

1994 (No. 56)

法律エキスパートシステムへの
ファジィ理論の適用

廣田 薫*・吉野 一**・今村 裕***・栗栖啓光***

Application of Fuzzy Theory to A Legal Expert System

Kaoru HIROTA*, Hajime Yoshino**,
Yutaka IMAMURA***, Hiroteru KURISU***

法律エキスパートシステムへの ファジィ理論の適用

廣田 薫*・吉野 一**・今村 裕***・栗栖啓光***

Application of Fuzzy Theory to A Legal Expert System

Kaoru HIROTA*, Hajime Yoshino**,
Yutaka IMAMURA***, Hiroteru KURISU***

Abstract

There exist only limited numbers of articles and concepts in the law. And it includes ambiguous expression. It is essential how to apply these ambiguous information to the process of legal inference. The concept of membership and vagueness is introduced to express indistinct concept. Finally such fuzzy technique is applied to built a Legal Expert System that treats CISG (UNITED NATIONS CONVENTION ON CONTRACTS FOR THE INTERNATIONAL SALE OF GOODS).

1 緒 言

法律では、限られた数の条文とそこで用いられている概念のみで多様な現実を記述しなくてはならないため、曖昧な概念が数多く存在する。しかし、その概念の曖昧さは法律の世界において重要な役割を果たしている。

法律が曖昧な概念で規定されているということは、クリスプな概念のマッチングをとるだけでは不十分である。そこで、ファジィ理論を導入し、曖昧な法律の知識をファジィフレーム型知識で表現し、曖昧な概念間での推論過程をファジィ推論を用いることで、法律ファジィエキスパートシステムの実現を試みた。なお、対象とした法律は国際統一売買法 (CISG) である。

*システム制御工学科

**明治学院大学法学部

***工学部電気工学科計測制御専攻

2 法律ファジィエキスパートシステムの構成

法律ファジィエキスパートシステムの構成図を Fig. 1 に示す。

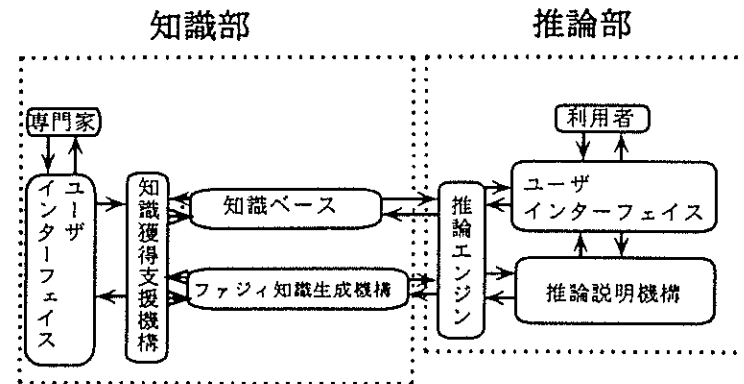


Fig. 1 法律ファジィエキスパートシステムの構成

2.1 知識部

知識部は、ユーザインターフェイス、知識獲得支援機構、知識ベース、ファジィ知識ベースから構成される。ここで、専門家とは、法律の専門家をさす。知識ベースには、ファジィフレームで表現された法律の知識が構築される。また、ファジィ知識生成機構では、曖昧さを表現し、知識の更新を行う。

2.2 推論部

推論部は、ユーザインターフェイス、推論説明機構、推論エンジンから構成されている。なお、推論部のユーザとは、法律を学んでいる学生などの少なくとも法律の基本的知識を持っている者を意味する。ユーザインターフェイスで、推論に必要なデータを入力し、推論エンジンでファジィフレーム推論を行い、推論過程で利用した法律の条文番号を推論説明機構で整理する。

そして、推論結果と条文番号をユーザインターフェイスを通し出力する。

3 曖昧さの表現方法

曖昧さの表現方法として、membership 概念と vagueness 概念⁽¹⁾を用いる。membership, vagueness の状態数はそれぞれ5値、3値にし、言語変数で表現する⁽²⁾⁽³⁾。Table 1 に、ファジィ集合に準じて状態数に応じ

Table 1 membership と vagueness の言語表現

membership	t	vagueness	t
Unknown	0	Clearly	0
More or Less	0.25	Roughly	0.5
True	0.5	Vague	1
Very True	0.75		
Completely True	1		

たスケールで数値化したものを示す。以下、これをファジィ知識と呼ぶ。

4 知識表現

知識表現として、ファジィフレーム型知識表現を用いた。国際統一売買法第16条2項を例に挙げて説明する。この条文は、申込の取消可能性とその制限を規律するものであり、このとき申込は取消不能となる。これを、ファジィフレーム表現すると次のようになる。

Inheritance Value	0.8	Frame Name	申込は取消不能
Slot Name	Slot Value	Fuzzy Knowledge	
16-2a	申込は取消不能のものである	mL, m, mH	
16-2b	申込を取消不能であるとしたのが合理的	mL, m, mH	
16-27	申込に信頼を置いて行動	mL, m, mH	

Slot Name に書かれている数字は、条文の番号に対応している。推論を行った際、導かれた結果が第何条を適用しているかという推論説明機構により Slot Name に書かれた番号の条文を検索し、ユーザーへ示すために使われる。Fuzzy Knowledge には、membership 及び vagueness で言語表現された曖昧さの知識を格納する。m は membership の値で、mL, mH は、membership 及び vagueness で特徴づけられた membership 関数の下限及び上限の値である。

