

ユーザ適応型 e-Learning システム KUSEL のための 教材オーサリングツールの設計

岡田信一郎[†] 鈴木 智樹[†] 藤原 祥隆[†] 吉田 秀樹[†]

[†] 北見工業大学工学部 〒090-8507 北海道北見市公園町 165

E-mail: [†]{okada,tomoki}@ialab.cs.kitami-it.ac.jp, ^{††}{fujiwara,hy}@cs.kitami-it.ac.jp

あらまし 著者らは、シナリオ駆動と Causal Network によるユーザ適応動作を特徴とする e-Learning システム KUSEL の研究を行っている。KUSEL はユーザ適応動作に高い柔軟性を持つが、その半面教材作成が難しいと言う問題点をもつ。本稿では、KUSEL 用教材の作成を容易にするオーサリングツールの設計について報告する。

キーワード e-ラーニング, ユーザ適応化, オーサリング, コーザルネットワーク

Design of Teaching Material Authoring Tool for the User Adaptive e-Learning System KUSEL

Shin-ichirou OKADA[†], Tomoki SUZUKI[†], Yoshitaka FUJIWARA[†], and Hideki YOSHIDA[†]

[†] Faculty of Engineering, Kitami Institute of Technology 165, Koen-cho, Kidami, Hokkaido 090-8507, Japan

E-mail: [†]{okada,tomoki}@ialab.cs.kitami-it.ac.jp, ^{††}{fujiwara,hy}@cs.kitami-it.ac.jp

Abstract We have studied the e-learning system KUSEL. It have a user adaptive function in accordance with a scenario and result of reasoning using causal network. This function is very flexible, but it is difficult to create teaching material using this function. In this report, we report a design of teaching material authoring tool for KUSEL. An author can easily create teaching material for KUSEL using this authoring tool.

Key words e-learning, user adaptation, authoring, causal network

1. ま え が き

コンピュータおよびネットワーク技術の発達を背景に、時間や場所を選ばずに教育が行える e-Learning が注目を集めている。

筆者らは、個々の学習者の理解状況に応じて教材の提示順序の制御を行うユーザ適応型の e-Learning システム KUSEL (Kitami User adaptive and Scenario driven E-Learning system) の設計・試作を行っている。

KUSEL のユーザ適応化機能は「講義シナリオ」と [Causal Network] [1] (Bayesian Network と呼ばれる。以下 CN と略す) によって実現される [3]。KUSEL は「講義シナリオ」に記された順に教材を学習者へ提示するが、このシナリオは、CN を用いて推論された学習者の理解度 [2] に基づく条件分岐が記述可能である。そのため、どのような理解状況でどのような教材を提示するかという教授戦略を細かく指定することができる。

KUSEL のユーザ適応機能は非常に柔軟性が高いが、その半面、設定ファイルの数が多く、またそれらの記述法も複雑である。そのために、本システムを熟知した熟練者以外には、学習者へのユーザ適応機能が有効に働く教材を作成することはでき

ない。また、熟練者でも教材作成に時間がかかるという問題がある。

そこで筆者らは、熟練者以外でも GUI 操作により容易に KUSEL 用学習教材を作成できるオーサリングツールを試作した。本稿ではその試作オーサリングツールの設計について報告する。

2. KUSEL 概要

2.1 KUSEL システム概観

KUSEL は Web 技術をベースとし、インターネット/イントラネットを介して利用可能な e-Learning システムである。サーバサイド Java による一般的な Web アプリケーションとして実装されており、システム構成は図 1 のとおりである。なお、クライアントは Web ブラウザであり、現在主要なブラウザ Opera7、Mozilla (Netscape6 以上)、Internet Explorer6 で動作が確認されている。

KUSEL はシーケンシングエンジンを切替えることにより、教材の提示方法を変更することができる。現在用意されているシーケンシングエンジンは、SCORM1.2 に準拠したものと

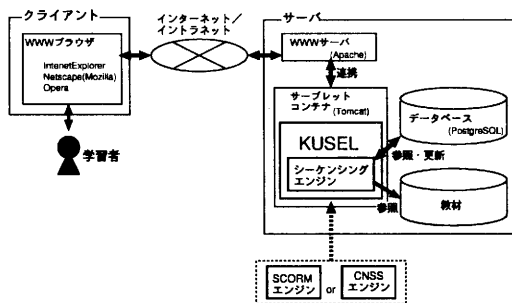


図 1 KUSEL システム概観

CNを用いたユーザ適応化動作に対応したもの (CNSS エンジン) の 2 種類である。KUSEL におけるユーザ適応機能はこの CNSS エンジンに実装されている。CNSS エンジンには教材の提示順序を記した講義シナリオに従って教材の提示を行う。さらに CNSS エンジンには、システムから出題された問題に学習者が正解したかどうかの結果から、CN を用いて学習者の理解度を推論する機能が備わっている。講義シナリオはこの CN によって推論された理解度情報によって条件分岐を行い、教材提示順序を変更する記述が可能となっている。

