

授業設計のための意思決定支援システムの研究・開発 (4)

六笠 公章 岡本 敏雄

電気通信大学大学院 情報システム学研究科

あらまし:

複雑化する授業を学習者に対して適切に、効率よく行なうためには、授業活動を計画・実施・評価・改善というステップの連続する系として捉え、それらを計算機に実装することが有効であると思われる。本研究では、特にそれらの授業活動の中から '計画' に着目し、教授者の授業設計における意思決定活動を支援するシステムを提案する。本研究の目的は、その支援を実現するためのシステムを構築することである。教材内容などをフレームとして記述し、授業設計におけるエキスパートの知識をルール化することで、授業設計における教授者の意思決定活動を支援する。

Development of Decision-making Supporting System for Instructional Design (4)

Takayuki Mukasa Toshio Okamoto

Graduate School of Information Systems,
The University of Electro-Communications

Abstract:

The purpose of this study is to construct a support system for designing the instructional process. We have developed an instructional design support system (IDSS) which helps teachers' decision making for the classroom instructions. The process of instructional design is to make the instructional plan with teaching goals, instructional methods, materials and the methods of evaluations. This paper describes the details of support for an instructional design as well as a basic configuration of the IDSS.

1 はじめに

知識社会といわれている今日、教育の重要性が叫ばれている。小学校・中学校・高等学校といった学校教育機関での教育も然ることながら、企業内での教育も重要視されるようになった。しかし、経験の浅い教授者や企業内教育に携わる人々にとって、授業に関する知識は乏しい。そこで、彼らが授業実践の専門家と同等な授業を行なうことができるように支援しようとする試みが生まれた。その試みを実現するための手法として、インストラクショナル・システム・デザイン (ISD : Instructional System Design) がある。これは、計画・実施・評価・改善という一連の授業の過程を支援するものである。

我々は、そのような計画・実施・評価・改善といった授業活動の中から、特に「授業の計画」に着目した。それは、授業設計が教育される者の立場、すなわち学習者の側から重要であるばかりではなく、教授者にとっても重要である [1] といわれているからである。

授業設計とは、教授者が、教材内容、学習環境、教授者の活動などによって、もたらされる効果を予測しながら自分の授業行動を立案していくことである [1]。

授業設計に関する研究は様々なものがある。特に、コンピュータを利用して授業設計を行なおうとする研究には、永野らによって開発されたデータ編集システムがある。これは、教育目標、評価問題等の教育情報をユーザ (教授者) が自由に編集できる機能を持ったシステムである [2]。松田らは、教科書などの教材をデータベース化し、それを利用することでユーザが授業設計を行なえるシステムを開発した [3]。また、経験豊富な教授者の授業設計における知識をシステムにとり入れて、授業設計を支援しようという研究には、Merrill らの研究があげられる [4]。Merrill らが開発したシステムでは、生徒の特徴、単元名、授業形態、目標行動などの授業設計に必要な情報をユーザに求めることで、システムは、それに妥当なコースウェアを表示し、流れ図的に教授方略を提示してくれるものである。

我々は、すでに、教授者の授業設計における知識をシステムに組み込んで、教授者が行なう授業設計を支援するシステム (IDSS.Ver.1 : Instructional Design Supporting System 1) を開発した。このシステムは、ユーザである教授者が要求仕様 (授業目標、授業のスタイル、クラスの学習状態) を入力するだけで、それに妥当な授業計画書を自動生成するシステムである [5]。

本研究では、IDSS.Ver.1 の評価から得られた知見を基に、教授者の授業設計における意思決定活動を支援するシステム (IDSS.Ver.2 : Instructional Design Supporting System 2) を提案する。

本稿では、2章で本研究の目的、3章で本研究で開発されるシステムの支援内容、4章でシステムの全体的構成とその振舞いについて説明する。

2 研究目的

我々が開発した IDSS.Ver.1 によって、以下のような支援が実現された。

学習目標、対象となるクラス特性、単元内容、授業の形態などを要求事項として、システムに入力することによって、システムがその要求に妥当な授業計画書を自動生成してくれるという支援。

