

数学オンラインテストの解答データを用いた知識構造の可視化

Visualization of Knowledge Construction Based on Mathematics Online Test Answer Data

王 黎琳, 中村泰之
Lilin Wang, Yasuyuki Nakamura
大学院情報学研究所
Graduate School of Informatics
名古屋大学
Nagoya University
Email: wang.lilin.k4@s.mail.nagoya-u.ac.jp

あらまし: 本研究では, 数学の「一変数の微分積分」の分野の知識マップに基づいて, 数式自動採点システム STACK⁽¹⁾ から得た解答データを元にして, 学習者の知識習得状況を可視化する分析するためのシステムを開発した. 学習者に, より直感的に自分の学習状況を把握することと, 教師に教育方針を検討する支えとなることを目標としている. 現在では, STACK から得た解答データは, PRT(Potential Response Tree)の形式で標記されており, 教材で作られた知識マップと組み合わせて, 解答に対応する知識ポイントと知識マップ全体の関係性, 及びその理解状況を可視化した.

キーワード: STACK, 可視化, 知識マップ, PRT, 学習データ分析

1. はじめに

オンラインシステムが普及している現在, 教育のデジタル化が進んでおり, 学習データの可視化が進められている. LMS(Learning Management System)の使用により, 学生の学習データの収集が簡単になり, これを基にして, 教師や学生自身が学習状況を確認することも可能になった. 例えば, 中村⁽²⁾が開発した「KIT 数学ナビゲーション」サイトでは, 数学概念を知識マップの形式で可視化して, 習得すべき知識の関連性を知ることができる. 一方, オンラインテストの解答データと知識マップとの連携はされていない. 解答結果から, 学生が知識に対する習得度やその知識のこの分野における位置付けなどの情報を知ることが重要である.

本研究では, 学生が, より直感的に自分の学習状況を把握できるように, 数式自動採点システム STACK の解答データを用いて知識構造を可視化し, 教材から作成した知識マップと連携させるシステムを開発した. なお, 本研究で使われたデータは, 名古屋大学文系学部向けの「数学入門」の講義で課された, STACK によるオンラインテストの解答データであり, 個人を特定できない形に処理されたものを利用している.

2. 知識マップの構成

図1に構成された知識マップの全体像を示す.

本研究では, 学習内容の全体像を明確にするために, 講義で利用した教科書を元にして知識マップを作成した. ノードについては, 教科書⁽³⁾の目次を第1層ノードとし, 各章節のタイトルと副題を第2,3層のノードとする. 続けて, 定理及び計算方法を第4層の

ノードとして抽出する. ノードの大きさは現れた回数で決められている. リンクについては, 各ノードとこのノードに所属する下層ノードの間にリンクがある.

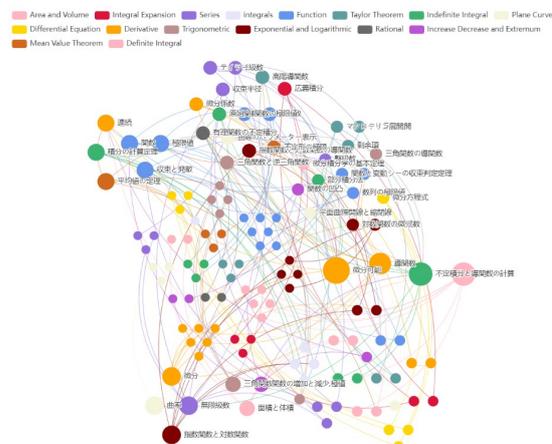


図1 知識マップ

3. 解答データに基づく知識構造の可視化

3.1 設計

可視化の機能では, PRT を用いた既習得知識構造の可視化と, 解答データからの学生の解答過程の可視化の二種類がある.

PRT(Potential Response Tree)とは, 問題の解答を予め予測し, ツリーの構造で表示する解答データ分析メカニズムの一つである. 各枝は, 学生が解答する可能性のある解答を表している. 図2にPRTの例を示す.

