

4T-7

LOTOS仕様からのTTCN表現による テストシーケンスの自動生成

岡崎直宣 高橋薫 白鳥則郎 野口正一
東北大学電気通信研究所

1 はじめに

情報通信システムなどの分散処理システムの普及拡大に伴い、そのソフトウェアも大規模複雑化、多様化する傾向にある。

OSI(開放型システム間相互接続)は、情報通信システム相互の円滑な接続、運用を図るために必要となる国際標準ネットワークアーキテクチャであり、ISO(国際標準化機構)及びCCITT(国際電信電話諮問委員会)においてその標準化が進められている(1)(4)。そしてOSIプロトコル及びOSIサービス定義に従った各種製品(ソフトウェア)が実装されつつある現状にある。

このような状況において、製品、即ちソフトウェアが正しくインプリメントされているかどうかを調べるのが重要となっている。

プロトコルに基づいて開発される各種製品がそのプロトコル仕様と正確に準拠しているかどうかを共通的、統一して調べる方法が“適合性試験”である(2)。

本稿では、適合性試験技術の中で試験系列の自動生成に関して考察を行う。特に、ISOで開発されたFDT(形式記述技法)であるLOTOS(5)によって表現された仕様から、直接に対応する試験系列をTTCN(3)表現として生成する方法を開発する。TTCNはISOで開発が進められている試験系列記述用語である。

2 LOTOS仕様からの試験系列の自動生成

本節ではLOTOSで書かれた仕様記述から試験系列を自動的に生成する方法(LD法)を与える。LD法では、LOTOS表現としてその形式的解釈を与えるラベル付き遷移システムが有限の遷移数(及び有限の状態数)になるものを対象とする。

2.1 試験系列の生成手順

適合性試験において、試験対象となるプログラム(IUT)へのテストによる出力とそれに対応するIUTからのテストへの入力の一連の系列を表したものを、ここでは“部分試験系列”と呼ぶ。又、全ての部分試験系列を統合して表したものを“試験系列”と呼ぶ。

本研究では、試験系列をTTCNの動作部形式を用いて記述する。TTCNは、ISOにおいて開発されている木構造と表形式を用いて試験系列を表す試験系列記述用語であり、その主要部分が木構造によって試験の動作を表す“動作部”である。

試験系列は、一般に初期状態からの入出力の系列として初期状態をその根とする木構造で表すことができる。TTCNはその木構造を直接表す試験系列記述法である。

一方、LOTOSはその形式的意味解釈が、定められた公理と推論規則によって、ラベル付き遷移システムとして得られる。また、そのラベル付き遷移システムを直接的に表すような木状の構造を持つ別のLOTOS表現が存在する。その木構造を持つLOTOS表現は入出力のイベントの時間的順序関係が直接表現されており、この木表現より試験系列を直接的に得ることができる。

そこで、LD法ではまずLOTOS表現よりそのLOTOS表

現と同じ意味を与える木構造のLOTOS表現(試験木)を生成し、それをTTCN表現に変換して試験系列として得る方法をとる。

LD法による試験系列の生成手順は図1のように表わされる。同図において“試験木”とは上で述べた元の表現と全く同じ動作を表す木構造のLOTOS表現であり、実際には“choice-expression”(“action-prefix”及び“atomic-expression”を含む)のみから成るLOTOS表現である。

