

VR を用いた生徒の理解度の自動判別 Automatic Assessment of Student Understanding Level using Virtual Reality

橋村 頌太[†]
Shota Hashimura

梶原 祐輔[†]
Yusuke Kajiwara

島川 博光[†]
Hiromitsu Shimakawa

1. はじめに

e-learning は学生の自学自習を促進する上で有効な手段であるが、学生の理解度を把握しないと多くの落伍者を出してしまう。自学自習した学生の理解度を把握する方法の1つとして、項目反応理論を利用し、システムが学習内容についての問題を出題して、その解答からその学生の理解度を類推する方法がある [1]。しかし項目反応理論を用いて生徒の理解度を高精度に推定するには、妥当性の高い問題を大量に用意し、学生に解かせる必要がある。それゆえコース期間中に数回実施される試験の問題量では、学生が偶然正解した場合を検出することが難しく、潜在的に隠れている不理解点を見逃す可能性がある。この問題を解決するには、学生が回答した問題の正誤に加え、解答に対する学生の自信を取得し、それらをもとに学生の理解度を推定することが有効であると考えられる。学生の自信は、その学生が有する知識の確からしさを反映する。理解が不十分で自信が少ない問題への回答は、回答箇所から視線が離れたり、回答に時間がかかる。一方、理解が十分で自信が高い問題には、学生は回答箇所から視線がずれず素早く回答すると考えられる。本研究では、VR 環境にて学生に問題を解いてもらい解答時の学生の視線や手の動きを取得する。それらを用いて解答に対する学生の自信を取得し、学生の理解度を自動判別する手法の確立を目指す。これにより学生の理解度に応じた学習支援が可能となる。

2. e-learning の理解

2.1 理解の過程

学生が e-learning を利用して自学自習し、新たな内容を理解するためには、新たに学ぶ内容に関する前提知識が必要となる。学生の理解の過程は3通りある。まず1つは、学生に前提知識があり、正しくその知識を理解している場合である。この学生に対しては e-learning 内容を理解するために教科書を見直す、または Web で関連知識を検索するなど、前提知識を補強したうえで、新たな内容の理解を促進する方策が有効である。2つ目は、学生に前提知識はあるが、その前提知識を誤って理解している場合である。その場合、学生自身がそれを把握することが難しい。そのため、解答に対して自信を有しているが、誤った解答を頻発する。その学生に対しては誤って理解している前提知識を明らかにし、理解を正す方策が有効である。3つ目は、学生に基礎知識がない場合である。この場合、学生は e-learning 内容を理解するために必要な知識とその関連を把握することが難しく、検索も行えない。この学生に対しては足りない知識を明らかにし、その知識を教示する方策が有効である。

2.2 理解度の定量評価

e-learning ではない、大半の対面式の講義においては、教師が学生の理解度を明らかにするために、学生にテストを受けさせている。テストが明らかにする項目は主に授業内容そのものに対する理解度であり、どんな知識が足りなかったがゆえに正答できなかったかという原因を類推することは難しい。なぜなら知識が足りない人は白紙解答をすることも多く、不足している知識が何であるかを判断する材料が足りないからである。その点 e-learning の場合、あるテスト中に判明した生徒の理解度に応じて次に問う内容を変えられるため、不足していると思われる知識を生徒個人に合わせて問うことができる。この面では、e-learning におけるテストはペーパーテストより生徒の補強すべき知識の特定に向いているといえる。中村らの研究 [2] では、学生が e-learning の設問に解答するさいの表情、視線、頭部の姿勢などの顔動作を機械学習に入力することで、教材の難しさに対する学生の主観的印象の判定器を作成している。しかし e-learning 中の顔動作は個人によって特徴の現れ方が異なるため、個人ごとに事後アンケートを行い、得られた教師データをもとに機械学習を実行して、主観的難易度の判定器を作成しなければならない。頻繁な事後アンケートの実施は学生の学習の妨げとなる。しかし、学生の振る舞いのうち個人差が小さい動作特徴を用いて学生の理解度を判定できれば、学生ごとの特徴を調べる必要がないため、学生の学習を阻害することなく理解度の自動判定を行える。よって本研究では、学生の振る舞いのうち個人差の小さな動作特徴を利用して、学生の理解度の自動判定を行う手法の確立を目指す。また、より正確に学生の理解度を推定するために、本研究では項目反応理論を利用する。項目反応理論は、学生が受けたテストの正誤データから、その正誤データを出力する最も尤もらしい学生の理解度を考え、それを学生の理解度であるとする手法である。図1は横軸が学生の能力、縦軸が正答確率を表した図である。item3 のような、理解度が高くなければ正答率が上がらない問題に正解している学生の理解度は高いと推定でき、item1 のように、理解度が低くても正答できる問題を誤答している学生の理解度は低いと推定できる。

3. VR を用いた e-learning

3.1 学生の振る舞いと解答への自信

学生の学習を阻害せず、自然に学生の振る舞いを取得する方法として VR 空間内で e-learning を行う方法がある。通常の e-learning で取得できる学生の振る舞いは、主にマウスの軌跡情報や設問の解答に要した時間などである。しかし VR のユーザはヘッドマウントディスプレイを装着しているため、システムはユーザが視認している物体・項目を明らかにできる。図2に本実験で使用するヘッドマウントディスプレイと、VR 用コントローラー