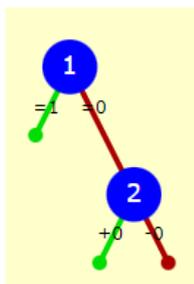


図 2 PRT

PRT を用いた可視化では、問題の PRT を作成する時、各枝が対応する知識ノードに対応させる。システム上で問題と答えが対応した枝を選べば、問題がどの知識ノードに関係があるのかと、知識ノードは知識マップのどの部分にあるのかが可視化される。

解答データを可視化する時に、選択した学生の解答遷移過程を有向グラフの形式で表示する。グラフのノードを選べば、対応する知識関係が表示される。

3.2 開発環境

本研究の開発は、JavaScript を中心とし、インタフェースは Bootstrap を用いた。知識マップと既習得知識の可視化は echarts.js というライブラリを用い、有向グラフは Vis.js を使用した。データの部分では、python で元データを処理して、json の形式で出力している。

3.3 可視化

PRT に対応する知識構造の可視化を図 3 に示す。問題を中心ノードとして、その問題解くために必要な知識ノードが連結している。PRT の結果より、習得した知識ノードを濃い色で、未習得のは薄い色で分けて表示している。

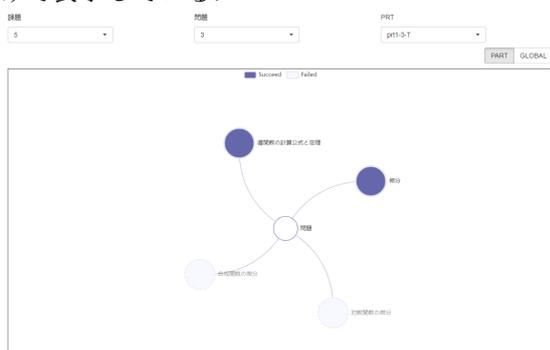


図 3 PRT に対応する知識関係

図 3 上の知識ノードの知識マップ上での位置付けを図 4 に示す。「Global」ボタンを押すと知識マップの全体像に切り替えられる。当該問題の知識ノードは濃い色で表示し、太文字のラベルとして表示している。



図 4 知識ノードと全体の関係

学生の解答過程を表す有向グラフを図 5 に示す。リンク上の数字は、正答に辿るまでに、学生はどのような解答を経たのかの順番を表示している。有向グラフのノードをクリック、又は右上のドロップボックスを選択すると、対応する知識構造が表示される。

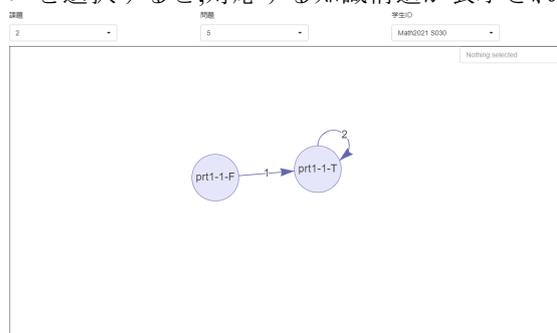


図 5 学生解答過程を示す有向グラフ

4. まとめ

本稿では、知識マップを用いて、解答の知識構造を可視化し、直感的に示すことを行った。これにより、学生がより明確に自分の知識習得度や、学んだ知識の構造を理解することが期待される。今後は、学生全体のデータを用いて、教師の立場からの利用の方向を検討する。可視化は、その直感性によって、様々な領域で有用である。今後も、可視化というツールを用いて、データをより理解しやすい表示方法を検討したい。

参考文献

- (1) Christopher Sangwin: "Computer Aided Assessment of Mathematics", OUP Oxford, (2013)
- (2) KIT 数学ナビゲーション, <http://w3e.kanazawa-it.ac.jp/math/>
- (3) 熊原啓作: "入門微分積分学 15 章", 日本評論社, (2011)
- (4) 上野 春毅, 加藤 巽, 塚田 尚幸, 等: "知識マップを介して知識修得を図る学習システムの研究", 第 79 回全国大会講演論文集, pp.475-476 (2017)
- (5) 中村泰之: "数学 e ラーニング 数式解答評価システム STACK と Moodle による理工系教育", 東京電機大学出版局, (2010)