Erstellung von Java-Programm-Traces für Programmieranfänger

Simon Müller

Konstanz, 17.08.2016

BACHELORARBEIT

BACHELORARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

Bachelor of Science (B. Sc.)

an der

Hochschule Konstanz

Technik, Wirtschaft und Gestaltung

Fakultät Informatik

Studiengang Angewandte Informatik

Thema: Erstellung von Java-Programm-Traces für Pro-

grammieranfänger

Bachelorkandidat: Simon Müller, Neue Straße 4/1, 73732 Esslingen

1. Prüfer: Prof. Dr. Heiko Drachenfels

2. Prüfer: Prof. Dr. Oliver Bittel

Ausgabedatum: 17.05.2016 Abgabedatum: 17.08.2016

Zusammenfassung (Abstract)

Thema: Erstellung von Java-Programm-Traces für Program-

mieranfänger

Bachelorkandidat: Simon Müller

Firma: HTWG

Betreuer: Prof. Dr. Heiko Drachenfels

Prof. Dr. Oliver Bittel

Abgabedatum: 17.08.2016

Schlagworte: Java, ASM, JDI, Tracing, Debugging, Bytecode, Com-

mandline tool

Ziel dieser Bachelorarbeit war die Erstellung eines Kommandozeilen-basierten tools zum suchen von Fehlerquellen in einfachen Java-Programmen für Programmieranfänger. Hierzu musste zunächst evaluiert werden welche Technologien hierfür vorhanden sind und welche von diesen am besten geeignet ist. Teil dieser Auswertung war auch die Definierung und Abgrenzung der Aufgaben für welche es eingesetzt werden sollte, um deren Machbarkeit ab zu schätzen. Auch die detailierte definierung der Ein- und Ausgabe waren Teil der Arbeit. Bei der Umsetzung wurde besonders auf Intuitive benutzbarkeit und Erweiterbarkeit geachtet, um den einstieg für Programmieranfänger so einfach wie mäglich zu gestalten.

Ehrenwörtliche Erklärung

	Hiermit erkläre ich	Simon Müller.	aeboren am	04.05.1993 in	Esslingen.	dass ich
--	---------------------	---------------	------------	---------------	------------	----------

(1) meine Bachelorarbeit mit dem Titel

Erstellung von Java-Programm-Traces für Programmieranfänger

bei der HTWG unter Anleitung von Prof. Dr. Heiko Drachenfels selbständig und ohne fremde Hilfe angefertigt und keine anderen als die angeführten Hilfen benutzt habe;

(2) die Übernahme wörtlicher Zitate, von Tabellen, Zeichnungen, Bildern und Programmen aus der Literatur oder anderen Quellen (Internet) sowie die Verwendung der Gedanken anderer Autoren an den entsprechenden Stellen innerhalb der Arbeit gekennzeichnet habe.

Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird.

Konstanz, 17.08.2016	
	(Unterschrift)

Inhaltsverzeichnis

Enrenwortliche Erklarung								
ΑŁ	kürz	ungsvei	rzeichnis	Ш				
1	Einleitung							
	1.1	Proble	emstellung	1				
2	Ana	lyse		3				
	2.1	Tracin	ng	3				
	2.2	Ähnlio	che Anwendungen	3				
	2.3	Anford	derungen	3				
	2.4	Idee		4				
	2.5	Szenar	rio	4				
3	Tec	Technische Grundlagen						
	3.1	Java E	Bytecode	5				
	3.2	ASM		5				
	3.3	JDI .		5				
4	Um	Jmsetzung						
	4.1	Konso	olen Interface	6				
	4.2	Individ	dueller ClassLoader	6				
	4.3	Transf	former	6				
		4.3.1	Event Struktur	7				
		4.3.2	Erstellte Implementierungen	7				
	4.4	Lizenz	zierung	7				
5	Fazi	it		8				
	5.1	Erweit	terungsmöglichkeiten	8				
	5.2	Weiter	re Anwendungsbereiche	8				
Αŀ	bildu	ıngsver	rzeichnis	9				
Lis	stings	6		10				
Ta	belle	nverzei	ichnis	11				
Lit	terati	urverzei	ichnis	12				

Abkürzungsverzeichnis

JDI Java Debug Interface

IDE Integrierte Enwicklungsumgebung, engl. Integrated Development Enviroment

 $\textbf{HTTP} \ \operatorname{Hypertext} \ \operatorname{Transfer} \ \operatorname{Protocol}$

LOL Laughing Out Loud

1 Einleitung

Für fundiertes Verständnis von Java und um ein Grundlagen-orientiertes lernen zu ermöglichen hilft es anfänglich nur mit einem normalen Texteditor Code zu schreiben und diesen dann selbst mittels Konsole zu kompilieren. Mit diesem Ansatz dauert es möglicherweise etwas länger bis erster ausführbarer Code entsteht, jedoch ist der Lernerfolg größer da alle Schritte dorthin selbst Ausgeführt wurden und damit transparent sind.

