5ZE-07

プログラミング演習としてのコードレビュー支援ツールにおける段階的詳細化を実践させる例題の検討

植 勇希† 富永 浩之†
香川大学† 香川大学†

1. はじめに

本研究室では，情報系分野の文献を題材とし，PC を用いた演習を伴う輪講を支援するシステム Lexit を提案している[1]．Lexit の一環として，プログラミング課題を提示し，各自の解答を相互に検証するコードレビュー支援ツール Redoc を開発している[2]．本論では，C 言語で，段階的詳細化を実践させる例題を検討し，コードの改良の過程を考察する．

2. コードレビューの概要

本研究では，輪講における演習として，プログラミング課題の解答に対するコードレビューを扱う．コードレビューでは，参加者が作成したプログラムのソースコードに対して，本人を交えて，参加者内で閲覧し議論する．各自が作成したソースコードに対して，問題点や改善点を指摘したり，本人に助言や指導を行う．このとき参加者は，コードを作成してレビューを受ける提示側(レビュイー)，コードを閲覧してレビューを行う指摘側(レビュアー)に分かれる．一般に，コードレビューの目的には，教育的と成果的との 2 つの側面がある．

教育的な側面では，提示側のコードの参加者全員での共有，提示側による意図・目的や設計との対応の説明，指摘側から提示側へ不明点などの質疑応答，参加者相互による問題点や改善点の指摘，提示側への助言や指導などがある．チューターなどが模範コードを用意しておき，それとの差異を議論することがある．参加者の他人のコードも参照することがある．

成果的な側面では，暗黙知の明示化と意識化，コーディング規約や開発ツールの標準化，各自のコーディング技能や特性の相互理解，プロジェクトのメンバとしての相互のコミュニケーション，システム開発の目標や理念の確認がある．

本研究では，前者の教育的な側面に特化して支援を検討する．特に，コーディング過程でのレビューを重視し，ペアプログラミング的な効果を狙う．

3. コードレビュー支援ツールの利用方法

Redoc の利用方法を，段階に応じて，図 1 の 4 区分とした[3].

第 1 区分(実装指導)は，提示側を入門者，指摘側を中級者として，中級者が入門者に初歩からのコーディングを指導するものである．教育内容は文法事項,書法指導である．

第 2 区分(改良検討)は，提示側を中級者，指摘側を主に初級者とする．提示コードは，あえて修正すべき書法や改良の余地を残しておく．指摘側で，問題点やデバッギングについて議論する．初心者同士の議論で行き詰まった場合には，提示側の中級者がヒントを提示する．

第 3 区分(品質議論)は，提示側を初級者，指摘側を中級者とする．中級者が初級者の解答したコードに対し，コード品質,語法について指導する．それにより発生する修正やデバッグ行為についても指導の対象である．

第 4 区分(示範鑑賞)として，提示側を上級者，指摘側を主に中級者とする．上級者がコーディングの実演を行う．中級者が実演を鑑賞しながら質問し，上級者がそれに答えながら進める講義のような形式となる．

4. Redoc の機能と GUI

本研究の Redoc は，Web 上のシステムであり，クライアント側のブラウザで動作する(図 2)．Redoc は，輪講セッションの演習において，提示されたプログラミング課題に対して解答コードを提出，レビューを実施，復習を支援する．Redoc は，プログラミング演習のみの授業や自主セミナーも想定し，単独のツールとしても利用できるようにする．Redoc での支援では，コード作成，レビュー実施，復習再現の 3 つのフェーズに分けた．

コード作成フェーズでは，課題が提示され，各自が解答コードを作成する．作成した解答コードは，Redoc を通してサーバ側へ提出する．提出された解答コードの一覧から，レビューを実施するコードを選択する．選択されたコードを対

Sample Problems about Stepwise Refinement and Discussion of a Code Review Support Tool for Programming Exercises
†Yuki UE, Kagawa University
†Hiroyuki TOMINAGA, Kagawa University

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

象として，レビュー実施フェーズに移行する．

レビュー実施フェーズでは，コード作成フェーズで選ばれたコードの提出者が提示側，その他の参加者は指摘側とする．提示側のコードやコーディングに対して，コメントを投稿することによりレビューを行う．

復習再現フェーズは，レビューの実施ログを基に，レビューの様子を再現する．復習を行いたい参加者や，コードレビューを欠席した参加者が利用し，レビューの過程を追体験する．

5. 段階的詳細化を実践させる例題の検討

Redoc におけるレビューでは，完成したコードだけでなく，コーディング過程にも着目している．そこで，本論では，段階的詳細化を実践させる例題の検討を行う．利用方法の第２区分(改良検討)を対象とする．プログラム言語は，C 言語を対象とする．ここで，参加者は，メイン関数のみのコードがほぼ理解できるレベルとする．

