

# 知的メンタリングシステム実現のための オントロジーに基づく学習者の心的状態に関する知識管理

## Knowledge Management for Learner's Mental States based on an Ontology toward Development of Intelligent Mentoring Systems

村松慶一, 小島一晃, 松居辰則  
Keiichi MURAMATSU, Kazuaki KOJIMA, Tatsunori MATSUI  
早稲田大学人間科学学術院  
Faculty of Human Sciences, Waseda University  
Email: kei-mura@ruri.waseda.jp

あらまし：e ラーニングにおいて、人間のメンタが行うような支援をシステムが実現することによって、内発的に動機付けられた学習活動を広く実践することができるようになる。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の実現のためには、学習者モデルにおける心的状態に関する知識表現および知識管理が必要である。本稿では、学習者の視線と心的状態に関する知見を例にとり、それらの関係を明示するためのオントロジー記述について議論する。

キーワード：オントロジー、心的状態、眼球運動、コンピュータ・ベースド・テスト

### 1. はじめに

近年、e ラーニングにおいてメンタリングが導入されており、ドロップアウト率の低下などの成果が報告されている<sup>(1)</sup>。この報告においては、メンタが学習者（メンティ）個人あるいは学習者グループと継続的に双方向のコミュニケーションを行うことによって学習者を支援することをe ラーニングにおけるメンタリングとして定義している。ここで、モデレーティングと呼ばれる、学習者グループに対するディスカッションの進行支援はメンタリングに含まれない。具体的に、メンタは学習内容に関する補足的説明や学習活動を維持するための激励などの支援を行う。これらの支援が成果をあげる一方で、その運用には人的なコストや時間的なコストの増加という課題が残されている。そのため、人間のメンタが行うような支援をシステムによって実現することが出来れば、e ラーニングにおいて内発的に動機付けられた学習活動をより広く実践することが可能になると考えられる。

メンタリングのうち学習内容そのものに関わる支援については、これまでに ITS (Intelligent Tutoring System) 研究を中心に自動化が取り組まれてきた。特に、学習者モデルの構築における知識表現やその診断技法については様々な研究が行われている。その一方で、学習者の情意面に関わる支援の自動化については、近年研究が盛んになってきている。主に e ラーニングにおける学習を対象に、システムの操作ログ、顔画像、視線や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の把握が試みられている。これらの取得データを多面的に分析することで、学習対象に関する知識や理解以外の側面から学習者の心的状態を理解することが可能となると考えられる。例えば、自信や興味、困惑などといった情動状態や、迷いや主観的難易度等の学習の異

常などが学習者の心的状態の例である。

これらの学習者の心的状態に関する知見は、学習者の知識・理解状態および心的状態の両面から統括的な支援を行う知的システムの開発に有用である。このような学習支援機能を備えたシステムを、知的メンタリングシステム (Intelligent Mentoring System; 以下 IMS) と呼んでいる<sup>(2)</sup>。我々が提唱する IMS の特徴のひとつは、学習者モデルの診断機能において学習者の心的状態を考慮する点である。

本稿では、IMS の学習者モデルにおいて心的状態に関する知識表現および知識管理のために必要な概念的基盤を提供するオントロジー構築について議論する。具体的には、学習者の視線と心的状態に関する知見を例にとり、それらの関係を明示するオントロジー記述の例を紹介する。その上で、そのオントロジーを IMS における知識記述のフレームワークとして利用するための課題を述べる。

### 2. IMS で管理する知識

IMS が対象の心理状態は刻々と変化するものであるため、常にモニタリングし即時的に診断とフィードバックができるようにする必要がある。IMS では既存の ITS 研究での知識・理解状態の診断および教授戦略の決定に加え、心的状態のリアルタイムな推定結果やそれに基づく支援方法の決定モデルとあわせて統括的な学習者支援を行う。

心的状態を推定する際に、学習者が高次認知活動を介して意図的に行う反応から得られる情報（高次インタラクションリソース）でなく、必ずしも意識的に行われたい行動データ（低次インタラクションリソース）の利用を試みている。その例としては、細かい粒度でサンプリングされる、マウスの移動速度の変化や、キーボードの打鍵時間間隔、姿勢の変化、眼球運動などが挙げられる。

これらの行動データと心的状態の関係を表す知識がIMSの学習者モデルで用いられる。したがってその知識管理には、学習活動において低次インタラクショソリソースとなる学習者の行為・動作と心的状態との関係を示すことが必要である。

### 3. オントロジー記述

これまでに行った学習者の視線と心的状態に関する実験的検討<sup>(3)</sup>において、問題文と四択の選択肢からなる問題に回答する学習者の注視行動に関して、表1に示すように問題文と選択肢を先読みおよび返り読みする行動が見出された。さらに、問題回答後のアンケートから(1)回答の確信と(2)選択肢の迷いという二つの心理状態が解釈され、視線の特徴との関係性が示唆された。

