

特徴分類木の操作による
システム構成

5K-6

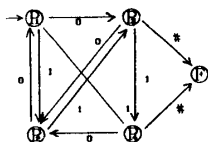
柳沢隆夫 山木淳司 久保浩治 山口成一 榎本肇
芝浦工業大学

1 まえがき

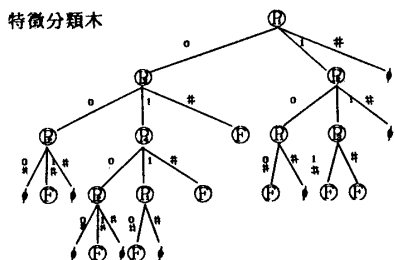
特徴分類木によって、有限オートマトンの動作を表現しうることが明らかにされている。この論文では、特徴分類木の性質を考察し、それにもとずいてシステム構成を行う方法を論じた。

2 特徴分類木の性質

(1) 特徴分類木とは、オートマトンの特徴を完全に代表し得る、受理あるいは非受理の指示が付けられた有限長、有限個の記号列集合(特徴記号列集合)を木表現したものを指す。これによって、オートマトンの理解が容易となり又、情報の縮小化にもなり機械での扱いが便利となる。図1は、オートマトンとそれに対する特徴記号列集合及び、特徴分類木を求めたもので、木表現において枝の配置は入力記号列にもとずいた辞書式順序によって、左から右方向に表現されている。



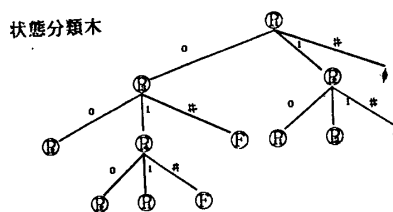
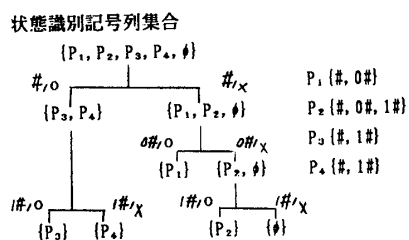
特徴記号列集合
{000#, 001#, 00#, 0100#, 0101#, 010#, 0110#,
011#, 01#, 0#, 100#, 10#, 111#, 11#, 1#, #}



-図1-

(2) 特徴分類木は、オートマトンのすべての推移路を少なくとも一度は通過し尽くすような最短、最小の記号列集合(状態記号列集合)を木表現した状態分類木に、すべての状態を受理、非受理の

パターンによって識別することのできる最短、最小の記号列集合(状態識別記号列集合)を付け加える形で与えられる。図2は、図1のオートマトンに対する状態識別記号列集合及び状態分類木を求めたものである。



-図2-

3 特徴分類木における部分木と状態識別記号列集合

特徴分類木の中から各状態識別記号列集合がどこにあるのか見いだすことが問題である。そのためそれに対応する部分木を探索する。状態識別記号列集合は必ず一つは受理状態への枝をもっているという性質があるため、特徴分類木の中から分岐があり、必ず一つは受理状態への枝をもっている部分木を探索していく。

状態識別記号列は、なるべく小さな情報で一つの状態を表現しており、特徴分類木の下部分木がそれに対応しているので特徴分類木の下から探索していくことになる。また特徴記号列集合をつくるとき、特徴分類木の始根から同じ深さに初めてでてくるおなじ状態があれば、辞書式順序の関係で、左側にはすべての入力記号の枝を付け、右

側には識別記号列集合を付けるだけになる。そのため右側のほうが小さな情報でその状態を表現しているの、部分木は右下から探索していく。

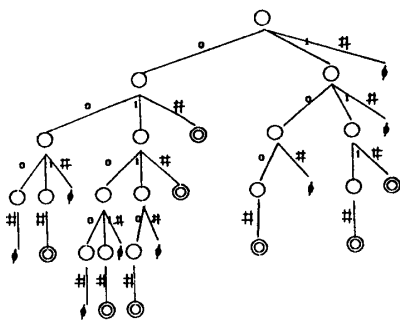
特徴分類木の部分木にラベルを付け各状態を表す部分木との比較のために部分木の特性を記憶させておく必要がある。記憶は見つけ出した部分木をそのままの形で記憶し、次に見つけられた部分木がそれと同じなら同状態であると判断する。これは、その部分木の中の受理部分だけを記憶しその受理状態の中で一番深いところ(辞書式順序)以内では、その部分木の受理部分以外に受理状態がないと定義したことに同じになる。

4 特徴分類木におけるラベル付けによるオートマトン構成

あるオートマトンの特徴記号列集合が与えられ、それを特徴分類木で表現する。この木から状態識別記号列集合に相当する部分木を見つけ、その節をもとに各状態にラベル付けを行ったラベル付特徴分類木を完成させる。この完成させたラベル付特徴分類木が求めたい元のオートマトンを表現している。以下にその概要について述べる。

(1) 図1のようなオートマトンの特徴記号列集合を与える。これはあるオートマトンを表現する最小の単位が特徴記号列集合あるから、元のオートマトンを導出するために必要とされる。

(2) 与えられた特徴記号列集合を辞書式順序に並び変え特徴分類木(図3)へと変換する。



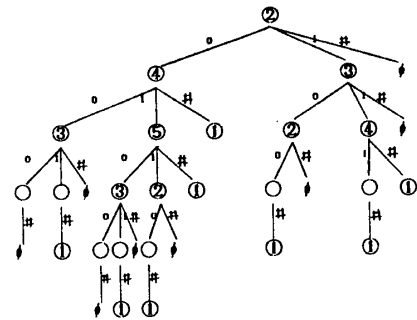
-図3-

(3) この特徴分類木にラベル付を行っていく。最初に最終状態に $L := 1$ を付け、その節点のみの部分木を P_L とする。

(4) 特徴分類木の右下から左へと、状態識別記号列集合に対応する部分木を探索する。特徴分類木の始根から同じ深さのところこのような状態に相当する節点があれば一つ枝の長さの短

い右側の節点から探し続ける。そして最初に見つけられたそのような状態に相当する節点から始まる部分木に $L := L + 1$ としたラベルを付けその部分木を $P_L := P_{L+1}$ とする。そしてこの“ P_L ”はそのままの形で記憶させておく。そしてまた次の部分木を探し、見つけ出したら記憶された“ P_L ”と比較する。記憶された“ P_L ”と同じ動きなら“ P_L ”状態であると判断し、違う動きをするものなら新たにラベル $L := L + 1$ とし $P_L := P_{L+1}$ を設定する。

(5) このことを各状態のラベル付けが終わるまで繰り返す。部分木を見つけたとき記憶されている“ P_L ”(Lはそれまでに付けられた数)すべてと照合し、同じ状態がなければ $P_L := P_{L+1}$ としを一つ増加させる。この結果、図4のラベル付特徴分類木が得られ、これを配列表現すると、元のオートマトンを得ることができる。



-図4-

5 おわりに

本論文の *decording* 理論は、計算機実験により理論の検証をした。故障したシステムに特徴記号列を入力してやると導出木が同じで、受理関係が異なった特徴記号列に対応した *subtree* が構成される。そこで本論文の応用として、*subtree* を特徴記号列になるように工夫をして故障システムの内部状態を探索できれば有用なものになる。

6. 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) 櫻本 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) 櫻本 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 LEARNABLE, ACM, 1984.
- (5) ANGLUIN, D., LEARNING REGULAR SETS FROM QUERIES AND COUNTING, INFORMATION AND COMPUTATION, 1987.