一种多 X 值输入下测试覆盖率损失的预测方法

应健锋 1，梁华国 1，江　悦 1，蒋翠云 2，李丹青 1，黄正峰 1
（1 合肥工业大学 电子科学与应用物理学院，安徽 合肥 230009；2 合肥工业大学 数学学院，安徽 合肥 23009）

摘　要： 在集成电路的设计和测试过程中，黑盒模块，未初始化的时序单元，时钟域交叉和 A/D 转换器的错误行为等情况常常会导致电路中未知值 X 的出现.电路中 X 值的传播会严重影响故障的激活和敏化，降低测试覆盖率.针对电路多个输入为 X 值的情况，本文提出了一种的基于极端随机树算法的测试覆盖率损失的预测方法.通过对电路进行仿真分析，区域划分，提取结构特征等步骤提取出数据集，训练出高准确率高稳定性的预测模型，达到快速分析多点 X 值输入下电路测试覆盖率损失的目的.实验结果表明，本文模型的平均预测准确率达到了 94.47%，相比于同类方法增加 21.71%.单个电路的预测结果最低为 89.03%，最高为 99.99%，表明了本文预测模型具有很好的稳定性.

关键词： 数字电路测试；测试覆盖率；机器学习；极端随机树；X 值

A prediction method of test coverage loss under multi-input with unknown

YING Jian-feng 1，LIANG Hua-guo 1，JIANG Yue 1，JIANG Cui-yun 2，LI Dan-qing 1，HUANG Zheng-feng 1
(1 School of Electronic Science & Applied Physics,Hefei University of Technology, Hefei 230009, China; 2 School of Mathematics, Hefei University of Technology,Hefei 230009,China)

Abstract： In the process of IC design and test, black-box modules, uninitialized sequential units, clock-domain interface and erroneous behavior of analog-to-digital converters, which may lead to the emergence of unknown values(X). The transmission of X-value in the circuit will seriously affect the activation and sensitization of faults and decrease the test coverage. In this paper, a method of predicting test coverage loss based on extremely randomized trees is proposed to the case where multiple inputs of the circuit are X-values. The data set is extracted by performing simulation analysis, circuit partition, and extracting structural features. Then train high-precision prediction models to quickly analyze the loss of circuit test coverage under multi-input with X-value. The experimental results show that the average prediction accuracy is 94.47% and 21.72% higher. The minimum prediction result of a single circuit is 89.03%, and the maximum value is 99.99%, which indicates that the prediction model has good stability.

Key words： digital logic testing; test coverage; machine learning; extremely randomized trees; X-value

作者简介：
应健锋　男，(1995-)，硕士研究生.研究方向为嵌入式系统综合与测试.
梁华国（通讯作者）　男，(1958-)，教授，博士生导师，CCF 高级会员.研究方向为嵌入式系统综合与测试、数字系统设计自动化、高可靠性的工业控制计算机研究与开发和分布式控制系统等.E-mail:scorpiowind@outlook.com
江　悦　女，(1992-)，硕士研究生.研究方向为嵌入式系统综合与测试.
蒋翠云　女，(1962-)，硕士研究生，副教授.研究方向为容错计算、自动测试模式生成算法
李丹青　女，(1991-)，博士研究生.研究方向为嵌入式系统的综合与测试、高可靠性集成电路设计.
黄正峰　男，(1978-)，男，博士研究生，教授，硕士生导师.研究方向为 Soc 芯片的抗辐射加固.