UNIVERSITÄT DORTMUND

Wintersemester 2007/08

Einführung in die Informatik für Naturwissenschaftler und Ingenieure

(alias **Einführung in die Programmierung)**

(Vorlesung)

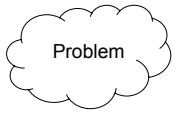
Prof. Dr. Günter Rudolph
Fachbereich Informatik
Lehrstuhl für Algorithm Engineering

Kapitel 1: Einleitung

Gliederung

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

Was ist Informatik?



?

Maschine

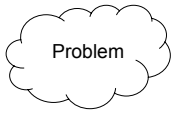
Erste Näherung:

Die Informatik handelt vom **maschinellen Problemlösen.**

bzw.

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

Was ist ein 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.

Algorithmus: Beispiele

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
```


Algorithmus: Formalere Definition

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.

Algorithmus: Beispiel „Finde jüngste Person hier im Raum“

Problemanalyse

- Annahme: Es sind n ≥ 1 Personen im Raum
- Formulierung „jüngste Person“ eindeutig? ⇒ 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 $a_1, a_2, \ldots, a_n$ in Jahren, $n \geq 1$

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

Algorithmus: Beispiel „Finde jüngste Person hier im Raum“ (2)

Algorithmenentwurf

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

Gesucht: $a_j = \min(a_1, a_2, \ldots, a_n)$, 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 $a_j = \min(a_1, \ldots, a_i)$]
  erhöhe i um 1

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

Algorithmus: Beispiel „Finde jüngste Person hier im Raum“ (3)

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

Algorithmus: Beispiel „Finde jüngste Person hier im Raum“ (4)

Korrektheit

Behauptung: Der Algorithmus ist korrekt.

Beweis: Wenn der Algorithmus anhält, dann ist

a) $a_j = \min(a_1, \ldots, a_i)$ mit $1 \le i \le n$.
Das gilt für i = 1 nach Schritt (1) und
während des Suchlaufs invariant für alle i
an der angegeben 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.

Algorithmus: Beispiel „Finde jüngste Person hier im Raum“ (5)

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 ≤ 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

Algorithmus: Beispiel „Finde jüngste Person hier im Raum“ (6)

Effizienz

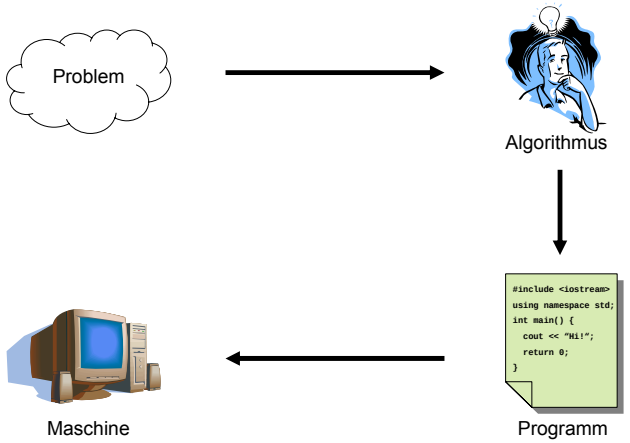
T(n) = (3n + 2A + 1) E ⇒ Welche Werte kann A annehmen?

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
   ⇒ $T_{max}(n) = (5n - 1)$ E

2. Bester Fall (engl. *best case*): A = 0
   d.h., erste Person in der Aufzählung ist bereits eine jüngste Person
   ⇒ $T_{min}(n) = (3n + 1)$ E

Vom Problem zur Maschine …



Schwerpunkte der Veranstaltung EINI

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

Programmiersprachen

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!

Programmiersprachen

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 mnenomische Bezeichnungen
  → leichter zu merken, z.B. ADD, JMP, BNE, …
- darauf aufbauend: höhere Programmiersprachen
  → sind abstrakter, ermöglichen komplexe Sachverhalten einfacher auszudrücken
  → Übersetzungsalgorithmen erlauben Rückführung auf niedere Sprachen
  → Compiler, Assembler, …

Programmiersprachen

Klassifikation nach Denkweisen (Paradigmen)

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

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