

ニューロ・AI統合型エキスパートシステム

3F-10

- SampleMaster の実装 -

阿部 一裕 小中 裕喜 小船 隆一

三菱電機株式会社 中央研究所

1 はじめに

我々は、NN(ニューラルネットワーク)技術とAI技術の統合化に関する研究 [Konaka90],[Konaka91]をおこなっており、[Konaka91]では、NN・AI統合化エキスパートシステムの基本構成について述べた。

このエキスパートシステムでは、ルールの条件部の照合に、NNのパターン処理機能をもちている。デフォルトの設定としてルールをみたす事例を学習サンプルとしてNNに学習させ、ルールによる推論と等価な動きをするNNを構築する。最適化のためにシステムの動きを変更する場合には、変更例をサンプルに付け加え、NNを再学習させる。この方式により、ルールによる推論と事例による推論を融合することが可能となった。

しかしこの方式を用いる場合、

- ルールをみたす学習サンプルをあらかじめ多量に用意しておくこと
- 変更例がルールによるものと異なる場合、ルールをみたす学習サンプルを削除すること

が必要であり、学習サンプル間に整合性が保たれるように管理をおこなわなければならない。

本稿では、制約式、ルールを用い学習サンプルの生成、検索、編集をおこなう、学習サンプル管理ツール SampleMasterの構成と機能について述べる。

2 SampleMasterによる学習サンプル管理法

2.1 入力変数、出力変数

[Konaka91]で提案したNN・AI統合化エキスパートシステムでは問題解決をおこなう対象の状態を表す特徴量をパターンに変換し、これをNNに入力パターンとして与え、出力パターンから実行する動作を決定する。状態を表す特徴量を入力変数値、実行する動作を出力変数値、入力変数値と出力変数値の組をサンプルと呼ぶ。

SampleMasterでは、事例を入出力パターンではなく、入出力変数の値で管理する。

2.2 サンプルの生成

SampleMasterは、

- 入出力変数の値域
- サンプルがとる状態を限定するための入力変数間の制約式
- 動作をしめす出力変数の値を決めるルール

からサンプルを生成する。

An expert system on symbolism and connectionism  
- Implementation of SampleMaster -  
Kazuhiro Abe, Hiroki Konaka, Ryuichi Kobune  
Mitsubishi Electric Corp.

入出力変数の値として整数値のみをとる。制約式には、入力変数の等式、不等式をとる。これらの式は非線形な式でもよい。ルールは、条件部には入力変数の等式、不等式を記述し、結論部には出力変数の値を決める等式を記述する。

図1は、[Konaka91]で述べた倉庫の問題の場合について入力変数間の関係を記述した制約式である。a1はエリア1にある荷物Aの個数、b1はエリア1にある荷物Bの個数、c1はエリア1にある荷物Cの個数、d1はエリア1で荷物がつまっていない場所の個数である。エリア1には6個の荷物まで置くので、この状態をあらわすために入力変数 a1,b1,c1,d1間に制約式(1)がなりたつ。同様に a2,b2,c2,d2間には(2)が、a3,b3,c3,d3間には(3)がなりたつ。(4)は、倉庫には少なくとも1つ荷物を置く場所がある状態をあらわす制約式である。

$$\begin{aligned} a1 + b1 + c1 + d1 &= 6 & (1) \\ a2 + b2 + c2 + d2 &= 12 & (2) \\ a3 + b3 + c3 + d3 &= 6 & (3) \\ d1 + d2 + d3 &> 0 & (4) \end{aligned}$$

図1: 制約式の例

図2は、荷物を置く場所を決めるデフォルトのルールである。bagは荷物の種類をあらわす入力変数で、荷物Aを1、荷物Bを2、荷物Cを3であらわす。areaは荷物を置く場所をあらわす出力変数で、エリア1を1、エリア2を2、エリア3を3であらわす。

$$\begin{aligned} bag = 1, d1 > 0 &\Rightarrow area = 1 \\ bag = 2, d2 > 0 &\Rightarrow area = 2 \\ bag = 3, d3 > 0 &\Rightarrow area = 3 \\ d1 > 0 &\Rightarrow area = 1 \\ d2 > 0 &\Rightarrow area = 2 \\ d3 > 0 &\Rightarrow area = 3 \end{aligned}$$

図2: ルールの例

各変数の値域は、 $0 \leq a1, b1, c1, d1, a3, b3, c3, d3 \leq 6$ ,  $0 \leq a2, b2, c2, d2 \leq 12$ ,  $1 \leq bag, area \leq 3$ である。

入力変数の値は、各変数が制約式中にあらわれる出現回数を数え、回数の多い変数から順に値をもとめていく。制約式をその変数について解き、変数がとれる範囲をもとめ、その範囲で無作為に選ぶ。

