AST-basierte Interpreter: Basics

Carsten Gips (FH Bielefeld)

Aufgaben im Interpreter

```
int x = 42;
int f(int x) {
    int y = 9;
    return y+x;
}

x = f(x);
```

- Aufbauen des AST
- Auflösen von Symbolen/Namen
- Type-Checking und -Inference
- Speichern von Daten: Name+Wert vs. Adresse+Wert
- Ausführen von Anweisungen
- Aufruf von Funktionen und Methoden

AST-basierte Interpreter: Visitor-Dispatcher

```
def eval(self, AST t):
    if   t.type == Parser.BLOCK  : block(t)
    elif t.type == Parser.ASSIGN : assign(t)
    elif t.type == Parser.RETURN : ret(t)
    elif t.type == Parser.IF     : ifstat(t)
    elif t.type == Parser.CALL   : return call(t)
    elif t.type == Parser.ADD    : return add(t)
    elif t.type == Parser.MUL    : return mul(t)
    elif t.type == Parser.INT    : return Integer.parseInt(t.getText())
    elif t.type == Parser.ID     : return load(t)
    else : ...  # catch unhandled node types
    return None;
```

Hinweis "Read-Eval-Print-Loop" (REPL)

Auswertung von Literalen und Ausdrücken

- Typen mappen: Zielsprache => Implementierungssprache
- Literale auswerten:

```
INT: [0-9]+ ;
```

```
elif t.type == Parser.INT : return Integer.parseInt(t.getText())
```

- Ausdrücke auswerten:

```
add: e1=expr "+" e2=expr ;
```

```
def add(self, AST t):
    lhs = eval(t.e1())
    rhs = eval(t.e2())
    return (double)lhs + (double)rhs  # Semantik!
```

Kontrollstrukturen

```
ifstat: 'if' expr 'then' s1=stat ('else' s2=stat)? ;
```

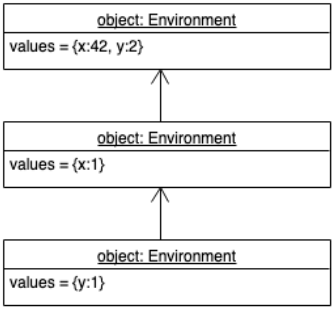
```
def ifstat(self, AST t):
    if eval(t.expr()): eval(t.s1())
    else:
        if t.s2(): eval(t.s2())
```

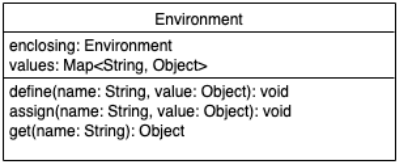
Zustände: Auswerten von Anweisungen

```
int x = 42;
float y;
{
    int x;
    x = 1;
    y = 2;
    { int y = x; }
}
```

Zustände: Auswerten von Anweisungen

```
int x = 42;
float y;
{
    int x;
    x = 1;
    y = 2;
    { int y = x; }
}
```





Detail: Felder im Interpreter

```
class Interpreter(BaseVisitor<Object>):
    __init__(self, AST t):
        BaseVisitor<Object>.__init__(self)
        self.root = t
        self.env = Environment()
```

Quelle: Eigener Code basierend auf einer Idee nach (Nystrom 2021) und angepasst auf ANTLR-Visitoren, Interpreter.java (MIT)

Ausführen einer Variablendeklaration

```
varDecl: "var" ID ("=" expr)? ";" ;
```

```
def varDecl(self, AST t):
    # deklarierte Variable (String)
    name = t.ID().getText()

    value = None;  # TODO: Typ der Variablen beachten (Defaultwert)
    if t.expr(): value = eval(t.expr())

    self.env.define(name, value)

    return None
```

Ausführen einer Zuweisung

```
assign: ID "=" expr;
```

```
def assign(self, AST t):
    lhs = t.ID().getText()
    value = eval(t.expr())

    self.env.assign(lhs, value)  # Semantik!
}

class Environment:
    def assign(self, String n, Object v):
        if self.values[n]: self.values[n] = v
        elif self.enclosing: self.enclosing.assign(n, v)
        else: raise RuntimeError(n, "undefined variable")
```

Quelle: Eigener Code basierend auf einer Idee nach (Nystrom 2021), Environment.java (MIT)

Blöcke: Umgang mit verschachtelten Environments

```
block:  '{' stat* '}' ;
```

```
def block(self, AST t):
    prev = self.env

    try:
        self.env = Environment(self.env)
        for s in t.stat(): eval(s)
    finally: self.env = prev

    return None;
```

Quelle: Eigener Code basierend auf einer Idee nach (Nystrom 2021), Interpreter.java (MIT)

Wrap-Up

- Interpreter simulieren die Programmausführung
  - Namen und Symbole auflösen
  - Speicherbereiche simulieren
  - Code ausführen: Read-Eval-Loop
- Traversierung des AST: `eval(AST t)` als Visitor-Dispatcher
- Scopes mit `Environment` (analog zu Symboltabellen)
- Interpretation von Blöcken und Variablen (Deklaration, Zuweisung)

LICENSE