Einführung in die Anwendungsorientierte Informatik (Köthe)

Robin Heinemann

November 4, 2016

Contents

1 Klausur 09.02.2016

2 Was ist Informatik?

"Kunst" Aufgaben mit Computerprogrammen zu lösen.

2.1 Teilgebiete

2.1.1 theoretische Informatik (ITH)

- Berechenbarkeit: Welche Probleme kann man mit Informatik lösen und welche prinzipiell nicht?
- Komplexität: Welche Probleme kann man effizient lösen?
- Korrektheit: Wie beweist man, dass das Ergebnis richtig ist?
  Echtzeit: Dass das richtige Ergebnis rechtzeitig vorliegt.
- verteilte Systeme: Wie sichert man, dass verteilte Systeme korrekt kommunizieren?

2.1.2 technische Informatik (ITE)

- Auf welcher Hardware kann man Programme ausführen, wie baut man dies Hardware?
- CPU, GPU, RAM, HD, Display, Printer, Networks

2.1.3 praktische Informatik

- Wie entwickelt man Software?
- Programmiersprachen und Compiler: Wie kommuniziert der Programmierer mit der Hardware? **IPI**, **IPK**
- Algorithmen und Datenstrukturen: Wie baut man komplexe Programme aus einfachen Grundbausteinen? **IAL**
- Softwaretechnik: Wie organisiert man sehr große Projekte? **ISW**
- Kernanwendung der Informatik: Betriebsysteme, Netzwerke, Parallelisierung **IBN**
  - Datenbanksysteme **IDB1**

  - Graphik, Graphische Benutzerschnittstellen **ICG1**
  - Bild- und Datenanalyse
  - maschinelles Lernen
  - künstliche Intelligenz

2.1.4 angewante Informatik

- Wie löst man Probleme aus einem anderem Gebiet mit Programmen?
- Informationstechnik
  - Buchhandlung, e-commerce, Logistik
- Web programming
- scientific computing für Physik, Biologie
- Medizininformatik
  - bildgebende Verfahren
  - digitale Patientenakte
- computer linguistik
  - Sprachverstehen, automatische Übersetzung
- Unterhaltung: Spiele, special effect im Film

3 Wie unterscheidet sich Informatik von anderen Disziplinen?

3.1 Mathematik

Am Beispiel der Definition $a \leq b : \exists c \geq 0 : a+c = b$ Informatik: Lösungsverfahren: $a - b \leq 0$, das kann man leicht ausrechen, wenn man subtrahieren und mit 0 vergleichen kann. Quadratwurzel: $y = \sqrt{x} \Leftrightarrow y \geq 0 \wedge y^2 = x (\Rightarrow x > 0)$ Informatik: Algorithmus aus der Antike: $y = \frac{x}{y}$ iteratives Verfahren: Initial Guess $y^{(0)} = 1$ schrittweise Verbesserung $y^{(t+1)} = \frac{y^{(t)} + \frac{x}{y^{(t)}}}{2}$

4 Informatik

Lösugswege, genauer Algorithmen

4.1 Algorithmus

schematische Vorgehensweise mit der jedes Problem einer bestimmten **Klasse** mit **endliche** vielen **elementaren** Schritten / Operationen gelöst werden kann

- schematisch: man kann den Algorithmus ausführen, ohne ihn zu verstehen (⇒ Computer)
- alle Probleme einer Klasse: zum Beispiel: die Wurzel aus jeder beliebigen nicht-negativen Zahl, und nicht nur $\sqrt{11}$
- endliche viele Schritte: man kommt nach endlicher Zeit zur Lösung
- elementare Schrite / Operationen: führen die Lösung auf Operationen oder Teilprobleme zurück, die wir schon gelöst haben

4.2 Daten

Daten sind Symbole,

- die Entitäten und Eigenschaften der realen Welt im Computer representieren.
- die interne Zwischenergebnisse eines Algorithmus aufbewahren

⇒ Algorithmen transformieren nach bestimmten Regeln die Eingangsdaten (gegebene Symbole) in Ausgangsdaten (Symbole für das Ergebniss). Die Bedeutung / Interpretation der Symbole ist dem Algorithmus egal $\hat{=}$ "schematisch"

4.2.1 Beispiele für Symbole

- Zahlen
- Buchstaben
- Icons
- Verkehrszeichen

aber: heutige Computer verstehen nur Binärzahlen ⇒ alles andere muss man übersetzen Eingansdaten: "Ereignisse":

- Symbol von Festplatte lesen oder per Netzwerk empfangen

- Benutzerinteraktion (Taste, Maus, …)
- Sensor übermittelt Meßergebnis, Stoppuhr läuft ab

Ausgangsdaten: "Aktionen":

- Symbole auf Festplatte schreiben, per Netzwerk senden
- Benutzeranzeige (Display, Drucker, Ton)
- Stoppuhr starten
- Roboteraktion ausführen (zum Beispiel Bremsassistent)

Interne Daten:

