

学習行為に関わる感情構造の統一的記述に向けたオントロジー記述の試み

Ontology Descriptions for an Integrative Representation of Emotional Constructs on Learning Behaviors

村松慶一*¹ 小島一晃*² 松居辰則*¹
Keiichi MURAMATSU Kazuaki KOJIMA Tatsunori MATSUI

*¹早稲田大学人間科学学術院
Faculty of Human Sciences, Waseda University

*²帝京大学ラーニングテクノロジー開発室
Learning Technology Laboratory, Teikyo University

Recently, the research in intelligent educational systems has much interest in exploring data from academic settings to understand learners behavior and mental states. We have been developing Intelligent Mentoring System which performs automatic mentoring by using an ontology to provide a specification of learner models. To identify learners mental states, the ontology covers theoretical and data-driven knowledge of the emotions. Thus, the current study aims to conceptualize constructs of emotions represented statistically in psychological researches.

1. はじめに

近年, e-Learning システムを利用した際に得られるシステムログや学習者の顔画像, 視線, その他の生理指標などのデータから, 学習者が課題に取り組む状況を把握する試みが進められている. このようなデータの取得・分析によって, 学習対象に関する知識や学習者の理解状態の把握という知的チューティングシステム (Intelligent Tutoring System; ITS) 研究において従来から行われてきた観点とは別の角度から学習者の状況を把握することが可能となる. 我々は学習者の知識・理解状態に加えて心的状態を考慮した支援を行う知的メンタリングシステム (Intelligent Mentoring System; IMS) の開発に取り組んでいる. これまでに, 学習に関連する感情とその理論の一つについての概念整理 [Muramatsu 13] を行い学習者モデルの規約としてオントロジーの構築を試みた. 本研究では, 心理学の分野で統計モデルを用いて表される学習に関連する感情に焦点をあて, その構造を統一的に記述するためのオントロジー構築を目的とする.

2. 学習に関連する感情の統計的記述

心理学の分野において, 学習 (academic learning), 授業 (classroom instruction) や学業達成 (achievement) に直接的に結びつく感情は Academic Emotions と呼ばれている. 特に, 学業達成に直接的に結びつく感情は Achievement Emotions と呼ばれ, 学習者が主観的に感じる control と value によって特徴づける Control-value Theory が提唱されている [Pekrun 06]. Achievement Emotions には九つの感情 (enjoyment, boredom, anger, hope, anxiety, hopelessness, pride, relief, shame) が含まれ, それらを測定する Achievement Emotions Questionnaire(AEQ) の妥当性が統計的に示されている [Pekrun 11].

さらに, Achievement Emotions のひとつである Boredom については, under-challenging と over-challenging の二つの状況において学習者に知覚される感情の構造が比較されている [Acee 10]. 具体的に, Boredom は under-challenging すなわち学習活動がやさしく挑戦的でない状況では “General boredom” 因子によって構成されるのに対して, over-challenging すなわ

連絡先: 村松慶一, 早稲田大学人間科学学術院, 埼玉県所沢市三ヶ島 2-579-15, kei-mura@ruri.waseda.jp

ち学習活動が難しく挑戦的過ぎる状況では先の因子が分化した “Self-focused” と “Task-focused” という二つの因子によって構成されることがわかっている. これらの Boredom の測定に際して, 36 項目からなる ABS-36 とその短縮版として 10 項目からなる ABS-10 という Academic Boredom Scale (ABS) が作成されている.

これらの評定尺度を用いて得られたデータは次のように統計モデルに当てはめて記述され, 学習者が知覚する感情の構成が表現されている. まず, ABS-36 を用いた実験では under-challenging, over-challenging のそれぞれのデータについての因子分析から, 共通してポジティブ感情, ネガティブ感情と解釈される因子が抽出されている. 次に, ABS-10 を用いた実験において, under-challenging のデータについての因子分析では, すべての項目で General Boredom 因子と相関がみられた. その一方で, over-challenging のデータについての因子分析では, 五つの項目 (want something else, tired of activity, impatient, frustrated/annoyed, apathetic) には Self-focused 因子との相関がみられ, その他の五つの項目 (nothing to do, activity dull, repetitive, wonder why doing this, unless/unimportant) には Task-focused 因子との相関がみられた. これらのことから, Boredom の概念的な構造は (1) ポジティブ感情, ネガティブ感情との関係の上で, さらに (2) General Boredom, Self-focused Boredom, Task-focused Boredom との関係によって under-challenging と over-challenging というそれぞれの文脈が区別されると考えられる. 次節ではこの構造のオントロジー記述について説明する.

3. 統計的記述のオントロジー

本研究では, オントロジー構築環境の一つである法造*¹を用いた. これまでの IMS 開発において, 上位オントロジーである YAMATO (Yet Another More Advanced Top-level Ontology)*²を参照し, それを拡張する形で Academic Emotions に関する概念を記述した.

