

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 6月25日現在

機関番号：52601

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21700834

研究課題名（和文） 成績と授業評価データからなる満足度・習熟度関係性モデルを用いた学生への指導法提示

研究課題名（英文） A Study on Instructional-Method Indication using a Model for Coursework Evaluation and Proficiency Based on the data of Academic Results and Class Evaluation

研究代表者

北越 大輔（KITAKOSHI DAISUKE）

東京工業高等専門学校・情報工学科・准教授

研究者番号：50378238

研究成果の概要（和文）：

本研究では、教育機関が蓄積する学生の授業評価アンケートと、アンケートに対応する科目の成績データから構築される授業評価・習熟度関連性モデルを用いた、学生に対する適切な指導法改善支援を目的とした。

教員を被験者とする主観評価実験の結果、システムの視覚的な理解しやすさや、指導法改善支援のため加えた機能が、利用者の使い勝手向上や指導法改善につながる知識発見に貢献していることを確認した。

研究成果の概要（英文）：

This study proposes a system to support improving instructional method for students. The proposed system employs “class evaluation – proficiency model” based on the results of questionnaire for students regarding class evaluation and the data of their academic results.

Empirical results of subjective experiment in which teaching staffs are examinee showed that the use of proposed system contributes to the improvement of usability and teaching methods of users (teaching staffs).

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・教育工学

キーワード：ベイジアンネット、授業評価、指導法改善、ファカルティデベロップメント、確率推論

1. 研究開始当初の背景

近年、教員の教育能力を向上させるための Faculty Development（FD）活動の一環として、学生の授業評価や成績に関する大規模な調査を行う教育機関が増えている。その一

例として、収集した授業評価データを効果的に授業改善へ結び付けるための分析方法に関する研究、実際に調査分析を行い、その結果から現在の教育環境に関する課題を示す研究等が報告されている。しかしながら、そ

れらは実際に教育へ携わる教員へのフィードバックを伴うものではなかったり、ごく特定の条件下での分析であったりすることが多いため、収集データがどの程度学生の成績向上に効果的に活用されているのか十分な評価が行われているとは言い難い。

2. 研究の目的

本研究では、教育機関が蓄積する学生の授業評価アンケートデータとアンケートに対応する科目の成績データから、学生の授業満足度・習熟度関連性モデルを構築し、このモデルを用いた学生に対する適切な指導法提示支援を目的とする。

申請者は、収集データをより効率的に教育改善に活用することを目指す。本研究では、学生から収集した授業評価アンケートと成績のデータから学生の授業評価・習熟度関連性モデルを構築し、これを用いて教員に対して学生への指導法提示支援を行う。授業評価・習熟度関連性モデルは、要素間の確率的因果関係を視覚的に表現可能な確率モデルの一つとして知られるベイジアンネットワーク (Bayesian network : BN) によって表現され、指導法の提示は BN を利用した確率推論の結果や、BN 自身が視覚的に提示する各項目間の関連性をもとに実現する。

提案システムは授業評価・習熟度関連性モデルから読み取れる様々な授業に関する要因・関連性をシステム利用者 (教員) に提示することにより、教員の知識発見を促す形で指導法改善支援を行う (図 1)。ここで知識発見とは、指導に関する様々な要因・関連性のうち、教員が知らない意外な関連性や、普段自明であるため意識していない関連性、もしくは忘れてしまっている関連性等を発見・再認識することに対応する。知識発見を促進するために、システムとシステム利用者 (教員) が、以下のような入出力を繰り返す対話的な方法を取る。

- (1) 教員がシステムに「知りたい項目」を入力する。
- (2) システムが入力に応じ、それに関連する項目を教員へ出力する。
- (3) 教員がシステムの出力に対して気になる (興味のある) 項目があれば(1)に戻る。

