2ZF-08

プログラミング学習支援システムにおける学習者の苦手箇所推定手法

岩本　浩輝　　朝倉　宏一

大同大学大学院 情報学研究科 情報学専攻

1. はじめに

これまでのプログラミング学習支援システムでは教授者は学習者が修学内容をどの程度理解しているかを、課題や演習などの結果から推測することで学習者に適切な教授を行ってきた。教授者が学習者に教授を行うとき、教授者は学習者が苦手としている箇所について重点的に教授を行うことが考えられる。しかし、学習者数の多さや、学習者が本当に理解しているかどうかを把握することの難しさから、教授者がすべての学習者が苦手としている箇所を推測することは困難である。

学習者がプログラミング学習支援システム上で問題を解答した結果をもとに学習者のモデルを構築するものに拡張オーバレイモデルが存在する[1]。本論文では拡張オーバレイモデルをもとに、扱うパラメータを拡張することで、学習者が苦手としている箇所を推測する。

2. 想定プログラミング学習支援システム

本論文で想定するプログラミング学習支援システムは、プログラミングの問題を学習者に出題する。出題される問題には以下の属性が付与される。

カテゴリ　その問題を解答するために必要な知識。例えば「くり返し文」や「ポインタ」など。1 つの問題には複数のカテゴリが設定される。

問題取組時間　学習者がその問題に取り組んだか否かを表す数値。学習者が単に問題を閲覧しただけか問題に取り組んだかを区別する。

解答困難時間　学習者がその問題を困難に感じているかを否かを表す数値。解答の提出にこの数値以上の時間がかかったとき、困難に感じていると判断する。

またシステムは学習者が問題の解答であるプログラムの編集を行う際、その学習者の挙動として解答に要した時間を取得する。その後、学習者が解答プログラムを提出したとき、そのプログラムが正解か不正解かを判定し、提出せずに解答を終了した場合は未回答と判定する。またシステムは学習者が問題に取り組んでから問題への解答を終了するまでの時間を計測する。これらパラメータの組み合わせから学習者のモデルを構築する。

3. 学習者モデル

学習者のモデルには学習者が取り組んだ問題番号、提出した解答の正誤ないし未回答、学習者が問題解答に要した時間の 3 つと、学習者があるカテゴリをどれだけ苦手としているかを表す苦手度の計 4 つとなる。苦手度は学習者モデルに含まれる他 3 つのパラメータから算出され、カテゴリごとに対応する値をもつ。

学習者の挙動を考えると、苦手とするカテゴリが割り振られた問題に取り組んだ学習者は、誤った解答を提出したり、考えても解くことができず解答を提出しないという挙動をとることが考えられる。したがって、誤答または未回答である問題に含まれるカテゴリの苦手度を増加させることで、各カテゴリに対する学習者が苦手としている度合を表現する。

また、別の学習者の挙動として、学習者が苦手とするカテゴリをもつ問題の解答に、より多くの時間がかかることが考えられる。苦手カテゴリを含む問題であっても、時間をかけて解答を提出し、正解することも考えられる。したがって、学習者が解答に要した時間が解答困難時間を上回ったとき、解答の正誤にかかわらず、解答困難時間と学習者が解答に要した時間の差をもとに苦手度を増加させることで、そのカテゴリの学習者の苦手度をより詳細に把握することができる。

表 1 に問題のもつ属性の例、表 2 に学習者の解答状況の例を示す。Q1 から Q6 のすべての問題について問題取組時間、解答困難時間を順に 10、150 とする。表 2 より問題の解答状態が不正解・未回答である問題は Q2,Q3,Q5,Q6 の 4 つである。しかし Q6 については解答状態が未回答となっているが、時間が 0 であり学習者が問題に取り組んだか否かのしきい値を下回っている。そのため

A Method for Estimating Learners' Weak Points in Programming Learning Systems
Koki Iwamoto and Koichi Asakura
Daido University

