**南京大学软件学院研究生学位论文中期检查报告**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **南京大学软件工程硕士学位论文中期检查报告** | | | | | |
| 导师1姓名 | 潘敏学 | 研究生姓名  （学号） | 范宣德（mf1632015） | 方向 | 软件工程 |
| 导师2姓名 |  |
| 论文题目 | UML交互模型的时间满足性验证及纠正和最优值求解 | | | | |
| 论文选题来源及研究的目的和意义：  软件工程是应用系统的、规范的、可量化的方法来开发、运行和维护软件。随着软件工程几十年来的飞速发展，软件开发流程——软件生命周期变得越来越成熟。软件设计在软件生命周期过程的比重越来越大，一些团队甚至将设计的时间占到了整个开发时间的百分之五十以上。因为高质量的软件依赖高质量的软件设计，同时软件中的问题如果能在设计的过程中被发现，那么修复它的代价远小于在之后的过程中被发现再去修复的代价，所以设计过程的验证就成为了关键性的问题。在设计过程中，最常见的情况之一是使用场景描述交互过程，而场景交互的描述最常用的就是使用UML顺序图和UML交互概观图，其中UML顺序图描述单个场景，UML交互概观图描述多个场景的组合，二者共同来描述系统成员间的交互，构成了UML交互模型 。UML顺序图中的时间约束和UML交互概观图中的时间约束构成了该UML交互模型的时间约束集合。  时间是交互系统的重要属性之一，本论文旨在验证UML顺序图和UML交互概观图组成的交互模型的时间性质是否满足，同时对不满足时间约束的UML顺序图和UML交互概观图进行一定程度的纠正，并在此基础上，针对某个目标进行优化，使得取得最终的最优值。通过上述过程，能够及时发现UML顺序图和UML交互概观图在时间方面的缺陷，并提出合理的改进方案，同时能够利用线性规划得到某个具体目标的最优值，对软件设计中UML顺序图和UML交互概观图的时间正确性验证起到极大的辅助作用。 | | | | | |
| 该方向的研究现状或技术进展综述  UML交互模型自诞生至今，经过了数次迭代发展，已经成为软件设计过程中最重要的一部分，越来越多的应用于软件设计的过程中，进行系统组件的交互设计。UML交互模型中的UML顺序图和UML交互概观图在大型的复杂的系统设计方面有着自己的优势，因此使用的频率和范围都越来越广，比较常见的应用是提供系统设计、建模，模拟系统行为等。  对UML交互模型的正确性验证国内外已经有了不少的研究，但是对时间性质的分析较少。潘敏学的论文《Timing analysis of MSC specifications with asynchronous concatenation》对时间性质进行了满足性验证，但是该论文基于图遍历算法，性能有待提高。本文借鉴了《SAT---LP---IIS joint-directed path-oriented bounded reachability analysis of linear hybrid automata》论文的SAT-LP-IIS的技术，对UML交互模型进行时间满足性进行验证的效率较高，具有较好的可行性。  在进行线性时间满足性验证的过程中，经常会发现UML交互模型无法满足线性时间约束的情况。这种情况的发生意味着UML交互模型在设计过程中出现了错误，需要对错误进行更正。这种纠正往往是必要的，尤其对于一些时间关键性交互系统，比如医疗器材软件，错误的存在可能是致命的。UML交互模型的时间性质是由线性约束定义的，对于如何让线性约束从无解变的有解，业界在这方面的研究较少，没有成熟且被人公认的办法。本论文从多个角度多个目标出发，针对现有的与时间相关的交互系统，提出了如下几种优化方案：   1. 时间不敏感系统——扩大约束范围 2. 时间关键系统——缩小约束范围 3. 时间敏感系统——小幅调整约束范围 4. 对软约束、硬约束的处理   本论文借助了IIS技术，获得了最小不可解的约束，修正的范围被定位于当前最小不可解约束，使得修正效率更高。同时针对不同目标的与时间相关的交互系统，设计了不同的修正方案，保证在修正时间约束的同时，不违背交互系统的特性。有些系统的时间约束是硬性的，且不可更改的，对于这种硬约束，本论文也提出了适当的改进建议。  同时，本论文还在前面研究的基础上，针对单一目标求解最优值。线性规划的求解在业界已经十分成熟，比较普遍使用的方法有单纯形法、内点法、遗传算法、神经网络算法等等。前两种算法是比较传统的办法，已经在MATLAB， Cplex等多个科学计算软件中得到了实现，后两种算法是随着人工智能的兴起而逐渐应用于线性规划问题的求解中去的。线性规划作为一种优化问题，是完全可以使用遗传算法来高效的求得最优解的。前人对线性规划的研究，规模一般较小，对于单纯形法和遗传算法在复杂问题下的效率没有直观的体现。而UML交互模型所涉及到的时间约束一般比较复杂，约束个数可能达到数千个。本论文对比了单纯形法和遗传算法在复杂问题下的效率问题。单纯形法借助了IBM的cplex软件，遗传算法则是在GENOCOP算法的基础上进行了一定程度的修改而来。通过对比两个算法，能够发现在复杂情况下处理线性规划问题的比较高效的方式。 | | | | | |
