

# 80150 | 中国科学院软件研究所

## 硕士学术论文评阅书

学号：202128015029006

论文名称：非线性实数可满足性问题的局部搜索  
算法

作者姓名：王忠汉

作者学科专业：计算机科学与技术

作者研究方向：形式化方法；约束求解

论文题目	非线性实数可满足性问题的局部搜索算法
学科	计算机科学与技术
学科(专业)	计算机科学与技术

### 对学位论文的学术评语

软硬件系统的正确性和安全性问题正在成为被关注的焦点。模型检查、定理证明形式化验证问题可以转化成可满足性模理论 (SMT) 问题, SMT求解算法的设计对工业生产、科学研究等领域具有重要意义。

论文设计了一种针对非线性实数所有样例的局部搜索算法工具 LS\_NRA。实现了基于边界的胞腔跳跃分数缓存机制、等式约束松弛机制、非单变量操作的前瞻机制的求解。实验表明, LS\_NRA在大多数情况下都能够在较短时间内找到解, 相比于主流 SMT求解器 在高次约束上优势明显。LS\_NRA 的不同实现组件, 包括预处理部分、线性方程的快速计算和参数的选择。

从论文看, 作者扎实地掌握了计算进科学与技术专业的基础理论, 有很好的数学功底和熟练的编程能力, 具备应用系统分析与设计能力, 能够胜任独立的科研工作。

论文结构合理, 格式基本规范, 行文流畅, 基本达到硕士研究生学位论文水平。

论文存在较大的规范化问题, 具体表现如下。

1. 摘要中第一次出现论文的关键词SMT时, 应给出中文全名, 英文缩写词SMT不应作为摘要中的关键词。
2. 摘要中不应使用“本文”、“我们”等词作为主语。学位论文的作者是默认的主语, 论文应重点介绍作者自己的研究成果。使用‘我们’容易造成是介绍其他人研究内容的歧义。建议重新改写摘要部分。
3. 图表目录和图表名称中, 图、标表名字后面不应使用“。”。
4. 论文中的公式应标识并规范引用。
5. 正文中不应出现多行空白, 如标2.2、表2.3前后留白太多。
6. 图表应出现在引用的正文后面。图表中文字大小应统一比正文小一号。
7. 参考文献的平角与上角引用应该是有区别的。论文中没有区别。

总体评价	良好
是否同意答辩	修改后答辩（论文需通过小的修改后答辩）

# 80150 | 中国科学院软件研究所

## 硕士学术论文评阅书

学号：202128015029006

论文名称：非线性实数可满足性问题的局部搜索  
算法

作者姓名：王忠汉

作者学科专业：计算机科学与技术

作者研究方向：形式化方法；约束求解

论文题目	非线性实数可满足性问题的局部搜索算法
学科	计算机科学与技术
学科(专业)	计算机科学与技术

### 对学位论文的学术评语

本文聚焦SMT中的非线性实数理论, 该问题具有较好的理论价值和应用价值, 作者提出的方法也具有一定的创新性。但是论文中存在很多细节问题, 行文用词不够规范, 论文格式比如格式、字体设置等也有欠缺。需要对整体论文进行更好的修订。

1. 文中很多第一次出现的英文缩写或者一些概念未给出具体的含义, 比如SMT和SAT问题的相应的全拼没有给出, Tseitin编码具体是什么样的编码也未给出。
2. 第一章问题的相关概念介绍不具体, 在这一部分需要把要求解的问题讲清楚, SMT与SAT、PB等类似问题的区别。
3. 第二章, 关于多项式和文字的定義(定义2.8之上)不清晰, 里面的‘|’符号的含义应该给出来, 里面的 $x, c, p, b$ 分别表示什么
4. 表头都应该处于表格的上方, 表2.1已经出边界, 很多文字描述不规范“工作将关键移动拓展到了实数操作上”, 应该是XXX的工作, 或者哪篇论文里作者做了什么样的工作。“如左图所示”哪幅图的左图
5. 第五章的标题很奇怪, 考虑换一个更具体包含方法的名字
6. 6.2部分有行超边界, 并确认6.2高次多项式约束段落里F公式的正确性。
7. 表6.1具体的信息是什么没有解释, 每个值代表的什么意思, 单独求解指的是哪个求解器进行求解。和其他局部搜索相比的结果也应该在表中进行罗列, 本文提出的是局部搜索算法更应该着重对比局部搜索算法, 现在略差于之前的局部搜索算法的解释比较牵强, 应该进行更深入的分析。

总体评价	良好
是否同意答辩	修改后答辩（论文需通过小的修改后答辩）



# 80150 | 中国科学院软件研究所

## 硕士学术论文评阅书

学号：202128015029006

论文名称：非线性实数可满足性问题的局部搜索  
算法

作者姓名：王忠汉

作者学科专业：计算机科学与技术

作者研究方向：形式化方法；约束求解

论文题目	非线性实数可满足性问题的局部搜索算法
学科	计算机科学与技术
学科(专业)	计算机科学与技术

### 对学位论文的学术评语

SMT 问题是形式化方法与软件工程领域涉及的一类重要问题,选题有较好的研究意义。论文通过分析非线性实数的解空间引入边界数据结构,从而实现了可行域-分数对变量的缓存机制。另外还给出了邻居变量的定义以及边界的更新算法,从而可以保证算法的正确性以及数据结构的可复用性。针对无理数赋值问题,引入等式松弛的概念,允许暂时的有理数赋值,并给出了求解精确解的算法,保证了算法的正确性。针对非线性问题独有的无单变量移动问题,给出了一个简单的迭代算法和前瞻策略,基本避免了算法停滞的现象。增加了重启策略和预处理模块的相关工具在 SMT-LIB 上效果良好,可以在短时间内快速找到高次多项式的可满足赋值,尤其在高次样例 MB 0 上。论文整体结构清晰,工作量饱满,有较好的创新性。

但应注意英文缩写词问题,如SAT等初次出现给出全称;

注意引用,如第3页的Gao工作应加参考文献;

注意一些英文解释,如边界(boundary)多次出现;

在第三章的改进算法建议给出具体的算法名称,算法2和的位置建议调整,便于阅读和理解;

第5章的图5.2中工具是针对SAT问题设计的?

6.3应总的给出对比方法的先进性和代表性的介绍。

总体评价	良好
是否同意答辩	修改后答辩（论文需通过小的修改后答辩）