通信プロトコルのやわらかい合成支援環境の構築

6K－7 勝倉 真 臼井 伸幸 ベッド・バハドゥール・ビスタ 富樫 敦 白鳥 則郎
東北大学電気通信研究所

1 はじめに

通信プロトコルの設計においては,その記述が形式的であること,明確であいまい性がないことが要求される.そのため記述においては形式記述技法 (FDT:Formal Description Technique) が用いられる [1, 2, 3]. 我々は,FDT の一つである LOTOS で記述された単一エンティティから通信相手となるエンティティを生成し,プロトコルを自動合成するアルゴリズムを提案してきた [4]. 本稿では,プロトコルの自動合成システムを中心とした通信プロトコルのやわらかい合成支援環境を紹介し,さらに合成アルゴリズムの拡張について述べる.

2 合成アルゴリズム

本節では,合成支援環境の中心となる合成アルゴリズム,並びに扱うコミュニケーション・エンティティについて述べる.

2.1 コミュニケーション・エンティティ

本稿ではコミュニケーション・エンティティを表すプロセス Pを以下のように定義する.

$$P ::= \ stop \ \mid exit \ \mid x \ (x \in X)$$
$$\mid \left(\sum_{i\in I} \gamma_i \downarrow; \overrightarrow{\alpha_i}; P_i\right) \Vert\Vert \left(\sum_{j\in J} \overleftarrow{\alpha_j}; \gamma_j \uparrow; P_j\right)$$
$$\mid rec\ x.\ \ P$$

2.2 合成アルゴリズム

単一のエンティティPが与えられた時,通信相手となるエンティティ$peer(P)$は次のアルゴリズムによって得られる.

```
procedure peer(P);
begin
case P of
  stop: return stop;                    (case 1)
  exit: return exit;                    (case 2)
  x: return x;                          (case 3)
  (Σ_{i∈I} γ_i ↓; α→_i; P_i) ||| (Σ_{j∈J} α←_j; γ_j ↑; P_j):
      return
    (Σ_{i∈I} α→_i; β_i ↑; peer(P_i)) ||| (Σ_{j∈J} β_j ↓; α←_j; peer(P_j));
                                        (case 4)
  rec x.P: return rec x.peer(P);        (case 5)
end
```

エンティティPと$peer(P)$を共通のゲートで同期をとるとプロトコルマシーンPMが得られる.(図1)

$$PM = P|G|peer(P)$$

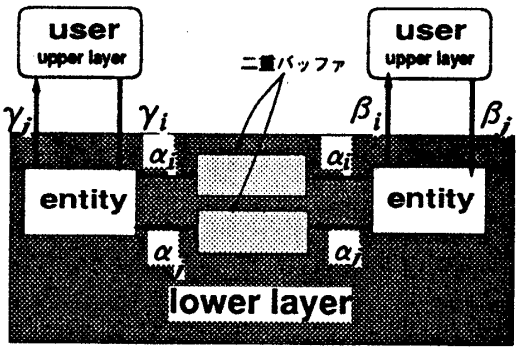

図1 プロトコルマシーン PM

3 やわらかい合成支援環境

3.1 合成支援環境の構成

図2に合成支援環境の構成図を示す.合成システムは先のアルゴリズムを実現したシステムで,LOTOS で記述された単一エンティティを与えることでプロトコルを合成する.LOTOS シミュレータは合成されたプロトコルを LTS(Labeled Transition System) に変換する.girl は LTS を X-Window 上にグラフィカルに表示する.解析診断システムは得られたプロトコルが意図した働きをするか,dead-lock がないか,等を診断する.データベースは,合成の際に再利用をはかるために用意される.

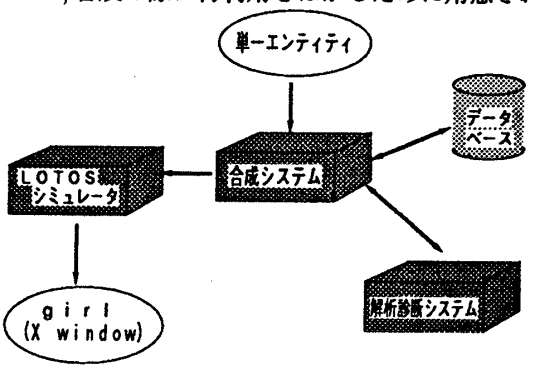

図2 通信プロトコルのやわらかい合成支援環境

3.2 やわらかいとは

本稿では,やわらかい (flexible) 合成支援環境を次のように考える.

A Flexible Support Environment for Synthesis of Communication Protocols

Makoto Katsukura,Nobuyuki Usui,Bhed Bahadur Bista,Atsushi Togashi and Norio Shiratori
Research Institute of Electrical Communication,Tohoku University

- 従来の方法では2つのエンティティを設計した上で,プロトコルを作らねばならない
  ⟶1つのエンティティを与えるだけで良い
- プロトコルを合成したあとでエンティティに変更があった場合,再合成をすることなく,局所的な変更で対応できる
- Graphical interface

4 実行例

単純なデータの送信・受信を行なうエンティティを与える(図3).