表1 視線と心的状態の傾向

視線の特徴	回答の確信	選択肢の迷い
選択肢の先読み	低	多
問題文の返読み	中	少
選択肢の返読み	中	中

視線の特徴を学習者の行為・動作、心的状態の傾向を学習者の意識内容として記述するために、学習者が学習を行うことを一つのイベントとして捉え「多肢選択回答イベント」定義した(図1)。オントロジー構築環境として法造を用い、上位オントロジーとして、YAMATO (Yet Another More Advanced Top-level Ontology) を参照した。また、学習者の心理状態の定義についてはYAMATOを拡張する形で我々が構築してきたオントロジーから、行為者の「意識している」状態と「意識上の属性」および「意識上の属性値」の概念<sup>(4)</sup>を用いた。

表1における三つの視線特徴が観察されることは、解く行為が担う部分プロセスのサブスロットのカーディナリティが「1」となることで表現される。また、その際の学習者の心的状態の傾向はテストの内容に対して、「確信」や「迷い」といった意識上の属性がクラス制約となるスロットによって表現される。

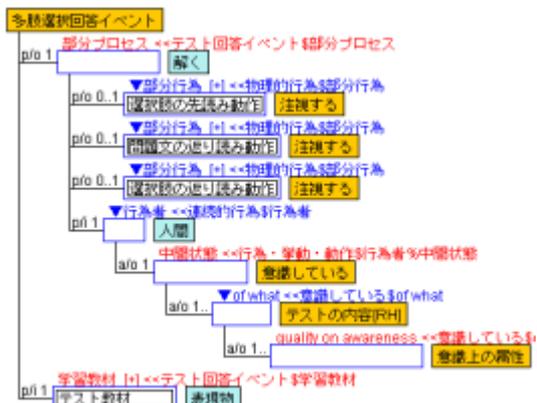


図1 多肢選択回答イベント

### 4. 記述フレームワークに向けた課題

本稿では学習者の行為・動作とそれに対応する「意識している」という状態によって、低次インタラクショソリソースと学習者の心的状態を位置付けた。しかし、IMSでの学習者モデルで扱う概念を統一的に管理する記述フレームワークのためには、これらの定性的あるいは定量的な関係を明示することも必要である。その為には、心的状態を表す意識上の属性値の程度ないし大小関係を明確に記述することが課題として残っている。

また、本稿で取り上げた「確信」「迷い」以外の学習者の心的状態についても定義を行う必要がある。例えばeラーニング学習者の感情状態を難/易、退屈/興味、困惑/理解、疲労/集中という分類軸をトップダウン的に定義した研究<sup>(5)</sup>などを参考に、学習者の心的状態そのものの分類を進めることが考えられる。

その上で、学習者の視線などの行為・動作について既往研究による知見を収集することによって、心的状態を表すために必要十分な概念を網羅する必要がある。

### 5. おわりに

本研究では多肢選択問題を回答する学習者の視線と心的状態に関するオントロジー記述を試みた。多肢選択回答イベントの部分プロセスを構成する動作の概念を用いて視線を記述すると共に、行為者の意識している状態においてテスト教材に対する確信と迷いを位置付けた。このような学習イベントを定義することによって、実験などを通して得られた学習者の行動と心的状態の関係をインスタンスとして記述することができる。さらに意識上の属性・属性値についてオントロジーの拡充を行うことで、IMSの学習者モデルにおける知識管理のための記述フレームワークを利用することが期待される。

### 参考文献

- (1) 松田 岳士, 本名 信行, 加藤 浩: “eメンタリングガイドラインの形成とその評価”, 日本教育工学会論文誌, Vol.29, No.3, pp.239-250 (2005)
- (2) 松居辰則, 小島一晃, 村松慶一: “知的メンタリングシステム構築に向けた学習者の行動情報と心的状態の関係に関する実験的検討”, 第64回先進的学習科学と工学研究会, SIG-ALST-B103-01, pp.1-6 (2012)
- (3) 村松慶一, 小島一晃, 松居辰則: “視線に基づく多肢選択問題の回答行動と確信の実験的検討”, 第61回先進的学習科学と工学研究会, SIG-ALST-B003-03, pp.13-18 (2011)
- (4) 村松慶一, 戸川達男, 小島一晃, 松居辰則: “感性的なインタラクショソリ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)
- (5) Nosu, K., and Kurokawa, T.: “A Multi-Modal Emotion-Diagnosis System to Support e-Learning”, Proceedings of the First International Conference on Innovative Computing, Information and Control, Vol.2, pp.274-278 (2006)