

TM-0381

通信システム用設計仕様
統合時の論理検証

三宅和裕，上田佳寛，長谷川晴朗
(沖電気)

August, 1987

©1987, ICOT

ICOT

Mita Kokusai Bldg. 21F
4-28 Mita 1-Chome
Minato-ku Tokyo 108 Japan

(03) 456-3191-5
Telex ICOT J32964

Institute for New Generation Computer Technology

通信システム用設計仕様統合時の論理検証

Logical Verification of Integrated Design Specification for Communication Systems

三宅和裕 上田佳寛 長谷川晴朗
Kazuhiro MIYAKE Yoshihiro UEDA Haruo HASEGAWA
沖電気工業(株)
Oki Electric Industry Co., Ltd.

1 はじめに

我々は、曖昧なユーザ要求からサービス仕様を自動生成する仕様設計エキスパートシステムEXPRESS (EXPeRt system for ESS)を開発中である。本論文では、EXPRESSの仕様の作成過程を述べた後、本システムにおける仕様の論理検証、特に行列を用いた解析について述べる。

2 仕様の作成過程

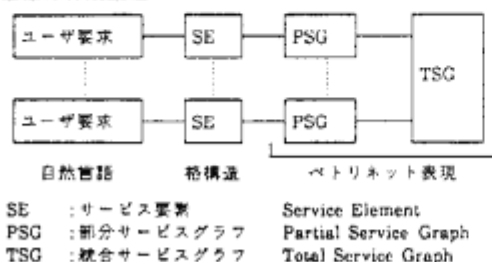


図1 EXPRESSの仕様の作成過程

本システムでは動作をトランジション、状態をプレース、そしてシステムのリソースをトークンに対応させてベトリネットを作成する。PSGは一個のサービスを表現する。TSGはPSGを統合したサービス仕様である。

3 ベトリネットの行列を用いた表現

ここで簡単に、ベトリネットの行列について述べる。トランジションの入力関数及び出力関数を表す行列 D^- , D^+ を定義する。各行列は、トランジションに対応する m 個の行とプレースに対応する n 個の列から成る。 D^- の j 行 i 列の要素は P_i から T_j に入るアークの多重度を、また D^+ の j 行 i 列の要素は T_j から P_i に出るアークの多重度を表す。各プレースに存在するトークンの数を、 n 次元ベクトル μ (マーキングと呼ぶ) で表すと、(a)式が成立する時 T_j が発火する。

$\mu \geq e(j) \cdot D^-$ (a)
但し、 $e(j)$ は第 j 成分が1の m 次元の単位ベクトル。
また、マーキング μ_0 において、 T_j が発火すると、新しいマーキング μ は次のようになる。
 $\mu = \mu_0 + e(j) \cdot D$ (b) 但し、 $D = D^+ - D^-$
従って、マーキング μ_0 において発火系列
 $\sigma = T_{j_1} T_{j_2} \dots T_{j_n}$
が発火すると、新しいマーキングは次のようになる。
 $\mu = \mu_0 + (e(j_1) + \dots + e(j_n)) \cdot D$
 $= \mu_0 + f(\sigma) \cdot D$ (c)

4 作成されたベトリネットの論理検証

本システムでのサービスは、リソースが全て空きの状態を初期マーキングとして、最終的にそこに戻るものを言う。

したがって得られたベトリネットが、全ての或いは幾つかのトランジションを経由した後、初期状態に戻らない場合、これはサービスの定義と矛盾するので、行列の性質を利用して検出・除去する。

式(c)より $f(\sigma) \cdot D = 0$ (d) (サービスの定義より $\mu = \mu_0$)
この式が解を持たない時は、矛盾する場合である。行列の性質から、この式が解を持つかどうかは D の行列について rank を求める事によって判別可能である。例を図2に示す。

$$D \text{ を } (m, n) \text{ 行列として}$$

$$m = \text{rank}(D)$$

$$m = 2 - 2 = 0$$

よって、(d)式の解は0個

$$D = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 1 \end{pmatrix}$$

図2 サービスを持たないベトリネットの行列の例

5 ベトリネットの行列の統合

EXPRESSは、TSGにPSGをマッピングしてTSGにないものを付け加える事で統合を行う。行列レベルでの統合は、PSGの行列とTSGの行列を用い次のようなルールに従いTSGの行列を拡張することで行う。

- 1) PSGがない時は、PSGの一つをTSGとする。
- 2) PSGのプレースを一つ選び、同一の状態がTSGに存在しなければTSGにその列を追加する。
- 3) 同様にトランジションに同一の動作がないか、または後にくるプレースが同一でなければ、TSGに行を増やす。

図3に行列の統合の例を示す。

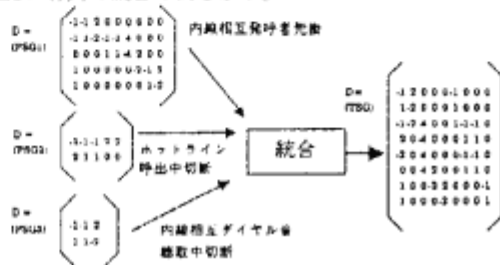


図3 行列の統合の例

6 新サービスの発見

PSGを統合したTSGには、ユーザが定義した以外のサービス、元のPSGの一部を通る別の経路が存在する事がある。

サービスは、リソースが全て空きの状態を初期マーキングとして、最終的にそこに戻るものを言う。したがって、(d)式の解を求めることによりサービスを発見できる。

実際に図3の統合後のベトリネットについて(d)式の解を求めると、統合される前のサービスを示す三つの解

- (1,0,1,0,0,1,1,1).....内線相互発呼先掛
- (0,0,0,1,1,0,0,0).....ホットライン呼出中切断
- (1,1,0,0,0,0,0,0).....内線相互ダイヤル音聴取中切断

及び解 (1,0,1,1,0,0,0,0) が得られる。この解について発火順序を求めると $T_1 \rightarrow T_3 \rightarrow T_4$ となり、これは内線相互呼出中切断であって、統合前にユーザが定義していなかったサービスである。

他にこの4つの解に一次従属なベクトルでサービスと成りうるものを探してみる。これは初期状態から到達木を作成することにより発見できる。ここでは同一サービスを2度たどるなどの意味のないものは除外する。

それによって解(0,0,0,0,1,1,1,1)が求まり、これからの発火系列 $T_5 \rightarrow T_6 \rightarrow T_7 \rightarrow T_8$ を持つホットライン発呼者先掛のサービスを発見できる。

7 おわりに

ベトリネットによって表された仕様の論理検証を行列を用いて行った。ベトリネットを解析することで仕様の正当性を示し、新サービスを発見できることを示した。なお、本研究は第五世代コンピュータプロジェクトの一環として行っているものである。

8 参考文献

- [1] J.L. Peterson: "Petri Net Theory and Modeling of Systems", Prentice-Hall, (1981)
- [2] 上田他: "通信システム用仕様設計における追加仕様の検証方式", 第35回情報全大, 3W-10
- [3] 三宅他: "通信システム用仕様設計エキスパートシステムにおける知識検証系の検討", 第34回情報全大, 3R-9