

動機づけ要因を考慮したプログラミング初学者に対する教授法の構成 Classifying Novice Programmers from Materials Considering Motivation Factors

山内 義晴[†]
Yamauchi Yoshiharu

伊藤翔平[‡]
Ito Shohe

島川博光[†]
Shimakawa Hiromitsu

1. はじめに

情報化社会といわれる今日において、プログラミング学習の重要性は高まっている。オバマ大統領が小中学生に『ゲームを買うのではなく作りなさい』『アプリをダウンロードするのではなく創りあげなさい』というくらい若年層のプログラミング能力の育成に対する期待は大きい。プログラミング学習で達成感を得るにはプログラムの概念を理解することとプログラムが正しく動作することの両方が求められる。概念の理解と動作するプログラムを作ることは、プログラミング初学者にとってハードルが高いため、初学者は達成感を得づらい。よってプログラミング学習初期段階において挫折する学習者も多い。学習者に挫折感を感じさせず、プログラミング学習をスムーズに進めていくためにはモチベーションを保った状態での学習が必要となる。一般的な教育ではすべての生徒に一律に同じ指導を行っているが、学習者によって適する学習スタイルは異なる。多くの大学において実施されているプログラミング初学者向けの講義では個人の学習スタイルが意識されていない。そのため、モチベーションが徐々に低下しドロップアウトしてしまう生徒が毎年見られる。学習者のモチベーションを維持させるには、個人の学習スタイルに応じて適切に指導する必要がある。モチベーションを評価するために教育現場ではアンケートを利用している [1]。しかしアンケートは何度も繰り返し実施すると回答者が次第に真摯に回答なくなり、モチベーションを正確に把握するのが難しくなる。また別の方法として、個々の学習者にインタビューを実施する方法が挙げられる [2]。しかしインタビューでは、インタビュー実施者と学習者に大きな負担がかかる。モチベーションは学習者の心理状態であり、指導者がそれを評価することは難しい。プログラミング学習のモチベーションについての研究では学習教材の構成によって学習者のモチベーションに差異がみられるとしている。よって、モチベーションに主眼をおいて構成した教材を用いて自学自習した場合、それぞれの学習者のモチベーションに応じて学習上の振る舞いに違いが現れると期待される。

そこで本研究では、John Keller の提唱する ARCS 動機付けモデル [3] に基づき、モチベーションを向上させるように構成した web 教材を準備する。学習者の web 教材の解き方から、各学習者のモチベーションの特徴を見つけそれに基づくクラス分けを行う。それぞれのクラスにどのような傾向があるかを特定する。予め学習者のモチベーションのタイプ分けが行うことができれば、指導を行う際や教材を構成する際により学習者に適したアプローチが可能となる。本研究で提案する手法では、web 教材への取り組み方の特徴から分類を行うため、学習者と指導者に本来の学習以外の負荷がかからない。

以下、本論文では第 2 章でプログラミング学習におけ

るモチベーションとクラスタに関する既存研究を述べる。第 3 章では web 教材の取り組み状況から学習者のクラスタリングをおこなう手法について述べる。第 4 章では本手法を検証するための実験とその結果について述べ、第 5 章で実験結果によって得られた考察を述べる。

2. 学習におけるモチベーション

2.1 ARCS モデルとそれをもとにした教材の構成

プログラミング教育にかぎらず、教育学においてモチベーションは学習において重要なファクターである。どんなに優秀な指導や教材があっても学習者が学習意欲をなくしてしまうと質の高い学習は見込めない [4]。学習者のモチベーションを維持する、ひいては向上させることが学習者への指導のアプローチの根幹を担うと言っても過言ではない。

学習のモチベーションを扱う体系的な学習者の動機付けモデルとして John Keller の提唱する ARCS 動機付けモデル [3] がある。Keller は学習意欲を高める手立てとして 注意 (Attention) - 関連性 (Relevance) - 自信 (Confidence) - 満足感 (Satisfaction) からなる 4 つのサイクルを定義している。まず学習者の注意をひく注意 (Attention)。このステップでは学習者の関心を得るために、驚きや不確実性、ユーモアや解決すべき問題を提起すべきとしている。次に自分に関連がある事柄だと感じさせる関連性 (Relevance)。このステップでは具体的な例を挙げ今までの学習者の経験に訴えかける。また今後の有用性を示しそれに対するニーズを明確化すべきとしている。次にできそうだという見込みを持たせる自信 (Confidence) 最後に、やり遂げてよかったという感覚を学習者にもたせる満足感 (Satisfaction)。この 4 つのサイクルの繰り返しによって学習者のモチベーションを維持させる。

