

## Test Data Compression Using Multi-dimensional Pattern Run-length Codes

1083312 張耕齊

隨著超大規模積體電路技術的進步，積體電路的密度不斷增加，對於測試工作帶來了更大的挑戰。測試過程變得更加複雜，測試時間增加、功耗上升以及自動測試設備的帶寬限制都導致了測試成本的增加。為了應對這些問題，提出了一種基於運行長度的壓縮方法，該方法考慮了模式信息的特徵。通過將模式長度和模式運行數量等信息進行編碼，可以表示測試壓縮的狀態。此篇論文的作者指出，測試數據壓縮技術基本上可以分為三個不同的類別：編碼的方案、線性解壓縮的方案和廣播掃描的方案。其中，基於編碼的方案非常著名且已經廣泛研究，如同老師上課所說的許多種類。基於編碼的方案通過一系列的編碼詞來對測試數據進行編碼，根據測試數據中相應位串中嵌入的特定屬性進行編碼。Huffman 編碼被證明是一種最優的統計編碼，它在所有可唯一解碼的可變長度編碼中提供了最短的平均編碼詞長，但是它的解碼器大小卻呈現指數級增長。

MD-PRC 是一種基於運行長度的壓縮方法，它對測試集中的兼容模式運行進行編碼。譬如，字串"AAABCC"可以通過編碼詞"3A1B2C"進行編碼，其中數字"3"、"2"和"1"分別表示字符"A"、"B"和"C"的運行次數。在 multilevel 模式運行長度方法中，每個編碼詞由控制碼（C）和編碼模式組成。信息的維度可以存儲在控制碼（C）中，例如模式長度、模式運行數等，以擴展壓縮序列的長度。

在一維模式運行長度壓縮方法（1D-PRC）中，控制碼僅表示模式運行數，並且假定模式長度是固定的。而在 2D-PRC 中，模式運行數和模式長度都是可變的，可以由相同的控制碼指定。

作者對六個大型 ISCAS89 基準電路進行了實驗，採用了由 Mintest ATPG 生成的測試數據和動態壓縮。透過將 2D-PRC 方法應用於電路 s5378，探索了不同  $t$  值對壓縮效果的影響。在電路 s5378 上進行了對於某個特定  $t$  值的最優 MinLen 值的探索，並呈現了相應的壓縮比例，其中，在上述實驗的基礎上，假定  $t$  為 3，MinLen 值在 1 到 8 之間變化。最佳的壓縮比例發生在 MinLen=7 的情況下，這意味著最佳壓縮發生在模式長度在 7 到 14 之間的情況下。

接下來的實驗比較了 2D-PRC、2.5D-PRC 和 3D-PRC 之間的效果。2.5D-PRC 方法在六個大型 ISCAS'89 基準電路上平均可以實現更好的壓縮效果，達到 64.49 的壓縮比例。

此篇論文的作者已經開發出一種用於高效壓縮測試數據的可變長度編碼方法。MD-PRC 的設計靈感來自於一個觀察：重複出現的兼容模式可以通過記錄模式長度和模式運行次數來進行壓縮。透過理論分析，得出結果顯示，2.5D-PRC 可以在六個大型 ISCAS'89 基準電路上實現出更好的壓縮效果，而 3D-PRC 較擅長於壓縮具有大量未知值的工業級電路。

上課心得：

謝謝老師這四年來的教導，從老師身上學到很多事情，不論是學科方面的還是關於未來的人生態度以及數也數不完的茶餘飯後的八卦。也對於老師自己所說的即使只有三個學生來上課依舊當作是千軍萬馬來教書，老師有著如此的教學熱忱真的很值得我們學習。老師也總是自己說自己沒有料是個爛貨製造機，但在我心目中以及許多學生的眼裡，老師一直以來都是個教學認真也幽默的師長。也謝謝老師不論無時無刻都願意讓學生去找您問問題，真的鮮少在大學期間遇到如此會教學還對學生如此關切的師長，謝謝王道~