

平行システムのサンプルとしての
特徴記号列表現

1F-6

柳沢隆夫 長谷部 潔 榎本 肇
芝浦工業大学

1. はじめに

単一システムのモデルとして、これまでに、最小状態で表現された決定性有限状態オートマトンを考え、そのシステム特性を入力記号列集合受理特性により、システムを代表して表現する特徴記号列集合の生成方法、それからシステムを復元する方法を与え、それらの手続きの計算複雑性を既に与えたが⁽¹⁾⁽²⁾システムが相互作用を及ぼし合う、複数の同期して動く膨大なオートマトンに、この方法を拡張・適用すると、サンプル記号列が長くなり、かならずしも解り易いとは言えない⁽³⁾。

この点を解決するために、システムを個々の単一システムに分解し、全体としてのつながりを、推移可能性を示すトークンにより表現することにして、各部分の特徴記号列集合を与え、個々のシステム特性、並びにその相互関係を解り易く表現する方法を提案する。

その具体例として、カラー画像描画システムに含まれる一つの平行処理システムを例として取り上げ、その考察をおこなった。

2. 特徴記号列集合によるシステムの表現

情報処理システムに含まれる、実行によって得られた項目データ集合を状態とし、オペレーションあるいはインストラクションを状態推移と考え、それによるシステムの状態変化を考えるならば、システムは有限状態オートマトンの形式に変換出来る。そのような考えの上に立って、有限状態オートマトンの動作を入力記号列集合(オペレーションあるいはインストラクション)特性により、代表して表現する特徴記号列集合を定義する。

有限状態オートマトンは、正規集合や規則の集合などにより表現する事が考えられるが、受理・不受理の有限長、有限個のサンプルとしての記号列集合によって、表現することが出来れば、人間や計算機にとって非常に扱い易いものとなると言える⁽⁴⁾。

特徴記号列集合は、有限状態オートマトンの初期状態からの状態推移を表す状態分類木の葉に含まれる、最終状態以外の葉に、各状態間の推移についての相互関係を識別する入力記号列によって求めた、状態間推移識別分類木を、その葉の状態に対応させて連結することにより得られる特徴分類木から求められる。

状態分類木は、その有限状態オートマトンの各推移を一度は含み、かつ、その推移を初期状態から最短のパスでその数が最小の初期状態からの推移する記号列集合を導出する

2.1 状態間推移識別手続き

状態間推移識別分類木は、最終状態への最短のパスの、長さによる状態推移識別、並びに同じ長さの状態間も、その状態からの入力記号と推移先の推移識別状態により、推移識別が可能となるという性質を利用して、状態推移識別の効率性を高めて求めることが出来る。

以下のアルゴリズムは、入力記号列の長さが最短で、そ

の数が最小な状態間推移識別記号列集合を求めている。

ステップ・1. 最終状態へのパスの長さによる状態推移識別

最終状態より推移を逆向きにしながら、各状態の最短パスを求め、パスの長さの異なる状態間の推移識別記号列を求める。

ステップ・2. 同じ長さの状態集合内での状態推移識別

最終状態から長さの昇順に次の手続きを行う

a. その状態からの入力記号の異なるものを推移識別する。

b. その状態からの推移先の状態推移識別により、更に推移識別を進める。推移識別集合が単一の元のみと成ったら、その時点でその状態の受理特性は確立される。

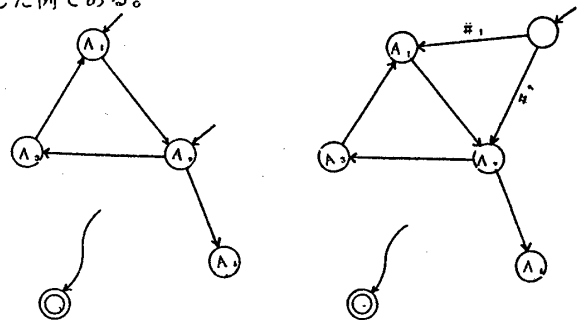
c. 単一の元と成らなかった状態は、その元を含むより長い受理記号列に対応する状態集合の推移識別性により、状態推移識別を行う。

上記の手続きは、オートマトンの各々の状態の同値性が、高々その状態数の長さの入力記号列集合によって判定出来る事から、ステップ・2を高々状態数回行えば、総ての状態の推移識別を完了させる。

