

文章编号: 1004-4353(2018)03-0246-04

基于 Petri 网的选课系统建模优化

卢可, 王丽丽

(安徽理工大学 数学与大数据学院, 安徽 淮南 232001)

摘要: 针对在访问选课系统中的临界资源时出现的不稳定性问题, 建立了一种基于 Petri 网的选课系统流程模型. 首先使用“生产者-消费者”原理对模型进行优化, 实现“发布课程”和“选课”的严格序关系; 然后引入信号量机制进一步优化, 实现互斥访问更新后的临界资源. 最后用 PIPE 软件模拟运行优化后的模型并进行分析, 结果表明模型具有安全性和有界性.

关键词: Petri 网; 流程模型; 选课系统; 临界段-互斥

中图分类号: TP391.9

文献标识码: A

Modeling optimization of course selection system based on Petri net

LU Ke, WANG Lili

(School of Mathematics and Big Data, Anhui University of Science and Technology, Huainan 232001, China)

Abstract: Aiming at the stability of access to critical resources in the course selection system, the course selection process model is established based on the Petri net. Firstly, the model is optimized by using the producer-consumer principle to realize the strict sequence relationship between "releasing course" and "selecting course". Then the semaphore mechanism is introduced to further optimize the model to realize the mutually exclusive accessing of the updated critical resources. Finally, the PIPE software is used to simulate and analyze the optimized model, and the results show that the model is safe and bounded.

Keywords: Petri net; process model; course selection system; critical section-mutual exclusion

0 引言

在选课系统中, 多个进程同时访问临界资源数据库时, 由于进程对资源的竞争, 可能会导致系统不稳定. 针对资源竞争的问题, Fang Xinjian 等^[1]提出了基于模糊 Petri 网的约束感知建模方法, 该方法用于协调课程、课堂和教师之间的约束关系. Chen Hefeng 等^[2]针对具有资源模型的简单顺序过程的系统, 基于 Petri 网模型提出了一种可以通过简单计算获得防止死锁的方法. Ye Z 等^[3]针对集成模块化航空电子(IMA)系统中关键资源动态重新配置的安全性和可靠性问题, 使用 AADL 建模并将其转换为 Petri 网模型, 建立了 IMA 动态重配置过程的临界资源计算方法. 侯春龙等^[4]从 Petri 网对互斥进程的表示入手, 分析并提出了改进和优化的互斥进程解决方案. 秦奋涛^[5]针对使用优先级策略分配资源方法的不足, 基于 Petri 网模型提出了一种临界值优先级资源分配方案. 罗冬梅^[6]采用逐步演进的方法, 使用 Petri 网针对两个进程互斥进入临界区算法的不足进行了分析. 本文针对在访问选课系统中的临界

资源时出现的不稳定性问题,提出一种基于 Petri 网的选课系统流程模型,先后通过使用“生产者-消费者”原理、信号量机制对模型进行优化,实现互斥访问更新后的临界资源,提高学生访问选课系统时的稳定性和安全性.

1 基本概念

定义 1^[7](流程模型) 设 $\Sigma(A, a_i, a_0, C, F, T)$ 为一个六元组的流程模型,其中:

- 1) A 为一个非空的活动变迁节点集, C 为控制流节点集, A 和 C 不相交;
- 2) $a_i \in A$ 为一个最初的活动变迁, $a_0 \in A$ 为一个最终的活动变迁;
- 3) $F \subseteq ((A \setminus \{a_0\}) \cup C \times (A \setminus \{a\})) \cup C$ 为流关系;
- 4) $T: C \rightarrow \{\text{and, or, xor}\}$ 为流程模型控制流的类型.

定义 2^[8](行为轮廓) 设有网 $PN = (P, T, F, C)$, 初始标识为 M_0 , 对任意给定的变迁 $(t_1, t_2) \in (T \times T)$ 满足下列关系:

- 1) 若 $t_1 > t_2$ 且 $t_2 \not> t_1$, 则称 t_1 和 t_2 为严格序关系, 记作 $t_1 \rightarrow t_2$;
- 2) 若 $t_1 \not> t_2$ 且 $t_2 > t_1$, 则称 t_1 和 t_2 为严格逆序关系, 记作 $t_1 \rightarrow^{-1} t_2$;
- 3) 若 $t_1 \not> t_2$ 且 $t_2 \not> t_1$, 则称 t_1 和 t_2 为排他序关系, 记作 $t_1 + t_2$;
- 4) 若 $t_1 > t_2$ 且 $t_2 > t_1$, 则称 t_1 和 t_2 为交叉序关系, 记作 $t_1 \parallel t_2$.

