

# JFLAP を応用した初心者向けの学習支援ツール

## A Learning Support System for Programming Beginners using JFLAP

白神佑典<sup>\*1</sup>, 香川考司<sup>\*2</sup>

Yusuke SHIRAGA<sup>\*1</sup>, Koji KAGAWA<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup>香川大学大学院工学研究科

<sup>\*1</sup>Graduate School of Engineering, Kagawa University

<sup>\*2</sup>香川大学工学部

<sup>\*2</sup>Faculty of Engineering, Kagawa University

Email: s12g466@stmail.eng.kagawa-u.ac.jp

あらまし：コンパイラの授業において，初心者が構文解析について理解することは難しい．また，独自に学ぶうにも既存の学習支援ツールは初心者にとって扱いにくく，ツールを使っても結果にいたるまでの流れを理解しにくい．JFLAP という構文解析を学ぶ時に用いられる学習支援ツールが存在する．幅広い分野を扱っているが，機能が多すぎて初心者にとって上手く扱えない．そこで，本研究では JFLAP を応用した初心者向けの機能をわかりやすく提供する Web ベースの学習支援システムを提案する．

キーワード：Java, プログラミング教育, 構文解析, Web ベース

### 1. はじめに

プログラミングの初心者にとって，構文解析を理解することは非常に難しい．なぜなら今までにプログラミングの授業で学んできたことをあまり生かすことができないからだと推測される．BNF (Backus Naur Form)による表現，正規表現からオートマトンへの変換，LR 構文解析表の見方など新しく学ぶことが増え，表やグラフを使って考えなければいけないという今までとは毛色の違った内容だけに授業におけるモチベーションの低下につながる可能性がある．しかし，情報系の学生にとって将来的にプログラムの内部でどのようなことが行われているかを理解することは必須である．また，近年 Web ベースのプログラミング学習支援環境が注目されつつある．今まではクライアントにソフトウェアをインストールするなどの手順を踏まなければならなかった．また，Eclipse といった統合開発環境を導入することも初心者にとってはあまり好ましくない．エディタ等が標準で実装されていることや機能を追加できることなどの利点が存在するが初心者には使われない機能のほうが多く存在し，複雑なインターフェースは推奨できない．しかし，Web ベースであればインターネットに繋がっていれば導入が簡単である．また，教師側からの修正も容易であり変更も直ぐに反映される．利用者全員が常にバージョンを最新に保つことで授業を効率よく進めることができる．よって，手軽に学習することができ，且つ教師側からの変更も容易である Web ベースの学習支援環境が求められるようになる．そこで本研究では，JFLAP<sup>(1)</sup>を応用した初心者向けの Web ベースの学習支援ツールを開発する．

### 2. JFLAP とは

ここで，本研究で用いる JFLAP について説明する．JFLAP はオートマトンや形式言語の基本概念を

学ぶときに用いられる Java ベースのグラフィカルツールである．有限オートマトンや正規文法など多くの分野を学ぶことができる．また，マウス操作に基づく直感的な操作によるわかりやすい学習が可能となる．ここで，JFLAP が扱っている全分野の一覧を図 1 に示す．しかし，JFLAP には問題点がいくつか存在する．一つは機能が多すぎて扱いづらいという点である．機能が豊富ということで覚えることが増えてしまい，初心者には不要なことも扱ってしまう．もう一つは JFLAP 自体が解説なしではどう動かしていけばよいのか分からない点である．基本的な操作の説明が JFLAP には全く記述されていない．また，解説ページも英語のみの記述なので，日本人学習者にとっては理解が困難になってしまう恐れがある．

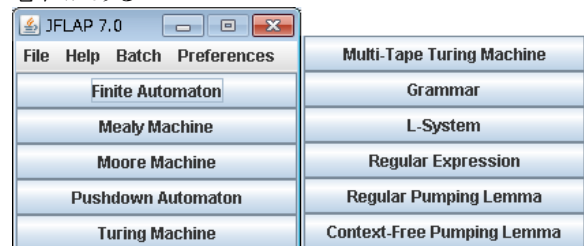


図 1: JFLAP 起動画面

### 3. 研究の概要

そこで，JFLAP のこれらの問題点を解消するために初心者向けに機能を整理して，Web ベースのインターフェースを提供する．まずは，初心者が迷わなくてもいいように JFLAP の持つ機能のうち，よく利用されるものを優先的に提供する必要がある．そうすると，授業で学ぶトピックに関連する機能だけを提供する必要がでてくる．そこで，NFA (Nondeterministic Finite Automaton) や DFA (Nondeterministic Finite Automaton)を扱うことのできる Finite Automaton 機能に注目する．また，初心者