IDSS.Ver.1 を実際の教授者に使用してもらい、その評価・分析を行なった結果を以下に示す [6]。

授業設計を支援するシステムの利用において、計算機によって生成した授業計画書をそのまま利用するという実用的な側面よりは、むしろ教師自身がその授業計画書をもとに授業を改善・改良するという行為自体を支援することに支援の本質がある。

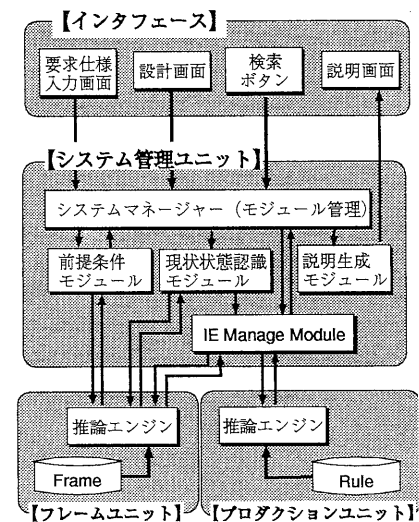


図 1: システム構成図

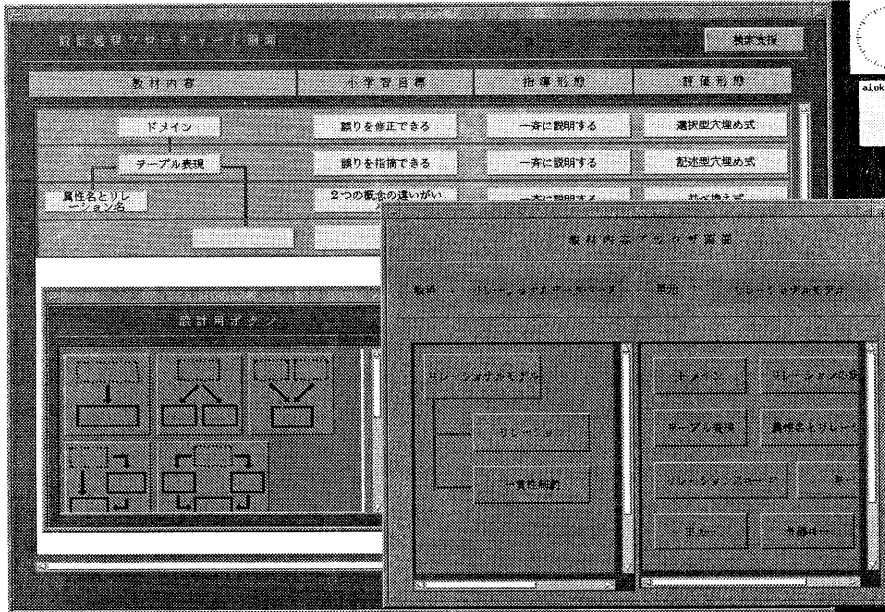


図 2: インタフェースの画面

そこで、本研究では、授業設計における支援を、教授者であるユーザが、教材内容・小学習目標・指導形態・評価形態を組み立てる過程での意思決定を助けることと定義し、その支援を実現するためのシステム (IDSS_Ver.2) を構築することを目的とする。

3 IDSS_Ver.2 における支援内容

本研究では、教材の特性、授業のスタイル、教育目標を考慮しながら、教材内容を系列化し、これにマッチした小学習目標・指導形態・評価形態を選択することで授業計画書を作成することを授業設計と定義する。システムは、このような授業設計における教授者の意思決定を支援する。

ここで、IDSS_Ver.2 における支援内容を以下に示す。

1. 教材内容の系列のチェック
2. 教材内容の次候補検索支援
3. 小学習目標、指導形態、評価形態のチェック
4. 説明・理由の提示

教材内容の系列のチェック では、要求仕様の情報や教材内容自身が持つ特性を考慮しながら、今までにユーザが系列化してきた教材内容に対して、次にユーザが選択する教材内容が、妥当であるかどうかをチェックする。教材内容の次候補検索支援とは、ユーザが次の教材内容の選択を決定できない場合に、この支援を要求することによって、システムが今までに系列化された教材内容を考慮して、次の教材内容を提示してくれるといった支援である。小学習目標、指導形態、評価形態のチェック では、ユーザが、系列化された教材内容にマッチする小学習目標、指導形態、評価形態を選択した時に、それらが妥当であるかどうかをチェックする。説明・理由の提示とは、システムがユーザに示したアドバイス (判断) に至った理由を提示する。