2.2 初期状態を複数持つオートマトンの表現法

初期状態を複数持つオートマトンに対しては、先に述べた特徴記号列導出法を直接適用することは出来ない。そこで、各々の初期状態へ、その各々の状態の識別子で推移する新たな状態を追加し、この状態をこのオートマトンの唯一の初期状態と見なすという考えを導入する。

例えば、図・2は、初期状態を2個持つ図・1のオートマトンを、唯一の初期状態を持つオートマトンに変換した例である。



図・1. 初期状態が複数のオートマトン 図・2. 変換後のオートマトン

ここで、 $\#_1$ と $\#_2$ は、それぞれ識別子を表している。変換後のオートマトンの特徴記号列集合から、元のオートマトンを構成する際には、この識別子が複数の初期状態を見分ける役割を果たす。

複数の初期状態を持つオートマトンの動作系列は、どの初期状態からのものであるかによって相異なるが、変換後のオートマトンで代用することが考えられる。

2.3 最終状態を複数持つオートマトンの表現法

最終状態を複数持つオートマトンは、ある最終状態にお

Representation of concurrent system by characteristic sample string set

Takao yanagisawa, Kiyoshi hasebe, Hajime enomoto
Shibaura institute of technology

いて、初期状態からの、その最終状態へ到るあらゆる推移系列を考慮しても、その中に、そのオートマトンの総ての状態推移が含まれていない場合が生じる。

このオートマトンに状態分類木導出を直接、適用すると、その最終状態への推移でないものがふくまれ、その判別が不能となる。

この問題は、その最終状態から推移を逆向きにして、初期状態へたどるあらゆる推移を導出し（状態分類木導出法が適用できる）、そこに含まれた推移のみで特徴記号列集合をもとめれば、その最終状態への動作系列集合は導出されることになり、解決される。

3. 平行処理システムの特徴記号列表現

相互作用を及ぼし合う複数の単一システムからなり、単一システムから他のシステムへの推移は、そこに推移するシステムの論理動作により行われるシステムを順序制御型平行システムと定義する。

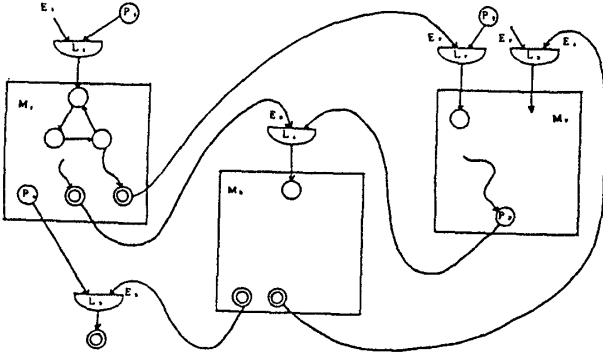
推移先のシステムの実行が、実行トークン（ユーザーが要求した処理が、現在の段階まで進んでいるかを示すトークン）と、ポシビリティトークン（各処理の開始を許可するために利用するトークン）の論理積により行われる、順序制御型平行処理システムを取り上げる。

このシステムにおいて、各単一システムの実行は、その実行に必要なトークンの状態を P_i 、システム全体に含まれるトークンの状態 P_s とがパターンマッチング： $P_s \supseteq P_i$ 、したときに行われる。

このシステムの特徴記号列表現は、システムを個々の単一システムに分解し、システム全体としてのつながりをそこへ推移した経緯を示す特徴記号列集合による実行トークンとポシビリティトークンの論理積により表現することにして、個々の単一システムの特徴記号列表現を行うことにより、導出される。

この表現法は、個々の単一システムについてだけ特徴記号列を求めているのでシンプルで、その個々のシステム特性が理解しやすく、全体のつながりも平易で分かり易い特徴がある。