本稿で報告するオーサリングツールは、この CNSS エンジンに対応したユーザ適応型教材を作成するためのツールである。

2.2 KUSEL の Causal Network

KUSEL は教材が章-節-問題といった階層をもつ木構造であることを想定している。そのため、CN もこの構造に基づいたものを用いて学習者の理解状況を推論する (図 2)。

CN のそれぞれのノードは、「理解している」「理解していない」(問題の場合「正解する」「間違う」) の 2 つの状態をもち、それぞれの状態を取り得る確率を保持する。例えば、節 X-Y のノードには

- (1) 節 X-Y を理解している確率
- (2) 節 X-Y を理解していない確率

の 2 つの確率が保持される。

また関連のあるノード間 (たとえば「節」とそこに属する「問題」の間) にはそれぞれの状態の組合せの条件付確率が与えられる。例えば、節 X-Y とそこに属する問題 X-Y-Z の間には、

- (1) 節 X-Y を理解しているとき、問題 X-Y-Z を正解する確率
- (2) 節 X-Y を理解しているとき、問題 X-Y-Z を間違う確率
- (3) 節 X-Y を理解していないとき、問題 X-Y-Z を正解する確率
- (4) 節 X-Y を理解していないとき、問題 X-Y-Z を間違う確率

の 4 つの条件付確率が存在する。

ここで問題 X-Y-Z を正解した事実が判明した場合には、問題 X-Y-Z ノードの「問題 X-Y-Z を正解する確率」と「問題 X-Y-Z を間違う確率」にそれぞれ、1、0 を代入する。すると確率伝搬アルゴリズムにより、「節 X-Y を理解している確率」「節 X-Y を理解していない確率」を推論することができる。この「理解している」確率を本稿では「理解度」と呼ぶ。

2.3 ユーザ適応型教材の構成

KUSEL で使用されるユーザ適応型教材は「コース」を最大

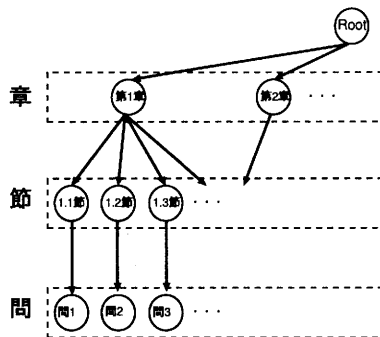


図 2 KUSEL の CausalNetwork 構造

の単位とする。そこに含まれるファイル全体を「コースパッケージ」と呼ぶ。コースパッケージは以下のファイルにより構成される。

- (1) KUSEL マニフェスト
- (2) CN 定義ファイル
- (3) HTML ファイル (複数)
- (4) 講義シナリオ (複数)

KUSEL マニフェスト

KUSEL マニフェストには、そのコースで使用される CN 定義ファイルの指定が記述される。また、1 つのコースは 1 つ以上の講義によって構成される。KUSEL マニフェストには、そのコース内にどのような講義が存在し、それぞれの講義はどの講義シナリオに従うのかが、記述される。

CN 定義ファイル

CN 定義ファイルは教材の CN 構造を定義するファイルである。章・節・問をノードとした木構造とそれぞれの相互に関連のあるノード間の条件付確率が記述される。

HTML ファイル

ユーザに提示される内容は基本的に HTML ファイルとして用意される。基本的に章や節、問題といった項目ごとに 1 つ以上の HTML ファイルが対応するため、1 つのコースには相当数の HTML ファイルが存在する。

講義シナリオ

講義シナリオは教材の提示順序を示したファイルである。図 3 に示すように、教材を提示する手順が記述される。CN の理解度を分岐条件として記述することができる。(実際の書式は XML で定義されている)。

3. オーサリングツールの設計・試作

3.1 基本設計

オーサリングツールの目的は教材作成者からの入力を受け取り、2.3 で説明した構成要素を含むコースパッケージを生成することである。

図 4 に今回試作したオーサリングツールの全体構成を示す。本試作オーサリングツールは共通データ領域を中心に、エディタ部とコースパッケージ生成部によって構成される。

