

構文解析を用いた

C 言語指導コメント支援システムの構築

木村光星^{*1}, 香川考司^{*2}

^{*1} 香川大学大学院工学研究科

^{*2} 香川大学創造工学部

Implementation of a Support System for Annotating C Programs using Syntax Analysis.

Kosei Kimura^{*1}, Koji Kagawa^{*2}

^{*1} Graduate School of Engineering, Kagawa University

^{*2} Faculty of Engineering and Design, Kagawa University

プログラミングの演習では学習者が自らで解決できないエラーなどが発生した際に教員や TA といった指導者に質問を行う。このとき、指導者の数を超える質問が同時に発生すると質問を行いたい学習者は指導者の手が空くまで待つ必要がある。この待ち時間は学習効率の低下につながってしまう。そこで本研究では、指導に対する支援を行うシステムを開発し、学習者一人あたりにかかる指導時間の短縮と指導者の負担軽減を図った。このシステムはタブレット端末での使用を想定しており、タブレット端末の操作性の問題点を解決するために、構文解析の結果を用いて範囲選択、指摘コメントの挿入を容易に行えるようにした。

キーワード: 構文解析, C 言語, プログラミング指導支援システム, タブレット端末

1. はじめに

プログラミングの演習において学習者は、コンパイラに表示されているエラー内容が理解できない場合や、思うような実行結果にならずその原因がわからない場合などに指導者に質問し、解決を図る。

香川大学のプログラミング演習におけるTA業務において指導者はタブレット端末を利用しているが、用途は出題内容・模範解答の確認程度でありソースコードの読解や、間違っている箇所の指摘という部分を支援するものではない。

そこで本研究では、タブレット端末上で動作する指導に対する支援を行うシステムの開発を行った。これにより、質問ひとつあたりにかかる指導時間の短縮と、指導者の負担軽減ができ、指導効率の向上、学習者の質問待ち時間の短縮につながると考える。

しかし、タブレット端末を用いた指導を考えたとき、タブレット端末にはタッチ操作という性質上、細かい範囲指定が難しい、文字入力が遅いといった解決しなければならない問題がある。

この問題を解決するために本研究ではソースコードに対して構文解析を行い、その結果を利用してタブレット端末上での容易な指摘位置の指定と、指摘コメントの挿入を可能にする。

2. 関連研究

島川らのシステム⁽¹⁾は、内田らのシステム⁽²⁾を元にしたWebベースのシステムであり、初めてC言語を学ぶ学習者を対象として、初心者によくある間違いに対して、コンパイラよりも分かりやすいエラーを表示して簡易な間違いの修正を補助する機能をもつ。システムのスクリーンショットを図1に示す。

これにより簡易な間違いでの質問数が減ることで指導者の負担軽減、学習者の学習効率の向上につながるが、システムが対応していないエラーや、アルゴリズムなどの論理エラーなどは検出することができない。そのため、最終な指導者の目視が必要となる。



図 1 島川らのシステムのスクリーンショット

前田らのシステム⁽³⁾は、提出されたプログラミングレポートの添削を支援するため添削コメント挿入機能やプログラミングスタイルの自動診断機能、類似レポート判断機能、再提出レポートの比較機能などを実装したWebベースシステムの開発を行ったものである。

TA業務を想定しているシステムではないが、指摘コメントの送信だけでなくインデントの乱れや、余分な空白行などを自動診断してくれる機能もあり、指導者の負担軽減につながると考える。しかし、指摘コメントを挿入する位置は自身で選択を行う必要があり、ソースコードの読解を支援する機能はない。

そのため、比較的長めのソースコードが提出された場合、指摘位置の選択に時間がかかってしまう。

3. タブレット端末の利用

本研究で開発したシステムはWebベースで開発を行い、タブレット端末での利用を想定する。

3.1 Webベースシステムの利点

Webベースシステムを利用することで次のような利点がある。

- システムの導入が容易
- システムのカスタマイズが容易

- システムの不具合をすぐに修正可能

3.2 タブレット端末の利点

また、タブレット型端末を利用することで次の利点が挙げられる。

- PCと比較して持ち運びが容易
 - タップ・スワイプといった直感的な操作が可能
- タブレット型端末はPCと同じ画面を見ることができ、誰でも簡単に使用可能であるというメリットがある。

