

N² 個の論理値を扱う 2S-3 テストパターン生成アルゴリズム

且代三弥子, 新舎隆夫, 森脇郁
(株) 日立製作所

1. まえがき

近年, 論理回路の大規模化に伴い, 論理回路の故障診断はスキャン設計を利用して回路全体の故障診断を組合せ回路の故障診断に帰着させるスキャンパス法が主流になりつつある。スキャンパス法においては, 回路分割時にうまく組合せ回路に取込めない部分が生じるために, 不確定値 U (0 か 1 が不明な値) の導入が必要である。FAN¹⁾により不確定値の存在する組合せ回路のテストパターン生成を行う場合, 従来0, 1, D, \bar{D} , Xの5値の論理値体系にUを追加するという方法がまず思い浮かぶ。しかし, この6値FANでは, テストパターンが存在するのに生成できないケースや不要なバックトラックを起こすケース等が生じる。これらの問題を解決するためには, アルゴリズムの抜本的な論理値拡張が必要である。

2. N²-Vの概要

不確定値の存在する組合せ回路のテストパターン生成の成功率を高めるためには, 36値の論理値体系 (A/B; A: 正常値成分, B: 故障値成分, A, B ∈ {基本論理値} = {0, 1, U, X₀, X₁, X}, X₀: 0又はU, X₁: 1又はU, X: 0又は1又はU)が必要である。このような多値への論理値拡張を従来のアルゴリズムの延長で行う場合, アルゴリズムの複雑化を招くという欠点がある。そこで, FANをベースとして基本論理値数の2乗の数の論理値を容易に扱えるテストパターン生成アルゴリズムN²-V (N²-Valued test pattern generation algorithm)を開発した。N²-Vの特徴を以下に述べる。

(1) 論理値を正常値成分と故障値成分に完全に分離して扱う。

(2) 対象回路において, 正常値成分と故障値成分が異なる可能性のある領域と正常値成分と故障値成分が必ず同じになる領域とを予め識別しておく(図1参照), 前者の領域においては正常値成分に関する処理と故障値成分に関する処理を分離して行い, 後者の領域においては正常値成分もしくは故障値成分のいずれかに関する処理のみを行い, その結果と同一の値を他の成分にも割当てる。

(3) 含意操作, 後方追跡は, 正常値成分に関する操作と故障値成分に関する操作に完全に分離する。

(4) 上記3つの特徴により, N²-Vは多値の扱いに伴うアルゴリズムの複雑化を低減できる。

尚, 正常値成分と故障値成分を分けるという方法は既にW.-T. ChengがSPLIT²⁾で提案しているが, 筆者等はこれとは独立にN²-Vを考案したことを付記しておく。

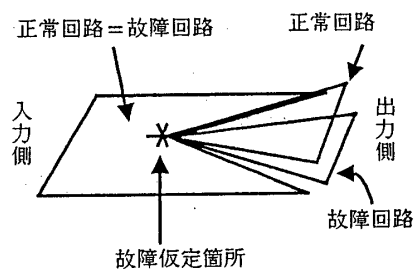


図1 回路モデル

3. N²-Vの評価結果

表1に示すサンプル回路を対象にして前述の6値FANとN²-Vとの比較評価を行った(表2参照)。この結果はN²-Vが6値FANより少ないバックトラック回数で高検出率を達成できることを示している。

4. むすび

論理値を正常値成分と故障値成分に分離し、各処理を正常値成分に関する処理と故障値成分に関する処理に分離することにより、基本論理値数の2乗の数の論理値を容易に扱えるテストパターン生成アルゴリズム N^2-V を開発し、 N^2-V がバックトラック回数の低減に効果があることを確認した。

参考文献

- 1) 藤原秀雄, 下野武志, 尾崎弘: 組合せ回路における分岐指向型検査入力生成法, 情報処理学会論文誌, Vol.24, No.1, pp. 11-17 (1983).
- 2) Cheng, W.-I.: SPLIT Circuit Model for Test Generation, Proc. of 25-th DA Conf., pp.96-101 (1988).

表1 サンプル回路の諸元

回路	入力数	出力数	ゲート数
A	52	4	387
B	58	25	1145
C	77	24	1206
D	77	22	1077
E	71	27	1228
F	72	11	755
G	81	18	1011

表2 評価結果

回路	検出率(%)				CPU時間比			
	FAN ₀	FAN ₂₅	FAN ₁₀₀	N^2-V_0	FAN ₀	FAN ₂₅	FAN ₁₀₀	N^2-V_0
A	67.19	72.70	72.83	72.83	0.71	1.07	1.33	1
B	62.86	67.14	70.74	70.89	0.79	2.02	1.89	1
C	66.21	69.32	69.32	69.32	0.77	1.69	1.73	1
D	61.88	72.10	72.10	72.10	0.88	1.40	1.42	1
E	56.13	67.91	67.91	67.91	0.87	1.75	1.77	1
F	71.61	78.23	78.23	78.23	0.83	1.23	1.28	1
G	68.36	76.22	76.22	76.22	0.79	1.39	1.44	1

注1) FAN_n: バックトラック打切回数n回のFAN

N^2-V_n : バックトラック打切回数n回の N^2-V

注2) N^2-V_0 での未検出故障は全て原理的未検出故障であることを確認済