

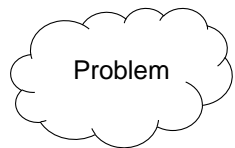
Einführung in die Programmierung

Wintersemester 2017/18

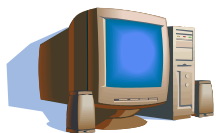
Prof. Dr. Günter Rudolph
Lehrstuhl für Algorithm Engineering
Fakultät für Informatik
TU Dortmund

Gliederung

- Zum Begriff „Informatik“
- Zum Begriff „Algorithmus“
- Zum Begriff „Programmieren“



?



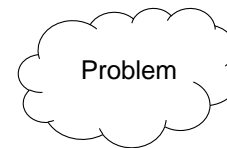
Maschine

Erste Näherung:

Die Informatik handelt vom **maschinellen Problemlösen**.

bzw.

Die Informatik ist die Wissenschaft von der **methodischen Beherrschung algorithmisch lösbarer Probleme**.



Algorithmus



Lösung

Algorithmus: (*anschaulich*)

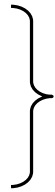
Beschreibung eines Weges vom Problem zur Lösung.

Randbedingungen:

1. Der **Weg** muss **formal** so **präzise** definiert sein, dass er im Prinzip von einer Maschine (rein mechanisch) gegangen werden kann.
2. Problem und Lösung müssen vorher **formal spezifiziert** werden.

Algorithmen-ähnlich:

- Kochrezepte
- Bastelanleitungen
- Partituren
- ...



- Selten exakt ausformuliert
- Interpretationsspielräume
- Unschärfe („fuzzy“), Vagheit

Algorithmen aus der Schulzeit:

- „schriftliche“ Addition zweier Zahlen
- „schriftliche“ Multiplikation zweier Zahlen
- ...

| |
|-------|
| 2436 |
| +1383 |
| ----- |
| 3819 |

Ein **Algorithmus** gibt an, wie Eingabedaten schrittweise in Ausgabedaten umgewandelt werden.

Er beschreibt also eine Abbildung

$$f: E \rightarrow A$$

von der Menge der Eingabedaten E in die Menge der Ausgabedaten A und wie die Abbildung zu „berechnen“ ist.

Ein Algorithmus wird **korrekt** genannt, wenn er

1. den spezifizierten Zusammenhang zwischen E und A für alle Eingaben aus E erfüllt und wenn er
2. terminiert.

Problemanalyse

- Annahme: Es sind $n \geq 1$ Personen im Raum
- Formulierung „jüngste Person“ eindeutig? \Rightarrow Nein!
 - a) Genauigkeit der Altersangabe in Sekunden oder Tage oder Jahre?
 - b) Es könnten ≥ 2 Personen gleichen Alters im Raum sein!

zu a) Annahme: Jahre

zu b) Reihenfolge der Personen festlegen; wähle 1. Person, die minimales Alter hat

Spezifikation

Gegeben: Folge von n Altersangaben a_1, a_2, \dots, a_n in Jahren, $n \geq 1$

Gesucht: $a_j = \min(a_1, a_2, \dots, a_n)$, wobei j die erste Stelle in der Folge sei, an der das Minimum auftritt

Algorithmenentwurf

Gegeben: Folge von n Altersangaben a_1, a_2, \dots, a_n in Jahren, $n \geq 1$

Gesucht: $a_j = \min(a_1, a_2, \dots, a_n)$, wobei j die erste Stelle in der Folge sei, an der das Minimum auftritt

(1) [Wähle 1. Kandidat] Setze $j = 1$ und $x = a_j$.

(2) [Suchlauf]

Setze $i = 2$.

Solange $i \leq n$ gilt,

falls $a_i < x$, dann setze $j = i$ und $x = a_j$.

[jetzt gilt $a_j = \min(a_1, \dots, a_i)$]

erhöhe i um 1

(3) [Ausgabe] Person j mit Alter x ist eine jüngste Person

Beispiel

Gegeben: Folge von 8 Altersangaben 20, 21, 20, 19, 18, 19, 18, 20

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | j |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| (1) | 20 | | | | | | | | 1 |
| (2) | 20 | 21 | | | | | | | 1 |
| (2) | 20 | 21 | 20 | | | | | | 1 |
| (2) | 20 | 21 | 20 | 19 | | | | | 4 |
| (2) | 20 | 21 | 20 | 19 | 18 | | | | 5 |
| (2) | 20 | 21 | 20 | 19 | 18 | 19 | | | 5 |
| (2) | 20 | 21 | 20 | 19 | 18 | 19 | 18 | | 5 |
| (2) | 20 | 21 | 20 | 19 | 18 | 19 | 18 | 20 | 5 |

Korrektheit

Behauptung: Der Algorithmus ist korrekt.

Beweis: Wenn der Algorithmus anhält, dann ist

- a) $a_j = \min(a_1, \dots, a_i)$ mit $1 \leq i \leq n$.
Das gilt für $i = 1$ nach Schritt (1) und während des Suchlaufs invariant für alle i an der angegebenen Stelle.
- b) j ist die erste Stelle, an der (a) gilt, weil im Fall $a_i = x$ kein Austausch mehr stattfindet, sondern nur bei $a_i < x$.

Der Algorithmus hält an, nachdem $i = n$ war.

q.e.d.