題材としては，不定長配列の重複要素の除去を事例とする．具体的には，2 つのデータ列を配列 seq1[]，seq2[]に格納する．入力データは正整数とし，入力番兵 0 の入力で，データ列の打切とする．0 は，データ列に含めない．配列の末尾に終端番兵 0 を格納し，不定長配列として扱う．seq3[]は，1 番目のデータ列 seq1[]から重複要素を除去した配列である．seq3[]のうち，2 番目のデータ列 seq2[]に現われない要素を配列 seq4[]に格納する．最後に，出力として，seq3[]および seq4[]の要素を列挙する．

この例題を用いた際のコードレビューの主要な目的は，関数への分割を通して段階的詳細化を意識させることである．まず，あえて全ての処理を 1 つの関数に記述したコードを提示する．そして，提示側と指摘側で改良点を議論し，コードに反映させていく．主な論点としては，どのように関数に分割するか，関数名，必要な引数，返却値についてである．具体的には，データ列 seq3[]と seq4[]の出力の関数化(列長を引数)，データ列 seq1[]と seq2[]の入力の関数化(列長を返却)，seq3[]の処理の実装(二重反復)，seq4[] の処理の実装(二重反復)，seq3[]と seq4[]の処理の共通部分である配列の重複要素の除去について補助関数の導入(内側反復の抽出)である．この順で関数分割を行うことで，どのようにプログラムを修正，分割していけばよいかを理解させることができる．これにより，段階的詳細化を意識させる．

6. おわりに

演習を伴う輪講を支援するシステムの一環として，プログラミング課題を提示し，各自の解答を相互に検証するコードレビュー支援ツール Redoc を提案している．エディタ部でのコード編集と同期表示，指摘箇所を範囲指定してのコメントの投稿，イベント発生によるスナップショットの保存，タイムラインの閲覧，実施ログの表示などの機能を実装している．ツールの利用法は，教育内容，提示側，指摘側に応じて，４区分に整理している．

本論では，これらの利用方法のうち，第２区分の改良検討に着目し，段階的詳細化を実践させる例題の検討を行った．例題は，初級 C プログラミングの関数と配列とし，処理のモジュール化を実現するため，関数の外部仕様や効率的な実装を議論し，段階的詳細化を意識させる．

今後は，試行実践を行い，Redoc の機能や GUI の改良を行う．また本論で検討した例題を用い，Redoc の教育効果の検証を行う．

参考文献

1)川鯉光起, 中矢誠, 富永浩之, "研究室規模の蔵書管理と文献共有による学習支援 －コードレビューを取り入れた共時学習としての輪講の支援－", 情処研報, Vol.2012-CE-119, No.20, pp.1-10 (2013).

2)豊田竜也, 中矢誠, 大川昌寛, 川鯉光起, 富永浩之, "プログラミング演習としてのコードレビューを取り入れた輪講支援システム －解答コードの同期閲覧とスナップショットへのコメント機能の実装－", 信学技法, Vol.113, No.482, pp.59-64 (2014).

3)植勇希, 富永浩之, "プログラミング演習としてのコードレビュー支援ツールにおけるリファクタリングに関する機能の検討", 情報科学技術フォーラム FIT 2017, Vol.16, No.3, pp. 467-468 (2017).

区分	名称	教育内容	提示側	主な指摘側
1	実装指導	文法事項、書法指導	入門者	中級者、入門者
	入門者のコーディングを中級者が指導 指摘側の入門者も不明点を中級者に質問			
2	改良検討	デバッグ、テスト	中級者	初級者
	中級者が改良の余地を残したコードを提示する 中級者が提示したコードの改良点を指摘側の初級者と検討していく			
3	品質議論	リファクタリング	初級者	中級者
	初級者の解答したコードの性能や品質を中級者と議論 初級者はリファクタリングの指摘に従ってコードを修正する			
4	示範鑑賞	コーディング実演	上級者	中級者
	複雑で高度な課題に対する上級者のコーディング実演 指摘側からの質疑に上級者が答える講義形式			

図 1 コードレビュー支援ツールの利用方法

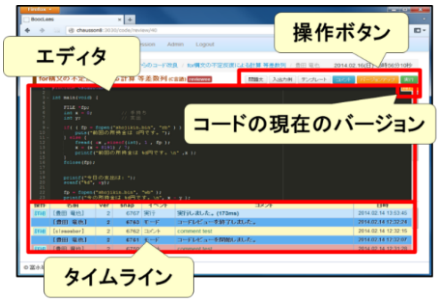

図 2 Redoc の基本的な GUI

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