HAW Hamburg
Fakultät TI
Technik und Informatik

Programmiermethodik 1
Programmiertechnik

Bibliotheksfunktionen, Binärzahlen und Zeichen

Änderungshistorie

- 11.05.2015
  - Aufgabe WM eingefügt
  - kleine Typos korrigiert

Übung: WM

- Schreiben Sie eine Klasse `WmFinalRundenSpiel`. Jedes Spiel hat zwei Teilnehmer (String) und zwei Vorgaenger-Spiele (beim Finale die beiden Halbfinals).
- Ein Spiel hat außerdem einen Sieger (der nimmt dann im nachfolgenden Spiel teil)
- Schreiben Sie eine Testklasse, die Ihre Implementierung testet.

Wiederholung

- Einführung: Fehler + Testen
- Testen mit JUnit
- Fehlertypen
- Platzhalterobjekte

Ausblick für heute

Use Cases

- Ich möchte mathematische Standardfunktionen (wie z.B. Sinus) verwenden.
- Zur Ansteuerung eines Sensors muss ich Zahlen binär verarbeiten.
- Ich muss einzelne Zeichen (Buchstaben) verarbeiten.
- Wie strukturiere ich meinen Quelltext, damit auch andere ihn verstehen?

Agenda

- Mathematische Bibliotheksfunktionen
- Binärzahlen
- Zeichen
- Code Konventionen

Mathematische Bibliotheksfunktionen

Mathematische Bibliotheksfunktionen

- Aufruf vorgefertigter Methoden der Klasse `Math`
- Beispiele:

Mathematische Funktion	Java-Methode
Absolutbetrag	Math.abs(x)
Quadratwurzel	Math.sqrt(x)
natürlicher Logarithmus	Math.log(x)
Logarithmus zur Basis 10	Math.log10(x)
e-Funktion	Math.exp(x)
Sinus	Math.sin(x)
Arcus-Tangens	Math.atan(x)

Mathematische Bibliotheksfunktionen

- Bibliotheksmethoden
  - erwarten bei Verwendung („Aufruf“) Argumente
    - jeweils Ergebnis eines Ausdrucks
  - liefern einen Funktionswert zurück (bei `Math` i.d.R. vom Typ `double`)
- Aufruf-Syntax für Methoden der Klasse `Math` mit einem Argument:
  - `Math.<Methodenname>(<Ausdruck>)`
  - Beispiel: Sinus von 0.5 (alle Winkel im Bogenmaß)
    - `Math.sin(0.5)` → `0.479425538604203`
- vordefinierte Konstanten
  - Kreiszahl π: `Math.PI`
  - Eulerzahl e: `Math.E`

Beispiel

- Sinus von 45° = ¼π:

```
Math.sin(Math.PI/4) → 0.7071067811865475
```

Variable Anzahl von Argumenten

- mehreren Argumente: Trennung durch Komma
  - Beispiel Potenzfunktion x^y: `Math.pow(x,y)`
    - Berechnen von 3^7: `Math.pow(3,7)` → `2187.0`
    - Vorsicht: `Math.pow` rechnet immer mit `double`-Werten
      → schwer vorhersagbare Rundungsfehler möglich
  - Beispiel: Minimum zweier Werte
    - `Math.min(2,4)` → `2`
  - Beispiel: Maximum zweier Werte
    - `Math.max(2,4)` → `4`
- Methoden ohne Argument werden mit leeren Klammern aufgerufen
  - Die Random-Funktion liefert eine Zufallszahl aus dem Bereich `[0,1)` als `double`-Wert: `Math.random()`
  - Funktionswert ist nicht vorhersagbar!

