

1M-8

通信プロトコルに対する
段階的な試験系列の生成方法

佐藤 文明, 勝山 光太郎, 水野 忠則
三菱電機情報電子研究所

1. はじめに

通信プロトコルの試験系列を自動的に生成する方法として、従来からTT法^[1]、DS法^[2]やSW法^[3]等が考案されており、我々も系列長による評価等を行ってきた^[4]。また、実際のプロトコル試験へ適用し、その有効性についても確認してきた^[5]。

ところが、実際のプロトコルに上記の自動生成アルゴリズムを適用した場合、1本の長い系列が生成され、試験者にとっては人手によって抽出された系列よりも使いにくい場合がある。また、試験の目的に応じた試験系列を生成することが難しい等の問題があった。本稿では、実際の試験に対して使いやすいように、目的に応じた短い試験系列を生成する方法について検討したので報告する。

2. 試験系列の目的

通信システムの試験系列は、通常次のような目的や機能を持つように段階的に設計される。

- (1) 基本接続試験
- (2) 正常試験
- (3) 例外試験
- (4) 異常試験
- (5) 詳細試験
- (6) 機能別試験
- (7) フェーズ別試験

基本接続試験においては、通信システムが、基本的な接続機能を持っており、動作試験が可能であることを確認する系列が必要であり、詳細な試験系列は必要ではない。

正常試験では、仕様に規定された正常処理についての試験を行なう系列が必要であり、例外処理などは対象としない。また、例外試験では、通常はほとんど起きないが、例外的に発生する処理に対する試験を行なう系列が必要となる。また、異常試験では、異常な入力があった場合などの異常処理に対する試験系列が必要とされる。

詳細試験では、試験結果を検討することによってシステムの誤りの位置や程度を推定できるなどの詳細な試験系列が必要である。また、機能別試験、フェーズ別試験ではそれぞれの機能やフェーズに限定された系列が要求される。

3. 提案する試験系列生成方法

前節で述べた目的に応じた試験を求めするために、我々は次の3つの機能を従来の試験系列生成方法に

付け加えた。

- (1) MT (Modified TT) 法の提案
- (2) フェーズ分け機能
- (3) 機能分割法

以下にそれぞれの機能と目的について述べる。

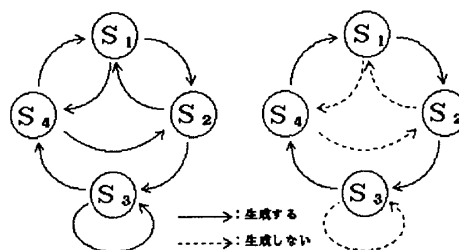
3.1 MT法の提案

従来、TT法は全ての状態に規定された遷移を全て通るような系列を求めるものであった(図1a)。しかし、基本接続試験においては、全ての遷移を確認する必要はなく、全ての状態に到達できることを確認する程度で充分である。MT法は、全ての状態を一通り通過するような、なるべく短い系列(図1b)を求める方法であり、基本接続試験に用いる。

生成手順としては、以下のようにした。

- (a) 各状態の通過フラグをクリアする
- (b) 初期状態から各状態までの最短パスを求める
- (c) 初期状態から最短パスが最長の状態を求める
- (d) 初期状態から最短パスで(c)の状態へ遷移して戻る系列を生成する
- (e) 途中の経路の状態の通過フラグを立てる
- (f) 全ての状態を通過すれば終了
- (g) 手順(c)へ

系列長の上限值は、状態数を m とすると $2(m-1)^2$ となり、TT法に比べてもかなり短くなる。



(a) TT法 (b) MT法

図1 MT法によって生成される状態遷移の例

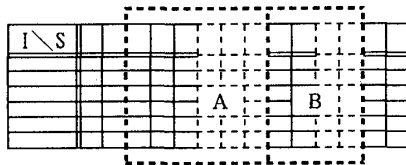
3.2 フェーズ分け機能

通信システムは、通常いくつかのフェーズに分割されることが多い。例えば、コネクション確立・切断フェーズ、データ転送フェーズ等である。そこで、システムの状態はフェーズごといくつかのサブセットに分割される。図2に示すように、それぞれのサブセットについて試験系列を生成することによって、他のフェーズにあまり影響しない試験系列を求めることができる。

