УДК 004.4'42

А. С. Наркевич, ст. преп. (БГТУ, г. Минск)

СТРУКТУРА БАЙТ-КОДА ВИРТУАЛЬНОЙ МАШИНЫ JAVA

Основным преимуществом использования промежуточного представления кода в процессе компиляции с исходного языка программирования и его запуска на некоторой целевой машине является снижение сложности при проектировании компилятора. Полученные программы могут исполняться на различных архитектурах при условии существования соответствующей виртуальной машины.

Данный подход в разработке компиляторов здесь иллюстрируется на примере виртуальной JVM, которая является уровнем абстракции между кодом и оборудованием.

В состав JVM входит спецификация, реализация JVM и экземпляр JVM. JVM реализует внутреннюю среду исполнения байт-кода. Поддерживается динамическая объектно-ориентированная модель представления программы, как набора классов; при загрузке создается описатель класса с расширением *.class.* Описатель класса содержит ссылки на родительский класс, интерфейсы и т.п. Поддерживается динамическое связывание внешних методов, автоматическая сборка мусора, многопоточность, реализованная в Java на уровне языка.

Типы данных, допустимые в JVM, подразделяются на примитивные и ссылочные типы. Размеры примитивных типов в языке Java и в JVM являются постоянными, не зависящими от платформы.

Ссылочные типы в JVM – ссылки в плоском 32-разрядном адресном пространстве на объекты, экземпляры классов, массивы и интерфейсы.

Основные области памяти, с которыми работает JVM, куча и стек. Используются четыре 32-разрядных регистра. Класс является основной программной единицей платформы Java.

Виртуальная JVM – это программа-интерпретатор, реализуется как стековая машина, выполняющая байт-код в режиме интерпретации. Команды JVM состоят из 1-байтного кода операции, могут содержать операнды. Полный список команд приведен в «Спецификации JVM SE 8» [1]. Инструкция байт-кода обрабатывается, создается нативный код, который передается на исполнение процессору.

Каждый файл *.class* описывает один класс или интерфейс. Файл класса содержит поток байт, структурированный определенным образом. Основные компоненты файла класса:

– верификационная;

– флаг доступа и признак класса или интерфейса;

– пул констант – таблица имен классов и интерфейсов, полей, методов, константы, на которые есть ссылки в файле класса;

– ссылки на имена this-класса и суперкласса в пуле констант;

– интерфейсы, реализуемые классом (ссылки в пул констант);

– описание полей класса (имена, типы, модификаторы и т.д.);

– методы класса (имена, модификаторы, атрибуты и т.д.), главный атрибут метода – это его код: массив байт-кодов метода.

Пример простейшего приложения на Java (файл App.java):

```
package hello;
public class App {
   public static void main(String[] args) {
      System.out.println("Hello world!");
   }
}
```