Da gerade Anfängern es schwer fällt die Ursache von auftretenden Problemen bei der Ausführung zu finden, welche nicht bereits vom Compiler erkannt werden können, kann dies jedoch schnell mühsam werden. Selbst simple Probleme, wie eine falsch definierte Bedingung in einer Schleife oder Verzweigung, stellen hier ein ernstes Hindernis dar.

Hierbei soll "Klara" zum Einsatz kommen. Es hilft dabei, den Ablauf des Programms zu verstehen, ohne den Code dafür ändern zu müssen oder eine schwergewichtige Integrierte Enwicklungsumgebung, engl. Integrated Development Enviroment (IDE) zu verwenden.

In dieser Thesis wird dazu zuerst einmal auf die Problemstellung eingegangen. Hierbei wird beleuchtet, warum die Entwicklung nötig war und welche Rolle das Programm einnehmen soll. Im zweiten Kapitel beschäftigt sich diese Arbeit mit der Analyse von Umgebung und Anforderungen. Hier wird auch darauf eingegangen was man genau unter tracing versteht und welche Einsatz-Szenarien möglich sind. Im darauffolgenden Abschnitt werden die 3 wichtigen technischen Grundlagen genauer dargelegt: Java-Bytecode, ASM und Java Debug Interface (JDI). Da somit die Rahmenbedingungen der Arbeit klar sein sollten, wird in Kapitel 4 die Umsetzung genau erklärt.

Die wichtigen Aspekte hierbei sind:

- Das Konsolen-Interface, über das der Nutzer die Anwendung bedient
- Der individuelle ClassLoader, welcher eine Manipulation des Ausgeführten Codes ermöglicht
- Der Transformer, welcher modulare Änderungen ausführen kann
- Die Lizenzierung, um Konform zu der Lizenz des verwendeten Framwork zu bleiben

Schlussendlich wird in einem Fazit das Ergebnis der Arbeit reflektiert, ein Ausblick auf mögliche weitere Zukünftige Funktionen gegeben und es werden andere potenzielle Anwendungsbereiche für diese Technologie dargelegt.

1.1 Problemstellung

Im Java Umfeld gibt es eine Reihe von Tools zum debuggen von Anwendungen, jedoch sind diese alles große und meist komplexe Programme. Zudem sind diese auch häufig Teil

einer IDE und nicht ohne diese einsetzbar. In anderen Programmiersprachen, wie beispielsweise C, gibt es hierzu große und mächtige Hilfsmittel. Auch modernere Sprachen wie beispielsweiß Python bieten hierfür Programme.

2 Analyse

Laughing Out Loud (LOL) Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem Hypertext Transfer Protocol (HTTP) ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

2.1 Tracing

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

2.2 Ähnliche Anwendungen

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

2.3 Anforderungen

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam

erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

2.4 Idee

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

2.5 Szenario

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

3 Technische Grundlagen

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

3.1 Java Bytecode

3.2 **ASM**

3.3 JDI

Referenz aufs Codebeispiel 3.1.

Listing 3.1: Codebeispiel Java

```
@SpringBootApplication
@EnableEurekaServer
public class Application {
   public static void main(String[] args) {
      SpringApplication.run(Application.class, args);
   }
}
```

4 Umsetzung

LOL Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem HTTP ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

4.1 Konsolen Interface

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

4.2 Individueller ClassLoader

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

4.3 Transformer

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam

erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

4.3.1 Event Struktur

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

4.3.2 Erstellte Implementierungen

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

4.4 Lizenzierung

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

5 Fazit

LOL Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem HTTP ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

5.1 Erweiterungsmöglichkeiten

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

5.2 Weitere Anwendungsbereiche

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

Abbildungsverzeichnis

Listings

3.1 Codebeispiel Java		٤
-----------------------	--	---

Tabellenverzeichnis

Literaturverzeichnis