RVCExpander 验证报告

常同洋

Apr,2025

V1.0

1 验证对象

RVCExpander 是 IFU 的子模块，负责对传入的指令进行指令扩展，并解码计算非法信息。该模块接收的输入量是两个：一条 RVC 指令或者 RVI 指令；CSR 对 fs.status 的使能情况。输出量也是两个：输入指令对应的 RVI 指令；RVC 指令是否非法。

2. 功能点介绍

2.1 功能点 1 指令扩展

RVCExpander 负责接收预译码器拼接的指令码，并进行指令扩展，如果是 16 位 RVC 指令，需要按照 RISCV 手册的约定完成扩展。对此，我们需要随机生成 RVI 指令和 RVC 指令，送入预译码器。

序号	名称	描述
1.1	RVI 指令保留	构造 RVI 指令传入，检查保留情况
1.2	RVC 指令扩展	构造 RVC 指令传入，按手册检查扩展结果

2.2 功能点 2 非法指令判断

RVCExpander 在解析指令时，如发现指令违反了手册的约定，则需要判定该指令非法。对此，我们需要随机生成非法指令送入 RVI 中，并检测 RVCExpander 对合法位的校验；同时，我们还需要校验合法指令是否会被误判为非法指令。此外，需要判定 C.fp 指令在 CSR 未使能 fs.status 的情况下，能否将这类指令判定为非法。

序号	名称	描述
2.1	常规非法指令测试	随机构造非法 RVC 指令传入，检查判断结果
2.2	合法指令测试	随机构造合法 RVC 指令传入，检查判断结果
2.3	C.fp 指令测试	CSR 未使能 fs.status 的情况下，C.fp 指令应该为非法

3. 验证方案

输入指令分别进入 DUT 和 REF，针对 DUT 和 REF 的输出进行比较。

4. 测试点分解

4.1 测试点 1

RV64I 指令集不需要经过 REF；DUT 输入和输出直接比较；激励为 RV64I 指令随机生成。

4.2 测试点 2

RVC 需要经过 REF 进行 16bit 扩展为 32bit 指令；将 REF 的输出与 DUT 的输出进行比较；激励为在 fs.status 为 1 和 0 两种情况下，采用 16bit 遍历生成。

5. 测试用例

5.1 rvc_expand_32bit_smoke

使用 1 条固定 32 位指令测试 DUT。

5.2 rvc_expand_16bit_full

fs.status 为 0 的状态下，使用完整压缩指令集测试 RVC 扩展功能。

5.3 rvc_expand_16bit_full_fsIsOff_True

fs.status 为 1 的状态下，使用完整压缩指令集测试 RVC 扩展功能。

5.4 rvc_expand_32bit_csr_all

CSR 指令测试。

5.5 rvc_expand_32bit_rvi_all

RV64I 指令随机测试。

5.5 rvc_expand_16bit_rvc_all

RVC 指令随机测试。

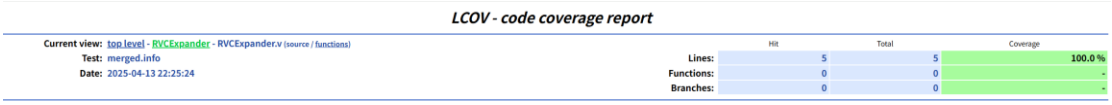
6. 测试环境

Classical_version

Python 3.10.4

7. 结果分析

行覆盖率 100%



功能覆盖率 100%

Functional Coverage close

Groups: 1/1 (**100.0%**) Points: 3/3 (**100.0%**) Bins: 44/44 (**100.0%**)

• Group: frontend.ifu.rvc_expander.CLASSIC	Passed
◦ * Point: RVC_EXPAND_RET	Passed
▪ Bin: ERROR	68870
▪ Bin: SUCCE	10113
◦ * Point: RVC_EXPAND_32B_BITS	Passed
▪ Bin: POS_0	33062
▪ Bin: POS_1	33057
▪ Bin: POS_2	35133
▪ Bin: POS_3	36213
▪ Bin: POS_4	41011
▪ Bin: POS_5	40768
▪ Bin: POS_6	37051
▪ Bin: POS_7	39551
▪ Bin: POS_8	39475
▪ Bin: POS_9	39743
▪ Bin: POS_10	39185
▪ Bin: POS_11	40119
▪ Bin: POS_12	38593
▪ Bin: POS_13	40706
▪ Bin: POS_14	34167
▪ Bin: POS_15	39533
▪ Bin: POS_16	5060
▪ Bin: POS_17	5151
▪ Bin: POS_18	5121
▪ Bin: POS_19	5111
▪ Bin: POS_20	5025
▪ Bin: POS_21	5031
▪ Bin: POS_22	5032

*: It means that once this coverage point is set as hinted, its bins will no longer be counted.

8. 缺陷分析

大量保留的指令和文档中未要求的指令，存在未知状态。

9. 验证结论

验证完成，功能得到覆盖。