

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 （ 学 術 ）	氏名	後藤 孔
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論 文 題 目 プログラミング教育を支援する教材に関する研究			
論文審査担当者 主 査 教授 藤中 透 審査委員 教授 渡辺 健次 審査委員 教授 長松 正康 審査委員 教授 田中 秀幸			
〔論文審査の要旨〕 本論文は、プログラミング教育の充実が求められている近年の状況を踏まえ、従来よりも幅広い年齢層や立場の人々がプログラミング教育に関わることを意識して、学習者と指導者の双方を支援するという観点からプログラミング教育の教材について検討したものである。 論文の構成は、次のとおりである。 第1章では、序論として近年のプログラミング教育の流れを概観し、それを意識した教材の開発が研究目的であることを述べている。 第2章では、プログラミング教育における問題点を分析している。まず、以前から行われている文字入力形式のプログラミングではコンパイルエラーに対するデバッグ作業の段階でつまづく初学者が多いとともに、この段階が指導者にとっても大きな負担となることを指摘している。次に、プログラミングの題材として、音声情報処理などの身近な技術を活用することの可能性を検討している。近年は、スマートフォンなどで音声入力による情報検索を行ったり、さまざまな機器で音声出力によるメッセージを聞いたりする機会が増えているが、プログラミングの指導者がこれらの技術を手軽に利用できるような環境が整っていないことを指摘している。 第3章では、プログラミングにおけるデバッグ作業を支援するシステムの開発について述べている。このシステムは、プログラミングの初学者が作成したプログラムをコンパイルする際に遭遇するエラーメッセージに対して、プログラムの修正につながる補助メッセージを付加するという形で支援を行うものである。具体的には、代入文の左辺と右辺を間違えたり、比較と代入を間違えたりするような、初学者にありがちな典型例を想定している。変数名や関数名の綴りの誤りについては、文字列の類似度としてよく用いられるレーベンシュタイン距離に独自の修正を加えた尺度を用い、より適切な綴りの修正案を提示するように工夫している。また、単に修正案を列挙するのではなく、各修正案を適用した結果を実際にコンパイルした際のメッセージを考慮し、エラーメッセージに加えて警告メッ			

セージも活用するなど、独自の工夫を加えている。このシステムを利用すれば、初学者は自力でプログラムを修正する力を身につけることが促され、指導者は個別指導のための負担を軽減することにつながる。さらに、統合開発環境の例である **Arduino IDE** のソースコードに手を加えて開発したシステムと連携させることにより、統合開発環境を用いたプログラミングの学習においても同様の支援が行えることを示している。

第4章では、音声情報処理技術を活用したプログラミング教材の開発について述べている。たとえば、音声で指示を与えることによって小型コンピュータに接続した **LED** を点滅させたり、センサで測定した周囲の明暗を音声で知らせたりするような機能を初学者がプログラミングの教材として利用できるようにしている。さらに、ブロックを組み合わせるプログラムを作成するビジュアルプログラミング言語 **Scratch** のソースコードに手を加えて音声情報処理用のブロックを独自に定義し、文字入力形式のプログラミングが困難な学習者でも手軽に音声情報処理技術が体験できるように工夫している。開発した教材により、初学者はプログラミングを通して身近な技術を能動的に活用する機会を得ることができ、指導者は専門的な知識がなくても音声情報処理を活用してプログラミング的思考を育むことができる。

第5章では、開発した教材に対する考察を行っている。まず、デバッグ支援システムについて、実際に取り扱った **C** 言語や **Arduino** 言語に限らず、コンパイラのエラーメッセージに応じて補助メッセージを出力する方式が他のプログラム言語にも拡張可能であることを述べている。また、最近のコンパイラが出力する、より詳細なエラーメッセージとの比較を行っている。音声情報処理技術を活用した教材については、音声認識における同音異義語への対応や、動作アルゴリズムの検討など、学習者がさまざまな工夫を行えるように指導する可能性を検討している。さらに、音声情報以外の例として、簡易脳波計で計測した脳波情報を利用した教材の試作結果に言及している。

第6章では、結論として本論文を総括し、プログラミング教育における学習者と指導者の双方に対する支援を意識してデバッグ支援システムおよび音声情報処理技術を活用した教材の開発を行ったことを述べている。

本論文は、次の3点で高く評価できる。

1. プログラミング教育の現状を分析し、従来の技術者育成とは異なる観点から学習者と指導者の双方を支援することの重要性を明らかにしたこと。
2. コンパイラのエラーメッセージに独自の補助メッセージを付加するシステムを開発し、プログラミングの初学者が自力でデバッグ作業を行えるように工夫したこと。
3. 音声情報処理技術を利用したプログラミング教材を開発し、指導者に技術的な専門知識がなくても学習者が身近な技術を活用できるように工夫したこと。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（学術）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

令和 2年 2月13日