- Symbole im Hauptspeicher oder auf Festplatte
- Stoppuhr starten / Timeout

4.3 Einfachster Computer

endliche Automaten (endliche Zustandsautomaten)

- befinden sich zu jedem Zeitpunkt in einem bestimmten Zustand aus einer vordefinierten endlichen Zustandsmenge
- äußere Ereignisse können Zustandsänderungen bewirken und Aktionen auslösen

4.3.1 TODO Graphische Darstellung

graphische Darstellung: Zustände = Kreise, Zustandsübergänge: Pfeile

4.3.2 TODO Darstellung durch Übergangstabellen

Zeilen: Zustände, Spalten: Ereignisse, Felder: Aktion und Folgezustände

Zustände \ Ereignisse	Knopf drücken	Timeout
aus	⇒{halb}	
{4 LEDs an}	%	(⇒{aus},{nichts})
halb	(⇒{voll},{8 LEDs an})	%
voll	(⇒{blinken an},{Timer starten})	%
blinken an	(⇒{aus},{Alle LEDs aus, Timer stoppen})	(⇒{blinken aus},{alle LEDs au
blinken aus	(⇒{aus},{Alle LEDs aus, Timer stoppen})	(⇒{blinken an},{alle LEDs an

Variante: Timer läuft immer (Signal alle 0.3s) ⇒ Timout ignorieren im Zustand "aus", "halb", "voll"

4.3.3 Beispiel 2:

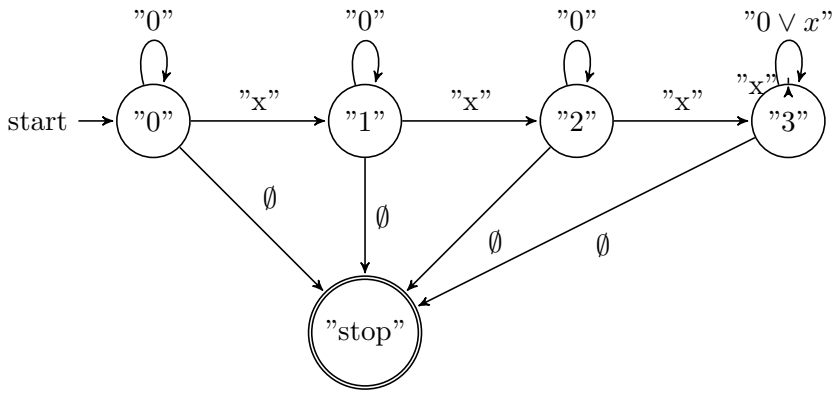
$$
\begin{array}{rll}
1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0 & = 2+8+16+74 = 90_{\text{dez}} & (1)\\
+0\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1 & = 1+8+16+32 = 57_{\text{dez}} & (2)\\
\hline
1\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1 & = 1+2+16+128 = 147_{\text{dez}}\checkmark & (3)
\end{array}
$$

1. Implementation mit Endlichen Automaten Prinzipen:
   - wir lesen die Eingangsdaten von rechts nach links
   - Beide Zahlen gleich lang (sonst mit 0en auffüllen)
   - Ergebnis wird von rechts nach link ausgegeben
2. **TODO** Skizze der Automaten

Zustand	Ereignis	Ausgeben
start	(0,1)	”1”
start	(1,0)	”1”
start	(0,0)	”0”
start	(1,1)	”0”
carry = 1	(1,1)	”1”
carry = 1	(0,1)	”0”
carry = 1	(1.0)	”0”
carry = 1	$\emptyset$	”1”

Wichtig: In jedem Zustand muss für **alle möglichen** Ereignisse eine Aktion und Folgezustand definiert werden. Vergisst man ein Ereignis zeigt der Automat undefiniertes Verhalten, also ein ”Bug” Falls keine sinvolle Reaktion möglich ist: neuer Zustand: ”Fehler” $\Rightarrow$ Übergang nach ”Fehler”, Aktion: ausgeben einer Fehlermeldung

(a) **TODO** Skizze Fehlermeldung Ein endlicher Automat hat nur ein Speicherelement, das den aktuelen Zustand angibt. Folge:
   - Automat kann sich nicht merken, wie er in den aktuellen Zustand gekommen ist (”kein Gedächnis”)
   - Automat kann nicht beliebig weit zählen, sondern nur bis zu einer vorgegebenen Grenze



Insgesamt: Man kann mit endlichen Automaten nur relativ einfache Algorithmen implementieren. (nur reguläre Sprachen) Spendiert man zusätzlichen Specher, geht mehr:

- Automat mit Stak-Speicher (Stapel oder Keller) ⇒ Kellerautomat (Kontextfreie Sprachen)
- Automat mit zwei Stacks oder äquivalent Turing-Maschine kann alles auführen, was man intuitiv für berechenbar hält

Markov Modelle: endliche Automaten mit probabilistischen Übergangen. Bisher: Algorithmen für einen bestimmten Zweck (Problemklasse) Frage: Gibt es einen universellen Algorithms für alle berechenbare Probleme? Betrache formale Algorithmusbeschribung als Teil der Eingabe des universellen Algorithmus.