| 论文的主要技术路线、研究思路和实现方法；相关项目应用前景：  技术路线：本论文主要采用的技术有SAT、LP、IIS，遗传算法以及相关数据结构和算法等技术。首先基于SAT-LP-IIS进行UML交互模型的时间满足性分析，然后对不满足的线性时间进行更正，最后使用单纯形法和遗传算法针对单一目标进行最优值求解。  研究思路：在导师的指导下，通过查阅论文和独立设计完成整个项目。  实现的方法：UML交互模型是使用Umlet工具进行绘制，Umlet会将绘制的图形保存为xml格式，解析xml文件即可获得UML交互模型。代码部分是使用Java编码，完成整个项目的实现。  相关项目应用场景：可以对UML交互模型的时间性质进行验证和错误更正，以及针对单一目标的最优值求解，保证UML交互模型的正确性。 | | | | | |
| 本人在相关项目中的扮演的角色和承担的工作：  本人在导师的指导下，通过查阅文献，设计算法，独自进行项目的全部设计和开发。 | | | | | |
| 论文的主要工作：  UML顺序图和UML交互概观图是软件设计中的常用模型，本论文的主要工作就是验证这两个图的时间性质可满足性，针对不满足的情况进行优化更正，并求解单一目标情况下的最优解。  一、UML交互模型的时间满足性验证。首先使用轻量化xml 分析工具SAX 分析Umlet工具建立的UML顺序图和UML交互概观图的xml模型，将分析获得的图模型存储在内存中，方便以后随时取用。之后，读取内存中的图模型，使用SAT 分析图模型潜在的路径。UML顺序图和UML交互概观图的时间性质由线性约束来定义，可以通过线性规划来验证其满足性，对于不满足的部分，分析线性约束的不可约简的不可解集，并转换成路径编码添加到SAT模块中，避免下次继续重复寻找该潜在路径，提高执行效率。  二、对于不满足的线性时间约束的纠正。本论文根据不同的交互系统，从多个角度多个目标出发，提出了三种系统以及一种特殊需求的处理方式，分别是：  1. 时间不敏感系统——对于这种系统，时间的限制往往不是关键，往往最优先考虑的是可满足性。因此通过尽可能少的修改某个或者某些约束，使之范围扩大，从而满足时间约束。  2. 时间关键系统——比如某些医疗设备的系统，火箭发射系统等等，时间要求往往是关键的甚至致命的。因此要尽量缩小时间范围，使之不能超过某个阈值，从而满足时间约束。  3. 时间敏感系统——对于这种系统，时间的剧烈波动可能导致系统不稳定，例子还是火箭发射系统，在进行轨迹纠正时，时间不能过长，也不能过短，避免过度纠正。虽然现在都是智能控制系统，但是控制系统也需要和轨迹纠正系统进行交互。因此通过对多个约束进行小幅度的修改，使约束满足。  三、针对某个目标函数，求解出该目标函数的最优解。本论文采取了单纯形法和遗传算法分别求解，单纯形法使用了IBM的CPLEX工具；遗传算法则借鉴了GENOCOP算法，针对本论文研究的问题，选择合适的初始种群和杂交变异算子，使得种群朝着最优解进化。并对比了两种算法的效率。 | | | | | |
| 论文三级大纲：  第一章 引言  1.1 项目背景  1.2 国内外研究现状  1.3 本论文的主要工作  1.4 本论文的组织结构  第二章 UML交互模型  2.1 UML顺序图和时间约束  2.2 UML交互概观图和时间约束  2.3 UML交互模型的同步和异步路径  2.4 本章小结  第三章 基于SAT-LP-IIS的可达性验证算法  3.1 基于SAT路径遍历算法设计和实现  3.1.1 SAT原理  3.1.2 UML交互概观图的编码  3.1.3 基于SAT4J的路径遍历算法实现  3.2 基于LP的时间性质分析算法设计和实现  3.2.1 基于LP的时间性质分析算法设计  3.2.2 基于LP的时间性质分析算法实现  3.3 基于IIS的优化算法设计和实现  3.3.1 基于IIS的优化算法的设计  3.3.2 基于SAT-LP- IIS的优化算法的实现  3.4 实验结果  3.5 本章小结  第四章 对IIS约束的多目标优化  4.1 时间不敏感系统-扩大范围算法  4.2 时间关键系统-缩小范围算法  4.3 时间敏感系统-小幅调整算法  4.4 对软硬约束的处理  4.4 实验结果  4.5 本章小结  第五章 基于Cplex和遗传算法的目标求解  5.1 对IIS时间约束的处理  5.2 基于LP求解优化目标  5.3 基于遗传算法求解优化目标  5.3.1 初始种群的产生  5.3.2 杂交和变异算子的设计  5.3.3 遗传算法总流程  5.4 实验结果  5.5 本章小结  第六章 总结与展望  6.1 论文总结  6.2 未来研究和展望  参考文献  致谢 | | | | | |
| 论文和相关项目的当前进度：  算法设计已经完成，编码和最后的实验数据的获取仍需进一步工作来完成。 | | | | | |