Keller の ARCS 動機付けモデルに基づいた教材を構成しようとする 4 つのステップに対応した教材を構成する必要がある。プログラミング教材においては以下の構成により ARCS 動機付けモデルに対応させる。

- 注意 (Attention) 学習者に目指すべき課題、学習によって得られる利益を明確にする。
- 関連性 (Relevance) 具体的なアルゴリズムと構成方法を示すことで有用だと思わせる。
- 自信 (Confidence) 確認問題により得た知識がそのまま使えるという感覚を与える。
- 満足感 (Satisfaction) やりがいのある問題を出すことで達成感を与える。

Keller の ARCS 動機付けモデルを基にプログラミング教材を構成した研究には王、池田らの研究 [5] がある。この研究では従来の体系的な順序で提示する方法である積み上げ式教材と ARCS 動機付けモデルを基にして構成した教材を比較し、動機付け教材に進捗率において有意差が現れたことを示している。プログラミング学習に

[†]立命館大学情報理工学部

[‡]立命館大学大学院理工学研究科

においても、教材をモチベーションに主眼をおいて構成することで、学習の成果に効果が得られる。

2.2 個人間のモチベーションの違い

学習に対するモチベーションには個人差がある。そのためすべての生徒に一律な手立てを施しモチベーション向上を図るのでは学習者のモチベーションを上げる方策として不十分と考える。適切な指導を行うためにはより個人のモチベーションを意識した指導が不可欠である。

そこでモチベーションの持ち方に差がある学習者をタイプ分けする必要がある。タイプ分けをするにあたってペルソナ [6] を用いる方法が挙げられる。ペルソナとは既存の実在する学習者のデータから架空の理想の学習者の像を描いたものである。ペルソナを想定することでモチベーションの観点で典型的な人物像を誰でも容易に想像しやすくなる。よって、複数の指導者がいたとしても指導者ごとに指導が変わるといことがない。各学習者に適切なアプローチを絞り込むことができる。

学習者をペルソナ分けするにあたって Phuong の研究 [7] があげられる。Phuong によると「学習時間」「参照しているページ」「正答率」など、学習者の学習の様子を数値化し、3タイプに分けペルソナとしている。それぞれのペルソナにおいて学習法略において違いが出ている。また、別の母集団でも同じタイプ分けが行えていることから、学習法略からのタイプ分けが可能であることが示されている。Phuong の手法においては長期間の測定と多くの学習履歴が必要となる。しかし長期間の測定を行っている間にも学習者はドロップアウトしていく可能性がある。プログラミングを学習しているときに、その場で学習者をタイプ分けし、学習者に合った指導をすることが、学習者のドロップアウトを防ぐ手立てとなる。

3. web教材の取り組み方からのペルソナ推定

本研究の目的は学習者をモチベーションに着目したタイプに分けることである。本研究では学習者をモチベーションに基づいた分類を行う為に、ARCS 動機づけモデルをもとにして構成された自習型の web 教材を用いる。学習者がそれぞれ web 教材を解く動作のみでタイプ分けを行うことができれば学習者と指導者双方に掛かる負担が軽減され、また短時間での分類が可能となる。

3.1 学習者のモチベーションにもとづくペルソナ推定

本論文では学習者の web 教材の取り組み方から、学習に対するモチベーションに基づくペルソナ分類を行うための手法を提案する。学習に対してのモチベーションの持ち方は学習者によって異なる。学習者のモチベーションに対するペルソナを推定することで、学習者により合った指導及びカリキュラムを構成できる。今回用いる web 教材は、モチベーションを維持させるためのモデルである ARCS モデルに則って構成された、解説と設問からなる自学自習型の学習ツールを用いる。池田らの研究により ARCS 動機づけモデルをもとにして構成した教材を用いた場合、学生の学習の進捗率に有意な差が出ることが分かっている。よって学習者が ARCS モデルののっとして構成された解説と設問からなる教材を使って自学自習した場合、それぞれの学習者のモチベーションに応じて学習上のふるまいに違いが現れると期待される。このふるまいの違いを定量的に収集することによって学習