4 システムの概要

この章では、上で述べた支援を実現するためのシステムの構成とその振舞いについて述べる。

4.1 システムの構成

IDSS_Ver.2 は、以下に説明する 4 つのユニットから構成されている。IDSS_Ver.2 のシステム構成

図を 図 1 に示し、各ユニットについて説明する。

4.1.1 インタフェース

インタフェースの画面を 図 2 に示す。インタフェースは、ユーザが簡単な操作で授業計画書を作成できるように設計した。まず、教材内容ブラウザ画面では、あらかじめ実際の教授者によって作成された教材内容の項目をブラウジング機能により表示する。図中の設計用ボタンとは、教材内容の系列化のパターンである。これによって、ユーザは、単一的なシーケンスだけではなく、時には分岐した系列化を行なうことができる。

4.1.2 フレームユニット

フレームユニットは、推論エンジンとフレームベースとから構成されている。本システムでは、教材内容とその教材内容に関連するキーワードをフレームとして表現した。

図 3 に、教材内容フレームの記述形式を示す。

【フレーム名】		
<スロット>	<ファセット>	<スロット値>
<AKO>	<Frame>	<上位フレーム名>
<内容>	<string>	<宣言 or 手続き>
<難易度>	<Integer>	<null>
	<if_Needed>	<Call(function(nani))>
<重要度>	<Integer>	<null>
	<if_Needed>	<Call(function(juyou))>
<小学習目標>	<Frame>	<小学習目標フレーム名>
<指導形態>	<Frame>	<指導形態フレーム名>
<評価形態>	<Frame>	<評価形態フレーム名>
<T_Stamp>	<Integer>	<1~n>

図 3: 教材内容フレームの記述形式

ここで、<難易度>、<重要度> の値は、if_Needed デモンによって制御されている。つまり、それらの値を参照した時に、まだ null 値であるならば、if_Needed デモンによって、手続き nani (または、juyou) が呼ばれ、値を計算する。具体的には、以下の式によって、<難易度>、<重要度> の値が導き出される。

$$TMF_{[i]}^x = \frac{\sum select_{[i]}(KWF_{[j]}^x)}{n}$$

TMF: 教材内容フレーム
 KWF: キーワードフレーム
 x: 重要度 or 難易度
 i: 教材内容フレームの番号
 j: キーワードフレームの番号

$select_{[i]}(KWF)$: $TMF_{[i]}$ に関連する KWF を選択
 n: selectされた個数

キーワードフレームの記述形式を 図 4 に示す。

【フレーム名】		
<スロット>	<ファセット>	<スロット値>
<教材内容>	<Frame>	<教材内容フレーム名>
<知識>	<String>	<宣言 or 手続き>
<重要度>	<Integer>	<1~5>
<難易度>	<Integer>	<1~5>
<独立>	<Kw-Frame>	<Keywordフレーム名>
<具体>	<Kw-Frame>	<Keywordフレーム名>
.....		
<前提>	<Kw-Frame>	<Keywordフレーム名>
<小学習目標>	<Frame>	<小学習目標フレーム名>
<T_Stamp>	<Integer>	<1~n>

図 4: キーワードフレームの記述形式

キーワードフレームとは、ある教材内容を学習者に教授する時のキーとなる用語をフレームとして表現したものである。一つの教材内容フレームには、複数のキーワードフレームがリンクされている。キーワードフレームには、他のキーワードフレームとの意味関係を表す属性を用意した(図 4 では、<独立>、<具体>、<前提>がそれにあたる)。本システムでは、意味関係を表す属性や<重要度><難易度>等のキーワードフレームが持つ特性を利用して、教材内容の系列化のチェック、教材内容の次候補検索等の支援を行なっている。つまり、キーワードフレームが持つ特性は、そのキーワードフレームにリンクされている教材内容フレームに継承されるという機能によって、それらの支援が実現される。

