) 现场的秩序比较混乱^[13]，传统的人工体检中，没有人工的导检服务，只是在体检人员感到疑问的时候，有相关人员进行解答，由于人力资源分布及组织的不合理，没有人工导检系统，所以第一次体检的人员并没有得到体检的指引，所以会导致现场的秩序十分混乱，排队时非常拥挤，严重的还会出现插队的情况，引发冲突，这无论是对于体检者还是医护人员都造成了较大的影响。

(3) 审查的缓解比较薄弱^[14]，从传统的体检流程来说，体检人员完成体检之后，在交表的时候并没有设置相关的审核点，医院的相关登记工作人员也没有对体检任务是否完成进行审查，而是等到所有体检者离开之后在进行审查，这样就会在一定程度上增加二次体检的概率，浪费时间的同时，

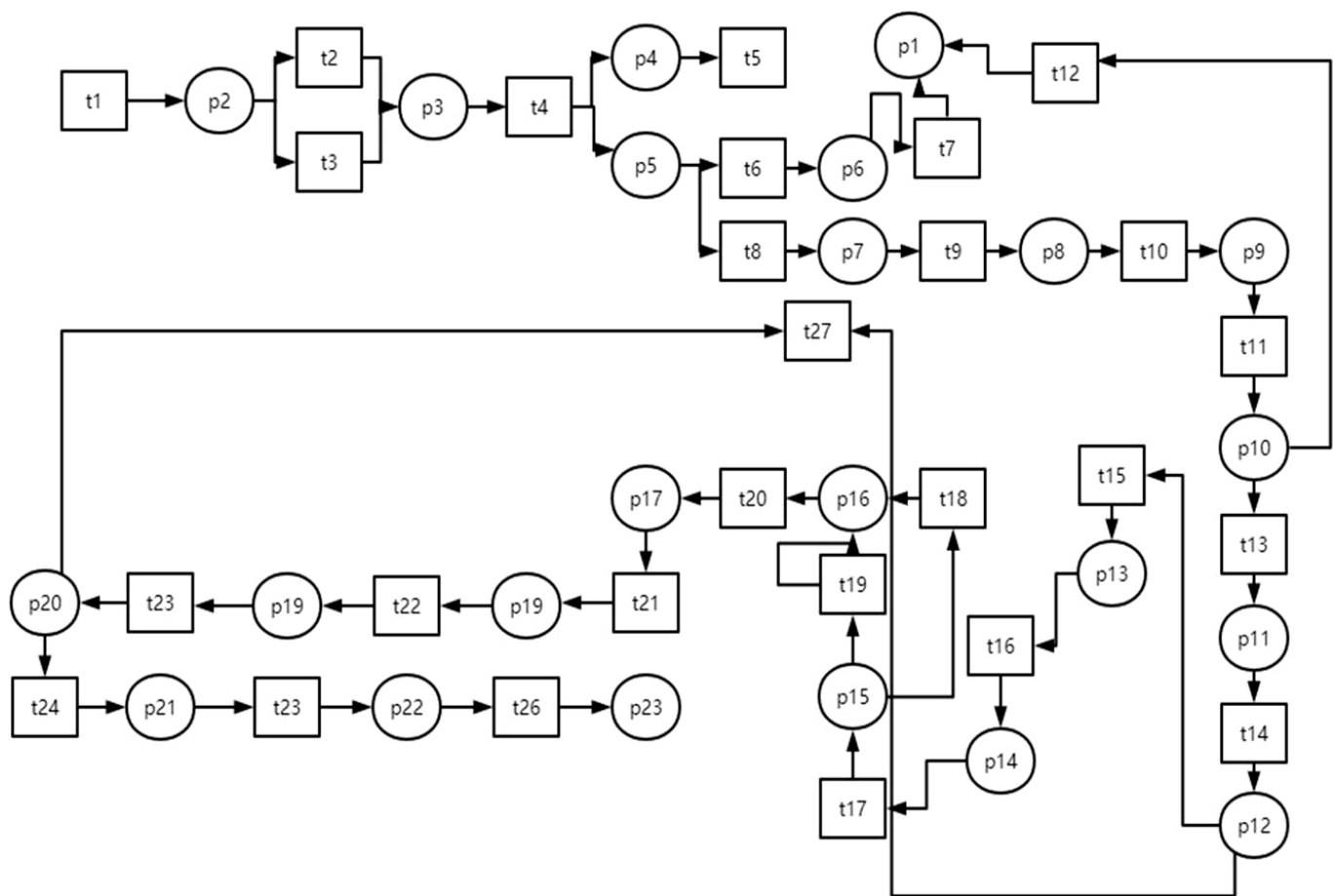


图 2: 某基层医院体检流程优化后模型

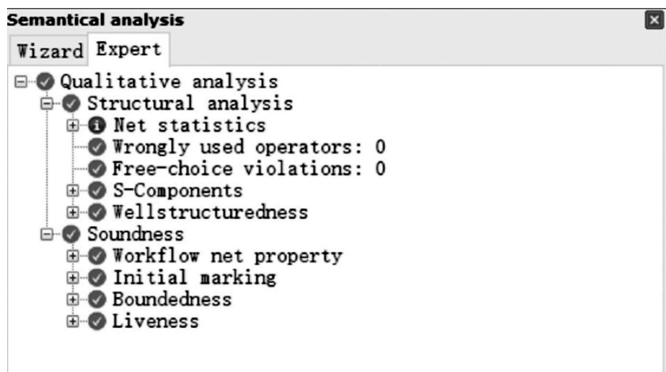


图 3: 基于 WoPeD 软件的优化后模型仿真结果

也降低了体检的效率。

对于这些传统体检流程所存在的问题，借助互联网中的智慧医疗知识，加入智能导检系统和排队叫号系统，结合起来之后可以对体检的人数、体检项目、实际体检情况进行统计，对医院体检系统进行核对之后，还能按照顺序进行叫号，让体检人员的体检流程得到合理化的安排，减少体检人员和医护人员的时间浪费，整体提高体检效率。

在智能导检系统当中,体检人员需要到体检中心的护士台进行自助签到,并且得到一个派对的好吗,通过身份的炎症后打印体检的导检单。智能导检系统能够通过一系列的运

算,根据排队的等候人数以及当前体检项目的进程情况,为体检者安排一套比较合理的体检流程,这一套流程会在导检单上面有所显示。能够帮助体检人员在最短的时间之内完成所有的体检项目,整体提高体检效率。智能导检系统会全程帮助体检人员,不用进行派对,根据导检单的提示,到达指定的体检科室,在等候区等候即可。在等候的过程中,体检人员也可以通过手机扫码查看其它项目的体检等候情况。当体检完一个项目之后,就可以查看下一个体检项目的等候情况,合理的对时间进行规划^[15]。不仅如此,智能导检系统还能根据体检项目的特点,为特殊人群开启绿色通道,从而优化体检的流程。

