

卒業論文 2015 年度 (平成 27 年)

Bootstrap に向けた Swift による Swift 構文解析器の設計と実装

慶應義塾大学 環境情報学部  
出水 厚輝

## Bootstrap に向けた Swift による Swift 構文解析器の設計と実装

現在利用されている多くの高級な汎用プログラミング言語では、コンパイル対象となる言語自体でそのコンパイラを記述する Bootstrap が行われている。Bootstrap を行うことによるメリットはいくつかあるが、度々モチベーションとしてあげられるのは、現存するプログラミング言語よりも Bootstrap を行おうと考えているプログラミング言語のほうが後発のものであるため、より表現力が高く開発しやすいという点である。

しかし、近年開発されている汎用プログラミング言語に至っては、その言語自体だけでなく最初にコンパイラを記述する言語も高級なものとなっており、対象のコンパイラを記述する上でどちらの方がより高い表現力や性能を持つかを簡単に判断することはできなくなっている。

Apple 社が中心となって開発しているプログラミング言語 Swift もそのメリットとデメリットを明確に評価することができず、Bootstrap すべきか否かの判断を下せていない汎用プログラミング言語の 1 つである。現在最も有名な Swift のコンパイラ実装は C++ で記述されており、コンパイラの核となる構文解析においても C++ の特徴的な機能を駆使して、より低級な言語ではボイラープレートとなるコードを排除している。Swift はその可読性の高さと実行速度の速さを謳った言語であるが、その性能が Swift コンパイラという大規模なソフトウェアにおいて C++ を相手としても通用するものであるかどうかを形式的に議論することは容易ではない。

そこで本研究では、Swift で記述した Swift の構文解析器を実装し、その実行時間とソースコードの構文的特徴を現行の Swift コンパイラ中の構文解析器と比較することで、Swift が Bootstrap を行うための判断材料を収集・考察する。本論文では、Swift で構文解析器を書き換えることによって可読性につながりうるソースコードの行数の削減は実現できるが、実行速度の面においては未だ Swift 自体が十分な性能を持っていない可能性があることを示し、その結果から Swift が Bootstrap を行うならば必要になるであろうステップについて考察を行っている。

キーワード:

1. コンパイラ・ブートストラップ, 2. 構文解析, 3. 構文解析器の実装,
4. プログラミング言語 Swift

慶應義塾大学 環境情報学部

出水 厚輝

Abstract of Bachelor's Thesis - Academic Year 2015

<p>Design and Implementation of Swift Parser Written in Swift for Bootstrapping</p>
---

English abstract here.

Keywords :

1. Bootstrap a Compiler, 2. Parser, 3. Implementation of Parser,
4. Swift Programming Language

Keio University, Faculty of Environment and Information Studies

Atsuki Demizu

# 目次

第1章	序論	1
1.1	背景	1
1.2	課題	1
1.3	本研究の目的	1
1.4	本論文の構成	1
第2章	プログラミング言語 Swift	3
2.1	Swift の目的	3
2.2	Swift コンパイラの構成	3
2.3	Swift コンパイラの基幹的機能	3
2.4	Swift コンパイラの課題	3
第3章	コンパイラの Bootstrap	4
3.1	Bootstrap の利点	4
3.2	Bootstrap の事例	4
3.3	Bootstrap の課題	4
第4章	TreeSwift の設計と実装	5
4.1	実装の概要	5
4.2	構文解析	5
4.3	その他の実装	5
第5章	評価	6
5.1	評価概要	6
5.2	構文解析における性能差	6
5.3	ソースコードの比較	6
5.4	考察	6
第6章	結論	7
6.1	本研究のまとめ	7
6.2	今後の展望	7
	謝辞	8