例えば、TT法やSW法では、状態遷移の単位で試験系列の生成を行なうため、状態遷移が他のフェーズに出てしまう場合、そこで一旦試験系列を打ち切って、改めてそのフェーズの別の状態から開始するような系列を求めることにする。

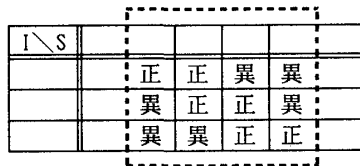
3.3 機能分割法

一つのフェーズ内においても、正常処理、例外処理、異常処理やその他の目的別の処理が含まれている。これらの処理を対象とした試験系列の生成を行なう方法としては、それぞれの目的に応じたフラグを状態遷移に付けておくことにする(図3)。TT法やSW法では、系列生成時にそのフラグを基準として対象とする状態遷移を識別することによって、目的別の試験系列を生成できるようになる。



A : コネクション確立フェーズ
B : データ転送フェーズ

図2 遷移表フェーズ分割の例



正 : 正常処理
異 : 異常処理

図3 遷移表機能分割の例

4. 生成結果及び評価

上記の生成方法を使った段階的な試験系列の生成結果について述べる。試験対象としては、トランスポート・クラス2とし、試験系列は、次のような目的別に生成した。

- (1) 基本接続試験 (MT法)
- (2) 正常試験-コネクション確立・開放 (TT法)
- (3) 正常試験-データ転送 (TT法)
- (4) 異常試験-コネクション確立・開放 (TT法)
- (5) 異常試験-データ転送 (TT法)
- (6) 詳細試験-状態確認-コネクション (SW法)
- (7) 詳細試験-正常-コネクション (SW法)

- (8) 詳細試験-異常-コネクション (SW法)
- (9) 詳細試験-状態確認-データ転送 (SW法)
- (10) 詳細試験-正常-データ転送 (SW法)
- (11) 詳細試験-異常-データ転送 (SW法)

比較として、TT法、SW法によるアルゴリズムの単純な適用も行なった。試験系列長の比較を表1に示す。

表1から、アルゴリズムの単純な適用に比べて、試験系列長の総和は長くなっている。しかし、生成される系列は、いくつかの系列に分割され、それぞれ目的別に生成されている。そして、TT法における一つ一つの系列長は、平均20程度のイベント数となり、使いやすい系列となっていることが分かる。また、試験の仕様記述に用いる場合や、試験結果の解析を行なう上でも、目的別に短い長さで生成された系列は有効であると考えられる。

表1 試験系列生成結果

系列番号	ケース数	イベント数
(1)	5	1 3
(2)	7	6 6
(3)	7	5 0
(4)	6	1 2 2
(5)	2	3 4
(6)	1	3 1 4
(7)	1	6 0 6
(8)	1	1 3 2 5
(9)	1	1 1 7
(10)	1	3 6 7
(11)	1	2 8 7
TT法	1	2 5 4
SW法	1	3 1 4 9

5. まとめ

通信システムの試験系列自動生成方法について、段階的な目的別の試験系列を生成する生成手法について述べた。今後の課題としては、試験仕様記述を支援するシステムとの有機的な結合について検討する。

[参考文献]

- [1]S.Naito,M.Tsunoyama:Fault Detection for Sequential Machines by Transition Tours, Proc. of IEEE Computing Conference, pp283-243(1981).
- [2]G.Gonenc:A Method for the Design of Fault Detection Experiments, IEEE Trans. Compt., C19, pp. 551-558(1970).
- [3]佐藤他:有限オートマトンモデルに基づくシステムの試験系列自動生成手法の提案-単一遷移検査系列法-, 信学会論文誌掲載予定.
- [4]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, 情処学会第35回全国大会, pp. 547-548(1987).
- [5]佐藤他:SDL記法から実行型試験シーケンスの生成, 情処学会第39回マルチメディア通信と分散処理研究会(1988).