

実用的な学習者モデルにおける

ファジィ集合の応用

廣澤 晃 一

富士通(株)

2Y-5

1. はじめに

筆者は“実用的な学習者モデルと診断方法”に基づいたCALを作成し、社内教育で使用している。

直前の学習(フレーム)から結論(診断結果)を出すのではなく、過去の応答を考慮した学習者の習熟状況を見て学習手段を選択する方式を採用した。コースウェア作成のための作業量が少なく済むという特徴を持っている。

今回は、この診断処理におけるファジィ理論の応用とその実施結果とを紹介する。

2. 学習者モデルと診断方法

第38回全国大会で紹介したので、ここでは要点のみに留める。

- 学習を学習内容と学習手段とに分ける。学習内容の要素を学習項目と呼ぶ。学習手段を独立した小集団に分類し指導者と呼び、学習の単位とする。
- 学習者の習熟状況を学習項目ごとの理解度(数値)の集合として表現する。
- 各指導項目(学習の単位)ごとに、前提条件と学習目標とを設定する。前提条件および学習目標はそれぞれ学習項目に対する理解度の集合であり、学習者の理解度(習熟状況)と同じ基底で表現される。
- 学習者にとって適切な指導項目を選択するのが診断処理の目的である。学習者の理解度(習熟状況)と各指導項目の前提条件・学習目標との比較で指導項目が決定される。

s_t, s_u : 学習者の学習項目 t, u に対する理解度

c_{it} : 指導項目 i の学習項目 t に関する前提条件対象となる学習者の持つ理解度の最低値

g_{iu} : 指導項目 i の学習項目 u に関する学習目標学習後に学習者の持つ理解度の最高値

$c_{it} < s_t$: この学習者にとって、指導項目 i による学習は、学習項目 t に関して理解(準備)不足。

$g_{iu} \leq s_u$: この学習者にとって、指導項目 i による学習は、学習項目 u に関して価値が小さい。

$c_{it}, g_{iu}, s_t, s_u = 0, 1, 2, \dots, 15$

3. ファジィ概念の導入

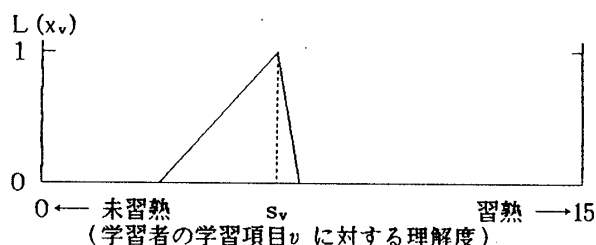
CALが把握した学習者の理解度およびシステムとして設定された指導項目の前提条件・学習目標に柔軟性を持たせたかった。指導項目の前提条件にわずかに満たない理解度の学習者でも、その指導項目による学習を可能にしたいという要望があった。

これらの値にファジィ概念を付加することで解決できないかと考えた。今回は“学習者の理解度”に対してのみ導入してその効用を見ることにした。

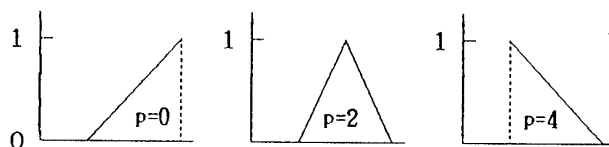
メンバーシップ関数は、標準理解度を頂点とし底辺の長さを8とする三角型(5種類)とした。

$$L(x_v) = \begin{cases} 0 & : x_v < s_v - (8 - 2p_v) \\ 1 + (x_v - s_v) / (8 - 2p_v) & : s_v - (8 - 2p_v) \leq x_v < s_v, p_v \neq 4 \\ 1 & : x_v = s_v \\ 1 - (x_v - s_v) / 2p_v & : s_v < x_v \leq 2p_v + s_v, p_v \neq 0 \\ 0 & : 2p_v + s_v < x_v \end{cases}$$

s_v : 学習者の学習項目 v に関する理解度の標準値
 p_v : 学習者の学習項目 v に関する理解度のためのメンバーシップ関数の種類 $p_v = 0, 1, 2, 3, 4$
 x_v : 学習者の学習項目 v に関する理解度(メンバー)



