

华为杯

第八届中国研究生创“芯”大赛

技术文档

作品名称：混沌逻辑-大模型多智能体自动数字 IC 前端

团队名称：混沌逻辑

参赛队员：孙林涵，诸人豪，张煜

2025 年 6 月 13 日

摘要

本软件通过设置项目管理、设计工程师和验证工程师三个 Agent，模仿一般的 IC 设计流程，使通用大语言模型（LLM）生成可靠的 RTL 代码。本文档将详细介绍软件各个 Agent 的设计，以及软件的运行流程。

目录

1	介绍	2
2	Agent 设计	2
2.1	项目工程师 Agent	2
2.2	设计工程师 Agent	2
2.3	验证工程师 Agent	2
3	运行流程	2
4	总结	5

1 介绍

近年来，随着 LLM 技术逐渐进入应用场景，越来越多的领域开始尝试使用 LLM 来辅助工作。IC 设计作为一个复杂的工程领域，也开始探索如何利用 LLM 来提高设计效率和准确性。然而，大模型的幻觉与错误的输出严重降低了其在 IC 设计领域的实用性。

为了解决这一问题，本项目设计了一套由大语言模型（Large Language Model, LLM）驱动的 RTL 代码的生成与验证自动化软件，旨在提高 IC 设计的效率和准确性。

2 Agent 设计

软件通过设置项目管理、设计工程师和验证工程师三个 Agent，模仿一般的 IC 设计流程，使通用 LLM 生成可靠的 RTL 代码。下面，介绍各个 Agent 的设计。

2.1 项目工程师 Agent

项目工程师解读用户的需求，生成项目的技术规范（下文简称 Spec），并将其存储在文件中。当设计完成时，项目工程师还会根据验证工程师的验证报告，检查设计是否满足规范要求。

2.2 设计工程师 Agent

设计工程师根据项目工程师提供的 Spec，生成 RTL 代码。设计工程师会将生成的代码存储在文件中，并在必要时进行修改。为避免 LLM 生成的代码存在语法错误，每次设计工程师提交代码时，都会使用 VCS 的 vlogan 工具进行语法检查。若检查出语法错误，设计工程师会根据错误信息进行修改，直到消除所有报错为止。

另外，设计工程师还会根据验证工程师的反馈，修改 RTL 代码以满足验证需求。

2.3 验证工程师 Agent

验证工程师根据项目工程师提供的 Spec 与用户提供的验证方案，生成验证计划，并编写测试用例。验证工程师会使用 VCS 编译仿真程序，并运行测试用例，生成验证报告。同样，当编译仿真程序时，若出现编译错误，验证工程师也会根据错误信息进行修改，直至成功编译得到 simv 仿真程序为止。接下来，验证工程师会检查 simv 仿真程序的输出，判断 RTL 代码是否存在问题。当 RTL 代码存在问题时，验证工程师会将问题反馈给设计工程师，并要求其修改 RTL 代码。当验证工程师认为 RTL 代码满足验证需求时，会将验证报告提交给项目工程师。

3 运行流程

接下来，介绍本软件是如何调用各个 Agent 以完成 RTL 代码的生成与验证的。

图 1 展示了本软件的运行流程。首先，项目工程师 Agent 会解读用户需求，生成 Spec 并存储在文件中。接着，设计工程师 Agent 会根据 Spec 生成 RTL 代码，并进行语法检查。若存在语法错误，设计工程师会进行修改。然后，验证工程师 Agent 会根据 Spec 与验证方案生

成验证计划，并编写测试用例。验证工程师会编译仿真程序并运行测试用例，生成验证报告。当 RTL 代码存在问题时，验证工程师会将问题反馈给设计工程师，设计工程师会修改 RTL 代码并重新提交。最终，当验证工程师认为 RTL 代码满足验证需求时，会将验证报告提交给项目工程师。项目工程师确认 RTL 代码满足规范要求后，整个流程结束。

为了避免设计工程师的错误误导验证工程师，设计工程师和验证工程师将分别根据项目工程师提供的 Spec 与用户提供的验证方案生成各自的代码和测试用例。整个流程中多次出现的语法检查和编译步骤，确保了生成的代码和测试用例都是正确的。

