

通信システム試験系列生成手法と
仕様に関する一考察

4T-3

佐藤 文明, 勝山 光太郎, 水野 忠則
三菱電機(株)情報電子研究所

1. はじめに

通信システムの規模の増大や、多様化のため、試験に要する期間も増加しているが、試験仕様の抽出作業は、従来から人手で行われている。そのため、試験の品質や、試験に要する時間やコストが問題となっている。これに対して、通信システムの仕様から試験系列を自動的に抽出する手法が開発されている。我々は、開発されている生成手法が、生成される試験系列の長さや、誤り検出能力の違いなどで、適用分野が異なることを示した[1]。

ここでは、通信システム試験系列生成手法と、対象となるシステムの仕様の特性との関係について考察したので報告する。

2. 生成手法

試験系列生成手法は、有限オートマトンモデルに基づく手法として、MT法[2]、TT法[3]、SW法[4]、DS法[5]、PW法[6]等がある。

・MT法：MT法は、有限オートマトンにおける全ての状態を少なくとも1回は通過するような系列を求めるものである。生成される系列の網羅度としてはそれほど高くなく、基本接続試験といった、簡潔な試験を行ないたい場合に使う。

・TT法：TT法は、有限オートマトンにおけるすべての状態遷移を少なくとも一回は通過するような系列を求めるものである。試験対象の出力関数のエラーについては、すべて検出できるが、状態遷移関数のエラーについては、検出しないことがある。

・SW法：SW法は、試験系列に状態を確認するための系列としてW集合(特性集合)が含まれている。そのため、試験系列の長さはMT法やTT法とくらべて長くなるが、出力関数のエラーだけでなく、状態遷移関数のエラーも検出できる。

・DS法：DS法は、試験系列に状態を判定する系列としてDS系列(判定系列)が含まれている。そのため、試験系列の特徴としては、SW法と同様に、TT法と比べて長く、試験系列のエラー検出能力は高い。また、オートマトンには判定系列DSが存在しないものもあり、DS法が適用できない場合がある。

・PW法：PW法は、SW法と同様に、特性集合Wを試験系列に用いている。しかし、試験系列の生成アルゴリズムが異なるため、オートマトンの種類によって、SW法との適用分野が異なる。

3. 有限オートマトンの性質

有限オートマトンの性質としては、以下の項目が考えられる。

- i) 強連結
- ii) 完全定義
- iii) 最小

これらの性質は、通信システムの仕様を矛盾なく記述するための条件である。また、上記の手法が適用できるための基本的な性質となっている。よって、ここでは、これらの性質は基本的に満たされているものとする。

ここで新たに、有限オートマトンの特徴として定義するのは、以下のものである。

- (1) 状態数と入力イベント数の比
- (2) 状態間を最短で遷移するときの状態遷移数
 - ・最短状態遷移数の総和
 - ・最短状態遷移数の平均値
 - ・最短状態遷移数の最大値
 - ・最短状態遷移数のヒストグラム
- (3) 自状態に戻る状態遷移の割合

これらの性質が、上記の手法にどのような影響を与えるかを比較検討する。

4. 生成実験

実験対象とした有限オートマトンの特性の一例を表1に示す。また、試験系列生成手法としては、MT法、TT法、PW法、SW法とした(DS法は、判定系列DSの存在性に問題があるため、実験対象からは除外した)。実験結果から、MT法は、生成アルゴリズムから推察されるように、入力イベント数にはあまり影響を受けない。但し、最短状態遷移数の最大値が大きいほど、1つの系列で重複しないで通過できる状態数が増加し、系列長が減少していることがわかる。

TT法については、状態遷移をすべて網羅するため、入力イベント数が大きくなると、それに連れて生成系列も長くなる。また、最短状態遷移の最大値が大きくなると、リセット系列(対象とする状態まで予め遷移させておくための系列)がそれにつれて長くなり、試験系列を長くしている。また、自状態に戻る状態遷移の割合が増大すると、リセット系列の本数が減少し、試験系列の減少につながる傾向がある。

PW法では、最短状態遷移数の増大が系列長に大きく影響を与えていることがわかる。PW法の系列は、状態

を確認するごとに初期状態に戻るため、一つの遷移を確認するたびに初期状態から対象状態までの系列長が加算される。それが、最短状態遷移数の最大値や、最短状態遷移数の総和の値に大きく影響を受けていると考えられる。