定义 3^[9](可达性) 已知 Petri 网 $PN = (P, T; F, M)$, 如果存在 $t \in T$, 使 $M[t > M']$, 则称 M' 为从 M 直接可达的. 如果存在变迁序列 t_1, t_2, \dots, t_k 和标识序列 M_1, M_2, \dots, M_k 使得

$$M[t_1 > M_1[t_2 > M_2 \cdots M_{k-1}[t_k > M_k,$$

则称 M_k 为从 M 可达的. 从 M 可达的一切标识的集合记为 $R(M)$.

定义 4^[10](临界段与互斥问题) 在多个进程共享一个数据项的情况下, 各个进程对数据项的最基本操作是读和写. 然而, 一个进程读到数据项的值后, 通过计算可能修改数据项的值, 然后写回原处, 即对数据项进行更新. 在此种情况下, 另一个进程是使用数据项的原值还是使用更新后的值, 其结果是不一样的. 如果要使用更新后的值, 就应设置临界段, 要求一个进程使用共享的数据项期间, 另一个进程不能读取这个数据项, 即所谓进程的互斥问题.

2 基于 Petri 网的选课系统建模优化

针对访问选课系统过程中出现的不稳定性问题, 本文建立一个基于 Petri 网的选课系统模型(下文简称“原模型”), 如图 1 所示. 选课系统允许以教师和学生两种身份登录, 登录时未进行注册的用户需要先注册. 注册时在页面表单中输入账号后, 数据通过 ajax(Asynchronous JavaScript and XML, 即异步的 JavaScript 和 XML)异步技术提交到后台, 并与数据库中的信息进行对比校验, 以此确保注册账号的唯一性; 已经注册过的账号需要进行前端和后台的双重校验, 以此确保系统访问的安全性. 用户进入系统后, 系统会根据用户的不同身份跳转到不同主页: 教师可以发布课程信息供学生选课, 然后生成已选课程的学生名单及课表; 学生对照教师发布的课程信息进行选课, 选课成功后生成学生个人课表.

无论是教师发布课程还是学生进行选课, 都需要访问数据库. 在原模型中, 教师和学生两个进程并未进行交互, 此时如果教师和学生同时在线操作(教师发布课表, 学生选课), 有可能致使数据处理结果出错^[10]. 针对原模型存在的问题, 本文首先使用“生产者-消费者”原理对其进行优化, 优化模型如图 2 所示(优化部分用虚线框标示). 优化后变迁 t_{19} “教师发布课程”和变迁 t_{26} “学生选课”具有严格序关系: 只有在变迁 t_{19} 发生后, 即教师成功发布课程信息后, 变迁 t_{26} 才可以发生, 即学生才能进行选课操作. 但是, 使用“生产者-消费者”原理优化后的系统存在不能及时更新信息的问题. 例如, 当变迁 t_{21} 发生后, 即

教师对课程信息修改完成后,学生选课所面对的仍然是旧信息. 为此,本文引入信号量机制^[9]进行优化,优化模型如图 3 所示(优化部分用虚线框标示). 系统的临界区为访问数据库的代码片,多个进程需要互斥地访问临界区. 当系统中有进程进入临界区,系统的标志被设置为“正在被访问”,此时其他进程不能进入临界区,直至该进程访问完毕,释放临界资源,然后下一进程才可以访问,且其访问到的临界资源是上一进程完成后做出修改后的新状态. 当变迁 t_{19} 发生时,即教师正在发布课程信息时, t_{26} 不符合发生规则,需等待,即学生此时必须等教师发布课程信息完成后才能操作. 同理,若 t_{26} 先发生,则 t_{19} 需等待,即若有学生在选课,教师此时不能更新课程信息. 如果有一位教师正在发布课程信息,另一位教师也需等待其课程发布完成才能操作. 优化后的模型符合同步机制的 4 条准则^[10]:空闲让进,忙则等待,有限等待及让权等待.