共通データ領域は作成中の教材のすべての情報を管理する

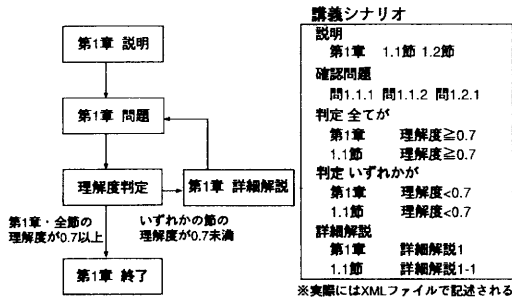


図3 講義シナリオの概要

データ領域である。エディタ部、コースパッケージジェネレータに対し、編集、読み取り用のAPIを提供する。エディタ部はユーザインタフェースを担当し、共通データ領域内の教材情報を操作する。教材構造エディタ、ページエディタ、講義エディタなどの数種類のエディタによって構成される。コースパッケージジェネレータは共通データ領域内に保持された教材情報から、KUSELマニフェストファイル、CN定義ファイル、講義シナリオ、HTMLファイルを生じ、コースパッケージを作成する。

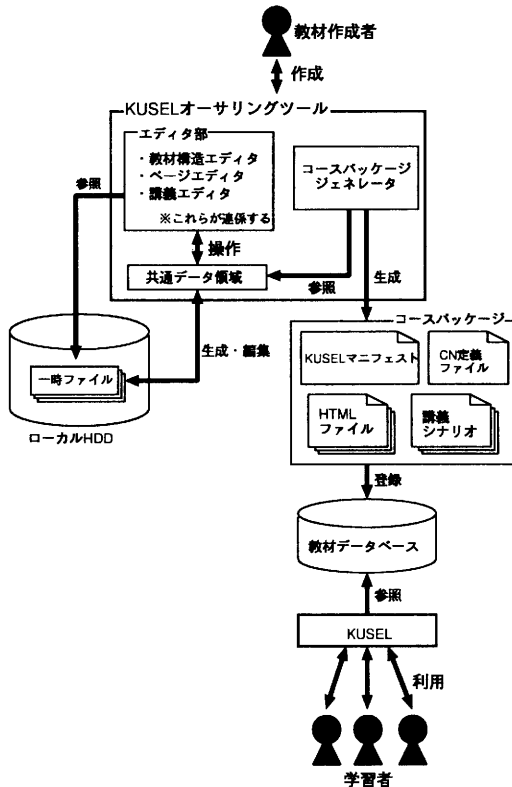


図4 オーサリングツールの全体構成

3.2 教材構造エディタ

教材全体は木構造で表現され、教材を構成する各要素は木構造のノードとして取り扱われる。本試作においては図5に例示

する構造を対象とすることとした。

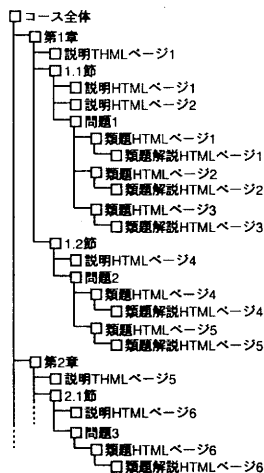


図5 試作オーサリングツールが対象とする教材構造の例

図6に試作オーサリングツールの画面例を示す。この左半面が教材構造エディタである。GUI操作により教材構造を編集することができる。

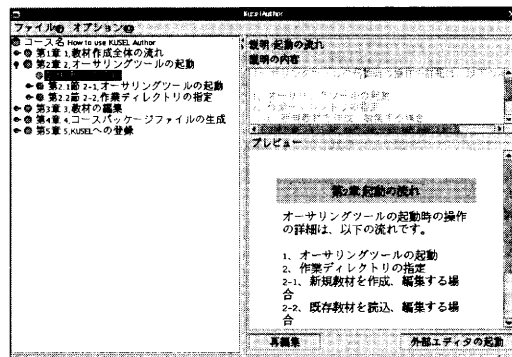


図6 試作オーサリングツールの画面例(1)

教材構造エディタで編集された章、節、問題のノードの木構造は、CN定義ファイル生成時に自動的にCN構造へ反映される。

3.3 ページエディタ

教材構造エディタで編集した教材構造のノードに対応する内容を編集するエディタの総称である。教材を構成する要素の種類に応じて数種類のページエディタが存在する。本試作では、左半面の教材構造エディタで選択されたノードに対応するページエディタが画面右半面に表されるように設計されている。図6がその画面例である。

KUSELのCNSSエンジンはCNによって計算された理解度と講義シナリオ記述された条件に従って教材提示順序の変更を行う。しかし、CNの条件付確率の設定が不適切であると、シナリオに記述された理解度が条件を満たす値となることがなく、条件分岐が発生しない場合がある。このことが原因で無限ループ