また, 表現としての統計モデルと変数の概念についても同様に YAMATO に基づいて構築したオントロジー [村松 11] を参照した. このオントロジーにおいて, 統計モデルは注目され

*¹ <http://www.hozo.jp/>

*² <http://www.ei.sanken.osaka-u.ac.jp/hozo/ontology/upperOnto.htm>

る変数の個数によって一変数、二変数、多変数のモデルに分けられる。多変数のモデルの下位概念に線形回帰モデル、因子分析モデル、主成分分析モデルが定義される。線形回帰モデルと因子分析モデルは一つの目的変数に対して複数の説明変数を持ち、主成分分析モデルは複数の目的変数に対して一つの説明変数を持つ。因子分析モデルにおける説明変数を担った潜在変数が共通因子であり、複数の共通因子によって観測変数が担う目的変数が説明されている。

この統計モデルのオントロジー記述に基づいて、本研究で記述した感情の構造を図1に示す。前節で挙げた Boredom と共通因子との関係は因子分析の結果として明らかにされたものであるため、図中のノードは先述の因子分析モデルの下位概念に位置づけられる。モデルを構成するモデル式によって因子との関係が記述されており、Construct of Academic Boredom ノードを構成する Negative Affect-related Expression と Positive Affect-related Expression のモデル式によってポジティブ感情とネガティブ感情の因子との関係が表現されている。さらに、その下位概念の Construct of Academic Boredom in Under-challenging situation と Construct of Academic Boredom in Over-challenging situation においては、General Boredom Factor, Self-focused Boredom Factor, Task-focused Boredom Factor との関係を表すモデル式によって構成されている。

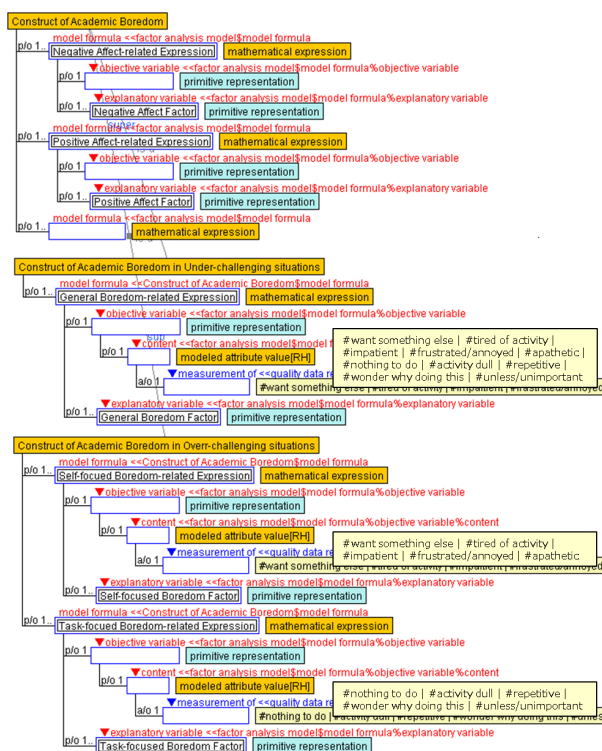


図 1: 統計モデルに基づく感情の構造のオントロジー記述

このオントロジー記述において、変数という表現に対する内容 (content) として、各モデル式における変数がどのような属性値を表しているかが記述されている。例えば、General Boredom-related Expression における目的変数は、Modeled attribute value を内容とし、それが want something else などの属性値の測定値であることが記述されている。ここでは、一つの評定尺度項目によって一つの属性値が測定されることを仮

定し、ABS-10 の項目が表すすべての心理的属性値を参照している。これにより、under-challenging のデータについての因子分析で、すべての項目で一般的な意味での Boredom 因子と相関がみられたことが表現されている。同様に、Self-focused Boredom-related Expression および Task-focused Boredom-related Expression における目的変数がそれぞれ五つの項目によって測定される属性値を表していることが表現されている。

4. 考察

前節で述べたように、Boredom に関する因子分析の結果から明らかにされた感情の構造は、統計モデルのオントロジー記述に基づいて適切に表現された。感情の概念そのものの下位概念ではなく、統計モデルの下位概念として構造を表現するということは、あくまで誤差を含んだ測定に基づいた構造であることを強調するものである。すなわち、本研究が記述した感情の構造とは、感情そのものに先験的に存在するものではなく、何らか視点を含んだ測定を通したものである。統計モデルに基づいて感情を表現するという記述枠組みによって、実験のデータや分析によって異なる複数の知見を適切に書き分けることができると考えられる。

しかし、本研究の記述枠組みが学習者モデルにおける心的状態に規約を与えるという目的を達成するためには、モデル式の変数が参照する属性値の精緻化が不可欠であり、属性値の統一的な記述が課題である。本研究のオントロジー記述では、一つの評定尺度項目によって一つの属性値が測定されることを仮定し、暫定的に尺度の項目と対応する属性値を変数が参照している。心理学で用いられる評定尺度は同一の心理的属性を表す項目群を構成することが多いため、評定尺度の項目と属性・属性値との関係を記述する枠組みを開発する必要がある。

5. おわりに

本研究ではそれらの知見を統一的に捉え共有することを目指し、因子分析などの統計モデルを用いて表される感情の構造を表現するオントロジー記述を試みた。その結果として Boredom という感情についての因子分析の知見を適切に表現することができた。このことは、学習者モデルにおける心的状態の記述に規約を与えることに貢献すると考えられる。

参考文献

[Acee 10] Acee, T. W., et al.: Academic Boredom In Under- and Over-challenging Situations, Contemp. Educ. Psychol., 35(1), pp.17-27 (2010).

[村松 11] 村松慶一ら: 感性的なインタラクションに向けた色彩と感情状態の記述, 第 25 回セマンティックウェブとオントロジー研究会, SIG-SWO-A1102-07 (2011).

[Muramatsu 13] Muramatsu, K. et al.: Ontological Organization of Academic Emotions toward Knowledge Description and Management about Learners Mental States, In Proc. of ICCE2013, pp.145-150 (2013).

[Pekrun 06] Pekrun, R.: The Control-Value Theory of Achievement Emotions: Assumptions, Corollaries, and Implications for Educational Research and Practice, Educ. Psychol. Rev., 18(4), pp.315-341 (2006).

[Pekrun 11] Pekrun, R. et al.: Measuring Emotions in Students' Learning and Performance: The Achievement Emotions Questionnaire (AEQ), Contemp. Educ. Psychol., 36(1), pp.36-48 (2011).