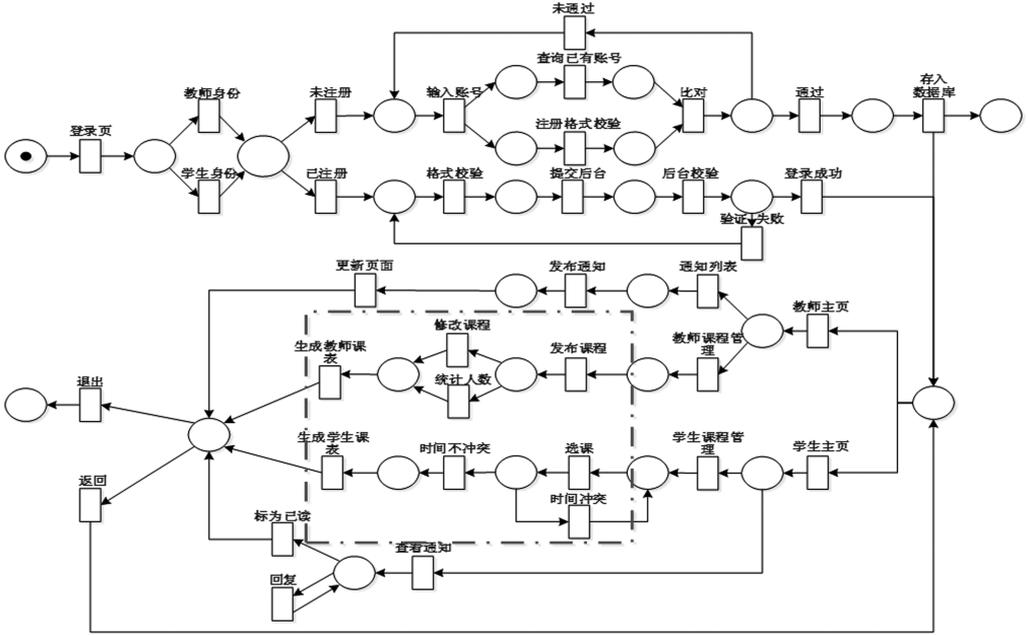


图 1 选课系统开发设计流程的原模型

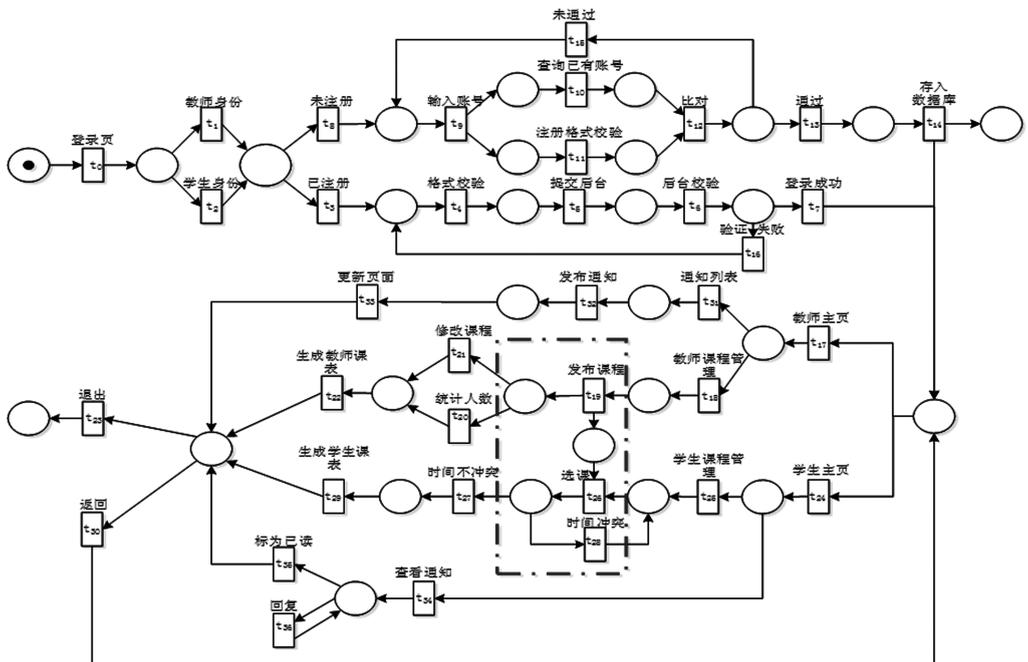


图 2 利用“生产者-消费者”原理优化后的模型

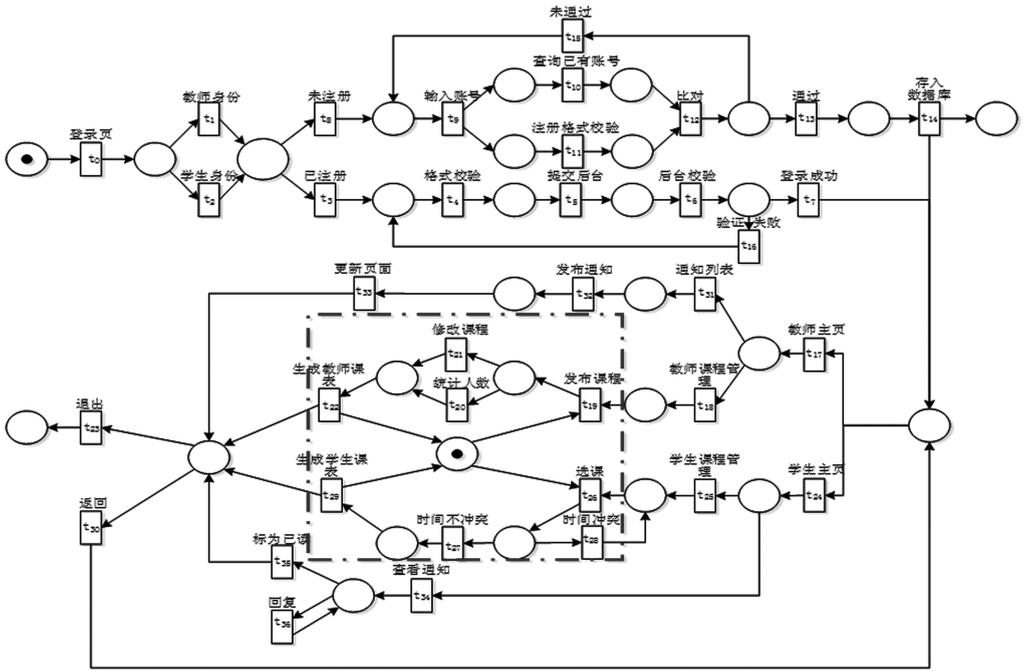


图 3 利用信号量机制优化后的模型

3 仿真实验及结果分析

PIPE(platform independent Petri net editor)是一个支持广义随机 Petri 网模型设计和分析的开源工具,可以快速方便地画出模型、增加库所变迁、增减标识、模拟运行并进行各种分析,因此本文利用 PIPE 对原模型及优化后的模型进行仿真运行和状态空间分析,结果如图 4 所示.由图 4 可以看出,原模型并不具有安全性,而优化后的模型具有有界性和安全性.