SW法では、最短状態遷移数の最大値が大きくなってあまり影響を受けていないことがわかる。これは、SW法が遷移を一本一本分けて生成するアルゴリズムをとっているためと考えられる。

このことから、SW法はPW法の欠点を補った手法と考えることができる。

表1. 実験対象有限オートマトンの特性

状態数	入力イベント数	最短遷移の最大値
10	5	2
		5
		6
		8
		9
	10	1
		4
		6
		8
		9
	20	1
		4
		6
		8
		9
	30	1
		4
		6
8		
9		

5. まとめ

有限オートマトンモデルに基づく通信システム試験系列生成手法と、生成対象となる仕様の特性との関係について考察した。今後は、実際の通信プロトコルの性質と、それに適した試験系列生成手法の選択法、生成方法の改良等を検討する。

[参考文献]

[1]佐藤他：通信プロトコル試験シーケンス生成方法の一考察，情処学会35回全国大会(1987).
 [2]佐藤他：通信プロトコルに対する段階的な試験系列の生成方法，情処学会35回全国大会(1987).
 [3]S.Naito, M.Tsunoyama: Fault Detection for Sequential Machines by Transition Tours, Proc. of IEEE Computing Conference, pp283-243(1981).
 [4]佐藤他：有限オートマトンに基づく試験系列生成手法の提案—単一遷移検査系列法—，信学会論文誌，Vol. J72-B-1, No. 3, pp. 183-192(1989).

[5]G.Gonenc:A Method for the Design of Fault Detection Experiments, IEEE Trans. Comput., C-19, pp. 551-558(1970).

[6]T.S.Chow:Testing software design modeled by finite state machine, IEEE Trans. Software Eng., SE-4, 3, pp. 178-187(1987).

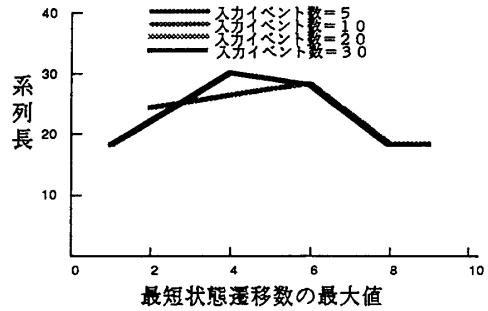


図1. MT法の実験結果

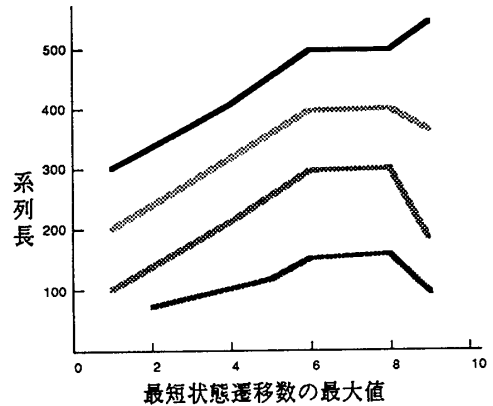


図2. TT法の実験結果

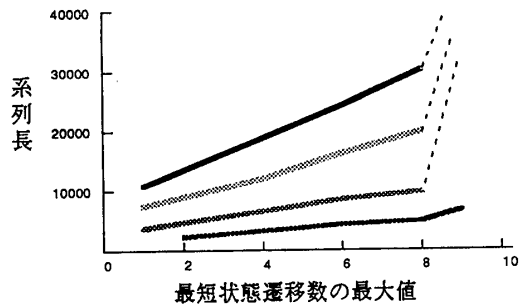


図3. PW法の実験結果

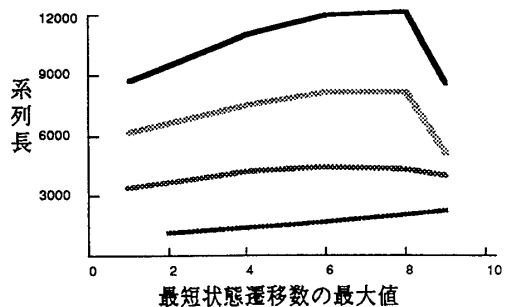


図4. SW法の実験結果