Copyright ©2018 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

学習者は Q6 に取り組んでいないことがわかる。したがって Q6 に割り振られたカテゴリについて苦手度は増加させない。解答に要した時間が解答困難時間を上回る Q4,Q5 については解答状態にかかわらず苦手度を増加させる。ここでは解答時間から解答困難時間を引いた値を加算する。

残る苦手度を増加させるカテゴリは Q2,Q3,Q5 の 3 つに含まれるカテゴリとなる。苦手度の初期値を 0 として解答状態が不正解である問題のカテゴリについて+x, 未回答である問題のカテゴリについて+y だけ苦手度を増加させる。

これまでの増加をまとめたものを表 3 に示す。この学習者は苦手度が高くなっているカテゴリである C3 を苦手としていることが推測できる。この例ではしきい値と解答時間との差を直接加算したが、苦手度に与える影響を考える必要がある。例えば不正解分の苦手度増加、未回答分の苦手度増加、解答困難時間と解答時間の差分の 3 項のうち差分が突出して大きい値をとると、苦手度の値が差分によって大きく左右される。教授者はより重きを置く項がどれかを認識して解答困難時間の設定を考慮する必要がある。

4. 評価実験

提案した学習者モデルの構築によってうまく学習者の苦手を推測できるかどうかの実験を行った。実験は以下のような条件で仮想の学習者を用いて行った。

- 問題数は 100 問、カテゴリは全 15 種類
- 問題 1 問ごとに 3 つのカテゴリが重複なく割り振られている
- 学習者は 1 つ苦手カテゴリをもつ
- 苦手カテゴリを含む問題が正解・不正解・未回答である確率はそれぞれ 50%・30%・20%
- 苦手カテゴリを含まない問題が正解・不正解・未回答である確率はそれぞれ 80%・10%・10%
- 苦手度の初期値は 0、苦手度の増加量は不正解の問題は+2、未回答の問題は+1

上記の条件で 50 回試行した。実験の目標は仮想の学習者のもつ苦手カテゴリを推測することである。苦手カテゴリが現れた回数とそのカテゴリの苦手度の順位の対応をまとめたのが表 4 である。表 4 を見ると、90%の確率で苦手カテゴリが 3 位以上に現れており、この学習者モデルを用いて学習者の苦手カテゴリを推測することができると考えられる。

表 1　問題のもつ属性

問題	カテゴリ	取組	困難
Q1	C1,C2	10	150
Q2	C1,C2,C3	10	150
Q3	C2,C3,C4	10	150
Q4	C1,C4,C5	10	150
Q5	C3,C5	10	150
Q6	C3,C4,C5	10	150

表 2　学習者の解答状況

問題	解答時間	時間
Q1	正解	130
Q2	不正解	150
Q3	不正解	90
Q4	正解	160
Q5	未回答	180
Q6	未回答	0

表 3　苦手度

カテゴリ	苦手度
C1	x+10
C2	x+y
C3	2x+y+30
C4	y+10
C5	y+40

表 4　実験結果

苦手度の順位	回数
1 位	32 回
2 位	9 回
3 位	4 回
4 位以下	5 回

5. まとめ

本論文では拡張オーバレイモデルをもとに拡張した学習者モデルを提案し苦手カテゴリを推測する方法を示した。その際、学習者の挙動として時間を含めて詳細な学習者の苦手度を算出する方法を提案した。しかし評価実験は全ての問題に取り組む前提があり、時間のパラメータを取り入れたモデルの実験は行えていない。時間を取り入れたモデルを用いて学習者の苦手カテゴリを推測できるかを評価する実験を行うこと、また時間以外の学習者の挙動を組み込み、詳細に学習者を表現できるモデルを構築するのが今後の課題である。

文　献

[1] 小野寺　ほか: 「拡張オーバレイモデルに基づく CAI システム～教授ロジックと教材の作成事例～」, 情報処理学会研究報告コンピュータと教育（CE）, Vol.2005, No.15, pp.1-8(2005).

Copyright ©2018 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.