3.3 タブレット端末の問題点

しかしタブレット端末での使用を想定した場合、次のような解決すべき問題点がある。

まず、タブレット端末は基本的にPCよりも画面サイズが小さいので同じページを表示したときに、表示できる範囲に限りがあるという点である。

また、タブレット端末の操作は指を用いてタップ、フリック、スワイプ、ピンチイン、ピンチアウトといった基本操作を組み合わせで行う。このときディスプレイが認識する範囲は指先全体となるため、誤認識が起りやすく細かい操作は不得意である。例としては、画面に表示されている文章の中から特定の単語だけを選択するといった操作が挙げられる。

4. 構文解析の実装

本システムでは先に述べたタブレット端末を利用する上での問題点を解決するため、構文解析を利用する。

エディタに入力されたソースコードを構文解析部分のサブレットに送信し構文解析の結果を取得する。

その結果を用いた特定の式や文の抽出、選択機能を実装することでタブレット端末上でも指摘を行いたい箇所を素早く選択し、指摘コメントの挿入を可能とした。

構文解析部分の実装には Eclipse CDT (C/C++ Development Toolkit) のパーサを用いた。Eclipse CDTはEclipseのプラグインであるためWebベースのシステムに移植する場合Eclipse依存のライブラリを利用している部分を取り除く必要がある。

5. システム概要

ここでは実際のシステムの概要を説明する。図2にシステムのスクリーンショットを示す。

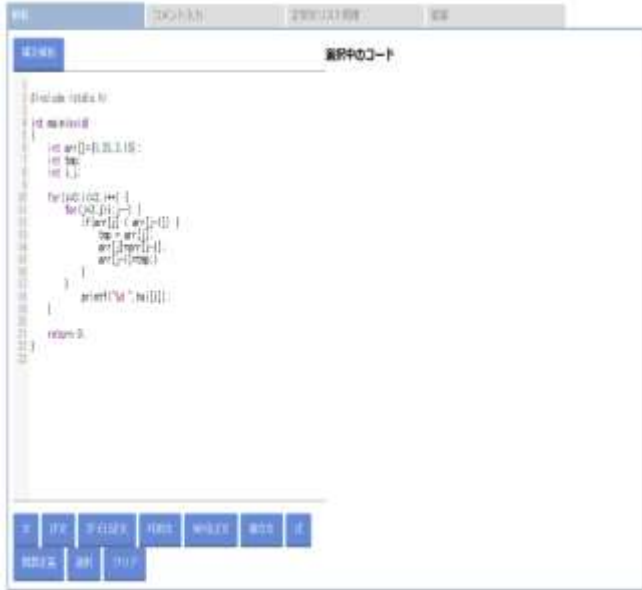


図2 システムのスクリーンショット

学習者が提出したソースコードをサーバ側で構文解析し、指導者にソースコードと構文解析の結果を表示する。指導者はその構文解析の結果から特定の構文をボタン一つで容易に見つけることが出来る。これを利用して指摘を行いたい位置の選択を行い、その場所に対して指摘コメントを挿入する。選択している位置はハイライトして表示される。実際に for 文を選択した状態を図3に示す。

