

3H-5 ファジィ評価に基づく階層的な知識表現に関する考察

○加藤 初美・渡辺 克彦・松田 元男 (鹿島建設)

1. はじめに

あいまいさを持つ知識の表現方法には、確信度やファジィ理論がある。これらは確率的な可能性や言語的意味あいを表現できる一方、論理的因果関係に組み込まれた場合、推論の過程であいまいさが広がり、結論の意味付けや過程の説明に困難な点も多い。

本稿では、確定的な推論過程を保持しながら、知識と結論の表現にあいまいさを許容して表現力を高めるためのファジィ理論の適用方法について考察する。対象として建築の概算見積を取り上げ、具体的にファジィ評価に基づいた知識表現方法の検討と適用実験を行ったので、その内容について報告する。

2. ファジィ理論を用いた知識表現

2.1 ファジィ理論の適用知識

概算見積の知識は図-1のような階層構造をもっていると考えられる。

設計の初期段階では見積りの条件となる建物の仕様がほとんど決まっておらず、建物の規模と施主の漠然とした要求があるのみである。実際の専門家は、この漠然とした要求からも建物の仕様を推測して工事費を算出する。

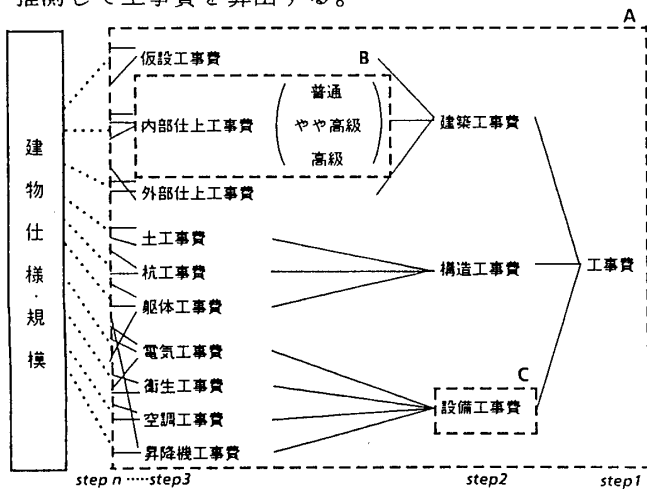


図-1 見積りの階層

しかし算出された結果はあくまでも概算値であり、その周りにゆらぎをもつ集合の代表値とみるのが普通である。一般に建築の分野では、このゆらぎを統計に基づく確率分布として求めることは難しい。そこで、この代表値をファジィ数とみなしてファジィ演算を行う方法を考える。

階層的に表現された見積りの知識に沿って、次の2種類のファジィ演算を適用する。

2.2 積み上げ(図-1のA)

図-1の末端のレベルにおいて、概算金額をファジィ数のメンバシップ関数で与える。上位のレベルではそれらファジィ数の加算で合計する。なお代表値はメンバシップ関数のグレード1.0で保持する。

2.3 合成

a) トップダウン仮定値の設定に関する知識(図-1のB)

上述のように末端のレベルでは、明示された条件に従ってメンバシップ関数を用いた推測を行うが、建物の要求仕様が全く漠然としている場合には、適当なレベルでトップダウンに仮定値を設定する必要がある。その仮定値は下位の選択肢の一つのパターンを基準と考え、同時に他の選択肢の可能性をも合わせもつこととする。ここに、ある一つのパターンを基準にすることは、設計担当者の意志を表現し、更に後々の説明の論理性を保持するためである。

具体的には下位の選択肢のメンバシップ関数を、意志を伴う評価で合成する。

b) ボトムアップ結果と上位知識との合成(図-1のC)

例えばある種の工事費は積み上げた結果がある量にまとまった段階で調整を行うことがある。ここでは積み上げた中間結果のメンバシップ関数とそのレベルでの調整のための知識とを合成し、新

Fuzzy evaluation applied for hierarchical knowledge representation

Hatsumi Kato, Katsuhiko Watanabe, Motoo Matsuda : Kajima Corp.