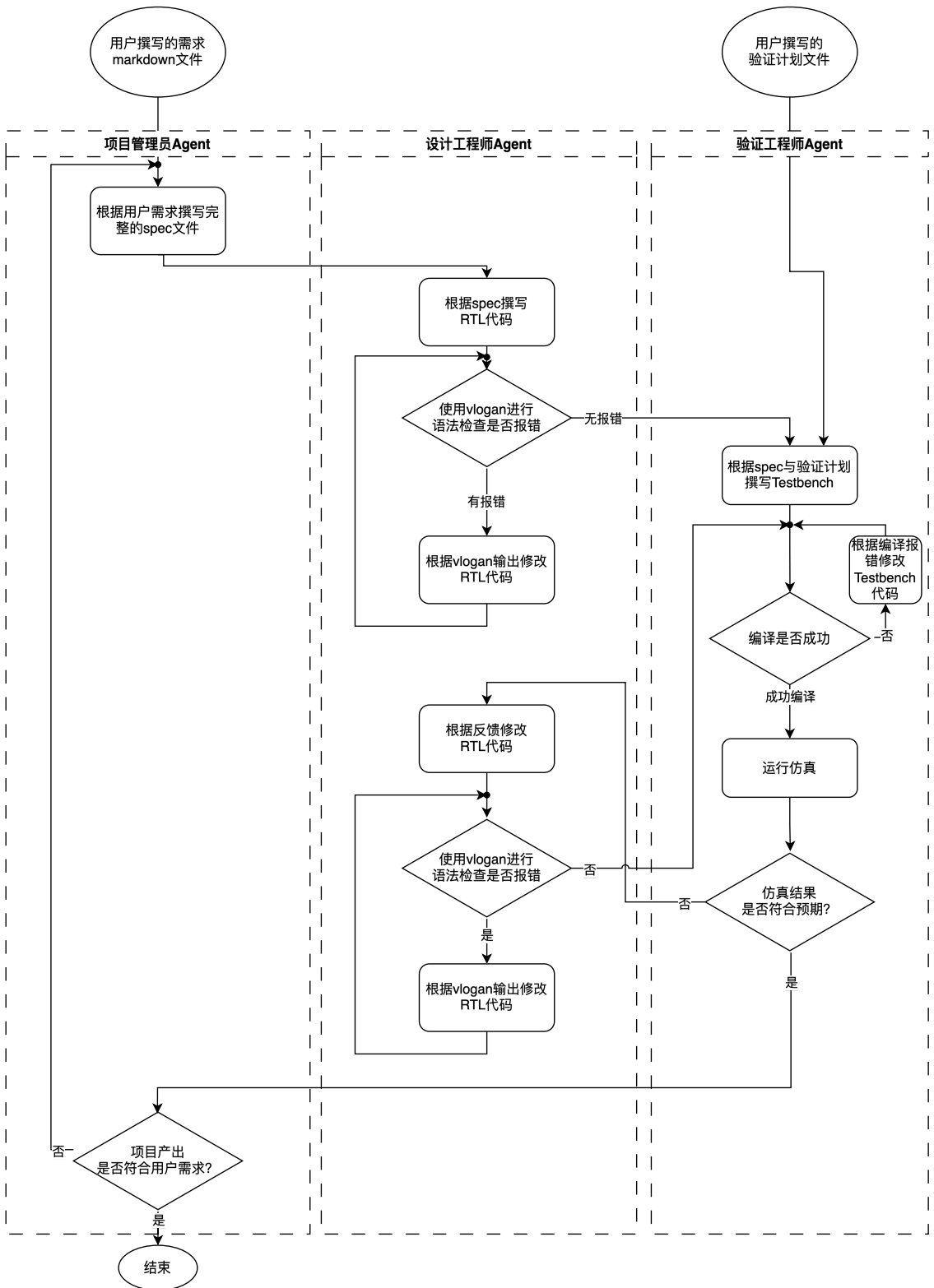


图 1: 程序流程图

4 总结

本项目设计了一套由 LLM 驱动的 RTL 代码的生成与验证自动化软件，实现了 IC 设计流程的自动化，能够快速产出原型设计。然而，在设计中，我们发现，一般的通用大模型在数字电路相关任务上、尤其是验证任务上，存在相当大的局限性。要进一步减少本项目的迭代次数，提升设计效率，必须对大模型进行针对性的训练，以使其能够更好地理解数字电路的设计与验证流程。本项目产出的原型设计，也应由专业的设计工程师和验证工程师进行进一步的修改与验证，以确保其满足实际的设计需求。