Скомпилируем файл командой: javac src/hello/App.java -d classes/

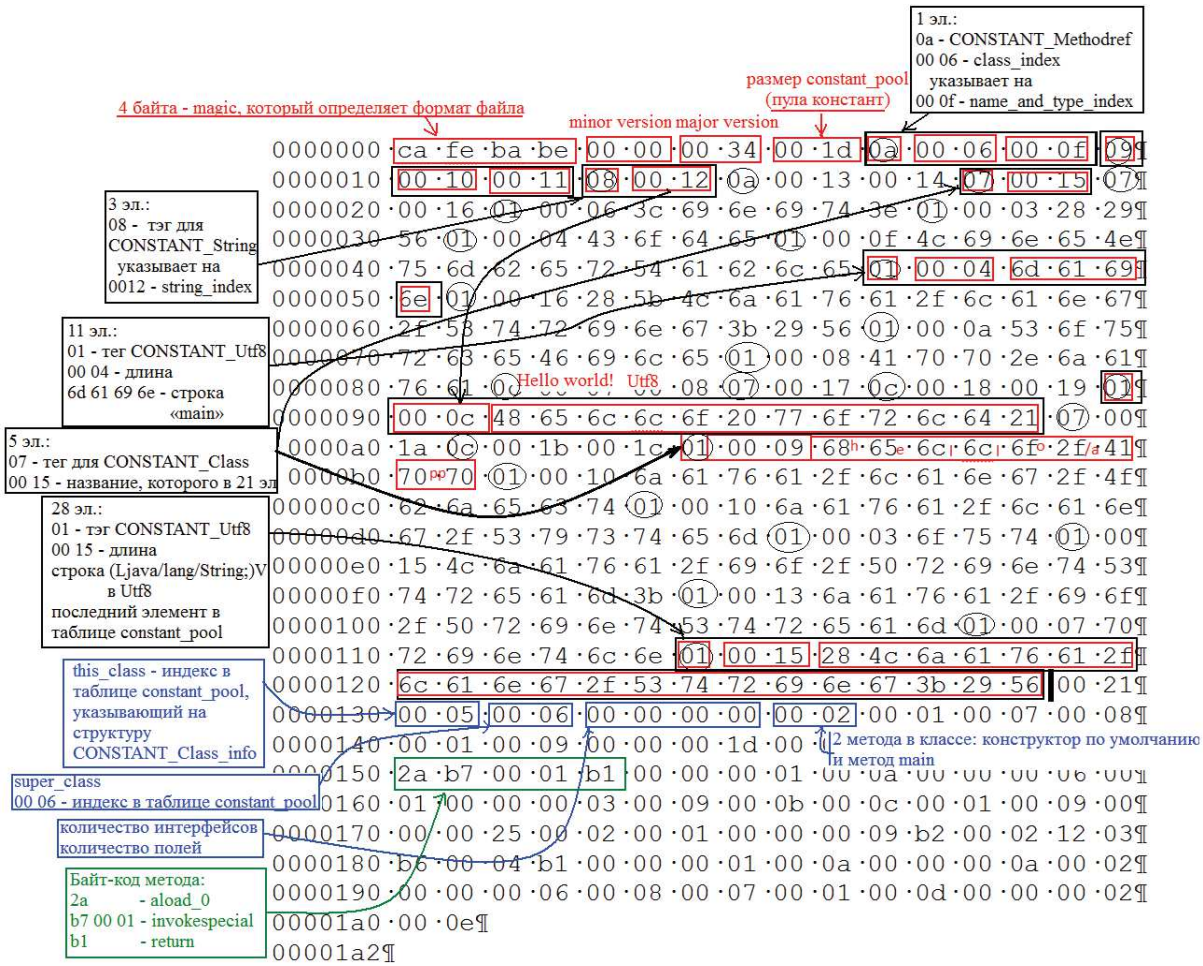
Класс содержит два метода: конструктор по умолчанию и метод main:

	Method 1	Method 2
Constructor/main	00 01 - access_flags 00 07 - name_index 00 08 - descriptor_index 00 01 - attributes_count	00 09 - access_flags 00 0b - name_index 00 0c - descriptor_index 00 01 - atributes_count
Attribute 1	00 09 - name_index (Code) 00 00 00 1d -attribute_length 00 01 - max_stack 00 01 - max_locals 00 00 00 05 - code_length	00 09 - name_index (Code) 00 00 00 25 attribute_length 00 02 - max_stack 00 01 - max_locals 00 00 00 09 - code_length
code[code_length]	2a - aload_0 b7 00 01 - invokespecial b1 - return	b2 00 02 - getstatic 2 (java.lang.System) 12 03 - ldc 3 b6 00 04 - invokevirtual 4 b1 - return
Описание метода	00 00 - exception_table_length 00 01 - attributes_count 00 0a - attribute_name_index 00 00 00 06 –attribute_length 00 01 line_number_table_length 00 00 - start_pc 00 03 - line_number	00 00 -exception_table_length 00 01 - attributes_count 00 0a - attribute_name_index 00 00 00 0a attribute_length 00 02 -line_nuber_table_length 00 00 - start_pc 00 06 - line_number 00 08 - start_pc 00 07 - line_number

Далее следует описание атрибутов класса:

00 01 - attributes_count
00 0d - name_index (SourceFile)
00 00 00 02 - attributes_length
00 0e - sourcefile_index(App.java)

Содержимое файла App.class можно просмотреть в шестнадцатеричном редакторе, содержимое которого с комментариями приведено ниже:



Изложенный материал может быть полезен студентам и магистрантам, изучающим языки программирования и принципы компиляции.

ЛИТЕРАТУРА

1 The Java Virtual Machine Specification, Java SE 8 Edition [Электронный ресурс] -Режим доступа: https://docs.oracle.com/javase/specs/jvms/se8/html/index.html (дата обращения 21.01.2021).