

## LOTOS による仕様記述の

## 5 P-4 事例ベース推論に基づいた教育支援システムについて

杉浦茂樹 白鳥則郎

東北大学 工学部

## 1. はじめに

仕様記述言語 LOTOS は、他の FDT と比較して抽象度の高い記述が可能であるなどの優れた性質を持っている。しかし、その理解性・学習性に難があると言われており、普及は十分ではない。そのため、教育支援環境の提供が急務となっている。

教育支援システムは、本来、学生の状態に応じて指導を行うべきものであるが、従来のシステムでは実現されていないことが多かった。また、教授戦略は学生の指導を行う上で重要な知識であるが、その獲得は困難であるため、不十分あるいは誤りを含んだ教授戦略を用いて指導を行うことも少なくはなかった。本稿では、

目標1) 学習者に応じた指導

目標2) 教授戦略の動的獲得

の2つを目標に設定して、それを実現するために、過去の指導事例を活用した、教育支援システムについて述べる。

## 2. 指導事例に基づいた指導

## 2.1 知的チューティングシステム (ITS)

一般に ITS (Intelligent Tutoring System) は、

- (1) ユーザインタフェース
- (2) 教授戦略モジュール
- (3) 専門知識モジュール
- (4) 学習者モデル

の4つのモジュールから構成される。

## 2.2 教授戦略モジュール

本稿では、教授戦略は学生に対する指導を指導事例として蓄積し、それを利用して行なう。これによって、目標である学習者に応じた指導および教授戦略の動的獲得が実現される。

## 2.3 専門知識モジュール

本稿では、専門知識は Basic LOTOS に対する知識が対象となっており、従来用いられてきた技法を利用して AND-OR 木によって各要素知識  $a_i$  が構造化されている。

## 2.4 学習者モデル

本稿では、学習者モデル  $M$  は、

$$M = \langle UT, IH \rangle$$

の2項組で表す。ここで、

$UT$ : 理解度表 (参考文献 [1] を参照されたい。)

$IH$ : 指導履歴 (2.5 節で詳しく述べる。)

である。

## 2.5 指導履歴

指導履歴  $IH$  は、

$$IH = \langle a_1 \rightarrow a_2 \rightarrow a_3 \rightarrow \dots \rightarrow a_n \rangle$$

( $a_i$ : 教材知識の各要素)

のようなりストである。 $IH_k$  の初期状態は  $\langle \rangle$  (空リスト) であり、指導を行なうにつれ、指導を行なった教材知識の要素がリストの最後に追加される。

## 2.6 指導事例

本稿では、指導事例  $C_k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots$ ) は、

$$C_k = \langle M_k, I_k, V_k \rangle$$

の3項組で表される。ここで、

$M_k$ : 学習者モデル

$I_k$ : 指導

$V_k$ : 指導の評価

である。また、蓄積された過去の指導事例のことを  $CB = \{ C_k \}$  で表す。

## 2.7 指導方法の決定

指導方法の決定は、現在の学習者モデル  $M$  をもとに、過去の指導事例の蓄積  $CB$  から利用可能なものを選び出し、それを学習者モデル  $M$  に応じて変更し、適用することによって行なう。具体的には、

## (1) 事例の検索

過去の指導事例  $CB$  の中から、現在の学習者モデル  $M$  に最も近い事例  $C_s$  を選び出す。(具体的な検索の方法については 3.2 節で述べる。)

## (2) 事例の修正

(1) で選び出された事例  $C_s$  を、学習者モデル  $M$  をもとに指導に適用できるように修正する。修正された事例を  $C_s'$  と呼ぶことにする。(具体的な修正の方法については 3.3 節で述べる。)

## (3) 事例の適用

(2) で修正した事例  $C_s'$  を、実際に適用して指導

A Education Support System for Specification using LOTOS based on Case-based Reasoning