$P = \gamma_i \downarrow; \overrightarrow{\alpha_i}; stop ||| \overleftarrow{\alpha_j}; \gamma_j \uparrow; stop$

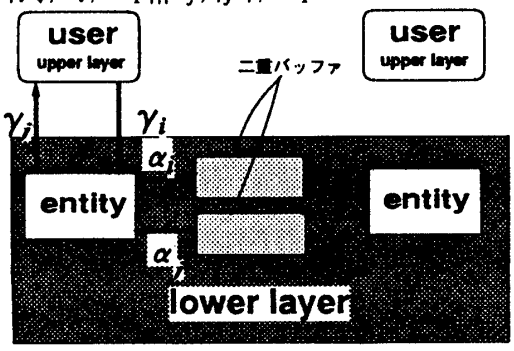

図3 単一エンティティ P

このとき合成システムは $peer(P)$ と同期しなければならないゲートの集合 G を生成する.

$peer(P) = \overrightarrow{\alpha_i}; \beta_i \uparrow; stop ||| \beta_j \downarrow; \overleftarrow{\alpha_j}; stop$

$G = \overrightarrow{\alpha_i}, \overleftarrow{\alpha_j}$

これらから,プロトコル PMが合成される.

$$PM = \left(\gamma_i \downarrow; \overrightarrow{\alpha_i}; stop ||| \overleftarrow{\alpha_j}; \gamma_j \uparrow; stop\right) \\ |[G]| \left(\overrightarrow{\alpha_i}; \beta_i \uparrow; stop ||| \beta_j \downarrow; \overleftarrow{\alpha_j}; stop\right)$$

LOTOSシミュレータを介して,X-Window上にプロトコル PMのアクション木が表示される(図4).

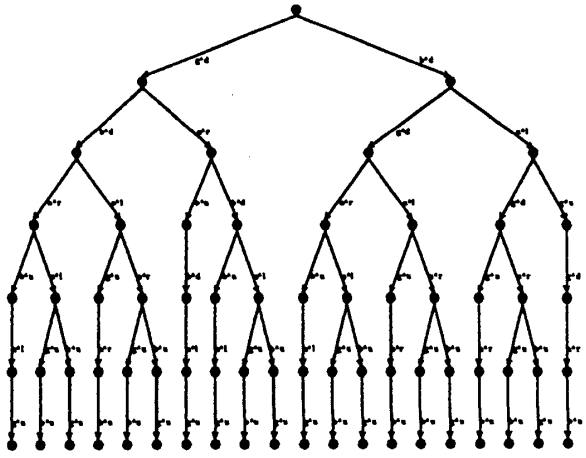

図4 プロトコル PMのアクション木 P

5 合成アルゴリズムの拡張

先のアルゴリズムでは扱うエンティティを制限してきたが,静的な構造をもったエンティティへの拡張を考えたい.

$$P ::= \quad stop \mid exit \mid x\ (x \in X) \\ \mid \left(\sum_{i \in I} \gamma_i \downarrow; \overrightarrow{\alpha_i}; P_i\right) ||| \left(\sum_{j \in J} \overleftarrow{\alpha_j}; \gamma_j \uparrow; P_j\right) \\ \mid rec\ x.\ \ P \\ \mid P_1 \gg P_2 \\ \mid P_1 [> P_2 \\ \mid P_1 |[G]| P_2 \\ \mid P_1 ||| P_2 \\ \mid P_1 || P_2$$

その際,合成アルゴリズムは次のように拡張される.

case P of

$P_1 \gg P_2$:return $peer(P_1) \gg peer(P_2)$

$P_1 [> P_2$:return $peer(P_1) [> peer(P_2)$

$P_1 |[G]| P_2$:return $peer(P_1) |[G]| peer(P_2)$

$P_1 || P_2$:return $peer(P_1) || peer(P_2)$

しかしながら,一部のオペレータについてはこの合成アルゴリズムによって得られたプロトコルがdead-lockに陥る場合がある.

6 おわりに

今後は,dead-lock-freeなプロトコルを合成する拡張アルゴリズムを完成させ,そのアルゴリズムの実装を行ないたい.また,データベース,解析診断システムを含めた,合成支援環境の完成を目指したい.

参考文献

[1] R.L.Tenney, "Introduction to Estelle", K.J.Turner Eds., Using Formal Description Techniques, Chap 2, pp.17-45, 1993

[2] O.Faergemand,"Introduction to SDL", K.J.Turner Eds., Using Formal Description Techniques, Chap 4, pp.85-124, 1993

[3] Tommaso Bolognesi, "Introduction to the ISO Specification Language LOTOS", Computer Networks and ISDN Systems 14(1987) pp.25-59

[4] Bhed Bahadur Bista, Zixue Cheng, Atsushi Togashi and Norio Shiratori,"A Synthesis Algorithm of a Protocol Model from a Single Entity", FORMAL DESCRIPTION TECHNIQUES 1994