ブに陥ることもある。そのため条件付確率の設定は、教材が正しく動作するために重要な作業である。しかし、どのような条件付確率を与えた場合に、理解度がどのような値となるかを予測することは、熟練者にとっても容易ではないため、条件付確率値の設定は KUSEL のユーザ適応型教材作成において非常に困難な作業である。

条件付確率の設定を容易にするために、試作オーサリングツールは、教材作成者の指定した 5 段階の難易度から条件付確率を算出する仕様とした。そのために、章・節・問題ノードに対応するページエディタは難易度を指定するフィールドを持っている。

さらに今回は、図 7 に示す単純な規則に従って条件付確率を算出することとした。Root と章の間、章と節の間の条件付確率は難易度に代わらずに常に固定とし、節と問題の間の条件付確率は教材作成者によって与えられた難易度に応じて異なる値を与えることにしている。この数値は節以下の全ての問題を正解したときには節の理解度が必ず 0.7 を越えるよう（全問正解でなくとも 0.7 を越えることはある）、経験的に求めた値である。後述の講義シナリオジェネレータでも節の理解度が、0.7 を超えるか否かを分岐条件とする講義シナリオを生成することで、柔軟さはやや失われるが、確実に動作する教材を容易に生成することが可能となる。

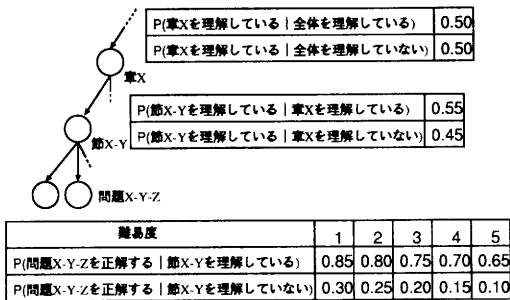


図 7 試作オーサリングツールの条件付確率

3.4 HTML ファイルジェネレータ

HTML ファイルジェネレータはユーザの操作により、ページエディタから呼び出される。(ユーザの明示的な操作がない場合、コースパッケージ作成時にコースパッケージジェネレータから呼ばれる。) ページエディタから入力されたテキストなどから HTML ファイルを生成する。対象となるページが問題の場合、SCORM 規格に定められた方法で、合否結果をサーバへ送信するための JavaScript を生成し、HTML ファイルへ埋め込む。

3.5 講義エディタ

KUSEL の 1 コースは 1 つまたは複数の講義によって構成される。そして実際の学習は講義を単位に実施される。講義エディタはコースをいくつかの講義で構成するかを決定するエディタである。また、それぞれの講義で提示する範囲が節単位で指定することができる (たとえば 1.1 節~2.3 節など)

講義エディタを含む画面の例を図 8 に示す。

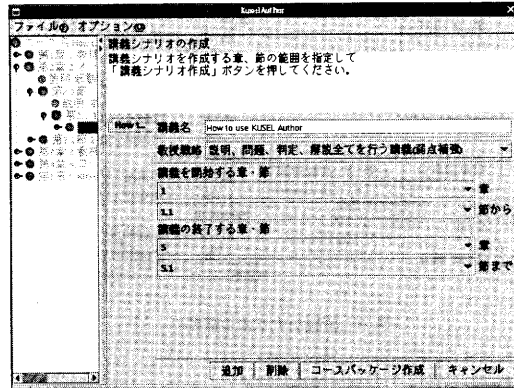


図 8 試作オーサリングツールの画面例 (2)

また、講義エディタは講義ごとに教授戦略の指定を行うことができる。現段階で用意されている教授戦略は以下の 3 種類である。

- 説明、問題、判定、解説全てを行う講義
- 説明のみの講義
- 説明を飛ばして問題から講義を行う。

講義エディタはコースパッケージジェネレータと連係しており、教材作成者は講義エディタからコースパッケージジェネレータを起動し、コースパッケージを生成することで、教材作成が完了する。

3.6 コースパッケージジェネレータ

コースパッケージジェネレータは、講義シナリオジェネレータ、CN 定義ファイルジェネレータ、HTML ファイルジェネレータ、KUSEL マニフェストジェネレータを呼び出してコースパッケージの各要素ファイルを生成、それらを 1 つの JAR ファイルへまとめて 1 つのコースパッケージファイルとして完成させる。

CN 定義ファイルジェネレータ

CN 定義ファイルの生成に必要な情報は、既に教材構造エディタ、ページエディタによって共通データ領域に作成されているので、CN 定義ファイルジェネレータこの情報を取り出して、CN 定義ファイルへ出力する。

