

ニューラルネットワークを用いたファジィ推論による

2C-4

検索成功率の向上および高速化*

越石 英行 唐澤 博†

山梨大学‡

1 はじめに

我々が開発している野草検索エキスパートシステムは、ニューラルネットワークを用いたファジィ推論で検索を行なっている [1][2]。しかし、従来の推論部の構造では、検索でユーザに対して行なう質問が多く、また推論時間が高速ではないという問題があった。これらの問題点を解決するために、推論部で使用しているニューラルネットワークをエキスパートシステムが行なう質問ごとに分割し、それぞれのニューラルネットワークの出力値に重みを付けて、推論部の構造を変えた。この推論部の構造と従来の推論部の構造による比較評価実験より、本推論部構造が先にあげた問題点を解決していることを示す。

2 推論部

図1に野草検索エキスパートシステムの推論部の簡単な構成図を示す。ファジィ化部は、ファジィ行列（ファジィ関係 [3] を行列で表したもの）を使用してユーザの入力をファジィ化するところで、ニューロ部はファジィ推論のファジィルールをたたみこんだ部分であり、推論の中核部である [4][5][6]。ソータ部は、ニューロ部で決定したそれぞれの植物の値に、それぞれの植物の被観察確率（植生確率に基づいたもので、3パターンある [2]）を乗じて、その値を基に植物をソートする。

本推論部構造が旧推論部構造と違うのは、ニューロ部である。

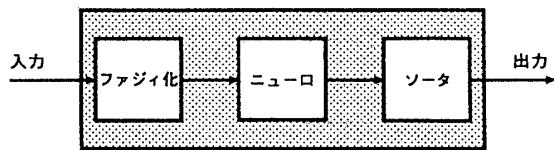


図1 推論部の構成図

3 ニューロ部

ニューロ部は図2のような構成であり、IF-BlockとTHEN-Blockに分かれている。

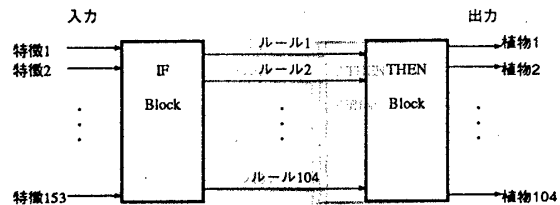


図2 ニューロ部の構成図

3.1 IF-Block

IF-Blockは図3のような構成であり、49個の3層のニューラルネットワーク (NN) がある。

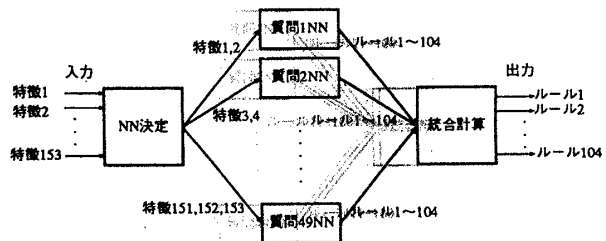


図3 IF-Blockの構成図

NN決定では、ユーザが回答した質問に対応するニューラルネットワークを決定し、そこに値を与える。

質問1NN～質問49NNのニューラルネットワークは、推論を行なうエキスパートシステムの質問に対応している。入力層ユニットは、それぞれの質問の回答になっている特徴に対応していて、その数は2～8個である。出力層ユニットは、ファジィルールに対応していて、その数は104個である。中間層ユニット数は、線形回帰分析による中間層ユニット数決定方法 [7] で決定し、2～20個である。

統合計算は式(1)で示される。このとき TI_i は、IF-Blockのファジィルール i ($i=1,2,\dots,104$) に対応する出力値であり、 IO_{ij} は質問 j ($j=1,2,\dots,49$) のNNのファジィルール i に対応する出力値である。 $weight_j$ は質問 j の重みであり、 $SumWeight$ はユーザが回答した質問の重みの和である。

$$TI_i = \frac{\sum_{j=1}^{49} IO_{ij} \cdot weight_j}{SumWeight} \quad (1)$$

質問の重みは、ユーザの本システムの利用状況から、それぞれの質問について正答率を調べ、その値を基にして5グループに分けて決定した。

このブロックの役割は、ユーザの質問に対する正答率を考慮しながら、ユーザから入力された特徴と104

*Improvement on Hit Rate and Inference Time of Wild Plants Retrieving Expert System using Fuzzy Reasoning by Neural Network

