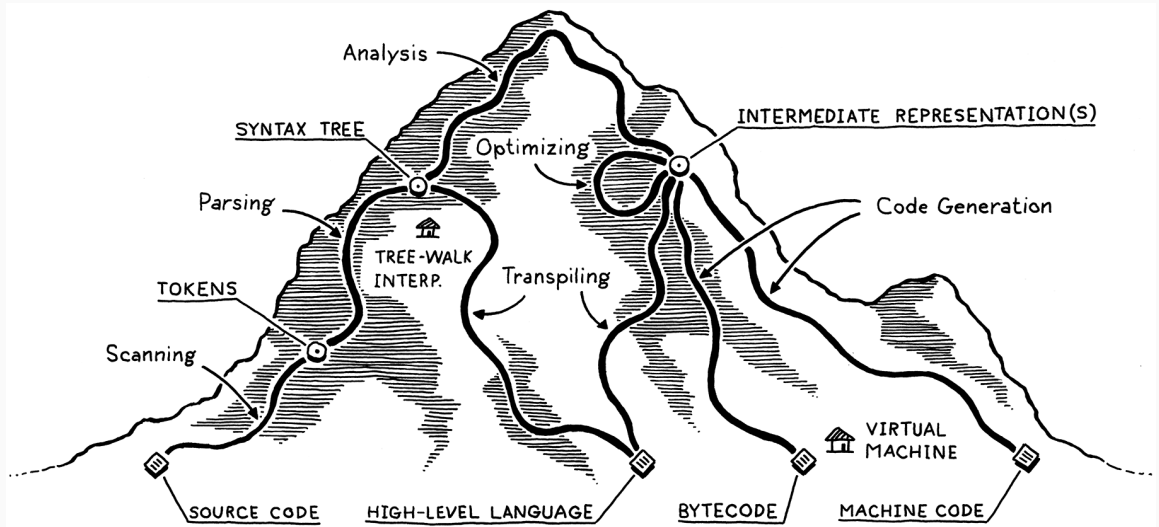


Generierung von Maschinencode (Skizze)

Carsten Gips (HSBI)

Unless otherwise noted, this work is licensed under CC BY-SA 4.0.

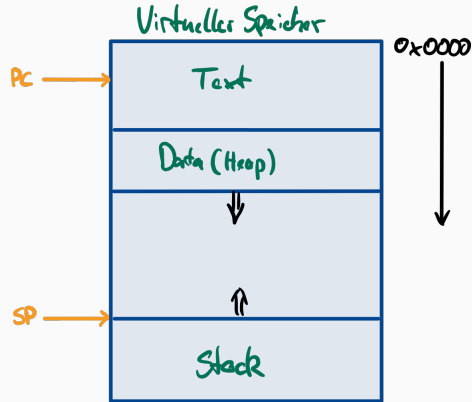
Einordnung



Quelle: A Map of the Territory (mountain.png) by Bob Nystrom on Github.com (MIT)

Quelle: Intel i80286 arch by Appaloosa on Wikimedia.org (CC BY-SA 3.0)

Virtueller Speicher



Befehlszyklus (von-Neumann-Architektur)

```
op = read_next_op(pc)
decode(op)
pc += 1

args = nil
if operands_needed(op):
    args = read_operands(pc)
    pc += 1

execute(op, args)
```

Aufgaben bei der Erzeugung von Maschinen-Code

- Übersetzen des Zwischencodes in Maschinenbefehle
- Sammeln von Konstanten und Literalen am Ende vom Text-Segment
- Auflösen von Adressen:
 - Sprünge: relativ oder absolut
 - Strukturen (Arrays, Structs): Zugriff auf Elemente/Felder über Adresse
 - Zugriffe auf Konstanten oder Literalen: Zugriff auf Text-Segment
- Zuordnung der Variablen und Daten zu Registern oder Adressen
- Aufruf von Funktionen: Anlegen der *Stack-Frames*
- Aufbau des Binärformats und Linking auf der Zielmaschine (auch Betriebssystem) beachten

Übersetzen von Zwischencode in Maschinencode

```
L:  ...  
    ...  
    if x < v goto L
```

Übersetzen von Zwischencode in Maschinencode

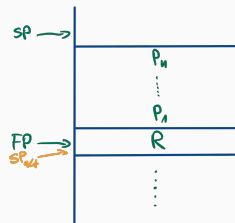
```
L:  ...  
    ...  
    if x < v goto L
```

```
1000: ...                ;; L  
    ...  
1080: ldr    r0, x        ;; R0 = x  
1088: ldr    r1, v        ;; R1 = v  
1096: sub    r0, r0, r1   ;; R0 = R0-R1  
1108: bltz   r0, 1000     ;; if R0<0 jump to 1000 (L)
```


Aufruf von Funktionen

$x = f(p_1, \dots, p_n)$

```
FP = SP          ;; Framepointer auf aktuellen Stackpointer setzen
Stack[SP] = R     ;; Rücksprungadresse auf Stack
Stack[SP-4] = p1   ;; Parameter p1 auf Stack
...
Stack[SP-4*n] = pn ;; Parameter pn auf Stack
SP = SP - 4*(n+1) ;; Stackpointer auf nächste freie Stelle
Goto f           ;; Setze den PC auf die Adresse von f im Textsegment
R: x = Stack[SP+4] ;; Hole Rückgabewert
SP = SP + 4      ;; Stackpointer auf nächste freie Stelle
```

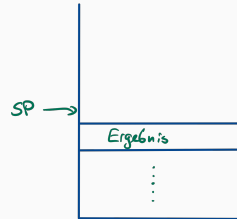


Funktionsaufruf: Prolog

```
f:  ...                ;; Label f: hier startet die Funktion
    p1 = Stack[SP+4*n]  ;; Zugriff auf p1 (per SP)
    p1 = Stack[FP-4]    ;; Zugriff auf p1 (per FP)
    ...                ;; hier Funktionskram
```

Funktionsaufruf: Epilog

```
SP = FP - 4          ;; Position über Rücksprungadresse auf Stack
FP = Stack[FP]        ;; Sichere Rücksprungadresse (R)
Stack[SP+4] = Ergebnis ;; Ergebnis auf Stack (statt Rücksprung-Adresse)
Goto FP               ;; Setze den PC auf die Rücksprung-Adresse
```



Skizze zur Erzeugung von Assembler-Code

- Relativ ähnlich wie die Erzeugung von Bytecode
- Beachtung der Eigenschaften der Zielhardware (Register, Maschinenbefehle, ...)
 - Übersetzen des Zwischencodes in Maschinenbefehle
 - Sammeln von Konstanten und Literalen am Ende vom Text-Segment
 - Auflösen von Adressen
 - Zuordnung der Variablen und Daten zu Registern oder Adressen
 - Aufruf von Funktionen: Op-Codes zum Anlegen der *Stack-Frames*



Unless otherwise noted, this work is licensed under CC BY-SA 4.0.

Exceptions

- Figure A Map of the Territory (mountain.png) by Bob Nystrom on Github.com (MIT)
- Figure Intel i80286 arch by Appaloosa on Wikimedia.org (CC BY-SA 3.0)