

システムの特徴記号列集合
とその分類木

5K-5

柳沢隆夫 山木淳司 久保浩治 山口成一 榎本肇
芝浦工業大学

1. まえがき

順序機械のミーリー形状態表現(順序機械がムーア形で表現されているときはミーリー形に表現変換が可能)は、入出力を対にして考えると、有限状態オートマトンの形式に変換ができる。この論文はそのような上になつて、有限オートマトンの動作を代表して表現する特徴記号列集合を分類木によって定義し、さらにこれを用いてシステムを構成する方法について論じる。有限オートマトンは決定性オートマトンで、かつ最少の状態⁽²⁾で表現されたものを対象とする。オートマトンは一般にはそれを受理するあらゆる記号列により表現されるが、特徴記号列集合はその部分集合で代表して表現するものであるためにシンプルであり、そのオートマトンの理解が容易で計算機での扱いも便利である。

2. 状態記号列集合について

オートマトンの各々の状態から最終状態への受理あるいは不受理な記号列からなる記号列の集合は、オートマトンが最少状態で表現されている場合は相異なるものが必ず存在する。オートマトンの各々の状態から同じ記号列を入力し、各状態が相異なる記号列集合になるまで続けたときに生じる記号列集合は、状態識別記号列集合となる。

3. 状態分類木と特徴分類木の定義

状態分類木とはオートマトンの初期状態から記号列を辞書式順に入力し、一度推移が調べられたものは除くという条件で、推移系列に従って各状態へ記号を順次入力続けることにより、初期状態から最終状態までの受理系列とその系列の推移した状態への到達列を導出する木である。このため、この木は辺に入力記号の重みが付けられ、節

はオートマトンの状態を表すものと、推移が不可能なときに便宜上設けられたものからなる。図1は例題のオートマトンとその木を表している。

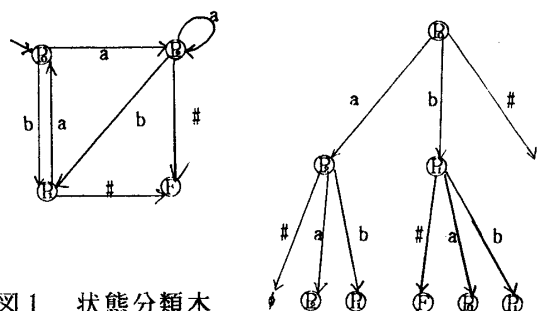


図1 状態分類木

特徴分類木はオートマトンの各状態を識別する記号列集合をもとめる際に用いられる系統だった手続きである。最初はオートマトンの各々の状態集合に辞書式順に入力し、受理されるものとされないものがあるのを見いだしたら状態集合を分離する。次ぎに分離されたものについて、記号を前に1つ辞書式順に加えて同様に行い、これを続けて総ての分離集合が単一の元となったところで終了する。この特徴分類木により、オートマトンの各々の状態から同じ記号列を辞書式かつ短いものを優先して入力し、各状態が相異なる記号列になるまで続けたときに生じる記号列集合の中で、最少の元からなる状態識別記号列集合が得られることになる。図2は例題、図1のオートマトンの特徴分類木を表している。

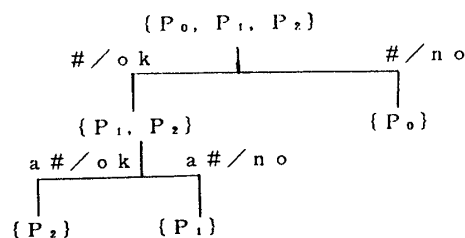


図2 特徴分類木

Characteristic string set and tree

Takao Yanagisawa, Atsushi Yamaki, Hiroharu Kubo, Seiichi Yamaguchi, Hajime Enomoto
Shibaura Institute of Technology

状態分類木より導出された受理系列の到達点で終了した記号列に、特徴分類木より導出された記号列を結合させることにより導出した記号列集合を特徴記号列集合と名付ける。状態分類木より導出された記号列集合は、同一のオートマトンは必ずこの手続きに沿って同じ記号列になることは、その性質上保障されるが、異なるオートマトンが同じ記号列にならないことは保障しない。特徴記号列集合は状態分類木の到達節の識別を行っているので異なるオートマトンの記号列集合とは一致しない。

4. 特徴記号列集合からのオートマトンの構成

構成法はオートマトンの初期状態から順次構成するもの(TOP DOWN法)と、最終状態から構成する(BOTTOM UP法)方法に分けることができる。TOP DOWN法は以下に述べるように導出計算量が多項式時間になることが保障されないが、BOTTOM UP法は、特徴記号列を木で表現して、次に木に含まれる節を識別する方法により、多項式時間になる。

ルール・スタックを用いた逐次的なオートマトンの導出法。

記号列を辞書式順かつ短い順に入力し、その記号列の受理関係を満足する最少状態のオートマトンを構成する。

STEP 1 現在のオートマトンで受理されるかどうかをチェックする。(総ての入力記号列が受理されたら終了する。)

STEP 2 STEP 1がNOのときは次のいずれかでオートマトンの改良を行う。

1. オートマトンに新しいルールを追加する。
2. 1で満足するものが得られないときはルール・スタックをPOP UPして、矛盾ルールを見だし、新たに新しいルールを追加する。

計算量は、ルール・スタックをPOP UPしながら総ての記号列の部分集合を候補として新しいルールの決定を行うので、多項式時間は保障されない。

5. 応用

特徴記号列集合からシステムの構成法に関しては、計算の複雑性の観点から、多項式時間が可能

な木探索法の応用が注目される。特徴分類木に関しては、システムの故障時の不完全分類木に対し、不良システムの内部状態を表す候補を網羅的に構成しうることより処理が容易になり応用範囲が広い。

6. まとめ

ルール・スタックによる逐次的方法の計算機実験で、理論の検証が行われた。記号列を辞書式順でかつ短い順に入力した場合の効果が現れたものと確認された。記号列が特徴記号列でない場合に生じる複数の相異なる最小状態オートマトンの導出法の研究が望まれる。

7. 参考文献

- (1). 柳沢 隆夫他、特徴分類木の操作によるシステム構成、情報処理学会第40回全国大会。
- (2). 榎本 肇・富田 悦次、代表記号列集合による決定性オートマトンの適応的修正法、信学論、1977。
- (3). 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。
- (4). L. G. VALIANT, A THEORY OF THE LEANABLE, ACM, 1984。
- (5). ANGLUIN, D., LEARNING REGULAR SETS FROM QUERIES AND COUNTEREXAMPLE, INFORMATION AND COMPUTATION 1987。
- (6). Biermann, a. w., An Interactive Finite-State Languages Learner, Proc. of the First US Japan Comput. Conf., 1972