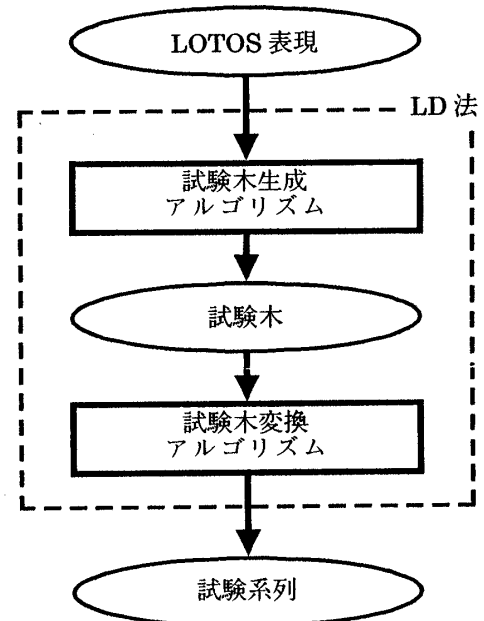


図1 TTCN試験系列の導出手順

まず、一般のLOTOS表現から“試験木生成アルゴリズム”を用いて試験木を生成する。次に、生成された試験木を“試験木変換アルゴリズム”によってTTCNの動作部表現に変換し試験系列を得る。

以下に、2.2でLOTOS表現からの試験木生成アルゴリズムを用いての試験木の生成について、また2.3で試験木変換アルゴリズムによる試験木のTTCN動作部表現への変換についてそれぞれ述べる。

2.2 試験木の生成

試験木生成アルゴリズムの詳細な内容は図2のようになっている。

試験木生成アルゴリズムの主要な部分は“木生成アルゴリズム”である。また“遷移生成アルゴリズム”は、LOTOSの任意の表現(動作式)を一つの状態と見た時に、LOTOSの形式的解釈を与える公理と推論規則に基づいてその状態から起こり得るアクション及びそのアクションの結果遷移する状態を表す動作式の組の集合を出力するアルゴリズムで

“Automatic Generation of the TTCN Test Sequences from LOTOS Specifications”

Naonobu OKAZAKI, Kaoru TAKAHASHI, Norio SHIRATORI, Shoichi NOGUCHI

Research Institute of Electrical Communication, TOHOKU UNIVERSITY

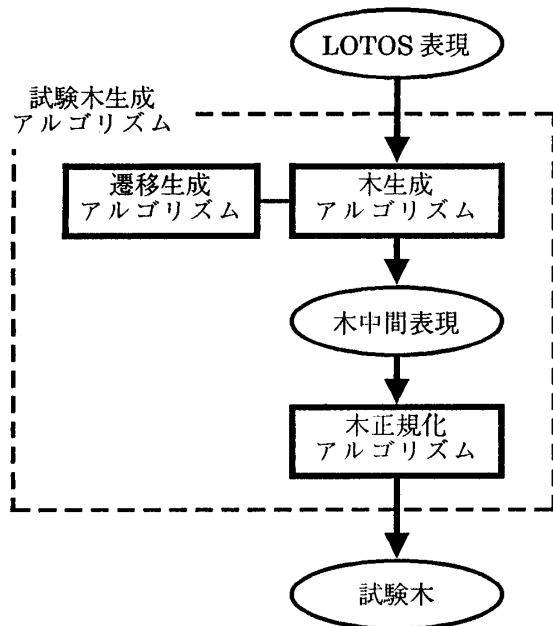


図2 試験木の導出手順

ある。木生成アルゴリズムは遷移生成アルゴリズムを呼び出し、得られた遷移に従って試験木を生成する。この木生成アルゴリズムを簡潔にするため、木生成アルゴリズムの出力形式としてここでは“木中間表現”を導入する。木中間表現は試験木としては冗長な部分を含んでいるため、これを“木正規化アルゴリズム”によって変形し、試験木として出力する。

このうち、ここでは木生成アルゴリズムの概念について述べる。

今、ある表現 B_1 によって表される状態があり、この状態から公理と推論規則によって得られる N 個の遷移が

$$\begin{aligned} B_1 \xrightarrow{a_1} B_{11} \\ B_1 \xrightarrow{a_1} B_{12} \\ \vdots \\ B_1 \xrightarrow{a_1} B_{1n_1} \\ \vdots \\ B_1 \xrightarrow{a_m} B_{mn_m} \end{aligned}$$

であるとする。但し、

$$N = \sum_{i=1}^m n_i, \quad m > 0, \quad n_i > 0 \quad (i=1, 2, \dots, m)$$

である。

この時、この表現 B_1 を

$$\begin{aligned} & a_1; B_{11} \\ \sqcup & a_1; B_{12} \\ & \vdots \\ \sqcup & a_1; B_{1n_1} \\ & \vdots \\ \sqcup & a_m; B_{mn_m} \end{aligned}$$

