

# エキスパートシステムにおける 知識ベース視覚化システムの設計と実装

Design and implementation of knowledge base visualization system in expert system

重松 伴典\*<sup>1</sup>    平石 広典\*<sup>2</sup>    西山 裕之\*<sup>3</sup>    溝口 文雄\*<sup>3</sup>  
Tomonori Shigematsu    Hironori Hiraishi    Hiroyuki Nishiyama    Fumio Mizoguchi

\*<sup>1</sup>東京理科大学大学院 理工学研究科  
Graduate School of Science and Technology, Tokyo University of Science

\*<sup>2</sup>株式会社ウィズダムテック  
WisdomTex Inc.

\*<sup>3</sup>東京理科大学 理工学部  
Faculty of Science and Technology, Tokyo University of Science

In this study, we designed and implemented visualization system of the knowledge base. Our system constructs the knowledge base with XML, and visualizes three dimensions of the knowledge base based on the flow of the inference of the expert system. Using our system, user can understand where of the inference the element of the knowledge base is used, and discover the part where the knowledge base should be corrected.

## 1. はじめに

エキスパートシステムとは、専門家の知識を格納した知識ベースを用いて推論を行うことにより、専門家のような判断が可能となる人工知能システムである。エキスパートシステムは知識ベースと推論エンジンから構成される。知識ベースは専門家の知識を格納したデータベースであり、推論エンジンは知識ベースを用いて推論を行い、推論結果を結論として提示する。

知識をルール形式で表した知識ベースでは、知識ベースは質問と仮説とルールという要素によって表現される。

このような知識ベースでは知識ベース全体での情報は膨大なものであり、知識ベースの各要素がエキスパートシステムの推論の中でどのように使用されるかという点について、知識ベースの情報を直接読んで理解することは困難である。

こうした問題に対して、知識ベースの三次元視覚化を行った研究に SemNet[1] がある。SemNet は知識ベースの情報を三次元空間を利用して視覚化した研究だが、大量の情報が三次元の画面上に全て表示され、その図は情報量が多く非常に複雑である。よって知識ベースの要素がどのように使用されているかを読み取る事が困難であるという問題がある。

## 2. 知識ベースの視覚化

本研究では、知識ベースに関する問題を解決するために、エキスパートシステムにおける知識ベース視覚化システムの設計と実装を行った。本システムでは、エキスパートシステムを実行した際の結論を表す知識ベース要素の一つである仮説に着目し、任意の仮説がどのような質問とその回答によって導かれたかという情報を三次元視覚化表示する。

このような視覚化によって、ある知識ベースを用いたエキスパートシステムを実行した際に、知識ベース内の任意の仮説がどのような質問によって導かれたのかを視覚的に把握する事ができる。そして、エキスパートシステムを実行した際の質問の流れに関しての不具合を探す事が可能となる。また、知識ベースのある要素群の値の修正を行ったり、知識ベースに新たな判

断パターンを追加したりするといった、何らかの方向性に従って内容の更新を行う際には、知識ベースのどの要素をどのように変更すべきかを効率的に探す事が可能となる。

## 3. GridExpert の利用

GRID-Expert[2] は特定領域の知識を持たないエキスパートシステムのフレームワークとして設計され、XML 形式で構築された知識ベースを管理し、その知識ベースを元に推論を行う機能を持っている。GRID-Expert は知識表現に XML を用いているため、他のシステムとの親和性や柔軟性に優れ [3]、知識の管理にはネイティブ XML データベース [4] を利用することが可能である。図 1 は GRID-Expert で扱う知識ベースの質問を XML で表現したものである。本研究では、GRID-Expert を用いたエキスパートシステムを利用している。

```
<question name="トピックス">
  <condition/>
  <candidate>
    <item name="症状"></item>
    <item name="癌疾患の既往"></item>
    <item name="癌手術既往"></item>
  </candidate>
</question>
```

図 1: 質問の XML 表現

## 4. 知識ベースの視覚化手法

本研究では、知識ベースの任意の仮説一つについて視覚化を行い、エキスパートシステムの推論の中で確信度の値がどの質問によってどう推移したかを三次元視覚化する。これによって、ある仮説を結論として導く推論の中で、知識ベースの各要素がどのように使用されているかを視覚的に把握することが可能となる。この視覚化は、ある知識ベースを用いた場合に起こる推論データの取得、そのデータを元にした三次元視覚化表示という手順で実行する。

### 4.1 推論データ取得

任意の仮説についての視覚化を行うための前処理として、その知識ベースを用いた推論を網羅的に行う。これにより、その知識ベースで起こる質問パターンの情報を持つ、推論データの

連絡先: 重松 伴典, 東京理科大学大学院 理工学研究科 経営工学専攻, 千葉県野田市山崎 2641, 電話番号:04-7124-1501, E-Mail:j7406609@ed.noda.tus.ac.jp

取得が可能となる。この推論データを元に、任意の仮説一つを結論として導く全ての推論パターンを取得し、視覚化を行う。

#### 4.2 三次元視覚化表示

三次元表示の際の座標軸に関しては、ある仮説を導く全ての推論パターンの中で、質問が平均してどれだけ聞かれたかという「質問頻度」の値を x 軸、平均して何番目に聞かれたかという「ステップ数」の値を y 軸、質問される時点の確信度の値が平均していくつであったかという「確信度」の値を z 軸とする。これらの値を知識ベース内のそれぞれの質問について計算し、その結果を元にノードを三次元空間に表示する。

