

## 履歴グラフを用いた技術要素に基づく理解度の把握

## Recognition of Individual Understanding Using Trend Graphs Based on Technical Elements

小柳 順一† 田口 浩† 島川 博光†

Junichi Koyanagi Hiroshi Taguchi Hiromitsu Shimakawa

## 1. はじめに

大学などにおけるプログラミング演習科目では、ソースコードと実行結果が教員独自の基準によって評価されている。さらにこれまでに取り組んだ課題に対する学習経過に沿った評価の整理が欠けている。学習経過に沿って取り組んだ課題の評価を整理しなければ、学習者の理解度は判明しない。つまり現状では、教員は学習者の理解度を詳細に把握していないまま、教育を進めている。また、学習者も系統的な評価基準を示さず、評価結果を詳しく説明されないまま学習を進めることになる。さらに学習済みの項目の復習は学習者自身に委ねられているので、自分の弱点をつかむことができない学習者は適切な復習が行えず、学習内容を理解し切れていないまま、次々と先の学習項目へ進んでしまう。

本論文では、学習者の詳細な理解度を学習者と教員の双方に把握させる手法を提案する。この手法は大学などでのCプログラミング演習科目に適用されることを想定している。本手法はC言語の学習内容を単元に分割し、ソースコード作成に必要な各技術要素をこれらの単元に分類する。

本手法で用いる評価手法は、プログラミングに関して習得すべき技術要素とその技術要素が習得できているかを評価する指標である評価観点を用いる。技術要素の評価値を単元ごとに集計し、課題の総合評価と共に評価履歴をグラフ化し、取り組んだ課題の評価コメントを表示するシステムを本研究で開発した。学習者と教員は2種類のグラフと評価コメントにより、学習理解度の推移を認識することができる。またさらに教員がいかなる理由で評価したかを知ることができる。

## 2. Cプログラミングの技術要素と評価観点

文献[1]はC言語の学習内容を8つの単元に分類して扱うことを提案している。各々の単元の学習内容は、さらに複数の学習項目に分割される。本研究ではこの学習項目をCプログラミングの技術要素と捉える。技術要素とはプログラミングに関する技術的理解度を評価できる項目で、ソースコードの作成に必要なプログラミングテクニックである。技術要素の例として、ファイルから文字列を読み込むための `fgets()` などの関数の使い方、変数の宣言・定義と利用、ポインタの繋ぎかえなどといったものがあげられる。

また各課題には、「この問題を解くうえで、この技術要素を使ってほしい」といった出題者の意図がある。意図された技術要素を使わずに課題を解いても、学習者がその技術を理解しているとはいえない。

技術要素の技術的理解度をソースコードを見て、教員が評価するための指標を評価観点とする。

系統的で公開された評価観点を用いることで、課題の意図に応じた技術要素がソースコード内で利用できているか、使いこなせているかが公平に評価できる。

ある演習課題に対する技術要素と評価観点の関係例を図1に示す。

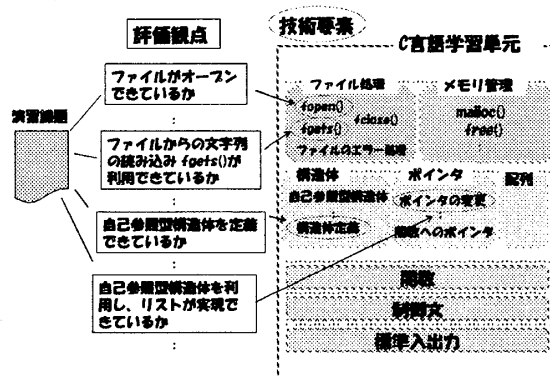


図1: 技術要素と評価観点の例

## 3. Cプログラミングを対象とした理解度の評価

## 3.1 評価観点による技術要素の評価

技術要素は評価観点に基づいた点数付けにより評価される。評価観点に示された内容がソースコード上で実現できていれば加点され、できていなければ減点される。評価を行うには課題の意図に応じた技術要素を抽出する必要がある。ところが大学などのプログラミング演習科目では教員が複数で指導する場合、技術要素の抽出と評価観点の設定が教員に依存し、ズレが生じる可能性がある。そのため本研究では、課題の作成者が出題意図に応じた技術要素を抽出し、評価観点を設定する。これら評価観点は学習者にも公開される。

一般に、演習課題はある特定の技術要素が理解できているか否かをためす意図で出題される。ひとつの演習課題を解くうえで複数の技術要素が必要となるが、演習課題の出題意図に相当する技術要素の重要度は大きい。一方で演習課題を解くための付随的な技術要素は復習の意味合いで評価されている。よって各評価は重要度に応じた点数幅で評価される。評価観点の各評価値は技術要素が属する単元の得点に反映される。

