

LOTOSプロセス利用による試験支援系の考察と実現

1 T-6

後藤 憲一 佐々木 修二
(株) 高度通信システム研究所

1. はじめに

LOTOS(Language of Temporal Ordering Specification)は、ISOによって開発された国際標準として勧告されている仕様記述言語であり、時間順序の概念のもとで外部との観点でのアクション(イベント)の発生順序に従い、通信システムの仕様を形式的に記述することができる[1]。データタイプを含まない基本LOTOSのプロセスのふるまいをBergstra, KlopのACP τ [2]のように等式による公理で表現し、公理系の一部を左から右への書き換え規則とみなしたとき、LOTOSにおけるプロセスの遷移は項の書き換えによって解釈できる[3]。

本稿では、項書き換えシステムを利用したLOTOSプロセス解釈支援システムの適合性試験への応用を図るため、試験実行結果の解析を支援するシステムの考察と実現について述べる。

2. 項書き換えによるLOTOSプロセスの解釈

LOTOSのプロセスを項で表現したときの記号の対応を表1に示す。LOTOSにおけるプロセスの並列合成の機能を表すための技術的理由により、left-composition [L], middle-composition [L]を新たに導入している。LOTOSプロセスのふるまいは、表2の等式によって表現される。x, y, zとa, bは、それぞれプロセスとアクション(内部アクション τ を含む)を値としてとる変数であり、 $L \subset A, I \subset A$ とする。*印の等式は公理から得られる定理である。

表1 記号の対応

LOTOS	公理系	機能
;	·	action prefix
[]	+	choice
>>	>>	sequential composition
		independent parallel composition
		dependent parallel composition
[]	[L]	general parallel composition
なし	[L]	left-composition
なし	[L]	middle-composition
hide	τ I	hiding operator
i	τ	internal action (event)
[>	[>	disruption composition
stop	stop	inaction/deadlock
exit	exit	successful termination

表2の公理を左から右への書き換え規則とみなすと、プロセスのふるまいは項の書き換えで解釈される。

(定義1) 項書き換えシステムR

Rを左辺から右辺への書き換え規則とみなした項書き換えシステムとする。

Rを用いてLOTOSのプロセスは、"."と"+"のみを用いて表すことができる。

表2 LOTOS等式表現の公理系

A1	$x + y = y + x$
A2	$x + (y + z) = (x + y) + z$
A3	$x + stop = x$
A4	$x + x = x$
SC1	$stop \gg x = stop$
SC2	$exit \gg x = \tau . x$
SC3	$a . x \gg y = a . (x \gg y)$
SC4	$(x + y) \gg z = x \gg z + y \gg z$
SC5	$x \gg (y \gg z) = (x \gg y) \gg z$
FM1	$x y = x \emptyset y$
FM2*	$x y = y x$
FM3*	$x (y z) = (x y) z$
SM1	$x y = x A y$ Aはすべてのイベントのリスト
SM2*	$x y = y x$
SM3*	$x (y z) = (x y) z$
GM1	$x L y = x [L] y + y [L] x + x [L] y$
GM2	$stop [L] x = stop$
GM3	$exit [L] x = exit$
GM4	$a . x [L] y = a . (x [L] y)$ if $a \notin L$
GM5	$a . x [L] y = stop$ if $a \in L$
GM6	$(x + y) [L] z = x [L] z + y [L] z$
GM7	$stop [L] x = stop$
GM8	$x [L] stop = stop$
GM9	$exit [L] exit = exit$
GM10	$a . x [L] a . y = a . (x [L] y)$ if $a \in L$
GM11	$a . x [L] y = stop$ if $a \notin L$
GM12	$x [L] a . y = stop$ if $a \notin L$
GM13	$(x + y) [L] z = x [L] z + y [L] z$
GM14	$x [L] (y + z) = x [L] y + x [L] z$
GM15*	$x [L] y = y [L] x$
GM16*	$x [L] (y [L] z) = (x [L] y) [L] z$
TI1	$\tau I(a) = a$ if $a \notin I$
TI2	$\tau I(a) = \tau$ if $a \in I$
TI3	$\tau I(x + y) = \tau I(x) + \tau I(y)$
TI4	$\tau I(a . x) = \tau I(a) . \tau I(x)$
TI5	$\tau I(stop) = stop$
TI6	$\tau I(exit) = exit$
DP1	$stop [> x = x$
DP2	$exit [> x = exit + x$
DP3	$a . x [> y = a . (x [> y) + y$
DP4	$(x + y) [> z = x [> z + y [> z$

3. LOTOSプロセス解釈支援システム

項書き換えシステムをワークステーション上に実現し、LOTOSのプロセス表現を項によるプロセス表現に対応させ、書き換え規則により正規形の表現に変換するシステムがLOTOSプロセス解釈支援システムである。正規形の表現と

A Study and an Implementation of a Testing Environment using LOTOS Process
Ken'ichi GOTOH, Shuji SASAKI
Advanced Intelligent Communication System Lab.

