

## 概念階層を用いた個別教授戦略立案の枠組\*

5K-4

大沼 宏行<sup>†</sup> 渡邊 豊英<sup>‡</sup>  
名古屋大学大学院 工学研究科 情報工学専攻<sup>‡</sup>

## 1 はじめに

知的教授システムに関する研究において、学生の理解度に応じた個別指導を実現することは重要である。プログラミングテクニックなどを指導する教授システムにおいて、記述の仕方が多様な学生プログラムに含まれる誤りを効果的に検出するため、また、既存の領域知識を再利用し、効率的に指導戦略を改良可能にするための領域知識の表現として、我々はプログラム教材構成モデル [1] を提案した。しかし、このモデルでは、学生プログラムの誤り検出のための領域知識は表現できるが、診断結果に基づいて、個々の学生の理解度に応じた指導戦略立案の枠組を提供していない。本稿では、個別指導戦略立案のため、プログラミングに必要な概念に関する知識の構造化、それを用いた学生の誤り履歴の表現を述べる。

## 2 プログラム概念知識の表現

有効な指導戦略を立案するために、演習問題に使われるプログラミングテクニック間の関係を表現する概念階層を導入する。以下の節で、概念階層の構成要素とその表現例を示す。

## 2.1 概念階層

構成要素は次の2つである。

- 概念項目
- 概念項目間のリンク
  - 汎化リンク
  - 集約リンク

## 2.1.1 概念項目

概念を表現する項目を概念項目と呼ぶ。概念項目はフレームとして表現される。図1は概念項目「再帰」の表現である。概念項目は必要知識リンクスロットと概念階層を形成するためのいくつかのスロットからなる。必要知識リンクスロットは、その概念項目の説明を表す説明項目へのリンクを表す。

\*A Framework of Personal Instruction Based on Concept Hierarchy

<sup>†</sup>Hiroyuki OHNUMA and Toyohide WATANABE

<sup>‡</sup>Department of Information Engineering, Graduate School of Engineering, Nagoya University  
{ohnuma, watanebe}@watanabe.nuie.nagoya-u.ac.jp

## 2.1.2 概念項目間のリンク

概念間関係を汎化または集約関係で表す。汎化関係を表す汎化リンクは概念項目の上位・下位概念スロットで表現される。上位・下位概念の関係は、システムにとって学生がどの概念まで理解しているかを識別し、指導戦略を立案する上で重要である。

また、ある概念が複数の概念の組合せにより構成される構造を表現するため、集約リンクを導入する。集約関係は部分概念スロットで表現される。概念項目「再帰」の部分概念スロットでは、概念項目「終了条件」と「再帰呼出部」を部分概念として持つことを表す。

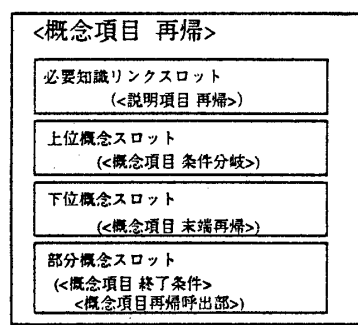


図1: 概念項目「再帰」

## 2.2 表現例

概念階層を利用することにより、LISP言語に関するプログラミングに必要な概念知識の一部は図2のように表現される。図2において、概念項目「条件分岐」、「再帰」、「末端再帰」は汎化関係がある。これらの概念項目は概念項目「条件分岐」が部分概念として、概念項目「条件部」、「実行部」をもつため、継承機構により、概念項目「再帰」、「末端再帰」も同じ構造をもつ。

しかし、再帰の条件部は、再帰の停止条件を表現する。従って、概念項目「条件分岐」の部分概念項目「条件部」は概念項目「再帰」の部分概念項目「終了条件」とは別の概念項目となる。

一方、末端再帰の概念は終了条件には規定されていない。よって、概念項目「再帰」と「末端再帰」は共通の概念項目「終了条件」を持つように、1つの概念項目から複数の集約リンクが張られている。