講義シナリオジェネレータ

講義シナリオジェネレータでは、それぞれの講義について、講義エディタで選択された教授戦略へ、同じく講義エディタで指定された範囲を当てはめ、講義シナリオを生成する。基本となる a. の教授戦略の流れを図 9 に示す。3.3 で述べたとおり、理解度 0.7 を基準に該当する節を理解したかどうかを判定している。

KUSEL マニフェストジェネレータ

KUSEL マニフェストには、そのコースに属する CN 定義ファイルと講義シナリオのファイル名が記述されるので、CN 定義ファイルジェネレータと講義シナリオジェネレータがそれぞれのファイルを出力した後に、KUSEL マニフェストを生成する。

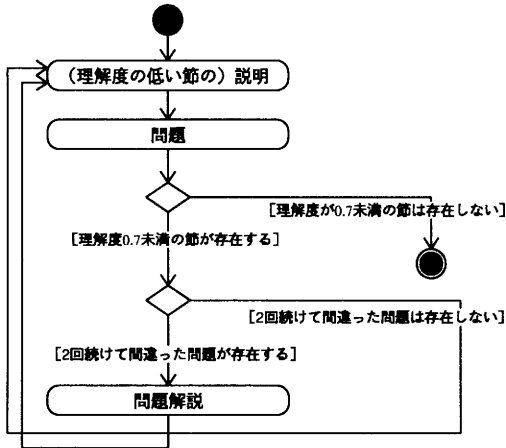


図9 試作オーサリングツールの標準教授戦略

3.7 試作結果と今後の展開

今回の試作により、オーサリングツールを使用することによって KUSEL 向け教材作成が容易に行えることと、作成された教材が KUSEL 本体で適切に動作することが確認されている。特に CN 定義ファイル、講義シナリオがオーサリングツールによって自動生成される効果は大きく、教材作成者は教材構造とその内容の作成に注力することが可能であった。

しかし、本格的な教材を作成し、実際の教育現場において多人数を対象とした運用試験を行わなければ、オーサリングツールを利用することによる利点の検証、またオーサリングツールによって生成された教材の妥当性は、評価することができない。

現在、北見工業大学情報システム工学科において、本試作オーサリングツールと KUSEL を用いた Java 言語補習授業が予定されている。また北見市職員研修においても KUSEL の利用が計画されており、大規模な教育現場での実運用を通じて、KUSEL 本体とあわせた総合的な評価が行われる予定である。

4. む す び

本稿では、ユーザ適応機能を備えたシナリオ駆動型 e-Learning システム KUSEL に対応したオーサリングツールの設計・試作について報告した。今回の試作において、KUSEL 用教材を作成可能であることが確認されているが、今後は本格的な運用試験を通じて、KUSEL 本体を含めた総合的な学習効果の評価を行って行く予定である。

なお、今回試作したオーサリングツールは非熟練者向けに、簡単に教材を作成できることを目指している。そのため、このオーサリングツールによって生成された教材は、KUSEL のユーザ適応機能のすべてを使用していない。すべての機能を活用するためには、熟練者向けの細かい指定が可能なオーサリング機能を提供する必要がある。今回設計したオーサリングツールはデータ領域と各エディタ、教材ファイル生成部が分離しており、各部を入れ換えることを考慮した設計となっている。今後の発展として、動的なモジュール入れ換えを想定している。

モバイルエージェントによる教材オーサリングツールの研究が既に筆者らに始まっており [4]、今回試作したオーサリングツールがその応用例として検討されている。

謝 辞

本研究は北見市地域情報化推進室の協力により行われました。ここに謝意を記します。

文 献

- [1] R.E.Neapolitan, "Probabilistic Reasoning in Expert Systems Theory and Algorithms," John Wiley & Sons, Inc., 1990.
- [2] 松澤文太郎, 藤原祥隆, 岡田信一郎, "ユーザ適応化機能を備えた学習支援システム," 情報処理学会研究報告, vol.2001, no.122, pp.17-24, 2001.
- [3] 鈴木智樹, 藤原祥隆, 岡田信一郎, 吉田秀樹, "講義シナリオに基づく弱点補強型 e-Learning システムの実現法," 情報処理北海道シンポジウム 2003 講演論文集, pp.116-117, 2003.
- [4] 中村匡臣, 藤原祥隆, 岡田信一郎, 吉田秀樹, "モバイルエージェント技術を用いた教材作成用オーサリングツールの設計及び試作," 情報処理学会研究報告, 2004-CE-73, pp.83-88, 2004.