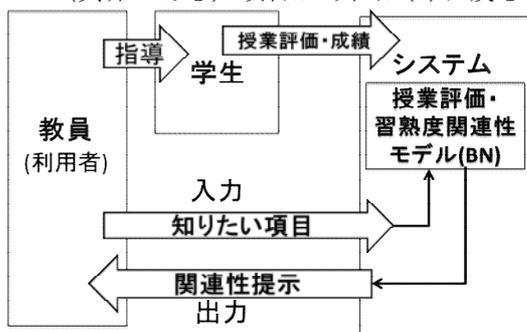


図 1 : 提案システムの枠組

ここで「知りたい項目」とは、授業や指導に関する要素のことを指し、「関連する項目」とは、授業評価・習熟度関連性モデルから読み取れる「知りたい項目」と関連性のある項目を指す。

提案システムの主な機能は以下の通り。

- (1) BN から一部を抽出し、ノード間の関連性を提示：各科目の授業評価項目間、成績間、および評価項目と成績との依存関係を表示し、教員の知識発見を促進。
- (2) 条件付確率表 (CPT) 表示機能：(1) で提示された、依存関係のあるノード (確率変数) 間の具体的な関連性を、CPT として提示。
- (3) 確率推論機能・時期分析機能：BN の結合構造を用いた確率推論計算によって、BN 中の「あるノード A が特定の値 a を取る時、他のノード B が特定の値 b を取る条件付確率」 $P(B = b | A = a)$ 等を計算。また、複数時期にまたがる BN を混合し、ある時期に特定の特徴を有する学生に関する将来の成績予測や、現在問題を有する学生について、その原因を確率的に分析。

3. 研究の方法

研究期間である H21～H23 年度において、主に下記に示すような内容・手順で研究を遂行した。

(1) H21 年度

- ① 申請者の所属学科に関する授業評価データ・成績データを収集
- ② データ収集時期、学年、クラスに応じた各 BN の構造決定
- ③ 得られた BN の結合構造について考察。また、BN を用いた確率推論の精度について評価

(2) H22 年度

- ① 他学科学生を含む BN 構築用データ収集
- ② 時期分析機能実現のため、複数時期にまたがる BN の構築、およびその利用法に関する考察を実施
- ③ 構造決定された BN を用い、学生の有する特徴から将来の予測や過去の分析が可能であるか、検証するための計算機実験を実施

(3) H23 年度

- ① 一昨年度・昨年度の結果をもとに、実用可能な指導法改善支援システムの枠組について考察
- ② 教員を被験者とした主観評価実験を実施
- ③ 実験結果をもとにシステムの使い勝手や機能面に関して修正・改良
- ④ 再度主観評価実験を実施し、結果を評価・考察

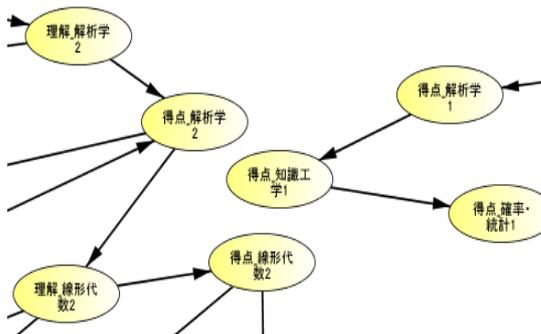


図 2：構造決定された BN の例 (1)

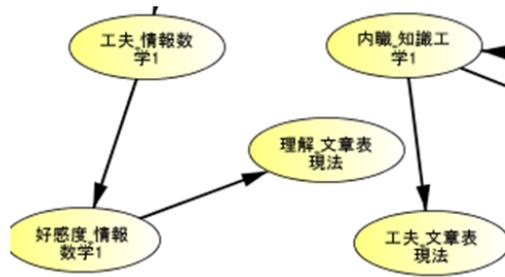


図 3：構造決定された BN の例 (2)

