

要 旨

アルゴリズム学習支援のための定理証明機能付き Java プログラミング環境の開発

加藤 孝

アルゴリズム学習（の初期段階）における主な達成目標は、処理の流れやデータ構造をイメージできるようになることや、そのイメージをプログラムとして定式化できるようになることである。学習者にはこれらのことを踏まえ、要件を満たした正当性のあるプログラムを作成できるようになることが要求される。プログラムの正当性を厳密に保証するためには、プログラムを検証する必要がある。また、プログラムの作成と検証の作業を繰り返すことは正当性のあるプログラムの作成手法の習得に有用である。

そこで本研究では、利用者が検証に関する知識がない場合でも容易に、かつ厳密な検証が行える、アルゴリズム学習のための Java プログラミング環境の開発を行った。具体的にはまず、予め定めた基本アルゴリズムを学習するためのエディタを実装した。また、自然言語表現による仕様記述を JML コードへ変換し出力するツール（コード変換ツール）の実装を行った。そして、本研究で実装したコード変換ツールに関して、正しく変換されているかどうかの確認を行った。結果として、ツール中で定義した単語、文法に関しては正しく変換された。また、変換後の JML コードで十分な検証ができるかどうかの確認を行った。結果としては、本ツールが変換可能なアノテーションではプログラムの動作を十分に保証できるような検証結果は得られず、検証のヒントとなるループ不変条件や補題等に関する事柄を記述可能にする必要があることがわかった。

キーワード アルゴリズム学習, プログラム検証, 定理証明, JML

Abstract

Development of a Java programming environment with theorem proving function for supporting algorithm learning

Takashi KATO

The main targets of algorithm learning (especially in the early phase) are to be able to image the flow of the process and to realize the image in a form of program. A learner is required to be able to design a correct program based on these things. To guarantee a program is formally correct, one have to verify that program. Repetition of programming and verifying helps to acquire how to design correct programs. Therefore in this study, we develop an environment of Java programming for algorithm learning that enables to formally verify a program without enough knowledge of verification. Firstly we, implement a editor for learning predefined basic algorithms. We also implement a tool (code converter) that converts a natural language specification into JML code. Finally, we check whether the code converter can correctly convert a specification into JML code. As a result, the words and grammar defined in the tool were converted correctly. We also check whether sufficient verification can be performed using generated JML code. As a result, we found that sufficient verification cannot be performed and auxiliary specifications such as loop invariants and lemmas are necessary.

key words algorithm learning, program verification, theorem proving, JML