5 ファジィ知識の更新

ファジィ知識の更新に関しては、元のファジィ知識Aと、再入力されたファジィ知識Bの違いを判断するために、2つのファジィ数の間の距離(相違指標)⁽⁴⁾を判断の基準とする。それは、式(1)で表せる (Fig. 2 参照)。

$$\delta(A, B) = \int_{\alpha=0}^1 \delta(A_{\alpha}, B_{\alpha}) d\alpha$$

$$= \frac{1}{2(\beta_2 - \beta_1)} \int_{\alpha=0}^1 (|a_1^{(\alpha)} - b_1^{(\alpha)}| + |a_2^{(\alpha)} - b_2^{(\alpha)}|) d\alpha \quad (1)$$

また、ファジィ知識を更新するには、元のファジィ知識Aと再入力されたファジィ知識Bの2つのファジィ数の平均を求め、これを新たなファジィ知識として蓄える。平均値をとることによって、A, B 2つの知識を反映させることができる。平均値は、式(2)で表される。

$$a_1^{m(\alpha)} = \frac{a_1^{(\alpha)} + b_1^{(\alpha)}}{2}, \quad a_2^{m(\alpha)} = \frac{a_2^{(\alpha)} + b_2^{(\alpha)}}{2} \quad (2)$$

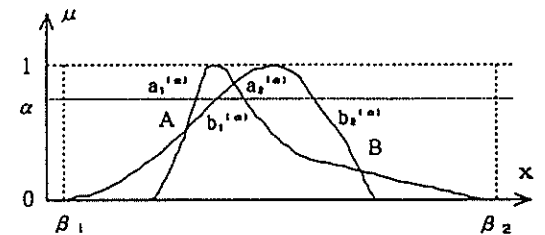


Fig. 2 2つのファジィ数の間の距離

6 ファジィ推論部

知識ベースを root から前向きに検索して、各フレームのスロットに対して入力データと知識ベースに記述されているメンバーシップ関数とのマッチングをとる。(Fig. 3 参照)

マッチング値 $m^{(3)}$ は、Fig. 3 に示した面積 S_{in} , S_t , S_k によって、式(3)で計算される。

$$m = (S_k / S_{in} + S_k / S_t) / 2 \quad (3)$$

そして、このマッチングの結果を後の推論に用いるために、新しいメンバーシップ関数 (Fig. 4 参照) を作成する。作成方法は、入力と知識のメンバーシップ関数の交点を m_1 とし、 m_1 の高さは m 、その両端 m_0 , m_2 は、式(4)と式(5)で求められる。

$$m_0 = (in_0 + t_0) / 2 \quad (4)$$

$$m_2 = (in_2 + t_2) / 2 \quad (5)$$

全てのスロットに対して新しいメンバーシップ関数を作成する。

次にスロットに対して作成された全てのメンバーシップ関数の重心 G を計算して、それを各フレームの推論結果とする。重心 G の計算は、式(6)を用いる。

$$G = \frac{\sum x \mu_i(x)}{\sum \mu_i(x)} \quad (6)$$

7 CISG を扱うファジィエキスパートシステムの概要

CISG は、異なる2国間における国際物品売買契約を規律するものである。本システムは、「CISG 第2部 契約の成立」に含まれる曖昧な概念の記述と推論を、ファジィ理論を用いることで可能とした。これにより、クリスプなマッチングだけでは契約が成立するかどうかの推論は不十分であったが、曖昧さを考慮することにより、曖昧な概念とのマッチングを行い、契約成立は0.7、契約不成立は0.2というように推論結果を出力させることができる。

8 おわりに

法律に於ける曖昧な概念を membership 及び vagueness を用いて表現した。また、ファジィフレーム型知識表現で法的知識を表現し、限られた条文を現実に行き起こる事実と類推適用することを試みた。本研究は文部省科学研究費重点領域研究「法律エキスパートシステム」に基づいて行われた。

Reference

- (1) K. Hirota: Extended Fuzzy Expression of Probabilistic Sets, Advances in Fuzzy Set Theory and Applications, M. M. Gupta et al. eds, North Holland, pp201/214, 1979
- (2) 廣田, 中嶋: 漢度概念・主観エトロピーによる MMS 新データ入力方式の提案と検討, 法政大学工学部研究集報第21号, pp. 43/53, 1985
- (3) 廣田, 渡辺: フレーム型ファジィ推論エキスパートシステム, 法政大学工学部研究集報第23号, pp. 123/133, 1987
- (4) 田中, 松岡: ファジィ数理と応用, オーム社, pp. 107/117, 1992

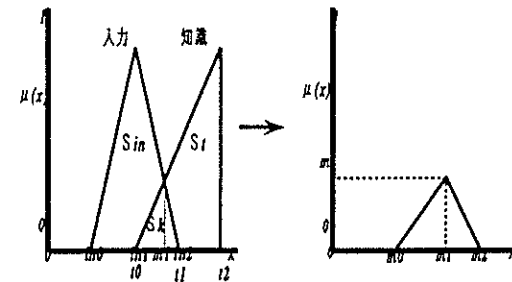


Fig. 3 入力と知識のマッチング

Fig. 4 マッチング後のメンバーシップ関数

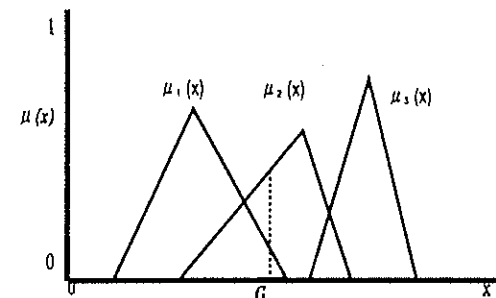


Fig. 5 推論結果の生成