Shigeki SUGIURA, Norio SHIRATORI  
Faculty of Engineering, Tohoku University

を行なう。

(4) 事例の評価および蓄積

(3) による指導を評価し、指導事例の蓄積  $CB$  に追加する。

の4つの段階から構成される。

### 3 指導履歴による指導事例の検索と修正

#### 3.1 パスによる知識要素の分類

教材知識は、2.3 節で述べたように、AND-OR 木で構造化されており、知識要素  $a_i$  は木の節点で表されている。本稿では、根からある節点  $a_i$  にたどりつくまでに通る、AND 枝およびOR枝の系列 (パス) に着目し、節点をパス番号  $Path[a_i]$  によって分類した。すなわち、同じパスをもつものにはすべて同じパス番号をふり、異なるものには異なったパス番号をふることにより節点を分類した。

具体的にパス番号  $Path[a_i]$  を決定するアルゴリズムを以下に示す。

- a) あらかじめ、節点  $a_i$  の添え字  $i$  は横形検索の技法で設定されているとする。
- b) 根  $a_1$  のパス番号  $Path[a_1] = 1$  とする。
- c)  $i \leftarrow 1$  とする。
- d)  $i = (\text{木の要素数})$  なら終了。
- e)  $Path[a_i] = I$  であるなら、 $a_i$  の AND枝の先の子  $a_j$  のパス番号  $Path[a_j] = 2n$ 、OR 枝の先の子  $a_j$  のパス番号  $Path[a_j] = 2n + 1$  とする。
- f)  $i \leftarrow i + 1$  として d) へ。

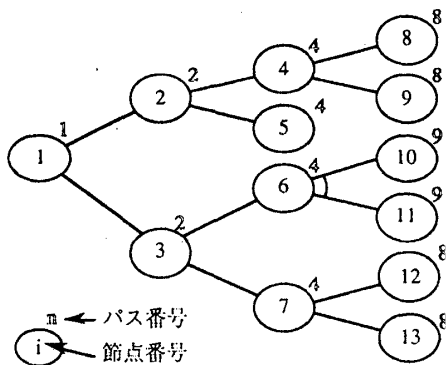


図1 節点番号とパス番号

#### 3.2 パス番号による検索

本稿では、学習者モデル  $M$  と指導事例  $C_k = \langle M_k, I_k, V_k \rangle$  の比較は、 $M = \langle UT, IH \rangle$  の指導履歴  $IH$  と  $M_k = \langle UT_k, IH_k \rangle$  の指導履歴  $IH_k$  を比較することによって行ないます。

指導履歴同士の比較は、直接リストの要素を比較

するのではなく、リストの要素のパス番号を比較することによって行ないます。

具体的には、以下の比較関数  $\Delta$  ( $\Delta = 0$  なら一致、 $\Delta \neq 1$  なら不一致) によって行ないます。

$$\Delta(IH_1, IH_2) = \min(\text{len}(IH_1), \text{len}(IH_2)) \sum_{m=1} (1 - \delta)(\text{Path}[IH_1(m)], \text{Path}[IH_2(m)]) + (1 - \delta)(\text{len}(IH_1), \text{len}(IH_2))$$

ここで、

$IH(m)$ : リスト  $IH$  の先頭から  $m$  番目の要素

$\text{len}(IH)$ : リスト  $IH$  の長さ

$(1 - \delta)(x, y)$ :  $x = y$  なら 0, それ以外なら 1

#### 3.3 指導履歴を用いた事例の修正

検索された事例を、指導に適用できるように修正するにもやはり指導履歴  $IH$  を用います。具体的には、

- (1) 現状と事例の教材知識の対応を求める  
現状の指導履歴と事例の指導履歴から、事例の修正で用いられる対応表を求めます。
- (2) 対応表により事例の適用を書き換える  
(1) で求めた対応表を用いて、適用中の教材知識の部分を、指導で用いられるよう適切に書き換えます。

のようにして行ないます。

### 4. システムの構成

本支援システムは、複数の学習者から得られた事例を有効に活用できるようにするため、唯一の事例ベースサーバと、それにアクセスして実際の指導を行う ITS クライアントからなるサーバ/クライアント方式となっています。

### 5. まとめ

今後、さらに詳細について検討し、本稿が与えた教育支援システムの試作を行い、その有効性について確認を行う。

### 参考文献

[1] 杉浦茂樹, 後藤久志, 李殷碩, 白鳥則郎: "知的 LOTOS チュータの構成 (2) -ユーザのモデリングについて-", 情報処理学会第44回 (平成4年度後期) 全国大会一般講演, 6L-4.