

LOTOSの状態遷移的解釈に関する一考察

4N-7

山口 基志 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

通信システム及び通信ネットワークの発展にと
もない、それらの通信プロトコルの仕様を形式的
に記述するための方法であるFDT(形式記述技法)
の重要性が高まっている。

このような状況のもと、プロセス代数型の
LOTOS¹⁾と、拡張型有限状態機械を基礎とする
Estelle²⁾という、2つのFDTがISOにおいて提案さ
れている。今後、統合的にFDTの研究を進めてい
くうえで、また、短期的展望としては実装あるい
は検証系を実現するためのより現実的なアプロ
ーチとして、この2つのFDTに関して、一方のFDT
で記述された仕様を他方の仕様に変換することは
非常に有益である。

本稿では、LOTOSのセマンティクスを状態遷
移的に解釈することにより、LOTOSの仕様を
Estelleの仕様に変換するための1つの手法を提案す
る。

以前筆者らが提案した手法³⁾は、Estelleに同期
通信を導入して変換する手法であったが、本稿で
は、Estelleを非同期通信のままを用いて、LOTOS
のセマンティクスをEstelleにおいてシミュレ
ーションするという手法を提案する。

2. 変換における対象領域の設定

本研究では、変換対象とするFDTの記述的・
意味的特性、および技術的な理由により、以下
に述べるような制限・拡張をLOTOS, Estelleに加
え、変換の対象範囲を設定する。

<LOTOSへの制限>

- LOTOSのデータ部は扱わない。
- 状態数及び遷移数は有限とする。
- プロセスの再帰呼び出しの禁止。(Estelleの
親子優先権原則による。)

<Estelleへの制限、拡張>

- 特殊インタラクションポイントenvの導入
LOTOSでのイベントの“環境との同期”とい
うセマンティクスをEstelleにおいても保存
するために、Estelle文法に“環境との同期”
用の特殊インタラクションポイントenvの
機能を新たに付加する。

3. 変換法

3.1 基本方針

- LOTOSのセマンティクスをEstelleの非同
期通信の形で実現する。
- LOTOSのアクション木を状態遷移図に対応

させる。(ただし、1つのイベントは複数の
遷移(遷移群)に対応する。)

- LOTOSのオペレータ毎にEstelleでの構造化
のための解釈を与える。

(\parallel , $[\dots]$, III , $>$, $>>$, $[>]$)

($[\]$ の場合は構造化しない。)

- LOTOSのプロセス及びゲートは、Estelleで
は共にモジュールに対応する。

<LOTOS> \leftrightarrow 対応 \rightarrow <Estelle>

- | | |
|-------|-----------|
| ・ゲート | ・ゲートモジュール |
| ・プロセス | ・動作モジュール |

3.2 変換

LOTOSのプロセス及びゲート構造に対応する
Estelleのモジュール構造をEstelle仕様にてあら
かじめ設定しておくことを前提として、LOTOSの
アクションの要素をEstelleで実現すると、以下の
ようになる。

- (1) ゲートにおける同期

(例: $g; B$, $P_1[g] [g] P_2[g]$)

LOTOSのイベントをEstelleの遷移に対応
させると図1.(a)のようになる。ただ、これだ
けではLOTOSの同期通信のセマンティクスを
Estelle仕様で表すことはできない。LOTOSの
同期通信のセマンティクスをEstelleの非同期通
信のセマンティクスで実現する手順を次のよう
に与える。(図2. 参照)

{ P_i 中のイベントがゲート g にて同期する。}

- ① まず、動作モジュール P_i は、ゲートモ
ジュール g に同期要求インタラクションreq
を送信して、初期状態から同期待ち状態に遷
移する。(遷移 t_{req})
- ② ゲートモジュール g は、環境(env)も含
めて同期すべき動作モジュールすべてから
reqを受信した場合に、その動作モジュール
すべてに同期許可インタラクションackを
送信する。(遷移 t_{ack})
- ③ ゲートモジュール g にて、同期すべき動
作モジュールからのreqが揃わない場合、
かつ、仕様全体で他にofferされるべき遷移
が無い場合には、reqを送信してきた動作モ
ジュールにだけ同期拒否インタラクション
nakを送信する。(遷移 t_{nak})
- ④ 動作モジュール P_i は、同期待ち状態にて
ackを受信した場合は、同期を受理して次状
態に遷移する。(遷移 t_{sync})
- ⑤ 動作モジュール P_i は、同期待ち状態にて
nakを受信した場合は、同期を受理せず初期
状態に戻る。(遷移 t_{rej})

(2) 内部イベント i (図1.(b) 参照)