## 3.2 総合評価

学習者は評価基準と評価の理由、そして課題の成績を懸念する傾向にある。そこで、課題ごとに技術要素の評価値を総合的に算出した総合評価を図2で示す。

† 立命館大学大学院 理工学研究科

No.	評価観点	単元名	重要度	評価	範囲
1	リストを表現するために、自己参照型構造体を正しく使用する	構造体	4	4	-4~4
2	自己参照型構造体を利用して、構造体のポインタを変更する	ポインタ	5	4	-5~5
3	ファイルのオープン fopen()	ファイル処理	3	3	-3~3
4	ファイルから1行ずつ読み込むfgetc処理	制御文	3	2	-3~3
5	ファイルからの文字列の読み込み fgets()	ファイル処理	3	3	-3~3
6	構造体に必要なメモリを確保する malloc()	メモリ管理	4	4	-4~4

$$\text{総合評価} = \frac{\text{評価点の総和}}{\text{配点の最大値の総和}} \times 100$$

図2：総合評価の算出方法

#### 4. グラフィカルな理解度ツール

##### 4.1 得点履歴グラフ

図3に示すように、各評価観点に基づいて評価された評価値を単元ごとに集計し、その推移をグラフで可視化した。学習内容を分類した8つの単元のうち得点の上下変化が大きいと推測される6つの単元に焦点を絞っている。

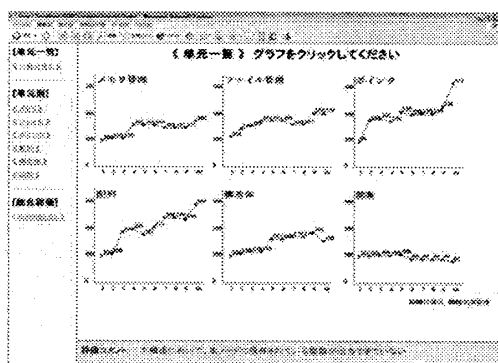


図3：得点履歴グラフ画面

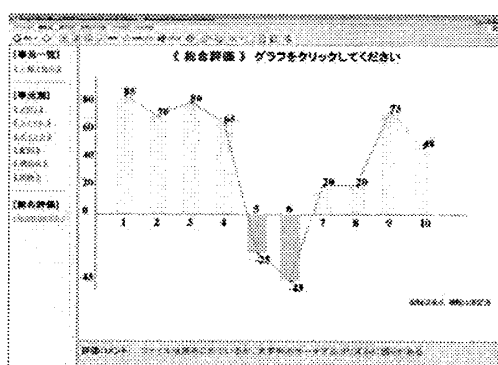


図4：総合評価グラフ画面

図4に示すように、総合評価は棒グラフで表示する。双方のグラフでグラフ内のプロット付近をマウスでクリックするとその課題に対する評価コメントが表示される。

##### 4.2 理解度の把握

課題の成績を示す総合評価だけでは、その学習者の理解度は特定できない。各単元の理解度を示す得点の変化と課題ごとの総合評価の推移はグラフで可視化すると認識しやすい。たとえば総合評価が下降した場合、単元ごとの得点履歴グラフの変化より下降した要因である単元が特定でき

る。その単元に属する何らかの技術要素が学習者の理解を妨げていると考えられ、原因は評価観点の内容から推測できる。またグラフ上に表示される評価コメントにより、学習者と教員の双方は学習者の理解度、理解に苦しんでいる箇所を把握でき、今後の学習計画や復習の必要性などを認識することができる。

#### 5. 関連研究との比較

関連研究のうち、PL-Detective[2]とTotally Web-based Education[3]および学習履歴取得システム[4]の3つの研究と本研究の比較を表1に示す。

これらの研究では、学習者の理解度を教員と学習者の双方が把握できていない。しかし、本手法では公開された観点により単元ごとに評価された学習理解度の推移がグラフで可視化され、教員からの評価理由も表示されるので学習者と教員は理解度や弱点が認識できる。

表1：関連研究との比較

	PL-Detective	TWE	学習履歴取得システム	本研究
学習態度にともなう学習理解度の推移がグラフで表示される	×	×	△	○
グラフ上に教員からの評価コメントが表示される	×	×	△	○
複数の教員による評価でも、同じ基準で公平な評価が行える	△	△	△	○
高学習力においてリアルタイムに学習者の学習状況が把握できる	△	×	○	×
学習者の個性によって、教育の形を決定する	×	○	×	×
グループワークにおける学習を支援する	○	○	△	△
学習内容の理解を助けるための高度なヒントが必要に応じて提示される	○	×	×	×
学習者の学習意欲を向上させる支援である	△	△	△	○

#### 6. おわりに

本論文では、Cプログラミング演習科目への適用を想定して、教員と学習者の双方に学習者の詳細な学習理解度を把握させる手法を提案した。

プログラミング教育では教員は多大な労力と時間を必要とする。本手法を用いても教員の負担は依然として大きいものである。今後は技術要素抽出・評価観点の設定について教員の負担が軽減するように改善していき、本手法の有効性を実験により確かめていきたい。

#### 参考文献

[1] 田口浩, 島川博光, 石井篤, “個人の理解度に合わせたC言語プログラミング教育支援環境”, *Proc. of the 2nd International Conference on Creating, Connecting and Collaborating through Computing*, 日本語セッション, pp.60-63(2004)

[2] Amer Diwan, William M. Waite, Michele H. Jackson, PL-Detective: A System for Teaching Programming Language Concepts, *Proc. of the 35th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*, 2004

[3] Eyoung B. Kim, Marc J. Scniederjans, The Role of Personality in Web-based Distance Education Courses, *Communications of the ACM*, Vol.47, No3, pp.95-98, 2004

[4] 諏訪 正則, 倉澤邦美, 鈴木恵介, 森本康彦, 横山節雄, 佐々木整, 宮寺庸造, “プログラミング教育における学習履歴取得システムの開発”, 第2回情報科学フォーラム (FIT2003) 講演論文集, pp.583-584(2003).