

---

# 효율적인 테스트 데이터 압축 방법

정준모\*

\*군산대학교

## Efficient Test Data Compression Method

Jun-mo Jung\*

\*Kunsan National University

E-mail : jmjung@kunsan.ac.kr

### 요 약

본 논문에서는 IP 코어(core)의 스캔 테스트(scan test)에 있어서 테스트 전력소모를 고려한 효율적인 테스트 데이터 압축방법을 제안한다. 스캔 슬라이스(Scan slice)의 선택적 부호화를 이용한 테스트 데이터 압축에 대한 연구는 많이 진행되어 왔으나 전력소모를 고려하진 않았다. 스캔 슬라이스의 don't care에 값을 할당할 때, 이웃한 슬라이스와 해밍거리가 최소화 되도록 값을 할당하여 스위칭 전력소모가 최소가 되도록 하였다. 테스트 회로에 적용하여 알고리즘을 검증하였다.

### ABSTRACT

This paper presents the efficient test data compression method considering test power dissipation in scan test of IP core. There are many researches about test data compression using scan slice selective encoding except power dissipation. We present the new algorithm that assigns the don't care value to be a minimal hamming distance between adjacent slices. Experimental results show that the power dissipation is reduced.

### 키워드

스캔 테스트, 테스트 데이터 압축, 테스트 전력소모

### 1. 서 론

최근 시스템의 집적도가 커지고 시스템의 동작 주파수가 높아짐에 따라, 시스템에서 발생된 고장을 테스트하는 비용이 갈수록 증가하고 테스트 하는 동안에 소모되는 전력도 매우 증가하게 된다. 또한 여러개의 기 설계된 IP(Intellectual Property) 코어가 집적되는 SoC(System-On-a-Chip)에서는 테스트 데이터의 양도 많아지고 그만큼 테스트 시간도 길어지게 되었다. 이에 따라 테스트 데이터의 압축에 관한 여러 가지 알고리즘이 제안되었으며[1], 최근에는 스캔 슬라이스의 선택적 인코딩(encoding)을 사용하여 테스트 데이터를 압축하는 방법[2]이 제안되었다. 이 논문에서는 여러개의 스캔 체인(scan chain)으로 구성된 IP 코어를 효율적으로 테스트 하는 방법을 제안

하였다.

각 스캔 체인으로 인가되는 테스트 패턴을 스캔 슬라이스로 나누어 인코딩하는 방식으로, 테스트할때는 IP에 내장된 디코더를 이용하여 원래의 테스트 데이터로 복원한 후에 각 스캔 체인으로 테스트 데이터를 동시에 인가하는 방식이다. 그림 1에 이 방식의 구성에 대하여 나타내었다.

그림 1 (a)는 N개의 스캔체인에 인가되는 테스트 데이터를 N 비트(bit)의 슬라이스 데이터(slice data)로 분할하여 C 비트의 슬라이스 코드(slice code)로 인코딩하는 개념도이다.

그림 1 (b)는 스캔슬라이스의 인코딩된 코드의 구성을 나타내었다. 슬라이스 코드는 2 비트의 제어 코드(control code)와 K 비트의 데이터 코드(data code)로 구성되어 있으며 전체 비트 수는

$K+2$  비트이다.  $K$  는  $\lceil \log_2(N+1) \rceil$  이다.

그림 1 (c)는 테스트 패턴 인가의 개념도이다. 스캔체인이  $N$ 개로 구성된 IP에 대하여 테스트 패턴을 인가하는 경우이다. 슬라이스 코드는 디코더에 의해서  $N$  비트의 테스트 패턴으로 복원되어  $N$ 개의 스캔체인으로 병렬 입력된다.

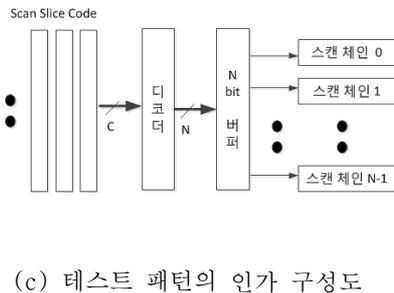
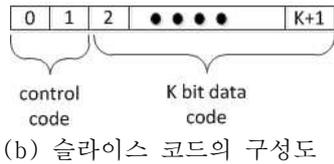
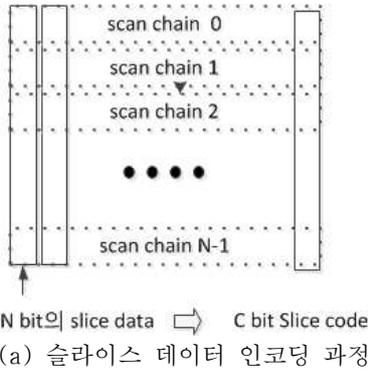


그림 1. 스캔 슬라이스 인코딩 및 디코딩의 구성

이 방식은  $N$  비트 슬라이스를  $C$  비트의 슬라이스 코드로 인코딩하여 테스트 패턴의 길이를 줄이는 방식이지만 테스트 전력소모는 고려하지 않고 있다. 본 논문에서는 테스트 데이터의 크기에는 영향을 주지 않고 스캔 체인에서 발생하는 테스트 전력소모를 줄이는 알고리즘을 제안하였다.

## II. 본 론

슬라이스 데이터를 인코딩하는 방법은 표 1에 나타낸 바와 같다.