図 5 は、意味関係を表す属性の継承の例を示す。

4.1.3 プロダクションユニット

プロダクションユニットは、推論エンジンとルールベースから構成されている。ルールベースには、支援を行なうためのルールが if then 形式で記述され、保存されている。ルールベースのルールの形式は以下のようにになっている。

rule(ルール番号、[条件リスト]、[実行リスト])
 条件リストに記述されているすべての条件が成立したときに、ルールが発火する。

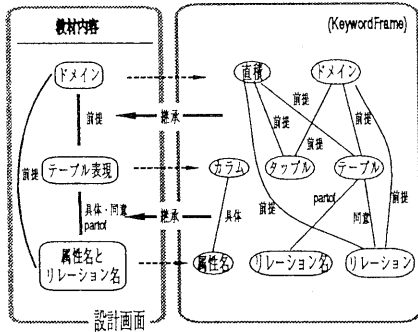


図 5: 意味関係を表す属性の継承の例

支援のためのルールは、系列化チェックのためのルール、教材内容の次候補検索のためのルール、小学習目標・指導形態・評価形態をチェックするためのルールに分類される。系列化チェックのためのルールは、ユーザである教授者によって、妥当でないとされる教材内容の系列化が行なわれた場合に発火する。教材内容の次候補検索のためのルールは、今までに系列化された教材内容が持つ特性や教材内容間の意味関係を考えて、次の教材内容の特性を決定する。小学習目標・指導形態・評価形態をチェックするためのルールは、ユーザが系列化した教材内容に対して、小学習目標・指導形態・評価形態を選択した時に、その選択が妥当かどうかをチェックする。これらのルールの例を図 6 に示す。

```

rule(2, [init(帰納), c_wm(wm(N, 具体, M), [high_low(N, M), max(N)]),
[advice_to_user(" 要求仕様 (帰納的な授業展開)", 1)]],

rule(4, [c_wm(wm(M, 難易, 1, M)), c_wm(wm(N, 難易, 5, N), [next(M, N), max(N)]),
[advice_to_user(" いきなり難しくはありませんか?", 0)]],

rule(52, [n_wm(wm(Z, 部分, Y), [next(Y, Z), max(Z)],
n_wm(wm(Y, 部分, X), [next(X, Y)]),
[rec_next_id((relation, 対象))]],

rule(101, [s_wm(wm(N, 内容, 宣言, N), [max(N)]),
[sel_syo_M((内容, 宣言))]]].

```

図 6: ルールの例

例えば、ルール 2 の解釈は、次のようになる。
もし、授業のスタイルが「帰納」であり、「M と N の意味関係が具体」であるならば（ただし N > M かつ N は最大数である）、ユーザに「要求仕様

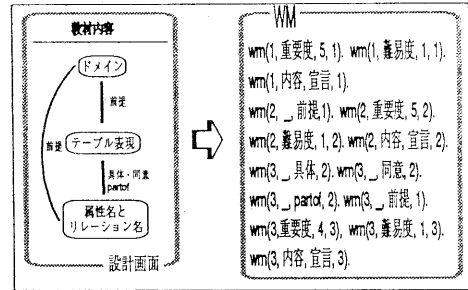


図 7: WM の例

(帰納的な授業展開)」というアドバイスを送る。

4.1.4 システム管理ユニット

システム管理ユニットは、システムマネージャー、前提条件モジュール、現状態認識モジュール、IE Manage Module、説明生成モジュールの 5 つのモジュールから構成されている。以下にそれぞれのモジュールに関して説明する。

システムマネージャーは、インタフェース上でのアクションを認識し、それに対応したモジュールの制御を行なうモジュールである。

前提条件モジュールは、キーワードフレームの属性 [前提] を利用して、教材内容の系列化のチェックを行なうモジュールである。このモジュールは、インタフェース上で「教材内容を決定した」、「教材内容を変更した」というアクションが起こった時に、システムマネージャーから呼ばれる。

現状態認識モジュールは、設計の状態を認識するモジュールである。つまり、[どの教材内容が何番目に系列化されたかという情報]、[キーワードフレームから継承される属性とその値]、そして [教材内容フレームの属性とその値] をシステムマネージャー、及びフレームユニットから得て、それらの情報を IE Manage Module に渡す。

