

# 確率的推論を基礎とする学習者マップを利用した対面教育適応化法

福島 潤一郎†

藤原 祥隆†

前田 康成†

北見工業大学†

## 1. はじめに

本研究では学習者の満足度向上と講師の負担軽減を目的とする対面教育支援システムに関する研究を行っている[1]。本稿では、確率的推論 (Bayesian network、以下 BN と略す) を基礎とする「学習成績マップ」を活用した授業適応化法の基本構造と本構造の「学習成績マップ」、「学習成績マップ処理部」、「授業進行マップ」について述べる。

## 2. 基本構造

対面教育適応化法を概念を図 1 に示す。「学習成績マップ」は実施済みの授業に関する学習者の理解度特性を計算する機構である。「学習成績マップ処理部」は学習者ごとに学習成績マップを作成し、それに外部のシステムから受け取った演習課題の結果を反映させる機構である。「授業進行マップ」は、各学習者の学習成績マップの理解度を読み込み、対象とする学習者グループに対し次の授業をいかに進めるかの指標を設定する機構である。

本研究では取り出される授業要素として、「教材内容」、「教授法」、「復習課題」を選んだ。それらを授業要素知識として予め用意する。「教材内容」と「教授法」は三段階あり、決められた指標値に応じて適切な選択肢を選ぶようにしている。

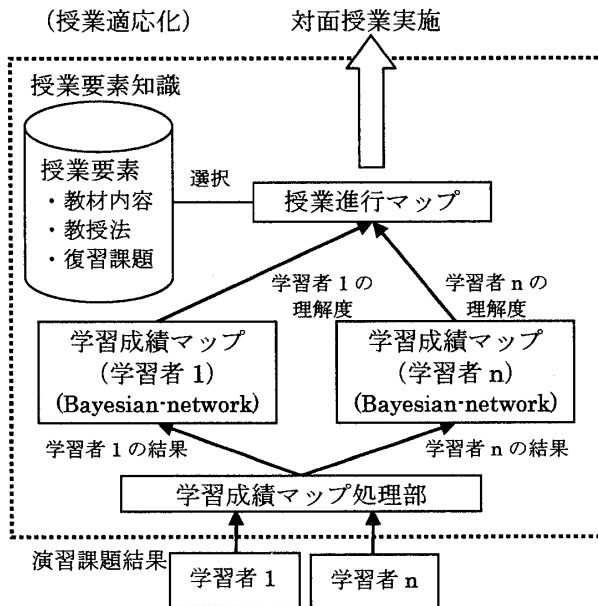


図 1 対面教育適応化法概念

## 3. 学習成績マップ

本授業適応化法の中核をなす「学習成績マップ」は BN として構成している。BN とは複数の確率変数の間の関係をグラフ構造と条件付確率で表した確率モデルである。

本研究では対象とする「授業」、授業で教授する「分野」、各分野で実施する「トピック」、さらに各トピックに属する「演習課題」をそれぞれグラフのノードで表し、関連のあるノードの間をリンクで結んでいる。図 2 に学習成績マップの構成例を示す。ここで、授業ノード、学習分野ノード、学習トピックノードは{理解、不理解}の状態を持ち、演習課題ノードは{正解、不正解}の状態を持つ。授業終了後から次の授業までの間に学習者には何問か問題を解かせその演習課題の結果{正解、不正解}に応じて、対応する演習課題のノードの状態 {正解、不正解} が決定される。なお、図 2 において解かせる問題は終了した学習トピックと実線のリンクで結ばれている演習課題である。

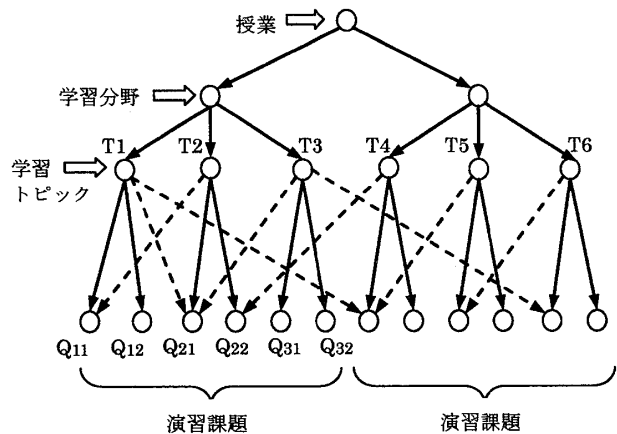


図 2 学習成績マップの構成例

学習成績マップでは演習課題ノードの状態が決定すると、一定のアルゴリズムにより、リンクにより結ばれている各トピックノードの状態{理解、不理解}の生起確率が更新される。これは「実施済みのトピック」の理解度(「理解」状態の確率)だけではなく「これから実施するトピック」の理解度も更新される。本研究では、これから実施するトピックの理解度を今後の授業をどのように進めるかの手がかりとして活用している。

本研究では Java プログラミング教育を取り上げて作成しており、現段階で授業ノードは 1 個、学習分野ノードは 6 個、学習トピックノードは 15 個、演習課題は 1 トピックにつき 5 問で 75 個の演習課題ノードが存在する。そして、関係のあるノードの間にリンクを結び BN を構成している。