표 1. Slice 인코딩 예

	Slice Data	slice code	
		control code	Data code
1	xx000_000xx	00	0000
2	xxx11_11111	01	1111
3	x1100_00000	00	0001
		10	0010
4	11100_xxx01	00	1001
		11	11100

슬라이스 데이터는 인코딩되는 테스트 데이터이며 슬라이스 코드로 인코딩되는 것이다. 슬라이스 코드는 제어코드와 데이터 코드로 구분되며, 제어코드는 인코딩 모드(mode)를 제어하고 데이터 코드는 타겟 심볼(0 또는 1)을 인코딩하는 코드이다. 제어코드가 '00', '01', '10'일 때는 단일 비트 모드(single-bit mode)이며 '11'일 때는 그룹 복사 모드(group-copy mode)이다. 단일비트 모드 중 '00(01)'에서는 슬라이스 데이터가 모두 1(0)일 때이며, '10'일 때는 타겟 심볼의 비트 위치를 데이터 코드로 할당하여 인코딩하게 된다. 첫 번째의 경우, don't care x에 0을 인가하여 슬라이스 데이터를 모두 0으로 만들어서 단일 비트 모드로 슬라이스 인코딩을 한다. 두 번째 케이스는 x에 1을 할당하여 모두 1이 되며 두가지 경우는 0000 혹은 1111로 데이터 코드를 생성한다. 세 번째 케이스는 타겟심볼이 1 이므로 1의 위치를 데이터 코드로 생성한다. 마지막의 경우는 그룹 복사 모드로서 인코딩해야 하는 타겟 심볼(1)의 개수가 너무 많으므로 이 경우에는 그룹 복사 모드로 하여 그룹의 값을 데이터 코드로 할당하는 것이다. 이 인코딩 기법은 테스트 데이터의 양을 적게 하는 것을 목적으로 하는 것이며 스캔체인내의 전력소모를 줄이기 위한 것은 전혀 고려하지 않고 있다. 본 논문에서는 테스트 데이터의 양을 줄이지 않고 전력소모를 줄이는 방법을 제안하였다.

스캔 체인의 테스트 전력소모는 WTM (Weighted Transition Matrix)로 측정가능하며 이것은 스캔 체인으로 입력하는 테스트 데이터들의 천이(transition)를 측정하는 것이다. 현재의 연구들은 스캔 슬라이스내의 데이터만을 고려하기 때문에 테스트 데이터가 스캔체인으로 인가될 때 데이터의 천이로 인한 전력소모는 전혀 고려하지 않는다. 슬라이스 인코딩에서 don't care 할당을 할 때 가능하면 이웃한 슬라이스의 데이터와 동일한 값, 즉 이웃한 슬라이스의 데이터와 천이가 발생하지 않도록 할당을 하면 스캔 체인의 전력소모가 줄어들게 된다. 그 예를 그림 2에 나타내었다.

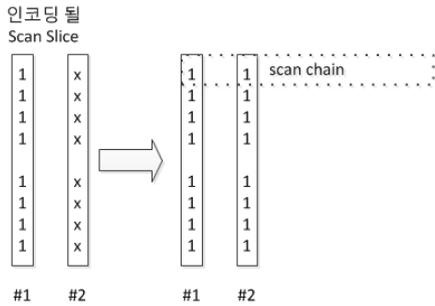


그림 2. 전력소모를 고려한 스캔 슬라이스 인코딩의 예

그림 2에서 x는 don't care 입력이다. 두 번째 스캔 슬라이스(#2)가 현재 인코딩해야하는 슬라이스이다. don't care에 0 또는 1로 할당되어야 하는데 이전 슬라이스의 값과 동일한 값을 할당하면 스캔체인으로 인가될 때 전력이 감소하게 되어 전력소모가 줄어든다.

### III. 실험 결과

제안한 방식을 회로(ckt-1, ckt-2)에 적용한 결과 테스트 데이터의 크기에 영향을 주지 않고 전력소모가 줄어든 것을 볼수 있다. 테스트 대상회로는 10개의 스캔체인으로 구성되었으며 테스트 패턴은 상업용 틀에서 생성하였다. 참고문헌 [2]에서 제안한 방식과 비교한 결과, ckt-1에 대해서는 9.4%, ckt-2에 대해서는 8.4%가 감소함을 알수 있었다.

표 2. 테스트 대상회로(ckt-1, ckt-2)에 적용한 실험 결과

회로	스캔 셀의 개수	전력소모(WTM)		감소율(%)
		참고문헌 [2]	제안한 방식	
ckt-1	505	5,432	4,920	9.4
ckt-2	312	4,289	3,925	8.4

### V. 결론

본 논문에서는 전력소모를 고려한 효율적인 테스트 데이터 압축에 관한 방식을 제어하였다. 테스트 데이터 압축을 할 때, 이웃한 슬라이스 데이터의 값으로 don't care 값을 할당하여 스캔체인에서 발생하는 전력소모를 효율적으로 감소시켰으며 테스트 데이터의 크기에는 큰 변화가 없었다.

### 참고문헌

[1] A.Wrtenerger, C.S. Tautemann, and S.Hellebrand, "Data compression for multiple

scan chains using dictionaries with corrections," in Proc, Int, Test Conf., 2004, pp. 926-934.

[2] Z.Wang and K. Chakrabarty, "Test data compression using selective encoding of scan slices," IEEE Trans. on Very Large Scale Integration systems, vol.16, no.11, pp. 1429-1330, 2008.