メンバーシップ関数の形状は以下のような解釈と対応できると思われる。



『学習者の理解度は高々この程度』
 『学習者の理解度は少なくともこの程度』

4. 診断処理

1) 実施可能な指導項目

学習者にとって実施可能な指導項目の集合を得るため、学習者の理解度と指導項目の必要条件との比較 ($c_{it} < s_t$) の代わりが必要である。新たに学習可能度を定義し、その値を使用した α -レベル集合を実施可能な指導項目の集合とした。

$$C(c_{it}) = \begin{cases} 1 - L(c_{it})/2 & : c_{it} < s_t \\ L(c_{it})/2 & : s_t \leq c_{it} \end{cases}$$

実施可能な指導項目の
 α -レベル集合 = $\{i \mid C(c_{it}) \geq 0.3\}$
s.t.

c_{it} : 指導項目 i の学習項目 t に関する必要条件

s_t : 学習者の学習項目 t に関する理解度

2) 学習の価値がある指導項目

学習者にとって学習の価値がある指導項目の集合を得るため、学習者の理解度と指導項目の学習目標との比較 ($g_{iu} \leq s_u$) の代わりが必要である。新たに学習価値度を定義し、その値を使用した α -レベル集合を実施する価値のある指導項目の集合とした。

$$G(g_{iu}) = \begin{cases} L(g_{iu})/2 & : g_{iu} < s_u \\ 1 - L(g_{iu})/2 & : s_u \leq g_{iu} \end{cases}$$

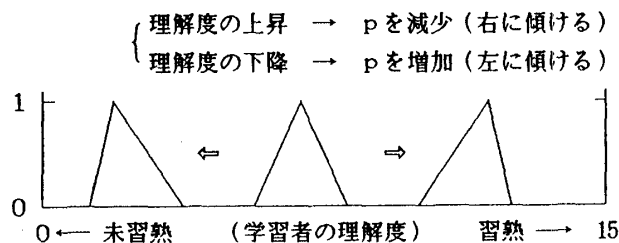
実施する価値のある指導項目の
 α -レベル集合 = $\{i \mid G(g_{iu}) \geq 0.3\}$
s.t.

g_{iu} : 指導項目 i の学習項目 u に関する学習目標

s_u : 学習者の学習項目 u に関する理解度

3) 学習者の理解度更新

CALの診断処理によって選ばれた指導項目に従い学習者とCALとの間で応答が行われる。CALはこの応答から学習者の新しい習熟状況を把握し、理解度を更新する。それに伴い、メンバーシップ関数の形状を変化前の方をより重くするような処理を追加した。これは、慎重な指導者を想定したものである。



5. 実施結果

ファジィ理論を導入する前(1988年度)の実施結果を検討すると、約130個の学習項目の中の1~2個の理解度がわずかに足りないだけで、学習対象としてもよい指導項目が選ばれないという現象が多数発見された。

ファジィ理論を導入することにより(1989年度)、学習者にとって実施可能な指導項目の数が増え、学習難易の変化がなめらかになった。

理解度の高い段階における少々無理な指導項目の選択は有効であったが、理解度の低い段階での無理な指導項目は学習者からの拒絶(CALに拒絶を受ける機能がある)が発生した。これは、メンバーシップ関数の形状を理解度の高低でも変化させる必要性を示している。

学習者にとって易しすぎる指導項目(学習)が選択される現象がファジィ理論を導入する前に比べ多かった。学習者にとって学習の価値を判定する学習価値度の定義を見直す必要がある。

6. おわりに

システムのMMI向上およびこのシステムを使用した他講座の開発を予定している。

学習者の理解度だけでなく、指導項目の前提条件や学習目標に対してもメンバーシップ関数を設定することを検討する予定である。また、学習者の感想(容易・難解、好き・嫌い)を導入する手段を考えている。

【参考文献】

- 廣澤晃一：実用的な学習者モデル，第38回情報処理全国大会
寺田寿郎，浅居喜代治，菅野道夫：ファジィシステム入門，オーム社，1987
水本雅晴：ファジィ理論とその応用，サイエンス社，1988