Adaptation of face-to-face teaching using learner's maps based on the probabilistic reasoning  
 Jun-ichirou Fukushima, Yoshitaka Fujiwara, Yasunari Maeda  
 Kitami Institute of Technology

#### 4. 条件付確率の値の設定

学習成績マップはBNとして構成しているため、事前にノード間の関係を条件付確率で示しておく必要がある。条件付確率は現段階では以下のように設定している。

表1 条件付確率の値の設定

P( F=理解   All=理解 )	0.60
P( F=理解   All=不理解 )	0.40

P( T=理解   F=理解 )	0.60
P( T=理解   F=不理解 )	0.40

難易度	1	2	3	4	5
P( Q=正解   T=理解 )	0.75	0.70	0.65	0.60	0.55
P( Q=正解   AT=不理解 )	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10

影響度	P( Q=正解   TR=理解 )
1	P( Q=正解   T=理解 )/2.0
2	P( Q=正解   T=理解 )/1.5
3	P( Q=正解   T=理解 )/1.25

表1においてAllは授業、Fは学習分野、Qは演習課題、TはQが属する学習トピック、TRはQが属していない学習トピック、ATはQとリンクで結ばれている学習トピックすべてを表す。P(All=理解)は0.5としている。

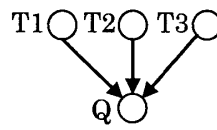
演習課題が属する学習トピックTとは図2で演習課題と学習トピックが実線で結ばれている場合はその演習課題はその学習トピックに属してるとし、点線で結ばれている場合はその演習課題はその学習トピックに属してはいるが関係のある学習トピックTRとしている。また、ATとは図2でQをE<sub>11</sub>とするとそれらとリンクで結ばれているT<sub>1</sub>とT<sub>2</sub>のことを表している。

演習課題の難易度は5段階に設定し数字が大きいほど難しい問題を表す。TRとQの間の影響度は演習課題の影響度は3段階に設定し数字が大きいほどその問題がその学習トピックの理解度に大きな影響を与える。また、本研究で使う演習課題は問題作成者が新しく作り、正誤結果のデータがないので難易度設定、影響度設定は著者の判断で決定した。

#### 5. Noisy-orの規則

演習課題ノードから親ノードへのリンクが1つの場合は親ノードの状態{理解、不理解}が2で演習課題ノードの状態{正解、不正解}が2なので2×2=4通りの値を条件付き確率に設定すればよいが、親が2つある場合は2×2×2=8通りとなる。親ノードが1つ増えるたびに倍となり全通りの値を考えるのは非常に困難なので、表1の値とNoisy-orの規則[2]を用いて条件付確率の値を決定した。Noisy-orの規則を図3に示す。

表1のP(Q=正解 | AT=不理解)の値をbackground noiseとしている。図3において例えば、P(Q=y | T1=y, T2=y, T3=n)の時は(1-b×a<sub>1</sub>×a<sub>2</sub>)となり、P(Q=y | T1=n, T2=n, T3=n)の時は(1-b)となる。このようにして条件付確率の値をすべて設定していく。



yを理解、nを不理解または不正解、Yを理解(y)であるトピックの添え字の集合とする

$$a_j = P(Q=n | T_j=y)$$

$$b = P(Q=n | AT=n)$$

$$P(Q=y | T1, T2, T3) = 1 - b \times \prod_{j \in Y} a_j$$

図3 Noisy-orの規則

#### 6. 学習成績マップ処理部

学習成績マップ処理部では外部のシステムから実施した学習トピックの演習課題の正誤結果、学習者の名前、実施した学習トピックの番号を受け取り、次にその学習者の学習成績マップが存在するか確認し、存在する場合はそれを読み込み、存在しない場合は新たに学習成績マップを作成する。受け取った学習トピックの番号によりそのトピックの属する演習課題ノードを見つけて正誤結果を入れていき、その後に学習成績マップを更新してBNの状態を保存しておく。

#### 7. 授業進行マップ

授業進行マップではすべての学習成績マップから理解度を読み込み、トピックごとに平均化する。そして、最近実施した回の次の回のトピックの理解度を見て次の授業をどのように進めるかを判断する。現段階では、授業要素を「理解していない」、「普通」、「理解している」の三段階に分けている。また、学習成績マップの実施した回のトピックの理解度が0.30以下だった場合は復習課題対象者となり、復習課題を解かせる。

表2 次の回のトピックの理解度

理解していない	普通	理解している
0~0.475	0.475~0.525	0.525~1.0

#### 8. むすび

本稿では対面教育適応化法の基本構造と本構造の「学習成績マップ」、「学習成績マップ処理部」、「授業進行マップ」について述べた。

現在、学習者の解答結果を疑似的に作り出し、「学習成績マップ」、「学習成績マップ処理部」、「授業進行マップ」の動作を確認するプロトタイプシステムを作成し問題点の洗い出しを行っている。今後、プロトタイプシステムによって事前に設定する条件付確率の値の改良と「授業進行マップ」で取り出される授業要素を決定する境界線の明確化を行う。

#### 参考文献

- [1] 福島潤一郎, 藤原祥隆, 前田康成, "確率的推論を基礎とする学習者マップを利用した対面教育適応化法", FIT2007 第6回情報科学技術フォーラム, pp.589-590, 2007
- [2] F. V. Jensen, "Bayesian Networks and Decision Graphs," Springer, 2001