LOTOS の内部イベント i は、Estelle では動作モジュール中のゲートの関与しない自発的な遷移として表される。(遷移 t_i)

(3) 選択

(例: $a; B [] b; B'$)

チョイスオペレータ($[]$)に関しては、Estelle に於いてモジュール化は行わず、動作モジュール内の複数の遷移の中から1つを選択することに対応させる。通常の場合、ある1つの t_{req} が選択される。このとき、1つの動作モジュールから一度に送信される req の数は1個である。

(4) enabling

(例: $P_1[\dots] >> P_2[\dots]$)

enabling の場合は、動作モジュール P_1, P_2 間にリンクをあらかじめ設定し、 P_1 にて正常終了に相当する遷移がofferされたならば同時に正常終了通知インタラクション $exit$ を P_2 へ送信する。 P_2 は $exit$ を受信して初めて他の遷移を offer することができる。(遷移: t_{exit}, t_{rexit})

(5) disabling

(例: $P_1[\dots] [> P_2[\dots]$)

disabling の場合は、 P_2 の初期イベントに対応する遷移がofferされたときには P_1 を release する指示を出す。逆に P_1 において正常終了に相当する遷移がofferされたときには P_2 を release する指示を出す。(遷移: $t_{req-dis}, t_{dis}, t_{exit}$)

(6) hiding

(例: $hide g_1, \dots, g_n in P[\dots]$)

LOTOS セマンティクスにおける hiding の意味は“環境からの隠蔽”であるから、Estelle 仕様においては、ゲートモジュール g_1, \dots, g_n が、環境との接点である特殊インタラクションポイント env を設定しないことに対応させる。

4.まとめ

本稿で提案したLOTOS仕様をEstelle仕様に変換する手法の主な特徴を以下に示す。

- LOTOSの同期通信のセマンティクスを Estelleの非同期通信を用いて実現可能。
- 多重同期を自然に扱える。
- “環境”を他の仕様内のモジュールと同様に扱える。

参考文献

- 1) ISO:“LOTOS - A Formal Description Technique Based on the Temporal Ordering of Observational Behaviour”, ISO8807 (1989).
- 2) ISO:“Estelle - A Formal Description Technique Based on Extended State Transition Model”, ISO9074 (1989).
- 3) 山口、高橋、白鳥、野口:“LOTOSの状態遷移的解釈”, 情報処理学会第39回全国大会(1989.10)

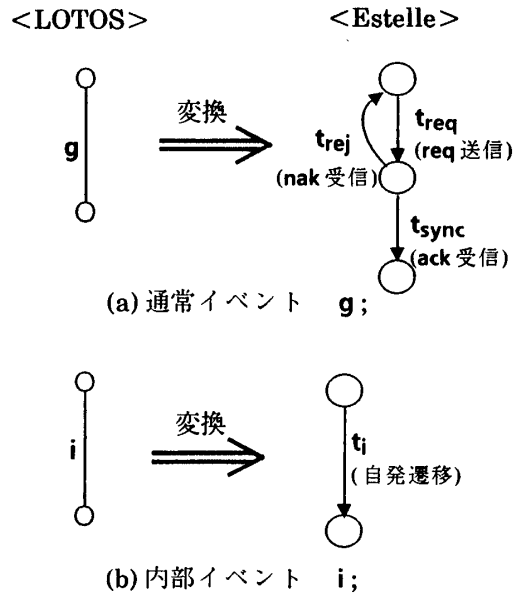
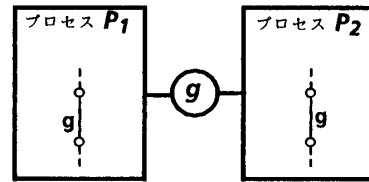


図1. イベントの変換

<LOTOS仕様> (例: $P_1[g]P_2$)



変換

<Estelle仕様>

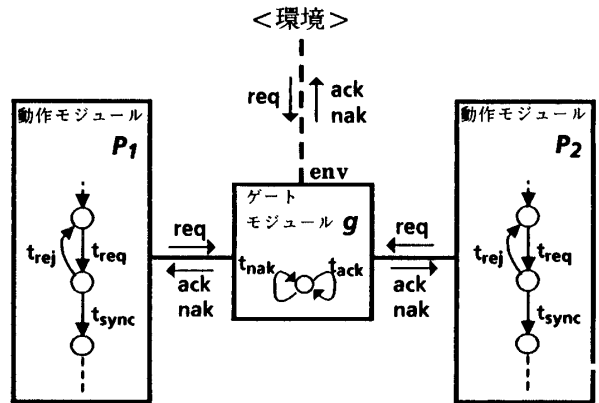


図2. プロセス構造の変換