Geschachtelte Aufrufe

- Argumente für Bibliotheksmethoden sind beliebige Ausdrücke
- Funktionswert einer Bibliotheksmethode kann in Ausdrücken wie der Wert einer Variablen oder eines Literals verwendet werden
- geschachtelte Aufrufe sind daher zulässig
- Auswertereihenfolge: von innen nach außen

- Beispiel
  - `Math.sin(Math.pow(2.2, 3.4));`

Anwendungstipps

- `Math.` kann weggelassen werden, wenn die Methoden der Klasse `Math` dem Compiler bekannt sind
  - `import static java.lang.Math.*; // Sourcecode-Anfang`
- Java-API-Dokumentation der Klasse `Math`
  - *http://download.oracle.com/javase/7/docs/api/java/lang/Math.html*

Übung: Max3Bib

- Erstellen Sie ein Programm `Max3Bib`, das von 3 übergebenen Integer-Werten den größten Wert ermittelt und ausgibt!
  - Verwenden Sie für Ihren Algorithmus eine Bibliotheksmethode.

- Anforderungsanalyse
  - Eingabe
    - der Benutzer gibt 3 ganzzahlige Werte ein
  - Ausgabe
    - der größte der drei Werte wird ausgegeben

Binärzahlen

Bit

- genau zwei Zustände
- Darstellung auf verschiedene Weise
  - an/aus
  - richtig/falsch
  - magnetisiert/nicht magnetisiert
  - Spannung 5 Volt/0 Volt (Darstellung im Prozessor)
  - 1/0 (mathematische, binäre Darstellung)
- alle Daten (Zahlen, Texte, Bilder, ..) und Prozessor-Befehle können als Bitfolge dargestellt werden

Beispiel

- Umrechnung der Bitfolge *10101* in eine Dezimalzahl (21)

1	**0**	**1**	**0**	**1**
1×2^4	0×2^3	1×2^2	0×2^1	1×2^0
16	0	4	0	1

Logische Verknüpfungen

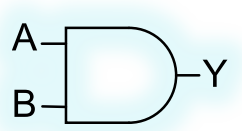
- Bits werden durch elektronische Schaltelemente verknüpft
- Schaltelemente realisieren die logischen Schaltfunktionen

Y=NOT (A)

A	Y
0	1
1	0

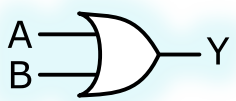
Y=AND (A,B)

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



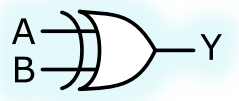
Y=OR (A,B)

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



Y=XOR (A,B)

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



Übung: Logische Operationen

Welches Ergebnis liefern diese Verknüpfungen?

- a) `0` AND 1
- b) `0` AND 0
- c) `1` AND 1
- d) `0` OR 1
- e) `0` XOR 1
- f) `1` OR 1
- g) `1` XOR 1
- h) `0` NOT 1
- i) NOT 0

Datentyp byte

- einfacher Typ `byte` repräsentiert
  - 8-Bit-Zahlen (mit Vorzeichen, Wertebereich -128 bis 127) oder
  - 8 Datenbits (ohne Vorzeichen, Wertebereich 0 bis 255)
- vordefiniert wie `long` (64 Bit), `int` (32 Bit), `short` (16 Bit)
- kompatibel zu allen anderen numerischen Datentypen
- dient oft der bitweisen Verarbeitung von Daten mit
  - Bit-Operatoren (logische Operatoren für Operanden vom Typ `byte`)
  - Shift-Operatoren (Verschiebe-Operatoren)
- Anwendungsbeispiel:
  - Codieren / Decodieren (Verschlüsseln / Entschlüsseln) von Dateien
- Vorsicht bzgl. Lesbarkeit!
  - Nur anwenden, wenn nötig!

Bit-Operatoren für byte-Operanden

Operator	Name	deutsch	Funktion
&	AND	Bitweises Und	Bei a & b wird jedes Bit der beiden Bytes einzeln Und-verknüpft
|	OR	Bitweises inklusives Oder	Bei a | b wird jedes Bit einzeln Oder-verknüpft
^	XOR	Bitweises exklusives Oder	Bei a ^ b wird jedes Bit einzeln Xor-verknüpft (kein "a hoch b")
~	NOT	Komplement	Invertiert jedes Bit