という表現で置き換えても、全く意味は変わらない。即ち、両者は弱-bisimulation等価(5X6)である。この表現は

$$"a_i; B_{1n_i}" \quad (i=1, 2, \dots, m)$$

を枝とし、

“ \sqcup ”

をその分岐とする木構造である。

又、ある表現 B_2 によって表される状態があり、この状態から公理と推論規則によって得られる遷移がない時、即ちデッドロックの時、この表現 B_2 を

stop

という表現で置き換えても全く意味は変わらない。

一般に、任意の表現 B は上のどちらかの場合に当てはまる。そこで、初期状態を表すLOTOS仕様記述にこれらの置

き換えを繰り返し行うことによってLOTOS表現による木構造の試験木を得ることができる。

2.3 TTCN表現への変換

2.2において得られた試験木を試験木変換アルゴリズムによってTTCNの動作部表現に変換する方法を与える。

試験木変換アルゴリズムの概念は以下に述べる通りである。

試験木は基本的にaction-prefix(“;”)及びchoice(“ \sqcup ”)からなるLOTOS表現であり、action-prefix及びchoiceをそれぞれ“枝”及び枝の“分岐”と対応させることによって、木構造とみなすことができる。そこで、この木構造を直接的にTTCNの動作部表現に変換することが可能である。ただし、TTCNのラベルに関する制約によって、ループについてはTTCNのラベル表現として扱うことができない。そこでTTCN上ではループを表す構造として部分木のアタッチメントを用いる。

2.4 考察

LOTOSでは一般にはアクションに対する入出力の区別はない。そのため、本方法による試験系列を試験に適用する際には、各アクションがテストによる出力であるか入力であるか、さらに試験の方法によっては上位テストによるものか下位テストによるものかを示した表等の情報を用意することが望ましい。

また、本方法で得られた試験系列は、一般にはループを含むため無限長の系列になる。従って、そのループによる繰り返しをどこまで試験するかは、試験実施者に依存する。

3 むすび

本稿では、LOTOS仕様から直接に対応する試験系列をTTCN表現で生成する方法(LD法)を与えた。

LD法では、試験系列として木状のLOTOS表現である試験木を導入し、一般のLOTOS表現からの試験木の導出アルゴリズム及び試験木からのTTCN表現への変換アルゴリズムを与えた。

今後の課題としては、

- ・本研究の方法を実際の大規模な記述に応用し、その有効性を確認すること
 - ・実際の適合性試験の立場から、得られた試験系列を用いた具体的な試験の方法を検討すること
 - ・LD法の支援システムを実現すること
- 等がある。

参考文献

- (1) ISO: “Data Processing - Open Systems Interconnection - Basic Reference Model”, ISO 7498.
- (2) ISO: “OSI Conformance Testing Methodology and Framework Part 1: General Concepts” ISO/DIS 9646-1.
- (3) ISO: “OSI Conformance Testing Methodology and Framework Part 3: The Tree and Tabular Combined Notation (TTCN)”, ISO/DP 9646-3.
- (4) 鈴木, 小花: “OSIの標準化動向”, 電子情報通信学会誌, Vol. 72 No. 5 pp. 531-537, 1989.
- (5) ISO: “LOTOS (Formal description technique based on the temporal ordering of observational behaviour)”, ISO 8807, 1989.
- (6) 神長, 高橋, 白鳥, 野口: “LOTOS仕様の等価性とその判定法”, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J-72-D-1 No. 5 pp. 367-376, 1989.
- (7) 佐藤他: “有限オートマトン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, vol. J 72-B-I No. 3, 1989.
- (8) D. P. Sidhu and T. Leung: “Formal Method for Protocol Testing: A Detailed Study,” *IEEE Trans. Software Eng.*, vol. 15-4, pp. 413-426, April 1989.