5 Substitutionsmodell (funktionale Programmierung)

- einfaches Modell für arithmetische Berechnung "Taschenrechner"
- Eingaben und Ausgaben sind Zahlen (ganze oder reelle Zahlen). Zahlenkonstanten heißten "Literale"
- elementare Funktionen: haben eine oder mehere Zahlen als Argumente (Parameter) und liefern eine Zahl als Ergebnis (wie Mathematik):
  - add(1,2) → 3, mul(2,3) → 6, analog sub(), div(), mod()
- Funktionsaufrufe können verschachtelt werden, das heißt Argumente kann Ergebnis einer anderen Funktion sein
  - mul(add(1,2),sub(5,3)) → 6

5.1 Substitutionsmodell

Man kann einen Funktionsaufruf, deessen Argument vekannt ist (das heißt Zahlen sind) durch den Wert des Ergebnisses ersetzen ("substituieren"). Geschachtelte Ausdrücke lassen sich so von innen nach außen auswerten.

$$mul(add(1,2), sub(5,3))$$

$$mul(3, sub(5,3))$$

$$mul(3,2)$$

$$6$$

- Die arithmetischen Operationene add(), sub(), mul(), div(), mod() werden normalerweise von der Hardware implementiert.
- Die meisten Programmiersprachen bieten außerdem algebraische Funktionen wie: sqrt(), sin(), cos(), log()
  - sind meist nicht in Hardware, aber vorgefertigte Algorithmen, werden mit Programmiersprachen geliefert, "Standardbibilothek"
- in C++: mathematisches Modul des Standardbibilothek: "cmath"
- Für Arithmetik gebräuchlicher ist "Infix-Notation" mit Operator-Symbolen "+", "-", "*", "/", "%"
- mul(add(1,2),sub(5,3)) ⇔ ((1+2)*(5-3))
  - oft besser, unter anderem weil man Klammer weglassen darf
    1. "Punkt vor Strichrechnung" 3+4*5 ⇔ 3+(4*5), mul, div, mod binden stärker als add,sub
    2. Operatoren gleicher Präzedenz werden von links nach rechts ausgeführt (links-assoziativ)
       1+2+3-4+5 ⇔ ((((1+2)+3)-4)+5)
    3. äußere Klammer kann man weglassen (1+2)⇔ 1+2
- Computer wandeln Infix zuerst in Prefix Notation um
  1. weggelassene Klammer weider einfüger

2. Operatorensymbol durch Funktionsnamen ersetzen und an Prefix-Position verschieben

$$1 + 2 + 3 * 4/(1 + 5) - 2$$

$$(((1 + 2) + ((3 * 4)/(1 + 5))) - 2)$$

$$sub(add(add(1, 2), div(mul(3, 4), add(1, 5))), 2)$$

$$sub(add(3, div(12, 6)), 2)$$

$$sub(add(3, 2), 2)$$

$$sub(5, 2)$$

$$2$$

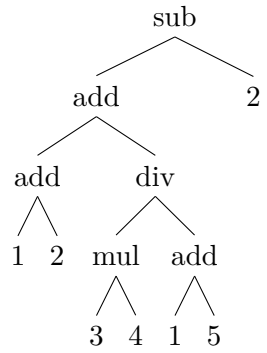
5.2 Bäume

- bestehen aus Knoten unmd Kanten (Kreise und Pfeile)
- Kanten verbinden Knoten mit ihren Kind-knoten
- jeder Koten (außer der Wurzel) hat genau ein Elternteil ("parent node")
- Knoten ohne Kinder heißen Blätter ("leaves / leaf node")
- Teilbaum
  - wähle beliebigen Knoten
  - entferne temporärdessen Elternkante, dadurch wird der Knoten temporär zu einer Wurzel, dieser Knoten mit allen Nachkommen bildet wieder einen Baum (Tailbaum des Orginalbaumes)
- trivialer Teilbaum hat nur einen Knoten
- Tiefe: Abstand eines Knotens von der Wurzel (Anzahl der Kanten zwischen Knoten und Wurzel)
  - Tiefe des Baums: maximale Tiefe eines Knoten

5.2.1 Beispiel

$$1 + 2 + 3 * 4/(1 + 5) - 2$$

$$sub(add(add(1, 2), div(mul(3, 4), add(1, 5))), 2)$$



5.3 Prefixnotation aus dem Baum rekonstruieren

1. Wenn die Wurzel ein Baltt ist: Drucke die Zahl
2. sonst:
   - Drucke Funktionsnamen
   - Drucke "("
   - Wiederhole den Algorithmus ab 1 für das linke Kind (Teilbaum mit Wurzel = linkes Kind)
   - Drucke ","
   - Wiederhole den Algorithmus ab 1 für das rechte Kind (Teilbaum mit Wurzel = rechtes Kind)
   - Drucke ")"

$\Rightarrow$

$$sub(add(add(1, 2), div(mul(3, 4), add(1, 5))), 2)$$