# 圖目次

# 表 目 次

1.1 知名度の高いプログラミング言語の Bootstrap 状況 . . . . .	2
---	---

# 第1章 序論

## 1.1 背景

2015年12月4日、Apple社が予めより同社の提供するCocoaおよびCocoa Touchフレームワークを用いたソフトウェアの開発用として提供していたプログラミング言語Swiftをオープンソース化し、Linuxを中心としたさまざまなプラットフォームにおけるソフトウェアを開発するための拡張を開始した。これによりプログラミング言語SwiftはObjective-Cの担ってきたiOSやMac OS Xなどにおけるソフトウェアの開発だけでなく、C++やJavaなど他の汎用プログラミング言語が担ってきたソフトウェア開発においても、それらの代替となり得る可能性を持つこととなった。

Swiftはオブジェクト指向や全称型・存在型の導入、関数の第一級オブジェクト化、HindlyとMilnerによる型再構築アルゴリズムの採用など、現在多くのプログラマに使用されている他の汎用高級言語が持つ様々な特徴を持っているが、まだその特徴を採用するか否かがよく議論されていないものもある。その内の1つがコンパイラをそのコンパイル対象の言語自体で開発するBootstrapプロセスの採用である。表1.1はWeb検索エンジンにおけるクエリヒット数からプログラミング言語の知名度を格付けしたTIOBE Indexの2015年12月版において上げられている言語の内、汎用言語であるものだけを上位から20件抽出し、それらの主要なコンパイラがその言語自体で記述されているかを示したものである。

[1]

## 1.2 課題

## 1.3 本研究の目的

## 1.4 本論文の構成

表 1.1: 知名度の高いプログラミング言語の Bootstrap 状況

順位	言語名	コンパイラ名	Bootstrap 状況
1	Java	javac	N (C, C++?)
1	Java	OpenJDK	N (C++, Java)
2	C	gcc	N (C++)
2	C	clang	N (C++)
3	C++	gcc	Y
3	C++	clang	Y
3	C++	Microsoft Visual C++	Y
4	Python	cpython	N (C)
4	Python	PyPy	Y
5	C#	Microsoft Visual C#	N (C++)
5	C#	.NET Compiler Platform (Roslyn)	Y
6	PHP	Zend Engine	N (C)
7	Visual Basic .NET	Visual Studio	N (C++, C#)
7	Visual Basic .NET	.NET Compiler Platform (Roslyn)	Y
8	JavaScript	SpiderMonkey	N (C, C++)
8	JavaScript	V8	N (C++, JavaScript)
9	Perl	perl	N (C)
10	Ruby	Ruby MRI	N (C)
12	Visual Basic	Visual Studio	N (C++, C#)
13	Delphi/Object Pascal	Delphi	N (?)
13	Delphi/Object Pascal	Free Pascal	Y
14	Swift	swift	N (C++)
15	Objective-C	clang	N (C++)
15	Objective-C	gcc	N (C++)
17	Pascal	Free Pascal	Y
17	Pascal	GNU Pascal	N (C, Pascal)
20	COBOL	GnuCOBOL	N (C, C++)
21	Ada	GNAT	Y
22	Fortran	GNU Fortran	N (C, C++)
22	Fortran	Absoft Fortran Compiler	?
23	D	DMD	Y
24	Groovy	groovy	N (Java, Groovy)



## 第2章 プログラミング言語Swift

### 2.1 Swift の目的

### 2.2 Swift コンパイラの構成

### 2.3 Swift コンパイラの基幹的機能

### 2.4 Swift コンパイラの課題

## 第3章 コンパイラのBootstrap

3.1 Bootstrap の利点

3.2 Bootstrap の事例

3.3 Bootstrap の課題

## 第4章 TreeSwift の設計と実装

### 4.1 実装の概要

### 4.2 構文解析

### 4.3 その他の実装

## 第5章 評価

### 5.1 評価概要

### 5.2 構文解析における性能差

### 5.3 ソースコードの比較

### 5.4 考察

## 第6章 結論

### 6.1 本研究のまとめ

### 6.2 今後の展望

## 謝辭

## 参考文献

- [1] Akamai Technologies. <http://www.akamai.com/>, December 2012.