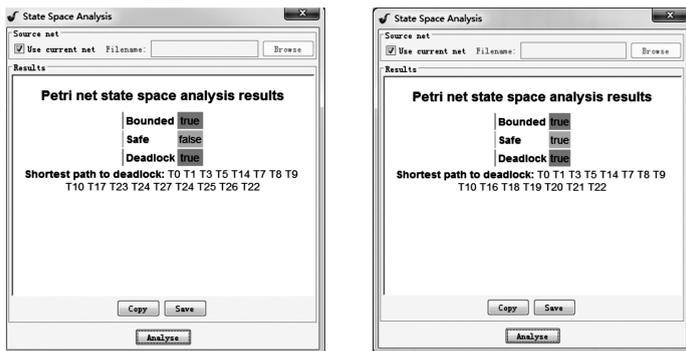


图 4 原模型和信号量机制优化后模型的 PIPE 模拟运行结果

4 结束语

本文借助 Petri 网流程模型,将操作系统中“临界段-互斥”的思想应用到软件开发设计中,设计了一种选课系统流程模型,并对其进行了优化.研究表明,优化后的模型不仅可以限制进程互斥地访问临界资源,还可以将更新后的状态传递给下一进程,因此可解决选课系统在多个进程访问数据库时存在的隐患,该结果可应用于学生选课系统的开发当中.但本文的优化模型仅对原模型中的部分进行了改进,而且使用的知识有限,因此具有一定的局限性,今后将结合变化域、配置变迁、过程挖掘等知识对其进行进一步分析.