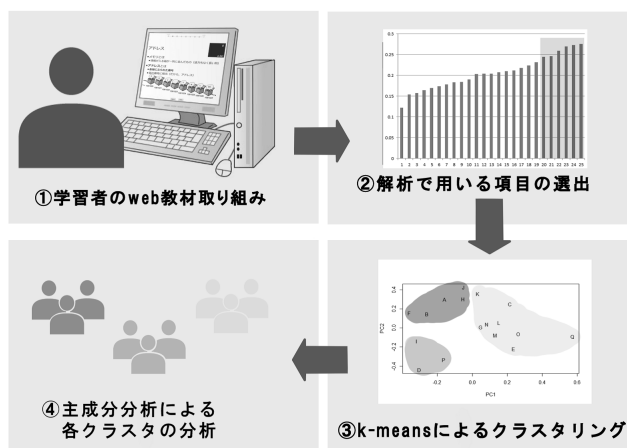


図 1: 手法概要図

者をタイプ分けすれば、モチベーションが似た学習者を括りだせる。以下、図 1 に本手法の概要図を示す。

まず学習者の web 教材の取組状況をページごとに測定する。取組状況とは取り組み時間、正答率、ページ遷移の 3 種類の項目である。取組状況を数値化して、取り組み状況を構成する項目を説明変数、その項目の値を説明変数の変数値として取得する。次に取得した説明変数の中から、学習者間の変数値のばらつきが大きい説明変数を解析対象として抽出する。抽出した説明変数に k-means 法を適用し、学習者をクラスタリングする。次に抽出した説明変数に対して主成分分析を行い、これら説明変数を最も効率よく説明する軸を抽出する。抽出したそれぞれの軸の特徴を推定し、求めたクラスタの意味付けを行う。k-means で求めたクラスタがそれぞれ座標軸のどの位置に分布しているかを調べクラスタの傾向を分析する。これらのクラスタをペルソナとし、主成分分析によって得られたモチベーションの傾向をペルソナの特徴とする。モチベーションによるペルソナ分けを行うことで学習者のモチベーションを考慮して学習者を指導することができる。

3.2 web教材の構成

池田らの研究により ARCS 動機づけモデルをもとにして構成した教材を用いた場合、学生の学習の進捗率に有意な差が出ることが分かっている。学習者が ARCS モデルののっとして構成された解説と設問からなる教材を使って自学自習した場合、それぞれの学習者のモチベーションに応じて学習上のふるまいに違いが現れると期待される。

本手法では学習者のモチベーションによってペルソナ分けを行うため、Keller の ARCS モデルに基づいた教材の構成を行った。具体的には以下のような順で並べられたスライドで web 教材を構成した。

- 「この分野を学ぶと何が嬉しいか」という目的意識をはっきりとさせる why のステップ
- why のステップを確認するための選択式問題
- 学習の意図をアルゴリズムによって納得させるための what のステップ
- what の設問を確認するためのソースコードの穴埋

め問題

- 例題の解決策を実装する書き方を示す how のステップ
- この分野に対する理解を確認するためのプログラム作成問題 (2 題)

why ステップにおいて学習する分野の目的, 何が得られるかをはっきりと学習者に示す. これは ARCS モデルにおける注意 (Attention) のステップに対応しており, 学習のゴールを提示することで学習者の注意を促している. why ステップでの学習者の理解を確認するために選択形式での設問を用意する. このステップにおいては分野の全体の見通しを大まかに理解する段階であるため, 出題は選択形式にて行う. what ステップは, why ステップで明らかにした学習のゴールを達成するためにどのようにすればよいのかをアルゴリズムで納得させる. How ステップは, そのアルゴリズムを実装するために手段や書き方を示す. What ステップ, How ステップともに ARCS モデルにおける関連性 (Relevance) のステップに対応しており, 具体的な方策を示すことで自分にもできそうだという感覚を学習者に与える. ARCS モデルの自信 (Confidence) 満足感 (Satisfaction) に対応する部分は最後のプログラム作成問題である. 今まで得てきた知識で回答できる分野のまとめ問題を出題することで, 自信, そして満足感へとつなげる.