| 论文和相关项目进展过程中遇到的困难和问题，以及解决的措施：  在进行算法设计时，遇到过一些困难。最终通过查阅相关文献，结合本论文要解决的问题，在导师的指导下，解决了算法的问题。比如遗传算法应用到本论文中时，由于变量十分多而且约束十分复杂，采用一般的方法很难确定初始种群，变异和交叉算子的工作量也非常大。本论文参考GENOCOP算法，在GENOCOP算法的基础上，进行了适当的改进来解决这个问题。 | | | | | |
| 主要参考文献：   1. Pan M, Li X. Timing analysis of MSC specifications with asynchronous concatenation[J]. International Journal on Software Tools for Technology Transfer, 2012, 14(6):639-651. 2. Dingbao Xie, Lei Bu, Jianhua Zhao,等. SAT---LP---IIS joint-directed path-oriented bounded reachability analysis of linear hybrid automata[J]. Formal Methods in System Design, 2014, 45(1):42-62. 3. Li X, Liu Z, He J. A Formal Semantics of UML Sequence Diagram[C]// Software Engineering Conference, 2004. Proceedings. 2004 Australian. IEEE, 2004:168-177. 4. Khachiyan L G. A polynomial algorithm in linear programming[J]. Ussr Computational Mathematics & Mathematical Physics, 1979, 20(80):1-3. 5. Bouabana-Tebibel T. Semantics of the interaction overview diagram[C]// IEEE International Conference on Information Reuse & Integration. IEEE, 2009:278-283. 6. Michalewicz Z, Janikow C Z. GENOCOP:a genetic algorithm for numerical optimization problems with linear constraints[J]. Communications of the Acm, 1996, 39(12es):175. 7. Datta S. EFFICIENT GENETIC ALGORITHM ON LINEAR PROGRAMMING PROBLEM FOR FITTEST CHROMOSOMES[J]. International Archive of Applied Sciences & Technology, 2012. 8. Urdaneta A J, Gomez J F, Sorrentino E, et al. A hybrid genetic algorithm for optimal reactive power planning based upon successive linear programming[J]. IEEE Transactions on Power Systems, 2002, 14(4):1292-1298. 9. Goldberg D E, Goldberg D M, Goldberg D E, et al. Genetic algorithm is search optimization and machine learning[J]. 1989, xiii(7):2104–2116. 10. Datta S. EFFICIENT GENETIC ALGORITHM ON LINEAR PROGRAMMING PROBLEM FOR FITTEST CHROMOSOMES[J]. International Archive of Applied Sciences & Technology, 2012. 11. 袁晓, 谭冰. GENOCOP算法的初始种群的确定[J]. 湖南工程学院学报(自科版), 2008, 18(2):41-43. 12. 金希东. 遗传算法及其应用[D]. 西南交通大学, 1996. 13. 蒋慧, 卜磊, 李宣东. 基于迁移系统分析的线性混成系统安全验证[J]. 计算机工程与应用, 2013, 49(4):58-64. | | | | | |
| 导师意见： | | | | | |
| 学院备案意见：  年 月 日 | | | | | |