このシステムの例として、図・3のシステム； (M_1, M_2, M_3) を考える



図・3. 順序制御型平行システム

ここで、 $E_i (i = 1 \sim n)$ を M_i に対する実行トークンの発行、 $P_i (i = 1 \sim n)$ をポシビリティトークンとし、 L_i を E_i と P_i により真となるイベントの発行とする。また M_j の特徴記号列集合を $d_{ij} (j = 1 \sim k)$ とすると、ある d_{ij} が相当する E_i 又は P_i を発行すると考える。例えば、 M_1 での d_{13} は M_1 での動作が部分的に終了し、 M_3 へ実行トークン E_3 の発生のための特徴記号列集合を表現している。そしてそれ以前にポシビリティトークン P_3 が真となっていれば M_3 の動作が開発される。これを、 $d_{13} \rightarrow E_3$ 、 $(E_3 \wedge P_3) \rightarrow d_{33}$ のように表現する。従ってこれは新しい上位システムとしての表現形式

と考え、これのサンプル表現が可能である。ここで $d_{11}, d_{12}, \dots, d_{kk}$ は平行動作が許されると考える。

4. カラー画像処理システムへの応用・考察

特徴記号列表現の順序制御型平行システムへの応用の具体例として、言語；WELLEPPP⁽⁵⁾⁽⁶⁾ によって記述されるカラー描画システムを取り上げる。このシステムの処理手順は階層構造を構成しており、一番下位の層で実際の描画処理が施されるように設計されている。

このシステムに含まれる平行処理機構としては、

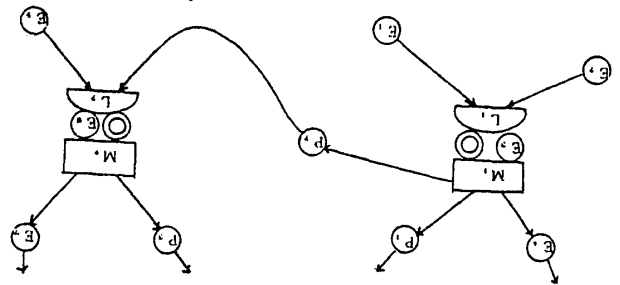
(1) 複数のオブジェクト処理を同時に行うことが可能で、これを平行処理している。（統括層で実行される。これが前述の上位システムに対応する。）

(2) システムを構成する各層処理がそれぞれ平行処理である。単位システム M_i での平行性を表している。などが挙げられるが、この中で階層構造の一番下位層である関数実行層とリクエストとレスポンドでつながり、これを呼び出して描画実行させているネットワーク層（順序制御型平行システムを構成している）を具体的に取り上げ、そのシステムへの応用性を考察する。

ネットワーク層は、オブジェクト・ネットワークを利用して構成されている。この層に含まれるオブジェクトはフレーム構造をしてり、各のオブジェクトはその属性部をもっている

ユーザーは、このネットワーク層にたいして、最初に点、次に点間の線、次に線間の補完を属性値（輝度、色度）と共にリクエストして、一つの対象（例えば、雪だるまの胴）を完成する。

ネットワーク層のベトリネット表現で表現され、その一部を図に示す。



図・4. カラー画像描画システム

上位システムからの実行状態 E_1 、ユーザーからの指定 E_2 により L_1 が発火し、点があたれる (◎)。現在の実行状態 E_2 と描画終了情報で、終了処理 M_1 が行われ、そのときの実行状態を示す E_3 、上段の処理を許可する P_1 、属性処理を許可する P_2 を発行する。次にユーザーの属性指定 E_3 があると、 L_2 が発火し、点に属性がつけられる (◎)。そのときの実行状態 E_3 と属性処理終了情報で、その処理の終了 M_2 が行われ、現在の実行状態 E_3 、上段の処理を許可する P_3 を発行する。

6. 参考文献

- (1) 柳沢隆夫、榎本 肇、他3名、システムの特徴記号列表現とその分類木、情報処理学会第40回全国大会、5K-6。
- (2) 柳沢隆夫、榎本 肇、システムの特徴記号列表現とその複雑性、情報処理学会第42回全国大会、3B-5。
- (3) 榎本 肇、富田悦次、相互作用有限オートマトンのテキスト表現、昭和49年度電子通信学会全国大会、1492。
- (4) 榎本 肇、富田悦次、決定性有限オートマトンの代表記号列集合、信学論、1976。
- (5) 守屋、洋、鶴志田 稔、村尾 洋、榎本 肇、オブジェクトネットワークを利用した平行システムのベトリネット表現、情報処理学会第44回全国大会、6F-7。
- (6) 長谷部 潔、鶴志田 稔、柳沢隆夫、榎本 肇、処理プロセスにおける感性要素、情報処理学会第44回全国大会、2。