ARCS モデルを用いることで, 学習者のモチベーションを意識した学習を促す. 学習者が ARCS モデルを考慮した教材を解くときに現れる学習者の教材への取り組み方の差は, 各学習者のモチベーションと関わりがあると考えられる.

3.3 web 教材への取り組み方の特徴抽出

学習者によって web 教材への取り組み方が異なる. 例えば, 問題を重視するタイプ, 解説を重視するタイプ, 繰り返し解き直すタイプなどの差によってふるまいに違いが現れる. また, 新しい知識を得る段階でも, 学習の目的をはっきりさせ分野の大枠を掴みながら取り組むか, そうでないかにより教材に取り組む時間に違う特徴があると考えられる.

本手法ではそうした学習者の web 教材の取り組み方の違いから, 学習者のペルソナを推定する. 学習者の教材に取り組む時間を計測し, 学習者がページに費やした時間の割合を算出する. ページが m 枚存在するとし, ページ p_i にかけた時間を t_i としたとき, そのページにかけた時間の割合 r_i は次式であらわされる.

$$r_i = \frac{p_i}{\sum_{i=1}^m p_i} \quad (1)$$

さらに, 各ページを見なおした回数, 各問題を解き直した回数も学習者の特徴として計測する. 計測したすべての説明変数を用いると特徴をあまり示さないものまで含まれてしまうため, 個体間の特徴を区別しにくくする. そのためクラスタリングの精度が低下する. そこで本手法には, それぞれのページにかけた時間の割合, 各ページを見なおした回数, 各問題を解き直した回数の中から分散値が大きい説明変数を用いる. 各説明変数の取得した数値を 0 から 1 までの値で正規化をし, 学習者間での分散を計算する. その上で説明変数を分散の降順に並び

替え, n 番目の説明変数と $(n+1)$ 番目の説明変数の差を取る. これらの差の中で他より大きく下がったところを切れ目とし, 分散値の大きな説明変数を選ぶ.

3.4 クラスタ分析によるペルソナ推定

3. 3 で抽出した説明変数に K-means 法を適用し, 学習者のクラスタリングを行う. クラスタリングを行うことで, それぞれの学習者が共通するモチベーションに基づいて分類される. それぞれの軸がどのような尺度を持っているかを実際にプロットされた学習者の特徴と見比べる. そこで 3. 3 で抽出した説明変数で表された学習者を個体と考えて, 主成分分析を施す. 主成分分析とは多変量のデータをもとに新たな軸を作り出すための手法である. これにより座標空間に新たな軸を設定し, それぞれの軸のもつ意味を分析することで, それぞれのクラスタがどのような特徴を持っているかを推察することができる. 主成分分析の結果において, 各説明変数の重みを表す主成分負荷量から軸の意味を決定する. つぎに, 各個体の主成分得点を, 主成分を軸とする座標平面上に表示した主成分得点プロットを作成し, それぞれのクラスタが位置する領域を比較する. その結果をもとに各クラスタがどのような学習者を表しているかを分析する. これらで求めたそれぞれのクラスタをペルソナとする. ペルソナを推定することで, 学習者に合った指導やカリキュラムの構成が可能となる. 新たな学習者の説明変数値が得られた時, その学習者の主成分プロットを作成することによりその学習者がどのようなモチベーションをもっているかを予測する.

4. 実験

4.1 実験概要

学習者の教材の取り組みからペルソナを特定するために, 立命館大学情報理工学部の学生 17 人を対象に実験を行った. 実験では学習者が web 教材を各自で解く. web 教材は Keller の ARCS モデルに基づき, why, what, how, 及び確認問題から構成される. 学習者には教材を解く上で時間や場所などを指定せず, 自宅や大学など任意の環境で解いてもらった. もし制限時間や一緒に web 教材を解く学習者を指定してしまうと, 学習者が焦りや外的要因から学習者が本来持つ学習の進め方の素直な発現が阻害されてしまう恐れがある. さらに学習者の慣れ親しんだ学習環境においては, 学習者は自然体になる. 自然体で解くことで外的要因に左右されず普段通りの振る舞いで web 教材に取り組んでもらう. 学習者が web 教材に取り組んでいるとき, 各学習者が教材に取り組んでいる時間, それぞれのスライドにかけた時間, それぞれの問題にかけた時間, 各スライドを見なおした回数, 各問題を解き直した回数, 各問題の正誤を記録した. それぞれの記録を用いて学習者のペルソナを推定する.

4.2 k-means 法による被験者のクラスタリング

被験者のペルソナを特定するために, 被験者のクラスタリングを行う. クラスタリングには k-means 法を用いる. クラスタリングに用いる説明変数を決定するため, 各説明変数の分散に着目する. 図 2 は各説明変数とその分散を示したものである. 各説明変数は分散の降順で示されている. 縦軸が分散の大きさ, 横軸はそれぞれの説明変数をナンバリングしたものである.

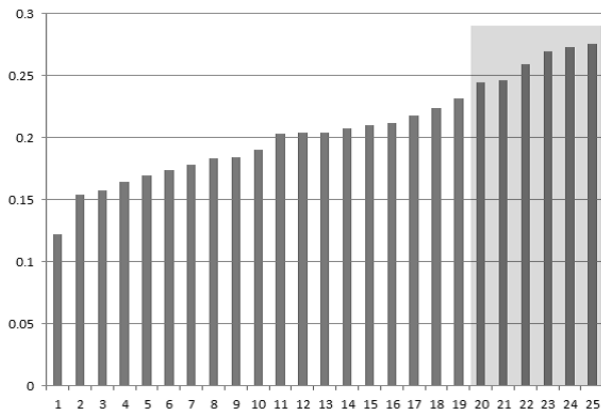


図 2: 各学習者の分散

今回の実験において、分散大きい上位 6 つの説明変数と、それ以外の説明変数で大きな差があることを確認した。したがって、上位 6 つの説明変数を用いて解析を行う。分散の大きかった学習項目は以下のとおりである。

- 20:why3:なぜこの技量を学ぶのかを示したスライドのうち第 3 番目のものに費やした時間
- 25:what2:どのようなアルゴリズムで目的を達成するかを示したスライドのうち 2 番目のものに費やした時間
- 24:what3:どのようなアルゴリズムで目的を達成するかを示したスライドのうち 3 番目のものに費やした時間
- 22:second question: what ステップの理解を確認するための穴埋め問題に費やした時間
- 21:third question: この教材全体の理解を確認するためのソースコード記述問題

分散の大きかった 6 つの説明変数で各学習者を表現し、それらを k-means 法を用いてクラスタリングする。本実験では被験者 17 人に対して、クラスタ数を 3 に設定した。学習者を A から Q とし、クラスタリングした結果は表 1 のとおりである。

表 1: k-means の出力結果

クラスタ 1	クラスタ 2	クラスタ 3
A	C	D
B	E	I
F	G	P
H	K	
J	L	
	M	
	N	
	O	
	Q	

4.3 主成分分析

k-means 法で求めた学習者のクラスタがどのような共通点によって構成されたかを分析するため、主成分分析を用いる。そして分散が大きい説明変数で表現された個体群の特性をもっともうまく説明する軸を突き止める。今回の解析では第 3 主成分までの累積寄与率が 82.9 % と

80 % を超えるため第 3 軸までの解析を行った。17 人の被験者の主成分得点は以下表 2 のとおりである。PC1, PC2, PC3 はそれぞれ、第 1 主成分、第 2 主成分、第 3 主成分である。

表 2: 主成分得点

	PC1	PC2	PC3
A	-0.1588564	0.29981661	-0.07912563
B	-0.25888491	0.14778862	-0.48618313
C	0.21470533	0.25219908	0.04553398
D	-0.30453539	-0.440767	-0.4241168
E	0.23576681	-0.21895046	-0.32302809
F	-0.3610105	0.15546618	-0.13135645
G	0.04747049	0.00848075	0.28599539
H	-0.05347003	0.30322022	-0.08170664
I	-0.31916239	-0.13699695	0.53610628
J	-0.0509568	0.42788356	0.03943796
K	0.03112258	0.36173539	-0.03258821
L	0.15218126	0.05678548	0.032839
M	0.13010921	-0.07530267	-0.07242661
N	0.08368332	0.0377601	0.05536453
O	0.26359097	-0.06162409	-0.02250108
P	-0.16348929	-0.33333132	0.24222582
Q	0.57371315	-0.09127943	-0.08214431

主成分分析においてまたそれぞれの説明変数が軸に与える影響、すなわち主成分負荷量は表 3 の通りである。

表 3: 主成分負荷量

	PC1	PC2	PC3
why3	-0.40438	0.061744	0.605498
what2	-0.41816	0.393429	-0.27554
what3	-0.57262	0.068174	-0.12848
secondQ	-0.52559	-0.21343	0.193429
secondA	-0.23388	-0.63733	-0.58332
thirdQ	0.052721	-0.62049	0.404052

5. 考察

5.1 主成分分析による軸とクラスタの考察

CP1, CP2, CP3 は主成分分析により新たに設けた軸であり第 1 主成分、第 2 主成分、第 3 主成分を意味する。学習者のクラスタに特徴付けをするため、表 3 に示された主成分負荷量から軸の性質を検討する。

PC1 において、表 3 に示された主成分負荷量の絶対値を比べると、what3 の -0.57 が一番大きい。次いで Second Question, what2 が大きい。これらはスライドを見ている時間であるが、すべて負に大きい傾向にある。この軸において、個体が高い位置にプロットされるほど、その個体はスライドを素早く見ることになる。この軸に対する値が高い個体は、スライドをじっくり見る時間がより少なく、プログラミングへの取り組みがあっさりしてい

ることを示している。つまり、「手を抜く度合いを示す軸」と推定できる。

PC2において、表3に示された主成分負荷量の絶対値を比べると、second Answerが-0.63と一番大きい。続けてThird Questionが-0.62と、第2主成分へ大きい関連性を示している。これらの説明変数は、それぞれ課題2の解答を読む時間と課題3に取り組んでいた時間である。Second Answerでは正誤のみを表示しており、それに対する解説はない。このスライドに時間をかけているということはその学習者が正解の意味を考えていることを示している。逆にこのスライドに時間をかけていない学習者は、正解を見て素早く次の行動に移ったといえる。第2主成分の値が高い個体は課題にかかる時間の割合が少ないことが見て取れる。よってこの軸の高い位置にプロットされる個体ほど演習に時間をかけず、解説に時間をかける傾向にあるといえる。別の表現をすれば、このクラスターの学習者は解説を読むことに時間をかけ、内容をしっかり理解してから課題に取り組む。よって学習者は課題が素早く解け、また、その結果を読むときも早く納得できる。結果として課題の解答を読むことに時間がかからないと言える。つまり第2主成分は「解説を重視する度合いを示す軸」と推察できる。

PC3ではwhy3にかけている時間が長いほど軸の高い値にプロットされる。加えてThird Questionに時間をかけるほど高い位置にプロットされている。why3のスライドはなぜそのプログラミング技量が必要であるかを示している。学習者がこのスライドに時間をかけて読んでいるということは学習目標が何であるかをその学習者は把握しようとしていることがうかがえる。Third Questionのスライドに示された課題は今回の出題において難しい課題である。学習者が難問をしっかりと読んで解いていると考えられる。よって、この軸に対して高い位置にプロットされた学習者は教材を実施することによって何が得られるかを考える。つまり第3主成分は「目的意識の高さを示す軸」と推察できる。

各軸の特徴より、ペルソナ1は手を抜かず解説をよく読んで目的意識を持って難問に取り組むペルソナ。なおかつ解説をよく読んでいる割には問題を解くのに時間がかかっている効率の悪いペルソナ。ペルソナ2は目的意識を持ち、最低限の労力で課題の解決を目指すペルソナ。ペルソナ3教員が言ったことをよく聞いて真面目にコツコツ頑張るペルソナ。加えていつも勉強しているので問題が早く解ける。一方でこのペルソナに属する学習者は教員に言われるがまま勉強し、目的意識が低いので手の抜き方を知らないペルソナである。

以上が本手法における、学習者のweb教材の取り組みから推定されるペルソナである。

5.2 コンテクスチュアルインクエリでのペルソナ考察

本手法の妥当性を検証するために、学習者に対して行ったコンテクスチュアルインクエリの結果より得られたペルソナの特徴と、本手法で抽出されたペルソナの特徴を比較する。コンテクスチュアルインクエリは被験者が特定のコンテキストのもとでどのようなふるまいをとりどのように感じているかをインタビューにより明確化する手法である。複数のインタビュー対象者のインタビュー結果に、共通に表れた考えや感情を抽出すること

により、インタビュー対象者のクラスタリングができる。被験者17名にはプログラミング関連講義の成績、プログラミングに対する意識に関して師匠と弟子の方式によりインタビューを行った。インタビュー結果の評価では、MSLQ[8]を外的基準に用いた。MSLQには、他種類のモチベーション要因を調べるためのアンケート項目の例が記載されている。MSLQに挙げられたモチベーション要因を調べるためのアンケート項目に一致する記述が、インタビュー結果に現れたとき、そのモチベーション要因がインタビュー対象者には存在すると見なす。各モチベーション要因に合致する記述の出現回数を積算することによって、そのモチベーション要因に対してインタビュー対象者がもつ強さを算出する。本実験では、インタビュー結果を以下の8つの項目に関して評価し数値化した。

- intrinsic 熟達度
- extrinsic 他人との比較
- task value 教材への興味、重要性
- self efficacy 自信
- affective 点数を気にする
- effort regulation 辛くても頑張る
- help seeking 助けを求める
- meta recognition 効率のよい学習

表4は各ペルソナに属する学習者のコンテクスチュアルインクエリでの結果を0から1までの値に正規化した値と、そのペルソナでの平均値を示す。

それぞれのペルソナについての考察を以下に示す。

表4: ペルソナごとのモチベーション要因の強さ

ペルソナ	int	ext	task	self	affec	efforthelp	meta
1_A	0.3	0.3	0.8	1	0.3	0	0.3
1_B	0.5	0.5	0	0.5	0.5	1	0.5
1_F	0.8	0.8	0.8	1	0.5	0.5	0.8
1_H	1	0.5	0	1	0.5	0.5	0
1_J	0	0.9	1	0.7	0.9	0	0.6
平均値	0.5	0.6	0.5	0.9	0.5	0.4	0.5
2_C	0.6	1	0.4	0.2	0.6	0.6	0
2_E	0	0.3	0	1	1	0	0.4
2_G	0.5	0.8	0.8	1	0.5	0.5	0
2_K	1	0.2	1	0.6	0	0	0.2
2_L	0.3	1	0.7	0.3	0	0	0.3
2_M	0	1	0.7	0.3	1	0	0.7
2_N	0.8	0.8	0	0.8	1	0.5	0.5
2_O	0.3	1	0	0.3	0.7	0.3	0.7
2_Q	0.3	0.5	0.8	0.5	0	0.3	0
平均値	0.4	0.7	0.5	0.6	0.5	0.2	0.4
3_D	0.3	0.7	0.3	0.3	1	0	1
3_I	0	1	0	1	0	0.5	0.5
3_P	0.4	0.6	1	0.8	0.9	0	0.3
平均値	0.3	0.7	0.5	0.7	0.6	0.2	0.6

ペルソナ1

ペルソナ1はself efficacyの値が高い。つまり学習に対して自信を持ちたいというモチベーションが高い。effort regulationにおいても他のペルソナより高いことから努力型であるといえる[9]。

ペルソナ2

ペルソナ2はeffort regulationとhelp seekingが他のクラスタよりも低い。辛いことがあっても努力する力が弱く、また、自らの力で解決できないときに他人の力を借りて困難を乗り越えようとする力も弱い。学習に対して手を抜きたがる傾向がある。

ペルソナ3

ペルソナ3はaffectiveが高く、点数や成績を気にしている。self efficacyとextrinsicが高いことから自信を持ちたく、人にほめられることに重きを置いている。しかしhelp seekingが高いことから、教授者を絶対視し、自分で考えるよりも聞いたほうがはやいと考える傾向もある。

コンテクスチュアルインクエリの結果と5.2のクラスタの考察を比較するとそれぞれのペルソナにおいておおよその根拠づけが行え可能である。本手法は、ペルソナ1を手法から「手を抜かず目的意識を持って難問に取り組む」タイプと推定している。これはコンテクスチュアルインクエリから推定される努力型であることと、また自信をもちたいという点に一致する。ペルソナ2を、本手法は「目的意識を持って最低限の労力で問題解決を目指す」タイプと推定している。これはコンテクスチュアルインクエリから推定される「学習に対して手を抜きたがる傾向」という点で一致する。ペルソナ3を、手法は「教員に言われるがまま勉強する」タイプと推定している。これはコンテクスチュアルインクエリから推定される「褒められることに重きを置いている」「講師を絶対視する」という点で一致する。

以上の結果より本手法とコンテクスチュアルインクエリの傾向が一致している。これにより教材の解き方の差によって、かなり高い精度でモチベーションに対するクラスタ分けが行えているとかがえられる。コンテクスチュアルインクエリを実施することには、教員と学習者の膨大な時間と労力を必要とする。しかしながら本論文で提案した手法では、学習者は、Web上に与えられた自主教材を解けば良い。教員が学習者からのデータ収集のためにすべきことはARCSモデルに基づいたWeb教材を用意するのみである。本手法は、教員と学習者にプログラミング学習以外のことに由来する負荷をかけない。よって、教員は無理なく個々の学習者のモチベーションを推定できる。学習者は、自主教材を解くことにより、各自のモチベーションにあった指導を教員から受けることができる。また、モチベーションの推定に用いられる説明変数の値は学習者の学習時に収集でき、収集結果よりモチベーションは即座に算出できる。したがって本手法は、プログラミング学習に取り組んでいるときに、学習者をその場でタイプ分けする。以上より、教員はそれぞれの学習者に合った指導をほどこし、学習者のドロップアウトを防ぐことができる。

6. おわりに

本論文では、モチベーションをもとに構成したweb教材を解いてもらうことにより、その取り組み姿勢から学習者をペルソナ分けする手法を提案した。本論文で提案した手法により学習者と指導者に負担をかけることなく短時間で学習者をペルソナ分けすることができる。

本手法に基づき実験を行ったところ、実験を行った19人においてそれぞれに分類したペルソナがそれぞれ特徴を見せ、コンテクスチュアルインクエリの結果とも高い精度で一致した。

今後の課題として、被験者を増やすことによりそれぞれのペルソナの特徴をより明確化することが必要である。また、各ペルソナにおいてどのような指導を行えばモチベーションを高められるのかも調査する必要がある。

参考文献

- [1] 立命館大学教育開発推進機構:授業アンケート(オンライン), 入手先 <http://www.ritsumei.ac.jp/acd/ac/itl/student/student_questionnaire.html> (参照 2016-01-26)
- [2] 河井亨:授業と授業外をつなぐ学生の学習ダイナミクスの研究:WAVOCプロジェクト参加学生へのインタビュー調査の分析から, 日本教育方法学会紀要,2012,pp.1-12
- [3] J.M.Keller, Motivational Design for Learning and Performance:The ARCS Model Approach, Springer 2010 edition.
- [4] E.Yukselturk, S.Bulut, Predictors for Student Success in an Online Course, Educational Technology Society, Vol.10,Issue2,pp.7183,2007.
- [5] 王文涌, 池田満, 李峰業:プログラミング教育における動機づけ教授方法の提案と評価, 日本教育工学会論文誌,2007,pp.349-357
- [6] 樽本徹也, ユーザビリティエンジニアリング(第2版) —ユーザエクスペリエンスのための調査、設計、評価手法—, オーム社.2014
- [7] Dinh Dong,Hiromitsu Shimakawa,:*Derivation of Effective Learning Style from Portfolio in Programming Education.*, SITE 2013, March 25,2013,pp.379-387,New Orleans,USA.
- [8] P.R.Pintrich, D.A.F.Smith,T.Garcia,and W.J.McKeachie,Manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire(MSLQ),National Center for Research to Improve Post secondary Teaching and Learning, 1991.
- [9] Saleh,Alhazbi, and Mahmood Hassan, Fostering Self Regulated learning in Introductory Computer Programming Course, wccce2013,2010.