4. 研究成果

研究期間中に実施した計算機実験、および主観評価実験の結果をもとに、提案システムの基本的性能や特徴について考察した。以下に、大きく 3 項目に分割して紹介する。

(1) 授業評価・習熟度関連性モデルの評価

学生から収集したデータをもとに構造決定した典型的な BN (授業評価・習熟度関連性モデル) の特徴について、以下に述べる。

教員らにとって既知であると考えられる因果関係が表現されている結合構造の例を図 2 に示す。この例では、「線形代数 2 の授業理解度と得点」や「知識工学 1 の得点と確率・統計学 1 の得点」といった、同一科目の異なる項目間、もしくは、理解のために類似した専門性 (例：数学や物理の素養等) を必要とする科目間等、関連性が容易に想像できるノード同士が結ばれていることが確認できるので、ある程度妥当な授業評価・習熟度関連性モデルが得られていると言える。加えて、普段、教員が知り得ないような、意外性のある関連性についても、BN の結合構造から発見することが可能であった (図 3)。図の例では、「情報数学 1 の授業好感度と文章表現法の理解度」や「知識工学 1 の授業中の居眠り・内職などの量と文章表現法の授業工夫」といった、いわゆる文系科目と理系科目間の関連性や、アンケートの質問項目に一見して関連性が認められないようなノード間でのリンクが見受けられる。このような結合

表 1：典型的なノードに関する推論結果

evidence	推論対象	精度
理解_解析学1	好感度_解析学1	0.767
好感度_情報数学1	理解_文章表現法	0.733
内職_知識工学1	工夫_文章表現法	0.8
板書_解析学2	得点_解析学2	0.3
板書_解析学2, 好感度_解析学1, 予習_解析学2	得点_解析学2	0.633

の妥当性については、構造学習した BN をもとに推論を実施し (2) で紹介), その精度の高さによって間接的に判断する方法が適切であると考えられるが、上記のような意外性のあるノード間においても比較的高精度の推論が実施できていることから、今回の実験で確認された関連性は、少なからず当該ノード間に存在していると予想される。

(2) 推論精度に関する評価

図 2, 3 に示されるような、授業評価・成績データから構築した BN (従業評価・習熟度関連性モデル) がデータの特徴をどの程度良く表しているかを評価するため、任意のノード (Evidence) の値を固定した時、他のノード (推論対象) の値をどれだけ正確に予測できるかを推論精度として計測した。典型的な結果を表 1 にまとめる。結果から、概ね良好な推論精度が得られていることが確認でき、ノード間に直接リンクが存在する場合には高精度となる傾向があることも分かった。一方で、推論精度が低い時 (例：表 2 における P(得点_解析学 2 | 板書_解析学 2) 等) には、ノード間に直接リンクがない傾向が強いことも確認された。しかしながら、表 2 最下部に示される通り、このようなノードに対しても、与える Evidence 数を増加させることで精度が向上する傾向があることを確認した。

上記の結果はある一定期間で収集されたデータをもとに構造決定された BN を対象としている。時期分析機能では複数時期に対応する複数の BN を結合し、当該 BN を用いて、「中間試験の結果を用いた期末試験時の予想」や「今年の結果が生じた原因を去年の状況をもとに分析」することを可能とするが、複数 BN を混合するためのデータを収集する環境の整備が不十分であったため、Evidence の設定によっては妥当な推論結果が得られない場合もあった。

(3) 指導法改善支援システムの全体的評価

提案システムの実用可能性を評価するため、本校所属の複数教員を被験者として主観評価実験を行った。システムの各機能の使いやすさ、およびシステムから指導法

表 2：主観評価実験の結果（一部抜粋）

質問内容（評価段階数）	最大値	平均値
確率推論の機能について(2)	2	1.57
時期分析機能に関して(2)	2	1.5
学生集団の特徴をつかめたか(2)	2	1.43
知識発見できたか(2)	2	1.29
指導法改善に役立てたか(4)	3	2

