



WHZ Westsächsische
Hochschule Zwickau
Hochschule für Mobilität

Westsächsische Hochschule Zwickau
Fakultät für Physikalische Technik und Informatik

Wissenschaftliche Arbeit

Thema:

Nutzung von Sprachmodellen zur Verbesserung von Bezeichnern in Java-Programmen

Vorgelegt von: Kyz Saikal Tahirova
Matrikel-Nr.: 66110
Studiengang: Informatik
Betreuer: Prof. Dr. Laue
Abgabetermin: xx.xx.2025

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| 1 Einleitung | 3 |
| 2 Theoretische Hintergrund | 5 |
| 2.1 Java-Bezeichner | 5 |
| 2.2 Namenskonventionen in Java | 5 |
| 2.3 Linguistische Anti-Muster | 6 |
| 2.4 Große Sprachmodelle (LLMs) | 6 |
| 3 Methodik und Durchführung | 8 |
| 3.1 Auswahl der Sprachmodelle | 8 |
| 3.2 Erstellung der Test-Beispiele | 8 |
| 3.2.1 Kategorien nach Arnaoudova | 8 |
| 3.2.2 Beispiel-Code | 9 |
| 3.3 Prompt-Strategien | 10 |
| 3.3.1 Zero-Shot Prompt (ohne Beispiele) | 10 |
| 3.3.2 Few-Shot Prompt (mit Beispielen) | 10 |
| 3.3.3 Detaillierter Kontext-Prompt (mit ausführlichen Anweisungen) | 11 |
| 3.4 Durchführung der Tests | 11 |
| 3.4.1 Ablauf | 11 |
| 3.5 Bewertungskriterien | 11 |
| 3.5.1 Spezielle Bewertung nach Kategorien | 12 |
| Literatur | 13 |

Kapitel 1

1 Einleitung

Sprachmodelle werden in der Softwareentwicklung immer häufiger eingesetzt, um Entwickler bei Analyse- und Review-Aufgaben zu unterstützen. Ein wichtiger Anwendungsbereich ist die Bewertung von Bezeichnern im Quellcode. Klare und verständliche Namen vereinfachen die Wartung, während verschwommene Bezeichner zu Fehlern und erhöhtem Aufwand führen.

Diese Arbeit untersucht, wie zuverlässig Sprachmodelle Java-Bezeichner beurteilen können und in welchen Fällen menschliches Eingreifen weiterhin notwendig bleibt. Bewertet werden Verständlichkeit, Bedeutung, Einhaltung von Namenskonventionen und das Erkennen linguistischer Anti-Muster [5]. Unter linguistischen Anti-Mustern versteht man systematische sprachliche Probleme in Bezeichnern, die Klarheit und Lesbarkeit beeinträchtigen.

Das Ziel dieser Arbeit besteht darin, zu überprüfen, ob Sprachmodelle hilfreiche Hinweise zur Verbesserung von Bezeichnern liefern können. Dazu werden mehrere Prompt-Varianten entwickelt, getestet und schrittweise verbessert. Die Untersuchung erfolgt anhand von Java-Beispielen mit fehlerhaften sowie korrekten Bezeichnern, um sowohl korrekte Erkennungen als auch mögliche Fehlalarme („False Positives“) zu beurteilen.

Die zentrale Forschungsfrage lautet:

Wie zuverlässig können Sprachmodelle Java-Bezeichner hinsichtlich Verständlichkeit, Bedeutung, Konventionen und linguistischer Anti-Muster bewerten?

Die Arbeit ist in mehrere Kapitel gegliedert:

1. **Kapitel 1 (Einleitung).** Vorstellung des Themas, Zielsetzung, Relevanz von Sprachmodellen in der Softwareentwicklung sowie die Forschungsfrage.
2. **Kapitel 2 (Theoretische Hintergrund).** Überblick über Java-Bezeichner, Namenskonventionen und linguistische Anti-Muster.
3. **Kapitel 3 (Methodik und Durchführung).** Beschreibung der Methode zur Untersuchung von Sprachmodellen, Erstellung von Java-Beispielen mit schlechten Bezeichnern und Bewertung der Ergebnisse. Eine automatische Pipeline wird nur theoretisch erwähnt.
4. **Kapitel 4 (Evaluation).** Auswertung der Ergebnisse.
5. **Kapitel 5 (Diskussion und Schluss).** Grenzen der Methode, Verbesserungsideen, Ausblick auf weitere Forschung.