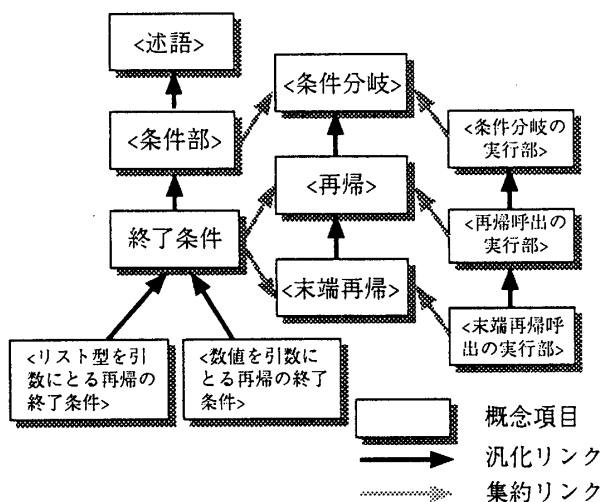


図 2: 概念階層

2.3 問題項目との関係

個別指導戦略立案のため、学生が解答のどの箇所ですら誤ったかによって、学生に提示する知識を変更しなければならない。我々のモデルでは、問題項目の3つのプログラムスロットに診断のための解答知識を表現している。解答知識は解答プログラムの制御構造やデータ構造をいくつかの基本単位の組合せで表現する。解答プログラムのどの基本単位が概念項目と関連しているかを表現するため、基本単位とそれに関連する概念項目との関連として例示リンクを導入する。図3に例示リンクの例を示す。問題項目「ソート(選択法)」のプログラムスロットの3つの基本単位が概念項目「再帰」とその2つの部分概念に対応している。

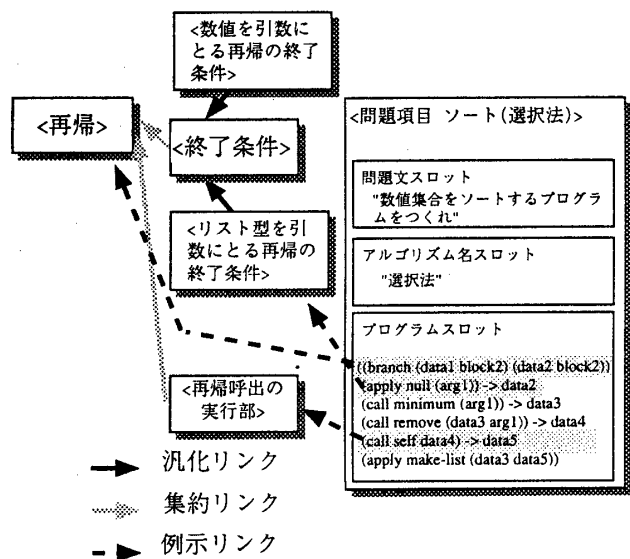


図 3: 概念階層と問題項目間の関係

3 指導戦略立案

3.1 誤り履歴の表現

学生の誤り箇所を履歴として保持し、個々の学生の理解度に応じた指導戦略を立案するため、システムは個々の学生に用意された誤り履歴バッファに学生の誤り履歴と学生に指導した概念項目を保持する。

誤り履歴バッファに登録される誤り履歴の個々の誤り記録は次の構成をとる。

(識別子 問題項目名 誤り検出概念項目名 指導項目 指導成果)

以下、個々の属性を述べる。

識別子 誤り履歴の一要素の識別子

問題項目名 出題した問題項目名

誤り検出概念項目 誤りがあると判断されたプログラムの基本単位から例示リンクにより結ばれた概念項目名

指導項目 学生が理解していないと判断し、指導した概念項目

指導成果 指導の結果として、学生プログラムの訂正の有無

3.2 指導戦略

学生プログラム中の誤り原因推定、個別指導戦略決定のため、概念階層と誤り履歴を利用する。個別指導は次の戦略に従う。

ある問題の誤り指導において、

- 同じ問題で現在の誤りと同じ誤り検出概念項目が誤り履歴にあった(指導したが成果が現れなかった)場合、指導成果が現れるまで、指導成果の現れなかった指導項目を提示しない。
- 別の問題で、誤り検出概念項目と同じ記録が誤り履歴にあった場合、指導成果の現れた指導項目を提示する。
- 現在の誤りと同じ誤り検出概念項目が誤り履歴にない場合、誤り検出概念項目から、汎化リンクまたは集約リンクによりたどれるいずれかの概念項目を指導項目とする。

4 おわりに

本稿では、個別指導戦略立案のため、プログラミングに必要な概念に関する知識の構造化、それを学んだ学生の誤り履歴の表現を述べた。

参考文献

[1] H. Ohnuma and T. Watanabe: "The Program Tutoring Text Model", *Proc. of ITS-96*, pp.411-419 (1996).