が途中で躓かないように 実行結果に対する解説や動かし方のヒントを提示し、操作をスムーズに行える仕組みを作る。また、解答までの流れを穴埋めやクイズ形式で提供できればさらに理解しやすくなることが期待される。JFLAP は解説なしでは操作しにくいという欠点があるので、実行画面と解説画面を一つの Web ページにまとめて作業の効率化を図る。

#### 4. システムの構成

本研究で使用する言語は JFLAP で用いられている Java とする。現在は Java Applet にて実装するが、将来的には Java Servlet にしてサーバサイド Java として実装することも考えている。図 2 に本システム全体の構成イメージ図を示す。フロントエンドでデータを入力し、JFLAP をバックエンドで動かしてそれをブラウザに表示する、といったのが本システムのイメージである。JFLAP で用いられるファイルは全て XML (eXtensible Markup Language) で記述され、図形の描写には SVG (Scalable Vector Graphics) を用いている。本研究でもそれに合わせて開発を行う。

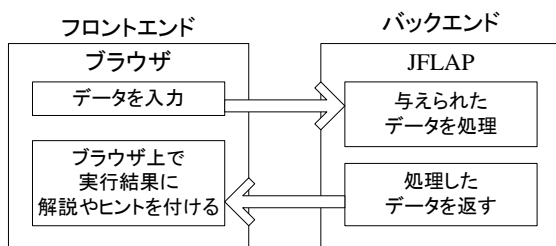


図 2: システムの構成イメージ

まず、最初の実装する機能は NFA を DFA に変換する部分に対する Web インタフェースである。JFLAP のソースコードを確認すると、NFAtoDFA.java というファイルがある。このファイルの中の ConvertToDFA メソッドを参考にする。このメソッドでは NFA を受け取り、DFA へと変換する。また、ソースコード中に XMLCodec.java というファイルがあり、この中の encode と decode というメソッドを用いることでファイルをエンコード・デコードすることができる。

よって、まずは NFA が記述されているファイルを読み込み、XMLCodec.java でオートマトン形式へとデコードする。その後、ConvertToDFA で NFA を DFA へと変換する。変換した DFA はエンコードすることでファイル形式へと戻しておく。最後に、エンコードし終わった DFA を Automaton.java を用いてパネル上に描画する。描画面面を図 3 に示す。次に、実際の完成イメージについて説明する。JFLAP は実行時、複数のウィンドウを開く。実行画面ではタブインタフェースを採用し、それぞれのページ内に解説を行う。解説・ヒント欄では穴埋め形式のクイズなどを表示するようにして理解の補助をする工

夫を凝らす。また、ログを表示して、それぞれの情報を判別できるようにする。

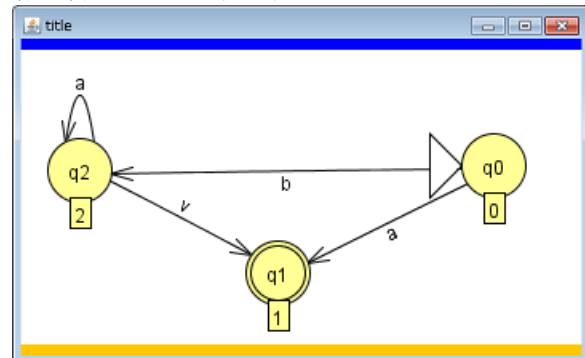


図 3: 描画面面

#### 5. まとめ

JFLAP を応用した初心者向けの学習支援ツールを提案した。JFLAP についての調査を行い、導入のしやすさや操作性の悪さを解決するための改良点をまとめた。システムの機能として NFA を DFA に変換する部分に対する Web インタフェースの実装に着手した。Web ベースのインタフェースとして提供すれば授業で履修者のパソコンにインストールする必要もなくなり、授業の効率化を図ることができる。また、授業を進行に応じてその時に必要な機能を追加することにより、教師による変更も容易にできる。実習型の授業では、履修者が躓いた時わからないまま手が止まってしまうこともある。そのような際本システムでは躓いている履修者に対して、画面上の解説欄を参照することで教師が適切に指導することができる。また、従来の JFLAP のインタフェースとの違いを明確にしてシステムの有用性を確認したい。

#### 6. 今後の課題

今後の課題として、まず Finite Automaton 機能の分野では NFA から DFA へ変換する機能の他に DFA を最小化する機能と正規表現から FA を生成する機能に対する Web インタフェースを付け加えたい。また、描画したものをマウスを使ってパネル上で操作できるようにしたい。それらの実装が終わり次第、JFLAP がない機能の演算子順位法等の機能の実装を検討する。インタフェース部分、解説・ヒント欄の実装はまだであり、早急の実装したい。

#### 謝辞

本研究は科研費 (23501152) の助成を受けたものである。

#### 参考文献

- (1) Susan H. Rodger and Thomas W. Finley: “JFLAP: An Interactive Formal Languages and Automata Package”, Jones & Bartlett Pub (2006)