Hinweis: In dieser ersten Version der Arbeit wird der automatische Pipeline-Ansatz nur

theoretisch erläutert, da die Umsetzung zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht erfolgt ist. In einer späteren Version könnte diese Funktion ergänzt werden, um den gesamten Prozess der Bezeichnerverbesserung automatisch abzubilden.

Kapitel 2

2 Theoretische Hintergrund

2.1 Java-Bezeichner

Java-Bezeichner sind die Namen von Variablen, Methoden, Klassen, Schnittstellen, Konstanten und Paketen. Sie sollen die Funktion und den Zweck des Codes verständlich machen. Gute Bezeichner sind selbsterklärend, konsistent und folgen klaren Regeln [4]. Sie dürfen nicht mit einer Ziffer beginnen und keine reservierten Wörter wiederholen. In der Praxis orientieren sich gute Namen an ihrer Funktion im Programm und an allgemein anerkannten Konventionen.

2.2 Namenskonventionen in Java

Java verwendet für Bezeichner verschiedene Schreibweisen, die hauptsächlich auf CamelCase basieren. Dabei gilt:

- Klassen und Schnittstellen. Bezeichner für Klassen und Schnittstellen werden als Nominalphrasen formuliert. Jeder Wortanfang steht groß, z.B. `Student`, `EnrolledStudents`. Abkürzungen und Akronyme sollten vermieden werden.
- Methoden. Namen sind Verben, beginnen mit einem Kleinbuchstaben, innere Wortanfänge werden großgeschrieben, z.B. `calculateSum()`, `main()`.
- Variablen. Namen sollten kurz, aber aussagekräftig sein. Keine Unterstriche oder Dollarzeichen am Anfang. Ein-Zeichen-Variablen nur temporär (z.B. `i`, `j`, `k`). Beispiel: `totalScore`, `marks`.
- Konstanten. Alle Buchstaben groß, Wörter durch Unterstriche getrennt, z.B. `MAX_SIZE`, `PI_VALUE`.
- Pakete. Alles klein, oft in Anlehnung an Top-Level-Domains wie `com`, `org`. Beispiel: `java.util.Scanner`.

Ein Name soll beschreiben, was ein Element speichert oder ausführt. Unklare Begriffe wie `tmp`, `data` oder `handle` lassen zu viel Interpretationsspielraum und führen schnell zu Missverständnissen.

Die konsequente Anwendung dieser Regeln erhöht die Verständlichkeit und Wartbarkeit von Code, insbesondere in größeren Projekten.

2.3 Linguistische Anti-Muster

Linguistische Anti-Muster (LA) beschreiben wiederkehrende schlechte Praktiken in der Benennung, Dokumentation und Implementierung von Softwareelementen. Sie stellen also sprachliche Widersprüche oder Inkonsistenzen zwischen Namen, Kommentaren und tatsächlichem Verhalten einer Methode oder eines Attributs dar [1].

Im Gegensatz zu klassischen Design-Anti-Patterns, die strukturelle Probleme betreffen, beziehen sich LAs auf die sprachliche Ebene des Codes. Sie zeigen sich zum Beispiel, wenn eine Methode `get()` heißt, aber keinen Wert zurückgibt, oder eine Methode `isValid()` keinen booleschen Wert liefert. Ebenso gehören widersprüchliche Kommentare oder unklare Attributnamen zu häufigen Fällen solcher sprachlichen Inkonsistenzen.

Arnaoudova et al. (2013) [2] analysierten mehrere Open-Source-Projekte wie ArgoUML, Cocoon und Eclipse, um diese Muster systematisch zu erfassen. Dabei wurden typische Kategorien von LAs identifiziert:

- Inkonsistenz zwischen Name und Rückgabewert.
- Widersprüche zwischen Kommentar und Implementierung
- Mehrdeutige oder irreführende Bezeichner.
- Verwendung generischer Namen ohne semantischen Bezug.

Das Bewusstsein für linguistische Anti-Patterns hilft, Missverständnisse zu vermeiden und die Lesbarkeit, Verständlichkeit und Wartbarkeit von Software nachhaltig zu verbessern.

2.4 Große Sprachmodelle (LLMs)

Große Sprachmodelle (LLM), wie GPT oder CodeBERT, haben den Bereich der automatischen Programmierung grundlegend verändert. Sie ermöglichen nicht nur die Code-Erstellung in natürlicher Sprache, sondern führen auch zunehmend Aufgaben wie die Code-Erklärung, die Testgenerierung oder die Fehlerbehebung durch. Daher verlagert sich der Schwerpunkt der Softwareentwicklung von der manuellen Implementierung auf die Zusammenarbeit zwischen Mensch und Modell.