†Hideyuki Koshiishi, Hiroshi Karasawa

‡Yamanashi University

個のファジイルールとの類似度を決定することである。

3.2 THEN-Block

THEN-Block の役割は、ユーザの入力から考えられるユーザが検索している植物の可能性の確率を決定することである。

THEN-Block の出力値は式 (2) で決定される。このとき TO_k は、植物 $k(k=1,2,\dots,104)$ の出力値であり、 w_{ik} はファジイルール i の後件部の植物 k に対応する値である。関数 MAX は、最大値を決定する関数である。

$$TO_k = MAX(TI_i \cdot w_{ik}) \quad (2)$$

4 評価

本システムを 6 人に使用してもらい、延べ 58 回の検索実験を行なった。その結果を使用して本推論部構造を旧推論部構造の時の結果と比較して評価した。

4.1 検索成功率

旧推論部構造での検索成功率¹と本推論部構造での検索成功率をまとめたものが表 1 である。これから分かるように、誤回答²がない場合（誤回答なし）は、完全に検索が成功している。誤回答がある場合（誤回答あり）は、完全な検索は出来ていないが本推論部構造の検索成功率の方が高い。また、全体でも本推論部構造の検索成功率の方が高く、ほぼ検索が成功している。本推論部構造の検索成功率は、旧推論部構造での検索成功率の 1.09 倍である。

このことから、本推論部構造の方がユーザの曖昧な入力に対応できていると言える。

表 1 検索成功率の比較

	旧推論部構造	本推論部構造
誤回答なし	1.00	1.00
誤回答あり	0.82	0.94
全体	0.89	0.97

4.2 推論時間

本推論部構造での推論時間は PowerMacintosh (CPU: PowerPc601, 100MHz) で約 1 秒である。旧推論部構造では約 5 秒であったので、5 倍の高速化が実現された。

4.3 質問数

システムを利用した時にユーザが行なう平均質問数と、検索対象植物が推論結果で第 1 位候補になるまでの平均質問数（1 位平均質問数）について、表 2 にまとめた。

本推論部構造での検索の方が、1 回の検索で行なう質問数が少なく、また検索対象植物を推論結果で第 1

¹ 検索対象植物が推論結果で第 1 位候補になる率。

² ある質問に対してユーザが誤った回答を行なうことで、従来は誤入力と呼んでいた [1]。

位候補にするまでの質問数も少ない。本推論部構造での検索は、旧推論部構造での検索に比べて、平均質問数については約 32 % 質問数が減り、1 位平均質問数については約 29 % 質問数が減った。

このことから、本推論部構造の方がより短時間で検索を行なえることが分かる。

表 2 質問数の比較

	旧推論部構造	本推論部構造
平均質問数	17.7	12.1
1 位平均質問数	14.2	10.1

5 考察

従来の推論部の構造を変えた本推論部構造によって、本システムでは従来より高速に推論が行なえるようになり、また少ない質問で検索が行なえるようになった。このことから、旧推論部構造での問題点がすべて解決できたと言える。また、ユーザが行なう誤回答に対してより対処できるようになり、検索の信頼度も向上した。

6 おわりに

本報告では、推論部の構造を変えることによって、本システムがより利用しやすく、またより信頼できるようになったことを示した。推論部で使用しているニューラルネットワークの出力値に重みを付けず実験でも、検索成功率は 0.94、平均質問数は 12.3、1 位平均質問数は 10.7 であり、推論時間は約 1 秒であった。このことから、ニューラルネットワークを質問ごとに分割しただけであっても、従来のシステムの問題点を解決できたと言える。

また、本システムはまだ実際に野外で実験を行っていない。よって、今後は野外で実際に検索を行ない、本システムの有効性を調べていく必要がある。

参考文献

- [1] 越石, 唐澤: 野草検索エキスパートシステムへのニューラルネットワークを用いたファジィ推論の適用, 情報処理学会研究報告, 94-AI-97-1, 1994.
- [2] 越石, 唐澤: ニューロ・ファジィ推論を用いた野草検索エキスパートシステムの実現と評価, 情報処理学会第 50 回全国大会, 2-249, 1995.
- [3] 水本雅晴: ファジィ理論とその応用, サイエンス社, 1988.
- [4] 林勲: ファジィ制御とニューラルネットワークとの融合法, 情報処理 Vol.34 No.1, pp.44-51, 1993.
- [5] 古谷, 国分, 坂本: NFS: ニューラルネットワークを用いたファジィ推論システム, 情報処理学会論文誌 Vol.30 No.6, pp.795-798, 1989.
- [6] 甘利, 向殿: ニューロとファジィ, 培風館, 1994.
- [7] 鹿山, 阿部, 武長, 諸岡: 線形回帰分析による多層ニューラルネットの中間層ニューロン数決定方法, 情報処理学会第 41 回全国大会, 2-107, 1990.