Effizienz

Wir messen den Zeitaufwand in Einheiten E.

| Aktion | Aufwand | Häufigkeit der Aktion |
|------------------------|---------|-----------------------|
| Setze $j = 1, x = a_j$ | 2 E | 1 |
| Setze $i = 2$ | 1 E | 1 |
| Test $i \leq n$ | 1 E | n |
| Test $a_i < x$ | 1 E | $n - 1$ |
| Setze $j = i, x = a_j$ | 2 E | A |
| Erhöhe i | 1 E | $n - 1$ |

Insgesamt also:

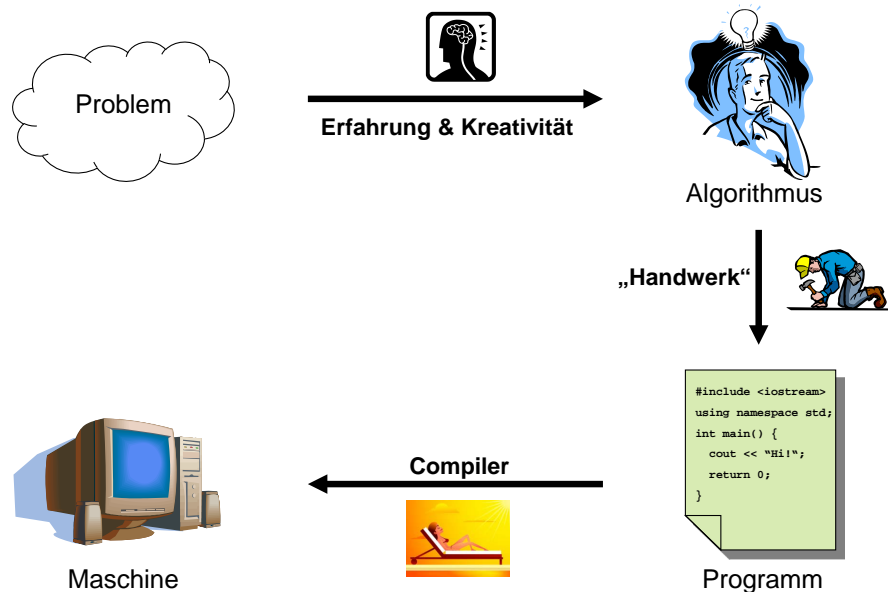
$$T(n) = 2 + 1 + n + (n-1) + 2A + (n-1) E = (3n + 2A + 1) E$$

Effizienz

$$T(n) = (3n + 2A + 1) E \quad \Rightarrow \text{Welche Werte kann A annehmen?}$$

Hier: zwei Szenarien

1. Schlimmster Fall (engl. *worst case*): $A = n - 1$
d.h., das Alter aller Personen ist paarweise verschieden und es ist in der Aufzählung absteigend sortiert
 $\Rightarrow T_{\max}(n) = (5n - 1) E$
2. Bester Fall (engl. *best case*): $A = 0$
d.h., erste Person in der Aufzählung ist bereits eine jüngste Person
 $\Rightarrow T_{\min}(n) = (3n + 1) E$



- Problemanalyse
 - Spezifikation
 - Algorithmenentwurf
 - Korrektheit / Verifikation
 - Effizienzuntersuchungen
 - Programmieren (kodieren)
 - Testen / Fehlerbeseitigung
 - Wartung / Pflege
- } Vorlesung
+ Übung
+ Praktikum
→ BSc Informatik
→ DAP 2
Vorlesung + Praktikum
Übung + Praktikum
—

Vorbemerkungen

- Denken ⇔ Sprache
- Fachsprachen
 - für komplexe Sachverhalte mit akzeptablen Aufwand
 - für Fachleute
- Programmiersprache
 - syntaktische Form, um Problemlösungen zu beschreiben
 - muss von Maschine interpretiert werden können

⇒ der Programmierer muss genau wissen, wie die Maschine die vereinbarte Sprache interpretiert!

Historisches in Kürze:

- In den 1930er Jahren: Präzisierung von berechenbaren Funktionen, Algorithmus, Turing-Maschine, μ -rekursive Funktion, λ -Kalkül, ...
- In den 1940er Jahren: reale technische Realisierung von Rechenmaschinen (von-Neumann) → Konrad Zuse (Z3), Howard Aiken (Mark I), Eckert/Mauchly (ENIAC), ...
- zuerst: Programmierung in Maschinensprache (oder mit Kabeln)
- dann: Assemblersprachen → Ersetzung von Zahlen (Maschinencode) durch mnemonische Bezeichnungen → leichter zu merken, z.B. ADD, JMP, BNE, ...
- darauf aufbauend: höhere Programmiersprachen → sind abstrakter, ermöglichen komplexe Sachverhalten einfacher auszudrücken → Übersetzungsalgorithmen erlauben Rückführung auf niedrigere Sprachen → Compiler, Assembler, ...

Klassifikation nach Denkweisen (Paradigmen)

- Imperativ / prozedural
→ FORTRAN, BASIC, PASCAL, C, ...
- Funktional
→ LISP, SCHEME, HASKELL, F#, ...
- Relationen- oder Logik-bezogen
→ PROLOG, ...
- Objektorientiert
→ Smalltalk, C++, Java, C#, ...

Mehr dazu am Semesterende, wenn Sie C und C++ kennen gelernt haben!