Bit 1	Bit 2	~Bit 1	Bit 1 & Bit 2	Bit 1 | Bit 2	Bit 1 ^ Bit 2
0	0	1	0	0	0
0	1	1	0	1	1
1	0	0	0	1	1
1	1	0	1	1	0

Beispiele für Bit-Operationen


```
byte a = (byte)0b11110000;
byte b = (byte)0b00001111;
byte and = (byte) (a & b);
System.out.println("and: " + and);  // 0
byte or = (byte) (a | b);
System.out.println("or: " + or);    // -1

byte c = (byte)0b10000001;
System.out.println("mit Vorzeichen: " + c); /* implizite
                          Konvertierung zu int → -127 */
```

Shift-Operatoren

- sogenannte Verschiebe-Operatoren
- Shift-Operatoren verschieben die Bits eines Datenworts nach rechts oder links

Operator	Bezeichnung	Funktion
<<	Links-Shift	b << n ergibt den Wert, der entsteht, wenn alle Bits von b um n Positionen nach links geschoben werden. Die rechts frei werdenden Bitstellen werden mit 0 aufgefüllt
>>	Rechts-Shift mit Vorzeichen	b >> n ergibt den Wert, der entsteht, wenn alle Bits von b um n Positionen nach rechts geschoben werden. Je nach Vorzeichenbit wird links mit 0 oder 1 aufgefüllt (Vorzeichenbit bleibt also unberührt)
>>>	Rechts-Shift ohne Vorzeichen	b >>> n ergibt den Wert, der entsteht, wenn alle Bits von b um n Positionen nach rechts geschoben werden. Die links frei werdenden Bitstellen werden mit 0 aufgefüllt (Vorzeichenbit wird mitgeschoben)

Shift-Anwendungen

- Division und Multiplikation durch Shift
  - Verschiebung um 1 Stelle nach links → Multiplikation mit 2
  - Beispiel: 00000010 << 1 → 00000100
    2 4
  - Allgemein:
    - Verschiebung um n Stellen nach links → Multiplikation mit 2^n
    - Verschiebung um n Stellen nach rechts → Division durch 2^n
- Bit setzen

```
int n = ...;
int pos = ...;
/* Setzen des n-ten Bits (von rechts) */
n = n | (1 << pos);
```

Zeichen (char)

Datentyp char

- einfacher Typ `char` (engl. character) repräsentiert einzelne Zeichen
- vordefiniert wie `int`, `double`, `boolean`
- `char`-Literale werden in einzelne Hochkommas gesetzt
- Beispiele:

Literal	Bedeutung
'a'	der kleine Buchstabe „a“
'5'	die Ziffer „5“ (nicht der int-Wert 5)
'%'	das Prozent-Zeichen
' '	das Leerzeichen

Operationen mit char-Variablen

- Deklaration und Zuweisung einer Variablen:

```
char letter;
letter = 'a';
```

- Vergleich von Zeichen auf Gleichheit und Ungleichheit:

```
char five = '5';
if ( five == 'V' ){          // false
     ...
}
```

- Größenvergleich für kleine oder große Buchstaben gemäß Alphabet:

```
char upperA = 'A';
if ( upperA < 'B' ){         // true
    …
} else if ( upperA > 'B'){ // false
              …
}
```

Zeichencodes

- Code = eindeutiger `int`-Wert für jedes Zeichen
- implizite Typkonversion `char`→`int` liefert Code
- Beispiele:

Zeichen	Code (Dez)
'a'	97
'5'	53
'%'	37
' '	32

```
int i = 'a';          // i == 97
i = 5*'5' + i;        // i == 5·53 + 97 = 362
int x = 'a' + 'b'     // x == 97 + 98 = 195, not 'c'!
```

- keine implizite Typkonversion int → char,
- explizite Typkonversion (Typecast) aber zulässig

```
char letter;
letter = (char)97;                  // letter == 'a'
letter = (char)(letter + 1);        // letter == 'b'
```