は、それ以上書き換えられないプロセス表現である。システムの構成を図1に示す。LISPで処理するため文字列からリスト、リストから文字列への変換部が存在する。項書き換え部のアルゴリズムを図2に示す。項の中で書き換え規則が適用可能な部分をリデックスとよぶ。

[変換例]

(入力) (a;b;stop) ||| (c;d;stop)
 (出力) a;(b;c;d;stop [] c;(b;d;stop [] d;b;stop))
 [] c;(d;a;b;stop [] a;(b;d;stop [] d;b;stop))

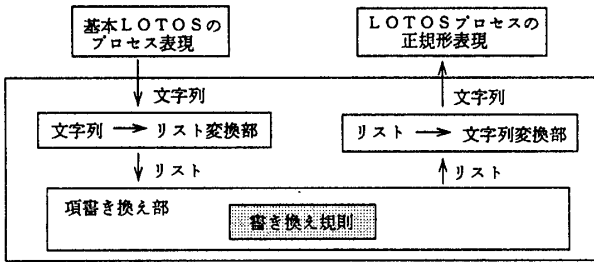


図1 LOTOSプロセス解釈支援システムの構成

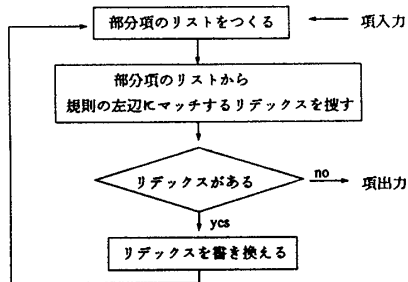


図2 項書き換え部のアルゴリズム

4. 適合性試験環境への応用

LOTOSプロセス解釈支援システムを適合性試験環境へ応用し、その有用性を確認するため試験実行結果の解析支援システムを考えた。

試験を実行した結果得られる試験ログは、発生したイベントを時間順序で羅列したものと見ることができる。従って、試験ログの内容をLOTOSのプロセス表現に変換することは容易である。また、それはおのずから正規形の表現となる。そこでLOTOSプロセス解釈支援システムで得られるプロセスの正規形表現と試験ログから得られるプロセス表現の間での比較判定が可能となる。判定アルゴリズムを図3に示す。

(1), (2), (5)では、LOTOSプロセス解釈支援システムから得られるプロセス表現を試験ログから得られるプロセス表現の中のイベントをキーとして検索する。キーとなるイベントはプロセス表現の左から順に選択される。判定のpass, failは適合性試験で使われる判定、pass(通過), fail(失敗)に対応する。もしキーとなるイベントが不足し最終イベントまでの比較ができない場合inconclusive(不確定)となる。

プロセス、子プロセス、イベントの関係は次のように定義する。

(定義2)

プロセス ≡ 子プロセス1 [] 子プロセス2
 子プロセス ≡ イベント1 ; イベント2

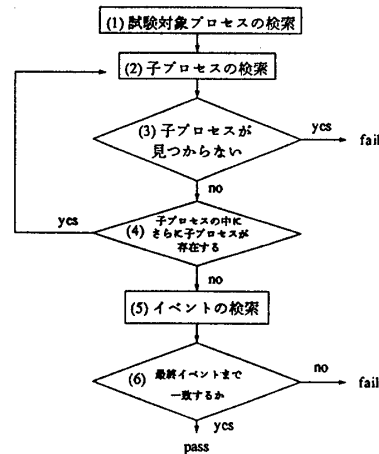


図3 プロセス比較判定アルゴリズム

システムの構成を図4に示す。本システムでは、結果の出力に特徴をもつ。プロセスの正規形表現では、LOTOSオペレータが";"と"[]"のみとなるためアクション木表現への変換が容易となる。そこで、入力されたプロトコル仕様のプロセスをアクション木で表示し、その上を試験ログから得られるイベントでたどる仕組みを考えた。この機能によって、試験が仕様をどの程度網羅しているか視覚的に判断できるようになり、試験の妥当性を確認するための有効な情報が得られる。

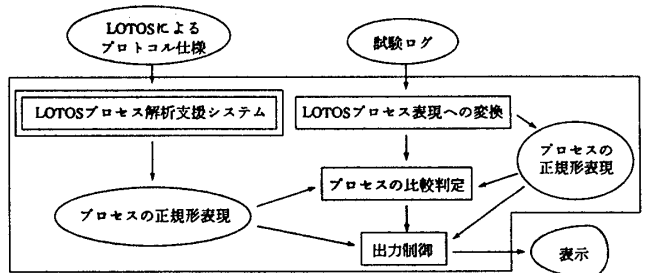


図4 試験結果解析支援システムの構成

5. むすび

LOTOSのプロセスの表現変換を行うLOTOSプロセス解釈支援システムが、実試験環境に応用できることを確認した。今後はプロセス間の複雑な同期関係をどう扱うか検討をすすめ、試験システムの運用の一部を担うことが可能なシステムを開発する予定である。

[謝辞] 本研究にあたりご指導頂いた、東北大学野口教授、白鳥教授、高橋技官に感謝いたします。

[参考文献]

[1]ISO :Information processing - Open Systems Interconnection -LOTOS- a Formal Description Technique Based on the Temporal Ordering of Observational Behaviour, ISO 8807 (1989)

[2]Bergstra, J.A. and Klop,J.W. :Algebra of Communicating Processes with Abstraction, theor. Comput. Sci. Vol.37,pp.77-121 (1985)

[3]佐々木,富樫,野口 :等式によるLOTOSプロセスの記述と解釈,情報処理学会第40回全国大会論文誌 pp.903-904 (1990)