[†]立命館大学情報理工学部

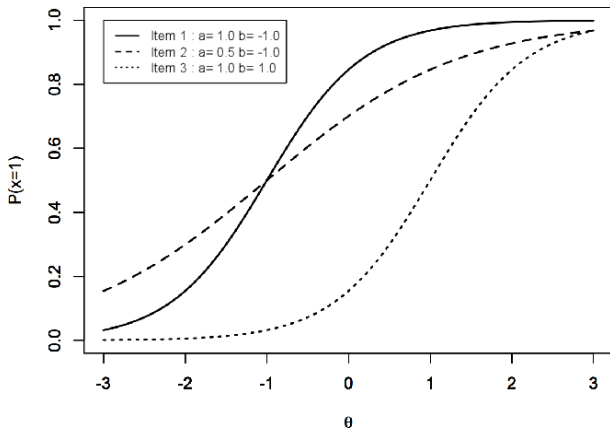


図 1: 項目特性曲線 [3]

を示す。多くの VR 用のコントローラーにはモーショントラッキング機能がついており、システムはユーザの手の動きを把握することができる。本研究でもモーショントラッキング機能を用い、e-learning 中のテストに解答するさいの手の動きを取得する。このように、VR を用いた e-learning であればシステムは生徒の振る舞いをより多く知ることができる。厨子の研究 [4] は、e-learning で英単語並び替え問題に答える学生のマウスの軌跡情報と解答に要した時間を分析することが、解答結果からだけでは判断できない学習者の解答時の迷いや、問題文が含む文法・構文への理解の不足を知る有効な手段であることを明らかにした。このことから、学生が e-learning 中に設問に答えようとしたとき、十分に問われている内容を理解していない場合には、自身の解答に対して自信が持てず、解答のさいの手の動きに迷いが表れる、または問題を読み終わってから解答するまでに長考するなどの特徴が現れることが考えられる。VR 内でテストを実施すれば、マウス軌跡よりも豊富な生徒の振る舞いから、自信をもって解答しているかを判定することができ、そこから生徒の理解度をより正確に推定できると考えられる。また、VR でのテストに解答するために必要な手の動きは、表情などの顔動作と異なり目的のある動作である。目的のある行動はそうでない行動に比べて、個人差による分散が小さくなる。このことから、手の動きをもとにした学生の理解度の判定器を作成するにあたっては、学生ごとに教師データを集める必要はないと考えられる。

3.2 項目反応理論を用いた理解度判定

本研究の手法全体図を図 3 に示す。通常の項目反応理論は、妥当性の高い設問を大量に用意し、学生に解かせることで、大量の正誤データから学生の理解度を推定している。しかし大量の正誤データを集めることは困難である。そこで本研究では一つの問題から得られる生徒の情報量を増やすことで、理解度の推定に必要な問題数を減らすことを考える。まず学生が VR で e-learning を受け、VR 空間内で e-learning 内容の理解を問う設問に解答する。このとき生徒が設問に解答するさいの視線・手の動き・解答に要した時間を、正誤データと併せ、項目反応理論を適用する。この方法で判定された理解度が低かった場合には、その内容を理解する上での前提知識を



図 2: Oculus Touch [5]

問うことを繰り返せば、最終的に e-learning 内容の不理解の原因となっている知識を特定できる。

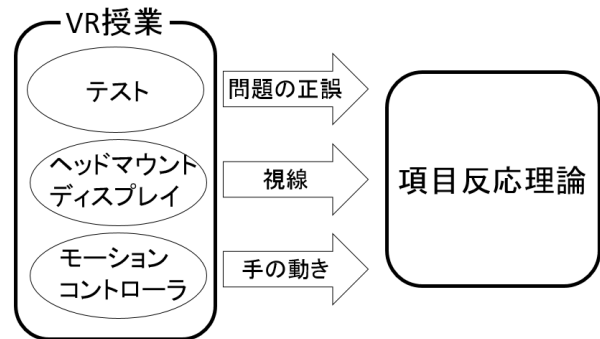


図 3: 手法全体図

4. おわりに

本論文では、VR 空間での e-learning において学生の理解度を自動判別する手法の提案を行った。今後は本手法の有用性を実験によって検証する。

参考文献

- [1] 高橋 暁子, 喜多 敏博, 中野 裕司, 合田 美子, 鈴木 克明: e ラーニングにおける適応型テストの事例調査, 教育システム情報学会 JSiSE2011 第 36 回全国大会
- [2] 中村 和晃, 角所 考, 村上 正行, 美濃 導彦: e-learning における学習者の顔動作観測に基づく主観的難易度の判定, 電子情報通信学会論文誌 2010/5 Vol. J93D No. 5
- [3] 奥村 太一, テスト理論 6.2 <http://www.juen.ac.jp/lab/okumura/test/sect0032.html>
- [4] 厨子 光政: マウスの軌跡情報を利用した, 学習支援システム, 評価方法, 教材開発に関する研究, 科学研究費助成事業(学術研究助成基金助成金) 研究成果報告書
- [5] Oculus <https://www.oculus.com/>