たにそのレベルのメンバシップ関数を定める。この合成においても、代表値をグレード1.0で保持することを基本にする。

3. ファジィ演算

積み上げと合成を行うファジィ演算を以下のように定義する。実験は文献3に示すFuzzy Lisp処理系を用いて行った。

① 積み上げ

通常のファジィ数の加算を行う。すなわち項目 I_1 の代表値を a 、項目 I_2 の代表値を b とし、各々のファジィ数(ファジィ集合)を A 、 B とすると、その和は以下のように定義される。

$$A + B = \{ \min(\mu_A(x), \mu_B(y)) / (x+y) : x \in A, y \in B \}$$

(&+ A B) : Fuzzy Lispでの記述

② 合成

あるレベルでの知識の合成は、ファジィ数のファジィ関係による変換で定義する。

$$\cup \{ \min(\mu_A(x), \mu_B(x')) / x' : x \in A, \langle x, x' \rangle \in B \}$$

.....(1)

a) トップダウン仮定値の設定

例えば、下位のレベルでの各選択肢がもつメンバシップ関数を G_0 、 G_1 、 G_2 とし、それぞれをファジィ関係 R_0 、 R_1 、 R_2 で合成する。

(1)式を具体化してFuzzy Lispで表現すると、次のようになる。

$$(\text{union } (\text{image } G_0 R_0) (\text{image } G_1 R_1) (\text{image } G_2 R_2))$$

b) ボトムアップ結果と上位知識との合成

積み上げの中間結果を G とし、そのレベルでの調整のための知識を E とする。ここでは G の各要素に対して E で積和(max-min)をとって合成する。

Fuzzy Lispでのインプリメント例を以下に示す。

```
(sapply 'max
  (mapcar '(lambda (x) (image (first x) (second x)))
    '((E1,G1),(E2,G2)))) → C
```

この結果は図-2のグラフの通りである。

4. 結論

① 知識の階層化に沿ってあいまいさを自然に表現し、またそれらを合成する方法が得られた。

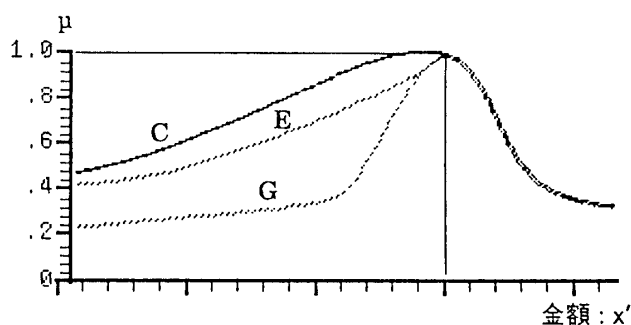


図-2 ボトムアップ結果と上位知識との合成

- ② 知識に内在するあいまいさを示しながら、代表値による確定的な推論過程を保持することができる。また、結果のファジィ集合に α -カットを適用して、最終的なあいまいさの程度を調節することができる。
- ③ 実際に本稿の形式で知識を表現して実問題に適用した結果は、専門家の期待しているイメージに良く適合し有効性が確認された。
- ④ 今回は建物仕様から工事費を決定するにあたっての検討を行ったが、逆にある工事費が与えられ、そこから建物仕様を決定していく制約問題解決過程にも、本稿の方法は効果的と考えられる。

最後に、本稿の考察にあたりファジィ集合処理システムを提供頂いた大阪大学馬野元秀先生に感謝いたします。また、実験に際して多大な協力を頂いた鹿島建設(株)建築設計本部の方々に感謝いたします。

[参考文献]

- 1) 田野、増井。“確信度を用いたあいまい知識の表現と推論方式”. 情報処理学会第35回全国大会, 1987
- 2) 寺野、浅居、菅野. ファジィシステム入門. オーム社, 1987.
- 3) 馬野、久米.“Lispによるファジィ集合処理システム”. 1988.
- 4) 加藤、渡辺、松田.“制約指向関係ネットワークを利用したエキスパートシステムの開発”. 情報処理学会第36回全国大会, 1988.
- 5) 大野、福井、荒井、岡野.“パーソナルコンピュータによる概算見積システムの開発と活用”. 日本建築学会 第3回建築生産と管理技術シンポジウム, 1987.