音等音素及其韵律特征的对比,以便更加全面地对比朝鲜语和蒙古语的语音相似性。

参考文献:

- [1] 刘双君,金小峰,崔荣一. 基于基频的朝鲜语方言辨识方法的研究[J]. 中文信息学报, 2017, 31(2): 55-60.
- [2] 朴明姬,芦世丹,崔荣一. 多位朝鲜语数字语音识别方法的研究[J]. 延边大学学报(自然科学版), 2011, 37(4): 337-341.
- [3] 德格吉呼,巴图格日勒,金玲. 保安语、东乡语、蒙古语单音节短元音声学对比分析[J]. 丝绸之路, 2015, 297(8): 54-55.
- [4] 徐荣. 汉韩元音对比与韩语语音教学[J]. 高教学刊, 2017, 66(17): 81-83.
- [5] 许闰星. 朝鲜语-蒙古语单元音和韵律特征的实验语音学对比研究[D]. 延吉: 延边大学, 2013: 42-68.
- [6] Juneja A, Espy-Wilson C. Speech segmentation using probabilistic phonetic feature hierarchy and support vector machines [C]//International Joint Conference on Neural Networks. Killarney, Ireland, 2003: 675-679.
- [7] 吕卫强,黄荔. 基于短时能量加过零率的实时语音端点检测方法[J]. 兵工自动化, 2009, 28(9): 69-70.
- [8] 薛胜尧. 基于改进型双门限语音端点检测算法的研究[J]. 电子设计工程, 2015, 23(4): 78-81.
- [9] Mporas I, Ganchev T, Fakotakis N. Speech segmentation using regression fusion of boundary predictions[J]. Computer Speech & Language, 2010, 24(2): 273-288.
- [10] Ranjard L, Reed B S, Landers T J, et al. MatlabHTK: a simple interface for bioacoustic analyses using hidden Markov models[J]. Methods in Ecology & Evolution, 2017, 8(5): 8-12.

(上接第 249 页)

参考文献:

- [1] Fang Xinjian, Liu Xiangwei, Fang Xianwen. An effective constraint-aware optimization method for university course timetabling problem[J]. Bio Technology: An Indian Journal, 2014, 10(9): 4001-4006.
- [2] Chen Hefeng, Wu Naiqi, Zhou Mengchu. A novel method for deadlock prevention of AMS by using resource-oriented Petri nets[J]. Information Sciences, 2016, 1: 178-189.
- [3] Ye Z, Wang S, Zhao T. IMA dynamic reconfiguration modeling and resource criticality analysis based on Petri net [C]//ICRSE 2017: the 2nd International Conference on Reliability Systems Engineering. Beijing: IEEE, 2017: 1-6.
- [4] 侯春龙,齐新战,卫翔. 基于 Petri 网建模的互斥问题优化方案[J]. 系统仿真技术, 2012(3): 238-243.
- [5] 秦奋涛. 一种资源分配方案及其 Petri 网模型[J]. 河北北方学院学报(自然科学版), 2005(1): 24-25.
- [6] 罗冬梅. 进程互斥算法的 Petri Net 实现[J]. 青岛大学学报(自然科学版), 2015, 28(4): 77-79.
- [7] Smirnov S, Weidlich M, Mendling J. Business process model abstraction based on behavioral profiles[C]//International Conference on Service-Oriented Computing. Berlin, Heidelberg: Springer, 2010: 1-16.
- [8] 方贤文. Petri 网行为轮廓理论及其应用[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2017: 1-16.
- [9] 吴哲辉. Petri 网理论[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006: 1-28.
- [10] 汤小丹. 计算机操作系统[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2014: 47-60.