对于智能排队叫号系统而言,所有的体检人员都有唯一的对应号码,在不同项目中进行多次的呼叫,也就是一票到底。如果某一个体检项目的人数较少,就可以呼叫还没有体检该项目的人员来进行体检,尽可能的提高体检效率,减少时间差的问题。在排队叫号系统与智能导检系统的联合下,现场秩序也不会出现混乱的情况,且智能导检系统会对相关体检项目进行实时的审查,增加审查的效率。

通过本次的优化之后,模型在一定程度上为体检人员和医院工作人员带来了更大的便利,也考虑到了体检者在登记体检信息到体检结束的流程,对整个模型都进行了优化。具体优化后的模型如图 2 所示。

在图2当中,t1表示到达了导诊台,t2表示到护士站签到,t3表示进行身份认证,t4表示打印体检单,t5表示特殊人群进入绿色通道进行体检,t6表示普通人群进行非空腹体检,t7表示普通人群暂停体检,t8表示普通人群空腹进行体检,t9表示智能导检系统的查询,t10表示排队,t11表示在等候区进行等候,t12表示故障原因暂停体检,t13表示开始叫号体检,t14表示在医院食用早餐,t15表示智能导检的查询,t16表示开始排队,t17表示在等候区中等候,t18表示因故暂停体检,t19表示开始叫号体检,t20表示开始下一个项目的体检,t21表示体检结束,t22表示智能导检系统的查询,t23表示核对体检表,t24表示体检表无漏洞,t25表示体检人员离开医院,t26表示等待体检结果,t27表示得到体检结果。

6 进行仿真的模拟实验

为了能够对优化后的Petri体检流程原模型的合理性与可行性进行检测,使用WoPeD软件对优化后的模型进行了仿真,并且模拟运行。在WoPeD软件当中,对原模型的结构图进行绘画,随后放入token在初始库中,对优化后模型的状态进行分析。具体的方针结果如图3所示。研究结果表明,优化后的模型具有一定的安全性,并且有界,无死锁,合理性较强,并且具有一定的可行性。