例えば、図1の制約式の場合では d1, d2, d3, a1, ... の順に値を決めていくが、d1の値が3であるときにa1の値を決める

場合、制約式(1)は、

$$a1 = 3 - b1 - c1 \quad (1)'$$

と解かれる。 $a1, b1, c1$ の値域は $0 \leq a1, b1, c1 \leq 6$ であるので $a1$ の値は、0,1,2,3の中から無作為に選ばれる。

出力変数の値は入力変数の値をルールに適用してもとめる。

入力変数の値の組を毎回無作為に生成することで、サンプルがあらゆる状態に偏りが生じることをふせいでいる。

動作をルールで記述できない場合、入力変数の値だけをSampleMasterで生成し、出力変数の値をユーザの手で指定していくこともできる。

制約式を付け加えることにより、ある特定の状態をあらゆるサンプルだけを生成できる。図1の制約式に、 $c1 = 0$ を付け加えた場合 $c1$ の値が0、すなわちエリア1に荷物Cがない状態をあらゆるサンプルだけを生成する。

## 2.3 制約式の生成

ある状態の周辺(近い状態)をあらゆる制約式をもとめることができる。この制約式をもちいることにより、周辺をあらゆるサンプルの生成、検索がおこなえる。

制約式は各入力変数ごとにもとめられ、指定した値を中心として、値域の広さの20%の範囲をあらゆる式である。

例えば、 $a1 = 3$ , 値域  $0 \leq a1 \leq 6$  であるときには、

$$2 \leq a1 \leq 4 \quad (5)$$

がえられる。各入力変数について(5)のような制約式がもとめられる。指定されたサンプルの周辺は、これらの制約式であらわされる。

## 2.4 サンプルの検索

各サンプルの値を制約式に適用することにより、制約式をみたすサンプルを検索することができる。ある状態をあらゆる制約式を書くか、または上記機能をもちいて制約式を生成した場合、特定の状態をみたすサンプルを検索する。

サンプルの変更をおこなう場合、変更する状態の周辺をあらゆるサンプルを検索し、以前のサンプルと動作に矛盾があるかどうかを検証できる。

## 2.5 サンプルの編集

生成、検索したサンプルの入出力変数の値の一部を変更し、サンプルとして登録することができる。

## 3 SampleMasterのシステム構成

本システムは、Sun上で稼働しており、サンプルの生成、検索、更新などをあつかう部分はPrologで記述し、制約、ルール、変数エディタなどユーザインタフェース部はC++で記述している。

図3にシステムの構成図をしめす。SampleMaster起動時に変数の値域、制約式、ルールを記述した初期設定ファイルを読み込む。

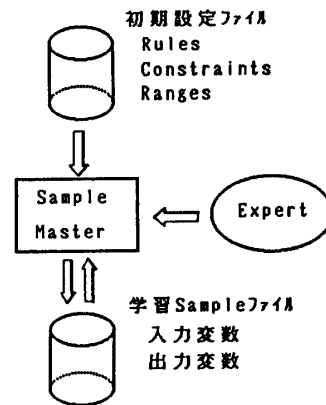


図3: SampleMasterシステム構成図

制約式、ルール、変数の値は、それぞれ専用のエディタ上に表示される。ユーザはこれらを書き換えることができる。生成されたサンプルは、パターンに変換し、NNに学習パターンとして提示する。

## 4 使用例

入力変数13個、出力変数が1個で、図1の4つの制約式と、図2の6つのルールがあった場合、100個のサンプルを生成するのに150秒かかった。

## 5 おわりに

本稿では、階層型NNに提示するサンプルを制約式、ルールを用いて生成、管理するシステムSampleMasterの機能とシステム構成について述べた。

このシステムは、階層型NNの学習サンプルばかりではなく、一般の事例推論をおこなうシステムにたいする事例の生成、管理のためのツールとして使用することも可能である。

NNの学習速度は、サンプルの選択、提示順序により高速化できる[Kumazawa90]。また変数の値をパターンに変換する方法によりNNの般化能力は大きく左右される。今後サンプルの選択、提示順序、パターンへの変換法を考慮した学習サンプルの管理機能の検討および実装をおこなう予定である。

## 参考文献

- [Konaka90] 小中, Traveling Local Minima, 情報処理学会第41回全国大会, 1L-8, 1990.
- [Konaka91] 小中他, ニューロ・AI統合化エキスパートシステム-システム構成-, 情報処理学会第42回全国大会, 1991.
- [Kumazawa90] 熊沢他, 回路構造の多様化と冗長性によるニューラルネット学習の高速、高精度化, 電子情報通信学会春季全国大会, D-41, 1990.