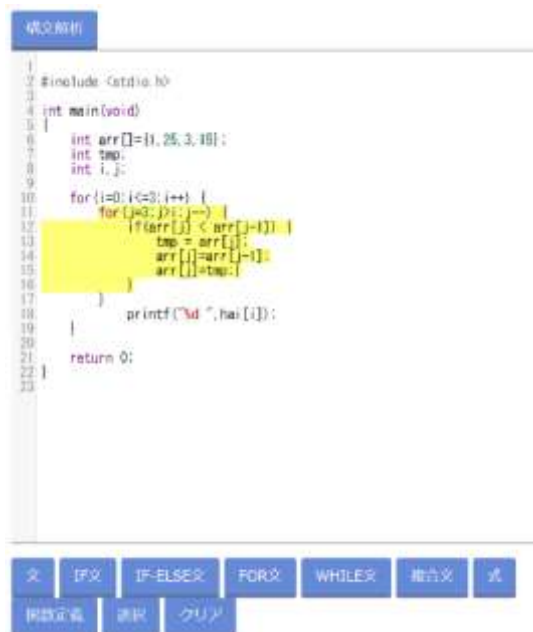


図3 for文を選択した例

指摘コメントの挿入方法は実際に入力を行うか、テンプレート機能から選択するという2つがある。このテンプレート機能は、学習者がよく間違えると想定される内容に応じた指摘内容をテンプレートとして用意しておき、テンプレートを選択することで入力欄に自動入力されるというものである。これによりタブレット端末でも素早い指摘内容の入力が可能となる。図4に示すように右側の定型文リストで選択した「i>jではなくj>iが正しい条件です」という文章が左側のテキストエリアに自動入力される。



図4 指摘コメントのテンプレート機能

また、入力された指摘内容を学習者側に指摘箇所がソースコードのどの位置であるか、どのような内容であるかが一目で判断できるように表示し、的確に間違っている箇所の訂正ができるようになっている。図5に図4で挿入した指摘コメントの学習者側での表示例を示す。

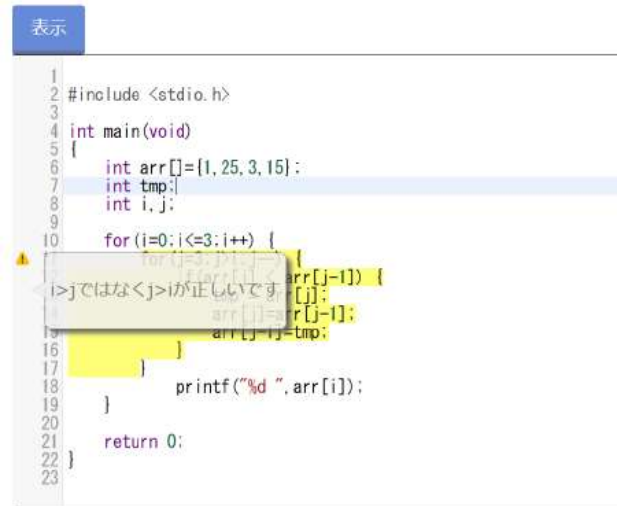


図5 指摘コメントの表示

6. おわりに

本研究では、プログラミング演習での指導者を支援するため、構文解析を用いたC言語指導コメント支援システムの開発を行った。構文解析の結果を利用した特定構文の範囲選択機能、指摘コメントのテンプレート機能の実装によってタブレット端末の操作性の問題

を解決し、素早く指導が行えるようになった。

しかし、同研究室の大学院生 2 名に実際に使用してもらい評価を行った結果、「現段階では上から出現した順でしか選択できないので、ソースコードが長くなると目的の位置まで構文ボタンのタップの手間が増える」、「同一構文内に複数指摘を行った場合に指摘箇所が分かりづらくなる」といった新たな改善点が見つかった。

今後はこれらの問題点を解決するため、「一つ前に選択した箇所に戻る」や、「選択を始める位置の指定」、「for 文の中の if 文といった組み合わせでの選択」機能といったような範囲選択方法についての実装を行う。

また、指摘コメントの内容によっては特定の構文にしか適さないものがある。そういったものをすべて表示してはテンプレートから指摘コメントを選択する手間が増えてしまう。そこで選択した構文によって適切なテンプレートのみを表示する機能を実装し、指摘コメントのテンプレート機能の改善を行う。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 15K01075 の助成を受けたものである。

参 考 文 献

- (1) 島川大輝, 香川考司: “C-Helper を用いた Web ベースの C 言語開発環境の構築”, 教育システム情報学会第 40 回全国大会 (JSiSE2015) 講演論文集, A3-1, 2015
- (2) 内田公太, 権藤克彦: “C 言語初学者向けツール C-Helper の現状と展望”, 第 54 回プログラミング・シンポジウム予稿集 2013, pp. 153-160, 2013
- (3) 前田一樹, 渡辺義明: “効率的な添削と学習効果の向上を目指したプログラミングレポート添削支援システムの開発”, 平成 25 年度電気関係学会九州支部連合大会 (第 66 回連合大会) 講演論文集, p.617, 2013.