7 结论

综上所述:本研究主要是以Petri网作为理论几乎,对医院体检流程进行了原模型的建立。但是在原模型中发现了一些问题,其主要表现在体检效率较低,体检秩序混乱及审查环节不及时等等。本文根据Petri网当中的理论知识,其中包括变迁发生的规则、行为轮廓的理论知识,对原模型进行了优化,构建出了新的Petri医院体检流程模型,对体检人员和护理人员都带来了一定的便利之处。仿真实验的结果表明,本次优化的医院体检流程模型是安全有界的,并且无死锁,可以将其应用到医院的体检流程中,可有效提高医院体检的效率,解决体检排队秩序以及审查环节薄弱的问题。但是在本文的研究中,只是为其提供了优化的方向,并没有给出具体的措施,在未来的研究中还需要进一步的深入研究,以此来为之后的研究打下良好的基础。

参考文献

- [1] 黄涛,张琳.基于Petri网的机场运管委航班调时调减工作流程仿真研究[J].滨州学院学报,2022,38(06):14-19+96.
- [2] 樊海刚,郭红梅,张莹,赵真.随机Petri网在地震应急协同能力定量评价与动态分析中的应用[J].中国地震,2022,38(02):248-259.
- [3] 董钰颖,杨雷恒.一种多医用配送机器人系统协同路径规划方法[J].自动化技术与应用,2022,41(05):100-102+129.
- [4] 李宏仲,孔振宇,陶淳逸.考虑天然气管网多状态模型的电-气综合能源系统可靠性评估[J].中国电机工程学报,2022,42(17):6247-6260.

- [5] 王标,王萃.一种基于逻辑Petri网建模的档案归并流程健壮性验证方法[J].电子技术,2022,51(01):74-77.
- [6] 黄晶,付鹏,许叶军.基于随机Petri网的多部门协同农业抗旱应急处置流程建模——以内蒙古巴彦淖尔市为例[J].系统管理学报,2021,30(06):1142-1151.
- [7] 谢祥,张婧,项超.基于Petri网的财务流程RPA优化研究——以账表核对为例[J].会计之友,2021(16):131-136.
- [8] Pinto Constâncio Ant 3nio, Farinha Jos 3 Torres, Singh Sarbjeet, Raposo Hugo. Increasing the Reliability of an Electrical Power System in a Big European Hospital through the Petri Nets and Fuzzy Inference System Mamdani Modelling[J]. Applied Sciences, 2021, 11(6).
- [9] Zhu Wenwei, Ding Xiangyu, Lan Xueting, Zhang Hong, Li Guoqi. Time petri net-based proactive risk management for rehabilitation care in the smart hospital[J]. BASIC & CLINICAL PHARMACOLOGY & TOXICOLOGY, 2021, 128.
- [10] Zeinalnezhad Masoomah, Chofreh Abdoulmohammad Gholamzadeh, Goni Feybi Ariani, Klemeš Jiří Jaromír, Sari Emelia. Simulation and Improvement of Patients' Workflow in Heart Clinics during COVID-19 Pandemic Using Timed Coloured Petri Nets. [J]. International journal of environmental research and public health, 2020, 17(22).
- [11] 吴大立,郑中祥,尹项根,王义凯,徐彪,庞帅.基于Petri网和多种群遗传算法的海洋核动力平台电力系统网络重构[J].电力自动化设备,2020,40(08):160-168.
- [12] Wangyang Yu, Menghan Jia, Xianwen Fang, Yao Lu, Jianchun Xu. Modeling and analysis of medical resource allocation based on Timed Colored Petri net[J]. Future Generation Computer Systems, 2020, 111 (prepublish).
- [13] 沈晓奕,杨德仁,杨柳,马海燕.基于DEMO方法的共享医院业务流程建模[J].软件导刊,2018,17(11):120-122+129.
- [14] 应丽,王丽丽,刘祥伟.基于Petri网的门诊就医流程模型优化分析[J].延边大学学报(自然科学版),2018,44(01):79-82.
- [15] 张宾.基于Petri网模型在高校附属医院医用耗材库存优化管理的构建与使用研究[J].医疗装备,2018,31(02):68-69.

作者简介

刘峰(1982-),男,山西省汾阳市人。硕士研究生,讲师。研究方向为软件开发形式化建模与仿真、算法设计。
岳根霞(1977-),女,山西省长治市人。硕士研究生,副教授。研究方向为大数据、数据挖掘。
王剑(1988-),男,山西省汾阳市人。硕士研究生,讲师。研究方向为数据挖掘、算法设计。