表 1: WM での内部表現とその意味

内部表現	その意味
wm(m, ,,Relation,n)	2 つの教材内容間の意味関係を表す
wm(n,Slot,Value,n)	教材内容フレームの属性と値を表す

IE Manage Module とは、現状状態認識モジュールから送られてきた情報をワーキングメモリ (WM : Working Memory) に追加するモジュールである。表 1 に WM での内部表現とその意味を、図 7 にある設計過程での WM の状態を示す。

説明生成モジュールは、フレームユニット、プロダクションユニットにおける推論結果をユーザに提示するためのモジュールである。システムには、推論結果を説明するための雛型が用意されており、それを利用することで、ユーザに説明を提示することができる。

4.2 授業計画書作成の手順

ここでは、ユーザである教授者がシステムを用いて行なう、単元の授業計画書の作成の手順について説明する。

- [1] ユーザである教授者は、要求仕様入力画面によって、これから行なう授業計画書作成のための情報 (単元名、授業のスタイル) を入力する。
- [2] 要求仕様入力終了すると、システムは、ユーザに対して、教材内容ブラウザ画面、設計用ボタン、設計過程フローチャート画面を提示する (図 2)。
- [3] ユーザである教授者は、設計用ボタンから教材内容の系列のパターンを 1 つ決定し、教材内容ブラウザ画面で表示されている教材内容を選択する。
- [4] 次にシステムは、小学習目標選択画面をユーザに提示する。
- [5] ユーザである教授者は、システムから提示されたいくつかの小学習目標の中から 1 つを選択する。
- [6] 同様にして、ユーザはシステムから提示される指導形態、評価形態から学習者への効果が最大なものを 1 つ選択する。
- [7] 授業計画書が完成するまで、[3] に戻る。

5 おわりに

本稿では、教授者の授業設計過程の支援を行なう IDSS_Ver.2 における支援内容を述べ、それを実現するためのシステムの構成およびシステムの振舞いについて述べた。

本システムでは、教材内容とそれに関わるキーワードはフレームとして表現され、また、授業設計における知識は if then 型のルールで記述されている。これにより、ユーザである教授者は、自らの授業設計における意思決定に対して、リアルタイムにシステムから、診断 (支援) を受けることができる。

しかし、現在のフレームで記述されているスロットとその値から教材内容やそれに該当した小学習目標、指導形態、評価形態を断定するルールを記述するのは難しい。そこで、今後の課題としては、支援を実現するためのルールの強化があげられる。そのためには、教材内容が持つ特性をより深く分析することが必要であると思われる。そうすることで、教材内容の本質を理解し、それをフレームとして表現すれば、より柔軟で、知的な支援が実現可能なルールが記述できると考える。

参考文献

- [1] 西之園春夫：授業の過程 / 教育学大全集 30, 第一法規, 1981
- [2] 永野和男, 他：授業設計・学習診断に対する教師の意思決定支援システム～会話型による項目間の関連構造の編集機能～, 信学技報, Vol.ET84-2, pp.101-106, 1984
- [3] 松田稔樹, 他：認知的アプローチからの教授行動モデルの開発と適用 (5)～教員養成段階向けの授業設計訓練システム～, 教育工学関連学協会連合第 4 回全国大会講演論文集 (第二分冊), pp.201-202, 1994
- [4] Zhongmin Li & M.D.Merrill: "ID Expert 2.0 : Design Theory and Process", ETR & D, Vol.39, No.2, pp.53-69, 1991
- [5] 井上久祥, 岡本敏雄：授業設計エキスパートシステムの研究開発とその評価, 信学技報, Vol.ET95-19, pp137-144, 1995
- [6] 岡本敏雄, 他：授業設計のためのエキスパートシステムの研究・開発, 平成 5・6 年度科学研究費補助金 (試験研究 (B)) 研究成果報告, 1995.3
- [7] 六笠公章, 岡本敏雄：授業設計のための意思決定支援システムの研究・開発 (2), 日本教育工学会 第 11 回全国大会講演論文集, pp.387-388, 1995
- [8] 増永良文：リレーショナルデータベース入門 - データモデル・SQL・管理システム -, サイエンス社, 1991