改善に役立ち得る知識が得られたかについて調査を実施した結果、表 2 に示すような結果が得られた。

表より、提案システムを利用した結果、学生集団の特徴を掴んだり、指導法改善に役立ちそうな知識発見ができたといった回答が得られていることが分かる。加えて、自由記述での回答からも、システムを試用した結果、教員自身が普段気付かなかった意外な知識が得られたといった評価が得られた。

一方、自由記述回答では、モデルやモデル関連情報の表示機能に関する評価が低いことも確認された。具体的には、「ネットワーク構造の中から自身の科目を見つけるために時間を要する」「分析結果の指導法改善への活用法が分かりにくい」といった意見が得られたため、今後さらなる改善が必要な機能であるといえる。

これまでの実験結果より、提案システムの視覚的な理解しやすさや、指導法改善支援のため加えた機能が、利用者の使い勝手向上や指導法改善につながる知識発見に貢献していることを確認した。アンケート収集時の環境設定が不十分であり、予測や分析に利用可能なデータ数が十分収集できなかったため、時期分析機能に関する評価は当初の想定より低かったが、予測や分析が当該システムによって実現可能なこと、およびこれら機能の精度を向上させることで、利用者のさらなる知識発見を促進可能であることが確認された。当該研究を進めることで、利用者（教員）自身が担当しない他教科との関連性をも活用した、利用者にとってより効果的、かつ学生にとっても有益な指導法改善を実現可能となることが期待される。

これらの研究の進捗に伴い、申請者は提案システムにおける BN 上の確率推論を効率的に実現する手法についての研究も進めてきた。当該手法は提案システムで用いられる BN における推論手法で活用できることはもちろん、広く一般的な構造を有する BN においても同様に効率的に利用可能である。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔学会発表〕（計 6 件）

①田中功太、北越大輔、鈴木雅人、教員の指導法改善を目的とした授業評価・習熟度関連性モデルによる知識発見支援システム、第 64 回人工知能学会先進的学習科学と工学研究会 (SIG-ALST)、2012 年 3 月 13 日、兵庫県淡路島

②和歌崎修平、北越大輔、鈴木雅人、精度保証と補正を行うベイジアンネット上の近似確率推論法に関する研究、電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会 (NC)、2012 年 1 月 27 日、北海道函館市

③ Daisuke Kitakoshi, Shuhei Wakasaki, Masato Suzuki, A Probabilistic Reasoning Algorithm for Bayesian Networks by Simplifying Their Structures, The 2011 IEEE International Conference on Granular Computing, 2011 年 11 月 8 日、高尾、台湾

④ 北越大輔、和歌崎修平、鈴木雅人、Conditioning と Loopy-BP を用いた確率的意思決定手法、電子情報通信学会ニューロコンピューティング研究会 (NC)、2011 年 1 月 25 日、北海道札幌市

⑤鏡沼悠太、北越大輔、鈴木雅人、授業評価・習熟度関連性モデルを用いた教員の知識発見に基づく対話型指導法改善支援システム、第 61 回人工知能学会先進的学習科学と工学研究会 (SIG-ALST)、2011 年 3 月 14 日、山口県長門市

⑥栗原竜矢、北越大輔、鈴木雅人、学生の授業評価・習熟度関連性モデルを用いた教員への教育法提示支援システム、第 37 回知能システムシンポジウム、2010 年 3 月 16 日、神奈川県横浜市

〔その他〕

研究紹介ホームページ

[http://xythos.tokyo-ct.ac.jp/usr/kitakoshi/web/GIASR/KAKEN_Theme09-11\(1\).html](http://xythos.tokyo-ct.ac.jp/usr/kitakoshi/web/GIASR/KAKEN_Theme09-11(1).html)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

北越 大輔 (KITAKOSHI DAISEKE)

東京工業高等専門学校・情報工学科・准教授

研究者番号：50378238

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし