

# 学習者の行動履歴を用いた構成能力向上のための見守り教育 Nursing Programming Learners to Improve Design Ability from Their Behavior

板戸 陽子<sup>†</sup> PHUONG Dinh Dong<sup>‡</sup> 梶原 祐輔<sup>‡</sup> 島川 博光<sup>‡</sup>  
Yoko Itado PHUONG Dinh Dong Yusuke Kajiwara Hiromitsu Shimakawa

## 1. はじめに

社会の情報化が進み、ソフトウェア技術者が多く求められているため、大学などの教育機関でも、プログラミングを学ぶ授業が多く取り入れられている。ここでは、個々の言語仕様を理解しているだけでなく、ソフトウェア全体を見通して作成できる人材の育成が求められている。ソフトウェア全体を見通してプログラミングをするためには、さまざまな能力が必要となる。しかし、大学では学習者に対して指導者の人数が少なく、この能力を十分に育成できていない。

本論文では、学習者の行動履歴を収集することで、学習者の様子を見守る手法を提案する。本手法では、行動履歴を分析し、学習者の持つ問題への見通しと意欲の変化を判定する。これにより、指導者が少ない環境でも各学習者の挙動が把握できる。

## 2. プログラミング演習における構成能力向上

### 2.1 構成能力を鍛える重要性

プログラミングに必要な要素は、主にプログラム言語の知識、プラットフォームの知識、プログラムの構成能力の3つである。プログラムの構成能力とは、用いるべきプログラミングの知識を探し組み合わせる能力のことである。プログラム言語の知識とプラットフォームの知識は、知識として身に付けられるため、座学で支援される。プログラムの構成能力は、実際にプログラムを作成する過程で身につける能力なので、演習で支援される。

プログラムを作成するさいには、どのような機能が必要かを考え、用いるべきプログラミング知識が決定される。決定したプログラミング知識を組み合わせてソースコードとして記述する。構成能力が欠けていると、どのような構成にすれば良いか考えられなかったり、効率の悪い構成を組み立ててしまったりする。構成能力は徐々に体得していく必要があるため、プログラミング演習で段階的にこの能力を鍛える必要がある。

### 2.2 プログラミング演習の現状

学習者は、座学の授業においてプログラミング知識を学ぶ。演習授業では、座学で学んだプログラミング知識に沿った課題が出題される。学習者は演習授業の中で、座学で学んだプログラミング知識の使い方を体得する。ここで学習者は、課題を解く前に用いるべきプログラミング知識を把握している。構成能力を鍛えるためには、用いるべきプログラミング知識を学習者自身が考える必要がある。そのため、現状のプログラミング演習では、構成能力の育成を支援できていない。

構成能力を鍛えるためには、用いるべきプログラミング知識が明示されていない課題を解く必要がある。このような課題を構成能力育成課題とする。しかし、構成能

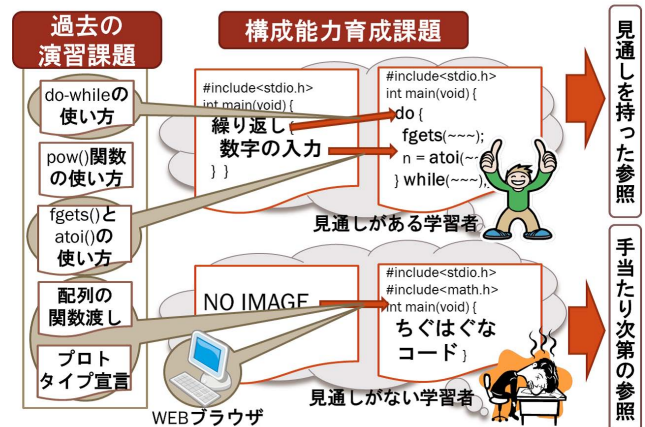


図1: 構成能力育成課題に取り組む行動過程

力が低い学習者は、構成能力育成課題を与えられても、何をすべきか解らなくなる危険性がある。例えば、体得できていない知識がある学習者が、その知識を用いた構成を考えられない。構成能力育成課題を与えられたさい適切な指導がないと、このような学習者は何から手を付けて良いか解らなくなり、意欲を失う危険性がある。そのため、学習者が構成能力育成課題を解くさいには、意欲喪失の発生に留意しつつ、用いるべきプログラミング知識に見通しがたてられているかを見守る必要がある。

### 2.3 既存研究

文献[1]は、学習者のコーディング過程を可視化し、指導者が一同に学習者の進捗を把握しようとしている。しかし、エディタの履歴のみで判断しているため、ソースコードを書き始めるまで学習者がどのように考えていたかを判別できない。文献[2][3]は、学習者の行動履歴を取得することで、指導が必要な学習者を抽出している。しかし、課題の性質によって、学習者の振る舞いが変わることが考慮されていない。そのため、学習者ごとにどのような指導が必要かを判断することができない。文献[4]は、学習者の行動履歴のパターンにより、適応的に支援ツールを選出している。しかし、支援ツールごとにパラメータを設定しているため、指導者の指導が必要な場合を抽出できない。

## 3. 行動履歴を用いた見守り教育

### 3.1 行動履歴による学習者の持つ見通しと意欲の判定

本論文では、学習者が構成能力育成課題に取り組む過程を見守り、適切に取り組んでいるかを判定する。本手法では、学習者が構成能力育成課題に取り組むさいの行動履歴を収集する。行動履歴を用いて学習者が見通しと意欲を持って取り組んでいるかを判定することで、学習者にどのような指導をすべきかを導出する。

本手法において、着目する学習者の行動を図1に示す。本研究では、まず、学習者に構成能力育成課題を解くう

<sup>†</sup>立命館大学大学院理工学研究科

<sup>‡</sup>立命館大学情報理工学部

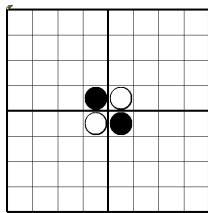


図2: オセロゲームで作成すべき盤面

えに必要なプログラミング知識を体得するため、基本課題を解かせる。構成能力育成課題に取り組むさい、学習者は用いるべきプログラミング知識を考えるために過去に解いた基本課題を参照すると考えられる。この参照履歴を調べることで、学習者が見通しをもっているかを判定する。また、どの程度積極的に課題に取り組んでいる程度を測ることで、学習者の持つ意欲の変化を判定する。

### 3.2 学習者が持つ実装方法への見通し

プログラミング演習において学習者は、用いるべきプログラミング知識が定まっている課題を解いたあと、構成能力育成課題に取り組む。見通しを持った学習者はどのような処理が必要かを考え、適宜過去の課題などを参照して課題を解く。一方、見通しを持っていない学習者はどのような処理が必要か解らないため、行き当たりばったり過去の課題を参照したり、課題内容をそのままWEBで検索しようとしたりしてしまう。

ここで構成能力育成課題として、図2に示す盤面を描画し、ターミナルから石を打つ場所を指定することで、オセロゲームができるプログラムを作成する課題を考える。本課題では、盤面を書く、石を書く、石を返す判定を書くなど、どのような動作をすべきかの情報のみを学習者に与える。学習者は、盤面を描画するには繰り返し処理をする必要があることや、石を描画するための関数が必要であることなどを自力で考えて課題を解く。ここで、石を描画する関数を作成するさいに配列の関数渡しが必要となる。この場合、過去に配列の関数渡しを使った課題を参考にして、本課題を解く学習者がいると考えられる。学習者が過去の課題を参照したさい、参照先の課題と取り組み中の課題の関連度によって、見通しがある参照か判定できる。さらに、参照先の課題のどの部分を参考にしたかを記録し、学習者が問題文を読んで関連のある課題を探しているのか、自分が提出したソースコードを見ているのかなども加味して判別する。また、過去の課題を参照するのではなく、WEBで検索することも考えられる。ここで、見通しがある学習者は「配列の関数渡し」など具体的な言葉で検索をするが、見通しがない学習者は「オセロの作り方」など実装に必要な知識と無関係な言葉で検索すると考えられる。実装に関係のある単語を使って検索できているかを判定することで、学習者が実装への見通しを持っているか判断できる。

### 3.3 学習者が意欲の変化

学習者の行動履歴から学習者の意欲を抽出し、意欲の喪失の発生を検知する。ここでは、問題文閲覧頻度、コーディング速度、コンパイル頻度、実行頻度を記録する。これらの頻度により、学習者がどの程度積極的に手を動かして課題に取り組んでいるかが解る。

課題を解き始めたとき、意欲がある学習者は、積極的

に参考になるものを探し、ソースコードを書くことが多い。ここで、次第に意欲を失う学生がいる。そのさい、手がとまり、行動履歴が疎になると考えられる。この変化から意欲の喪失を検知し、指導者が適切なタイミングで指導できるようにする。また、最初から意欲がなく、積極的に手を動かしていない学習者もいる。このような学習者には、その時点で指導する必要がある。

### 3.4 学習者の判別

学習者の持つ見通しと学習者の持つ意欲の変化をあわせることで、どのような指導が必要かを分類する。見通しがあり、意欲があり続ける学習者は特別な指導は必要ない。見通しがあるにも関わらず、意欲がない学習者は、実力はあるが、取り組んでいる課題に面白さを感じていないと考えられる。このような学習者には、異なるタイプの構成能力育成課題に取り組めるよう、指導する必要がある。また、別のタイプの課題を与えたさいの意欲の変化を見守り、より意欲を持てる課題があるかを判定する。見通しがないが、意欲がある学習者は、意欲はあるものの、実力がついていないと考えられる。このような学習者は、課題を解き始めたときは意欲があるため、積極的に参考になるものを探したり、解る部分だけソースコードを書いてみたりする。しかし、見通しが立っていないため、次第に行き詰まり、意欲も失ってしまうと考えられる。この変化を見守り意欲の喪失を指導者に伝える。見通しがなく、意欲もない学習者は、構成能力育成課題に取り組める段階にまだ達していないと考えられる。このような学習者には、基礎課題に戻り、サンプルコードの真似をして解くなど、見通しの立ちやすい課題に取り組ませる。これにより、ひとつのプログラミング知識をさまざまな場面で使う方法を体得できる。

## 4. おわりに

本論文では、学習者の行動履歴を収集することで、学習者の持つ問題への見通しと意欲の変化を判定する手法を提案した。今後は、本手法の有用性を検証するために、本手法を用いた演習と評価をする予定である。

## 参考文献

- [1] 齊藤俊, 山田誠, 井垣宏, 楠本真二, 井上亮文, 星徹, プログラミング演習における受講生支援のためのコーディング過程可視化システムの提案, 電子情報通信学会技術研究報告, SS, ソフトウェアサイエンス, Vol.111, No.481, pp.61-66, 2012
- [2] 奥田公将, 立岩佑一郎, 山本大介, 高橋直久, プログラミング演習支援システム CAPES における演習履歴を用いた要指導受講者予測システムの提案, 全国大会講演論文集, Vol.2012, No.1, pp.581-583, 2012
- [3] 高岡詠子, 大澤佑至, 吉田, 淳一, e-Learning 学習履歴を用いたドロップアウト兆候者早期抽出手法の提案, 検証および今後の可能性, 情報処理学会論文誌, Vol.52, No.12, pp.3080-3095, 2011
- [4] 山本耕大, 野崎要, 森本康彦, 中村勝一, 横山節雄, 宮寺庸造, プログラミング教育における学習者の状況に適応的な支援ツール選出システムの開発, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.110, No.312, pp.7-12, 2010