

个人简历

冯维直

中国科学院软件研究所 基础软件与系统重点实验室
电话: (+86) 18110026007 邮箱: fengwz@ios.ac.cn

教育经历

中国科学院大学

计算机软件与理论 软件研究所 博士研究生

2019/09

导师: 张立军, 吴志林

北京大学

计算机科学与技术 信息科学与技术学院 本科

2015/09 – 2019/06

研究兴趣

硬件程序的形式化验证 大模型辅助形式化方法(LLM4FM)

学术成果

BMCFuzz: Hybrid Verification of Processors by Synergistic Integration of Bound Model Checking and Fuzzing.

In 44th International Conference on Computer-Aided Design, ICCAD, 2025 ICCAD 2025 (CCF B 会议, 已接收).
Shidong Shen, Jinyu Liu, Weizhi Feng, Fu Song, Zhilin Wu

- 设计了 BMCFuzz, 将限界模型检测(BMC)与模糊测试技术进行结合, 基于处理器状态快照机制, 扩展 BMC 的状态空间探索能力; 基于覆盖率优化的快照选择算法, 提升漏洞检测率.
- 在三款 RISC-V 处理器架构完成验证, 成功发现新型硬件安全漏洞.

带递归定义的 SMT 公式求解技术综述.

软件学报在投

Under Review

冯维直, 刘嘉祥, 张立军, 吴志林

- 对带有代数数据类型(ADT)和递归函数这两类 SMT 中递归定义的求解问题进行调研.
- 从 SMT 求解器、自动定理证明工具和约束霍恩子句求解器三方面对现有技术进行梳理和介绍, 并对主流求解工具进行统一的实验对比.

Formally Verifying Arithmetic Chisel Designs for All Bit Widths at Once.

In 61st ACM/IEEE Design Automation Conference, DAC, 2024

DAC 2024 (CCF A 会议)

Weizhi Feng, Yicheng Liu, Jiaxiang Liu, David N. Jansen, Lijun Zhang, Zhilin Wu.

- Chisel 乘除法器电路设计的参数化验证方法.
- 提出一种使用 Scala 软件模拟 Chisel 硬件语义的转换方法, 使得 Scala 的形式化验证工具 Stainless 可以被用于对 Chisel 电路设计进行参数化验证. 并开发相应的辅助证明引理库, 用于辅助 Stainless 对硬件语义背景问题的证明.
- 在几种开源 Chisel 算术电路设计上进行了验证, 和使用传统定理证明工具方法进行对比, 可以减少人工验证开销.

On the power of finite ambiguity in Büchi complementation.

Information and Computation, 2023

IANDC 2023 (CCF A 期刊)

Weizhi Feng, Yong Li, Andrea Turrini, Moshe Y. Vardi, Lijun Zhang.

- Büchi 自动机取补算法优化.
- 提出一种特殊的有向无环图结构方法, 对 Büchi 自动机可接受的运行字符串进行模拟, 分别对经典的 rank-based 和 slice-based 取补算法进行优化.
- 从理论上证明了优化算法对于有限歧义 Büchi 自动机和半确定性 Büchi 自动机两种类型的自动机取补构造, 可以获得状态数更小的补自动机.

Divide-and-Conquer Determinization of Büchi Automata Based on SCC Decomposition.

In Computer Aided Verification - 34th International Conference, CAV, 2022

CAV 2022 (CCF A 会议)

Yong Li, Andrea Turrini, Weizhi Feng, Moshe Y. Vardi, Lijun Zhang.

- 将分治思想应用于非确定 Büchi 自动机的确定化问题.
- 提出一种基于强连通分量分解的确定化算法, 分析输入自动机的结构, 对组成的不同类型强连通分量, 使用特定的确定化构造, 然后将对应得到的确定性自动机组合并转换成一个确定性自动机, 完成确定化构造.
- 在求解时间和生成确定性自动机状态规模上优于经典工具.

Modelling and Implementation of Unmanned Aircraft Collision Avoidance.
In Dependable Software Engineering. Theories, Tools, and Applications - 6th International Symposium, SETTA, 2020
SETTA 2020 (CCF C 会议).
Weizhi Feng, Cheng-Chao Huang, Andrea Turrini, Yong Li.
· 研究无人机防碰撞的建模和算法实现。将无人机飞行场景建模为部分可观测马尔科夫决策过程 (POMPD), 使用经典策略生成算法生成防碰撞飞行策略, 并组装实机对算法进行现场测验。

Chisel 高层电路设计的转换和验证方法及装置 专利
刘易铖, 冯维直, 刘嘉祥, 杨大卫, 张立军, 吴志林。专利号: ZL 2024 1 0462685.5
· 将 Chisel 硬件设计语言转换为 Scala 软件语言的编译转换工具。
RISC-V 处理器 Chisel 设计指令集一致性的形式化验证方法及装置 专利
刘易铖, 冯维直, 吴志林, 张立军。专利号: ZL202310648072.6
· 开发一个简单的 Chisel 设计 RISC-V 参考模型。
· 通过模型检测等形式化技术对待验证的 RISC-V 处理器 Chisel 实现和参考模型进行指令集实现的一致性验证。

项目经历

大模型赋能的 SMT 归纳求解引理生成 2025/02 – 现在 (On Working)
· 研究带有全称量词和递归定义的 SMT 公式自动求解技术。
· 在求解器中实现基于符号的强数学归纳法模式。
· 设计大模型和 SMT 求解器结合的辅助引理生成 workflow, 通过一系列 prompt 引导大模型对待验证公式进行归纳推理和等式变换的思维链, 生成合适的求解引理, 然后迭代检查和验证引理有效性。
· 初步实验结果显示相对传统方法, 可有效提升能求解样例个数。
模乘算子的功能正确性验证 2024/12 – 现在 (On Working)
蚂蚁技术研究院实习
· 对一个复杂的模乘算子 SystemVerilog 设计进行形式化验证。
· 对待验证电路设计, 首先使用 Chisel 语言进行建模, 使用 **DAC 2024** 文章所提出的方法, 扩展原工具和证明引理库, 通过人工辅助书写每个子模块的函数规约和证明, 对 Chisel 模型进行验证。
· 将 Chisel 语言模型转换为 SystemVerilog 代码, 然后使用 yosys 等开源工具, 和待验证代码进行等价性检查。

工作经历

实习生 2024/12 – 现在
· 蚂蚁技术研究院实习
本科生课程助教 2021/03 – 2021/06, 2022/03 – 2022/06
· 中国科学院大学本科生**离散数学**课程助教
博士生课程助教 2021/09 – 2021/12
· 中国科学院软件研究所博士生**形式化方法**课程助教

荣誉和奖励

中国科学院大学三好学生 2024
研究生一等学业奖学金 2024

专业技能

英语水平: 六级 编程语言: C++, Python, Scala 等 形式验证工具: Lean4, Stainless, Z3, cvc5 等