Syntaktische Mehrdeutigkeiten Erkennung, Vermeidung und Auflösung

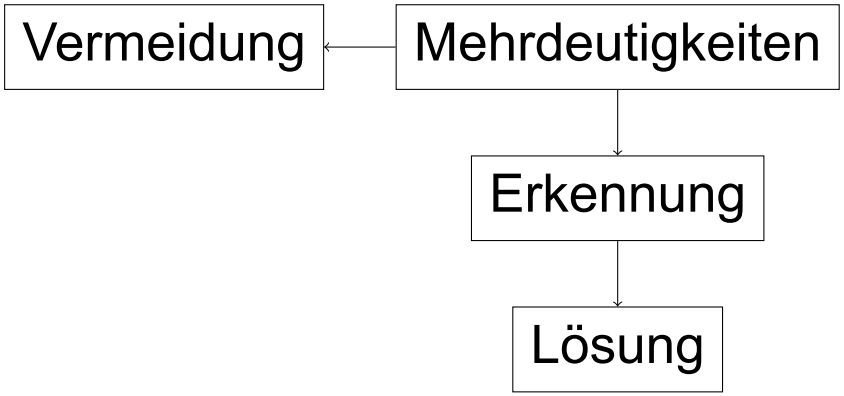
Lennart Protte

14.06.2024

Motivation

Zielsetzung

Entwicklung von Strategien zur **Erkennung** und **Lösung** von Mehrdeutigkeiten oder zur **Vermeidung** ihrer Entstehung.



Beispiel

Manchmal lassen sich Mehrdeutigkeiten nicht vermeiden. [5]
Dann ist es notwendig diese zu Erkennen und Aufzulösen.

Probleme und Herausforderungen

Problemstellungen

- Bei komplexen Programmiersprachen lassen sich Mehrdeutigkeiten kaum vermeiden.
- Es existiert kein Algorithmus, welcher stets alle Mehrdeutigkeiten erkennen kann.[4]
- Mehrdeutigkeiten können nur selten algorithmisch aufgelöst werden.

Herausforderungen

- Heuristiken und Verfahren zur Erkennung von Mehrdeutigkeiten.
- Entwicklung von Strategien zur Vermeidung von Mehrdeutigkeiten.
- Konzeption praxistauglicher Strategien um Mehrdeutigkeiten aufzulösen.

Vermeidung von Mehrdeutigkeiten

Design eindeutiger Programmiersprachen [6]

- Symbole
- Bezeichner
- Vorrangsregeln
- Assoziativität

Mehrdeutiger C++ Code

```
class A {public: void func() {}};
class B {public: void func() {}};
class C: public A, public B {};
int main() {
    C c;
    c.func();
    return 0;
}
```

Eindeutiger C++ Code

```
class A {public: void func() {}};
class B {public: void func() {}};
class C: public A, public B {};
int main() {
    C c;
    c.A::func();
    return 0;
}
```

Erkennung von Mehrdeutigkeiten

Methoden zur Erkennung von Mehrdeutigkeiten

- Suchbasierte Erkennung von Mehrdeutigkeiten
- Analyse der Parsing-Tabelle
- Analyse der Grammatik

Suchbasierte Mehrdeutigkeitserkennung [4]

	ACLA		AMBER		AmbiDexter		*dynamic1*	
	Sen	Amb	Sen	Amb	Sen	Amb	Sen	Amb
Boltzmann	-	15	58	14	27	21	1554664	2671
Altered PL	-	11	10	9	15	15	281	88
Mutated	-	15	15	6	15	15	4392	502

Auflösung von Mehrdeutigkeiten

Chomsky Normalform

Für $A, B, C \in N$, $S \in$ Startsymbol, $a \in T$ und $B, C \neq S$.

$$A \rightarrow BC$$
$$A \rightarrow a$$
$$S \rightarrow \varepsilon$$

- Mehrdeutigkeiten können durch die Umformung in eine CNF aufgelöst werden.[1]
- Es vereinfacht eine weitere Analyse der Grammatik.

Algorithmus von Vasudevan und Tratt

$$\begin{aligned} E &::= E * E && (links) \\ &> E + E && (links) \\ &\mid \textbf{num} \end{aligned}$$

Kann unter gegebener Assoziativität und Vorrangsregeln eine eindeutige Grammatik erzeugen. [4]

Praktische Anwendungen

- **ANTLR, YACC, Bison**: Parser-Generator-Tools, können Mehrdeutigkeiten erkennen und melden.
- **Earley-Parser**: kann jede kontextfreie Grammatik parsen, sinnvoll bei Mehrdeutigkeiten.[3]
- **Chart-Parser**: kann Mehrdeutige Grammatiken in polynomieller Zeit parsen.
- **Probabilistische kontextfreie Grammatiken (PCFGs)**: Erweiterung der kontextfreien Grammatiken, fügt Wahrscheinlichkeiten zu den Produktionen hinzu

Praktische Ansätze

ANTLR

```
start  : statement* EOF ;
statement: 'if' condition 'then' statement ('else' statement)?? ;

condition: '(' STRING ')' ;
STRING  : '"' .*? '"' ;
WS      : [ \t\r\n]+ -> skip ;
```

Erläuterung des ?? Operators [2]

Der ?? Operator gibt dem Else die niedrigste Priorität, womit es mit dem äußersten If verknüpft wird.

Ausblick

Maschinelles Lernen zur Erkennung von Mehrdeutigkeiten

- Für komplexe Grammatiken effizienter
- Risiko von Fehlentscheidungen der KI
- hohe Ressourcenintensität

Natürliche Sprache anstatt gewöhlichem Quellcode

- intuitiver für den Menschen
- komplexe Grammatiken erforderlich
- Die natürliche Sprache ist voller Mehrdeutigkeiten

Quellen

[1] R. Kemp.
Mehrdeutigkeiten kontextfreier grammatiken.
In Jacques Loeckx, editor, *Automata, Languages and Programming*, pages 534–546, Berlin, Heidelberg, 1974. Springer Berlin Heidelberg.

[2] Terence Parr.
The definitive antlr reference.
https://theswissbay.ch/pdf/Gentoomen2024.
[Online; accessed 12-June-2024].

[3] Siyuan Qi, Baoxiong Jia, and Song-Chun Zhu.
Generalized earley parser: Bridging symbolic grammars and sequence data for future prediction, 2018.

[4] Naveneetha Vasudevan and Laurence Tratt.
Detecting ambiguity in programming language grammars.

Quellen

In Martin Erwig, Richard F. Paige, and Eric Van Wyk, editors, *Software Language Engineering*, pages 157–176, Cham, 2013. Springer International Publishing.

[5] John Watrous.
Parse trees, ambiguity, and chomsky normal form.
https://cs.uwaterloo.ca/ watrous/ToC-notes/ToC-notes.08.pdf, 2020.
[Online; accessed 17-April-2024].

[6] John Watrous.
Parse trees, ambiguity, and chomsky normal form.
https://student.cs.uwaterloo.ca/ cs241/slides/sylvie/Sylvie-L13.pdf, 2024.
[Online; accessed 17-April-2024].