Wie in *Automatic Programming: Large Language Models and Beyond* [5] beschrieben, besteht jedoch weiterhin ein zentrales Problem in der Vertrauenswürdigkeit automatisch generierten Codes. Obwohl LLMs beeindruckende Ergebnisse liefern, bleibt die Frage offen, wann und unter welchen Bedingungen dieser Code als zuverlässig genug gilt, um in reale Projekte integriert zu werden. Neben der Korrektheit spielen auch Aspekte wie Sicherheit, Nachvollziehbarkeit und rechtliche Verantwortung eine Rolle.

In dieser Arbeit wird untersucht, wie zuverlässig Sprachmodelle Java-Bezeichner bewer-

ten können und in welchen Fällen weiterhin menschliches Eingreifen erforderlich ist.

Kapitel 3

3 Methodik und Durchführung

Dieses Kapitel erklärt die Auswahl der Sprachmodelle, die Erstellung von Test-Beispielen nach den Kategorien von Arnaoudova et al. [1] und die Bewertungskriterien. Das Ziel ist, systematisch zu prüfen, wie gut LLMs linguistische Anti-Patterns in Java-Code erkennen und verbessern können.

3.1 Auswahl der Sprachmodelle

Für die Untersuchung wurden drei verschiedene Modelle gewählt:

- **ChatGPT-4 (OpenAI).** Kommerzielles Modell mit starken Programmierfähigkeiten.
- **Hawki (WHZ).** Das KI-System der Westsächsischen Hochschule Zwickau. Eine lokale Lösung, die für akademische Zwecke entwickelt wurde.
- **Claude 3.5 OPUS (Anthropic).** Bekannt für präzise Antworten und gute Befolgung von Anweisungen.

3.2 Erstellung der Test-Beispiele

3.2.1 Kategorien nach Arnaoudova

Die Kategorien wurden in zwei Hauptgruppen unterteilt:

Methoden-bezogene Anti-Patterns (A, B, C):

1. **Kategorie A** (*does more than it says*) – die Methode macht mehr, als der Name verspricht.
 - **A1:** Methode mit `get`, die mehr macht als nur zurückgeben
 - **A2:** Methodename ist Prädikat, aber Rückgabetyp ist nicht Boolean
 - **A3:** Methode mit `set`, die einen Wert zurückgibt
 - **A4:** Methodentyp deutet auf mehrere Objekte, Name auf einzelnes
2. **Kategorie B** (*says more than it does*) – der Name verspricht mehr, als die Methode tut.
 - **B1:** Kommentar dokumentiert nicht implementierte Bedingung
 - **B2:** Validierungsmethode gibt nichts zurück
 - **B3:** Name deutet Rückgabe an, aber Rückgabetyp ist `void`
 - **B4:** Name ist Prädikat, aber nichts wird zurückgegeben

3. **Kategorie C** (*does the opposite*) – die Methode macht das Gegenteil vom Namen.

- **C1:** Name und Rückgabetyp verwenden Antonyme (Gegensätze)
- **C2:** Kommentar und Signatur verwenden Antonyme

Attribut-bezogene Anti-Patterns (D, E, F):

4. **Kategorie D** (*contains more than it says*) – das Attribut enthält mehr, als der Name aussagt.

- **D1:** Attributname deutet Boolean an, aber Typ ist anders
- **D2:** Attributname ist Prädikat, aber Typ ist nicht Boolean

5. **Kategorie E** (*says more than it contains*) – der Name sagt mehr, als das Attribut enthält.

- **E1:** Attributtyp deutet auf einzelnes Objekt, Name auf mehrere

6. **Kategorie F** (*says the opposite*) – Name und Inhalt sind gegensätzlich.

- **F1:** Attributname und Typ verwenden Antonyme
- **F2:** Attributkommentar und Signatur verwenden Antonyme

3.2.2 Beispiel-Code

Kategorie A1. Methode mit `get` macht mehr als zurückgeben

```
1 public class UserManager {  
2     private User currentUser;  
3  
4     // Problem: getUser() macht mehr als nur zuruckgeben  
5     public User getUser() {  
6         validateSession();           // Extra Aktion!  
7         logAccess();               // Extra Aktion!  
8         return currentUser;  
9     }  
10 }
```

Problem: Eine `get`-Methode soll nur einen Wert zurückgeben, aber hier passiert mehr.