ノードの表示方法に関して説明する。本研究では、任意の仮説を導く推論の中で使用された質問をノード（白色）として表示する。ノードの表示手順としては、まず最初に、各質問に対して質問頻度、ステップ数、確信度の値を求め、それをノードの座標値とする。次に仮説を導く推論パターンの質問順序に基づいてノード同士のリンクを行う。そして、結論を導く最後の質問ノード（赤色）では、質問に回答する事によってその推論パターンでの質問が終了することを示すために、質問ノードの先に結論ノード（黄色）のリンクを行う。結論ノードの座標値は確信度の値のみを持つため、結論ノード群は z 軸に対して平行に配置される。このようにして表示されたノード群のリンクを見ることにより、任意の仮説がどのような推論によって導かれたかを視覚的に把握することが可能となる。

### 5. 考察

#### 5.1 システムの動作について

本システムは Java を用いて実装を行った。図 2 は本システムの動作例であり、緑内障診断知識ベース [5] を用いて仮説「原発開放隅角緑内障」の推論過程を視覚化したものである。

この緑内障診断知識ベースは 4400 行のデータであり、質問は 104 項目、ルール数は 268 個という規模の知識ベースである。このデータ全体に対して視覚化を行おうとした場合、質問 104 問の分を網羅する計算量が必要となり、非常に大きな負荷がかかる事が予想される。そこで本システムを用いて、知識ベース内の目的の仮説に係る部分のみを用いた推論を行った。この場合の計算必要量は 12 問の質問に関する量のみであり、データ全体に対して処理を行った場合に比べ、より小さい負荷で目的の推論過程の視覚化を行う事が可能となる。

#### 5.2 視覚化を行った図からの考察

視覚化を行った図について説明する。質問の流れはノード（白色）を上から下へと見ることによって把握でき、仮説「原発開放隅角緑内障」を結論として導く推論では、一番上の「年齢」という質問から始まり、ノード（赤色）で表される三種類の質問のいずれかで質問が終了するという事がわかる。

ここで、推論における最後の質問である三問からは結論とその確信度を表すノード（黄色）がリンクされているが、ノードの座標に関して、左側ノード群は確信度がプラスの値で、右側は確信度がマイナスの値となっており、このマイナスの確信度は、その知識ベースを用いた推論では、視覚化した仮説を結論とする可能性はまず無いという事を表している。この図ではマイナスの確信度を表すノードが三種類の最後の質問からリンクされている。この事は、マイナスの確信度の結論が三種類の質問のどれからも導かれる可能性があることを示しており、最後の質問一問によって大きく結論が変化してしまう可能性があるという点で、仮説の最終的な結論への導き方としては不適切であると考えられる。

そして、この視覚化した図の全体の構造について説明すると、最初の二問の後には質問が五パターンに分岐し、その後質問が二問行われ、そして最後の質問が三パターンに分岐するという構造になっている。したがって、もし三問目の分岐パターンに六パターン目を追加したい場合には、二問目の質問「トピックス」の値を修正し、六パターン目の質問のデータを作成して知識ベースに追加すればよいという事がわかる。

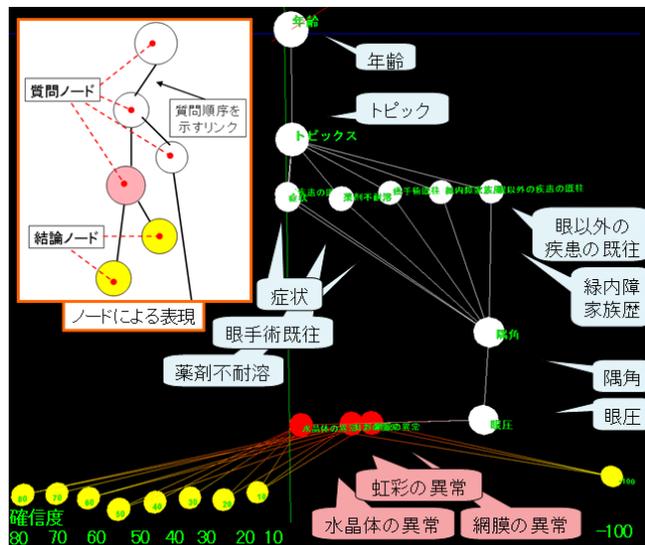


図 2: 緑内障診断知識ベースの視覚化

### 6. おわりに

本研究では、エキスパートシステムで使用する知識ベースに関して、任意の仮説を結論として導く推論パターンを三次元視覚化することにより、知識ベースの要素が推論の中でどのように使われているかを把握できるようなシステムの設計と実装を行った。これによって、視覚化された図から、知識ベースの要素がどこで使用されているかを把握することができ、この情報を知識ベースの更新に利用していくことが可能となる。

### 参考文献

- [1] K. M. Fairchild, S. E. Poltrock, and G. W. Furnas . " SemNet: Threedimensional graphic representation of large knowledge bases ". In R. Guindon, pp. 201- 233. Lawrence Erlbaum Associates, 1988.
- [2] 溝口 拓治, 成分要素データベースを用いたエキスパートシステムによるスキニングに関する研究, 東京理科大学大学院理工学研究科経営工学専攻修士論文, 2006
- [3] Kyu Lee, Mye M. Sohn, Enhanced Knowledge Management with eXtensible Rule Markup Language, 36th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS '03), 2009a, 2003.
- [4] eXist , <http://exist.sourceforge.net/api/>.
- [5] Mizoguchi, F., Maruyama, K., Kitazawa, Y., kulikowski, C. A., " A case study of EXPERT formalism :An approach to a design of medical consultation system through EXPERT formalim ", Proc. of International Joint Conference on Artificial Intelligence, Vol.1, pp.583-585, 1979.