Erwartete Verbesserung:

- Entweder umbenennen zu `fetchAndValidateUser()`
- Oder die Extra-Funktionen entfernen

Kategorie B3. Name deutet Rückgabe an, aber `void`:

```
1 public class Calculator {  
2     private int result;  
3 }
```

```

4 // Problem: getName() gibt nichts zurück (void)
5 public void getName() {
6     System.out.println("Calculator");
7 }
8 }
```

Problem: `getName()` suggeriert einen Rückgabewert, aber der Typ ist `void`. Erwartete Verbesserung:

- Entweder `String getName() mit return "Calculator";`
- Oder umbenennen zu `printName()`

Kategorie C1. Name und Typ sind Gegensätze:

```

1 public class Config {
2     // Problem: disable() gibt ControlEnableState zurück
3     public ControlEnableState disable() {
4         return new ControlEnableState(true);
5     }
6 }
```

Problem: `disable()` gibt einen EnableStatus zurück – Widerspruch! Erwartete Verbesserung:

- Entweder `ControlDisableState` zurückgeben
- Oder Methode zu `enable()` umbenennen

Insgesamt wurden 30 solcher Beispiele erstellt, je 5 für jede Kategorie A bis F.

3.3 Prompt-Strategien

Verschiedene Arten von Prompts wurden getestet, um herauszufinden, welche am besten funktionieren.

3.3.1 Zero-Shot Prompt (ohne Beispiele)

Verbessern Sie die Bezeichner im folgenden Java-Code:

[CODE EINFÜGEN]

Dieser Prompt gibt dem Modell minimale Informationen. Er testet, ob das Modell schon von sich aus gute Konventionen kennt.

3.3.2 Few-Shot Prompt (mit Beispielen)

Beispiele für gute Java-Namen:

- 1) Klassen: CustomerAccount, PaymentProcessor
- 2) Methoden: calculateTotal(), validateInput()
- 3) Variablen: userName, itemCount

Verbessere nun diesen Code:

[CODE EINFÜGEN]

3.3.3 Detaillierter Kontext-Prompt (mit ausführlichen Anweisungen)

Du bist ein erfahrener Java-Entwickler. Verbessere die Bezeichner:

- 1) Folge Java-Konventionen (CamelCase)
- 2) Vermeide linguistische Anti-Patterns
- 3) Wähle selbsterklärende Namen
- 4) Achte auf Kontext und Bedeutung

Code:

[CODE EINFÜGEN]

3.4 Durchführung der Tests

Das ergibt insgesamt 270 Tests (30 Beispiele \times 3 Prompts \times 3 Modelle).

3.4.1 Ablauf

1. Code-Beispiel mit linguistischem Anti-Pattern vorbereiten.
2. Kategorie notieren.
3. Prompt wählen (Zero-Shot, Few-Shot oder Detailliert).
4. An LLM senden.
5. Antwort aufzeichnen.
6. Bewerten nach 5 Kriterien.

3.5 Bewertungskriterien

Jedes Kriterium wird mit 1-5 Punkten bewertet.

1. **Anti-Pattern-Erkennung.** Wurde das Problem erkannt?
2. **Korrekturqualität.** Ist der vorgeschlagene neue Name besser? Löst er das Anti-Pattern?
3. **Konventions-Konformität:** Folgt der neue Code Java-Standards?
4. **Semantische Klarheit:** Sind die neuen Namen verständlich?
5. **Konsistenz:** Passt alles zusammen?

3.5.1 Spezielle Bewertung nach Kategorien

Für jede Kategorie A-F wurden spezifische Fragen gestellt:

- **Kategorie A:** Wurde die Extra-Funktionalität dokumentiert oder die Methode umbenannt?
- **Kategorie B:** Wurde der fehlende Rückgabewert hinzugefügt oder der Name korrigiert?
- **Kategorie C:** Wurden die widersprüchlichen Begriffe harmonisiert?
- **Kategorie D-F:** Wurden Attributnamen und Typen in Einklang gebracht?

Literatur

- [1] Arnaoudova, V.; Di Penta, M.; Antoniol, G. (2014): *Linguistic Anti-Patterns: What They Are and How Developers Perceive Them*. Empirical Software Engineering. Verfügbar unter: veneraarnaoudova.ca.
- [2] Conference: European Conference on Software Maintenance and Reengineering (2013): *A New Family of Software Anti-Patterns: Linguistic Anti-Patterns*. Verfügbar unter: assets.ptidej.net
- [3] Startup Creator (2023): *Die besten ChatGPT Prompts*. Verfügbar unter: startup-creator.com.
- [4] Oracle: *Naming Conventions*. Verfügbar unter: Java Naming Conventions.
- [5] MICHAEL R., LYU; BAISHAKHI, R.; ABHIK, R.; SHIN HWEI TAN; PATANAMON, T.: *Automatic Programming: Large Language Models and Beyond*. Verfügbar unter: dl.acm.org