Übung: Zeichen

- Schreiben Sie ein Programm, das das Zeichen an der Stelle `index` im Alphabet ausgibt. `index` wird vom Anwender eingegeben
  - Hinweis: der Buchstabe 'a' hat den Code 97
  - Beispiele:
    - index = 0 → Ausgabe 'a'
    - index = 10 → Ausgabe 'k'

Zeichensätze

- Zeichensatz = Zuordnungstabelle Zeichen ↔ Code
- verschiedene Zeichensätze, einige wenige haben sich durchgesetzt

Zeichensatz	Codes	Bemerkung
ASCII	0−127	Auf US-amerikanische Anwendungen ausgerichtet, keine deutschen Umlaute oder Sonderzeichen europäischer Sprachen
ISO Latin-1 (ISO-8859-1)	0−255	0-127: identisch mit ASCII 128−255: überwiegend Schriftzeichen aus westeuropäischen Sprachen
Unicode	0−100000+	0−127: identisch mit ASCII 0−255: identisch mit Latin-1 256+: Zeichen der meisten Weltsprachen

- Java benutzt Unicode (2 Byte pro Zeichen: UTF-16-Darstellung)

Unicode-Escapesequenzen

- Darstellung von Textzeichen als Escape-Sequenz:
  - `\uXXXX` = vierstelliger, hexadezimaler Unicode eines einzelnen Zeichens
  - ggf. mit führenden Nullen
- Beispiel: Code von „€“ = 8364_{10} = $20AC_{16}$

```
char euro = '\u20AC';
System.out.println(euro);  // gibt "€" aus
```

- Escape-Sequenzen werden vom Compiler zu Beginn der Übersetzung ausgewertet
  - ⇒ gelten im gesamten Quelltext, nicht nur in Literalen
- äquivalent zum obigen Beispiel:

```
ch\u0061r euro = '\u20AC';
System.out.println(\u20AC);
```

Ersatzdarstellungen für Steuerzeichen

- Steuerzeichen = Zeichen mit Codes 0–31 mit Sonderfunktion, oft zur Steuerung externer Geräte
- meistens nur noch historische Bedeutung
- in Java gibt es Ersatzdarstellungen für einige Steuerzeichen

Code (Dez)	Ersatz-darstellung	Bezeichnung	Bedeutung
0	\0	0-Byte	nur Nullen
8	\b	Backspace	voriges Zeichen löschen
9	\t	Tabulator	zur nächsten Spaltenposition
10	\n	Newline	neue Zeile
12	\f	Form Feed	neues Blatt (Drucker)
13	\r	Carriage Return	Schreibposition zurück an den Anfang derselben Zeile (nicht in allen OS!)

Ersatzdarstellungen für Begrenzer/Entwerter

- Begrenzer `"` und `'` sowie der Entwerter `\` müssen auch als "normales" Zeichen ohne spezielle Funktion darstellbar sein
  - Ersatzdarstellungen nötig!

Code (Dez)	Ersatz-darstellung	Bezeichnung	Bedeutung
34	\"	Anführungs-zeichen	Begrenzer für Text (Zeichenketten-Literale / Strings)
39	\'	Hochkomma	Begrenzer für einzelne Zeichen (char-Literale)
92	\\	Backslash	Entwertet das folgende Zeichen

- Beispiel:

```
System.out.println("\"a\\b\""); → "a\b"
```

Zeilenwechsel

- verschiedene Betriebssysteme codieren Zeilenwechsel in Textdateien mit Zeichen unterschiedlicher Codes:
  - Unix, Linux, MacOS X: `10` (ein Zeichen: `\n`)
  - Windows: `13 10` (zwei Zeichen: `\r\n`)
  - MacOS bis Version 9: `13` (ein Zeichen: `\r`)
- innerhalb eines Javaprogramms erscheint ein Zeilenwechsel immer als "`\n`"
- Konversion von der/in die Betriebssystem-spezifische Codierung leistet die Java Virtual Machine

Bibliotheksklasse Character

- Beispiele (Methoden arbeiten im Unicode)

```
Character.isLetter('ß') → true
Character.toLowerCase('Ä') → 'ä'
```

boolean isLetter(char ch)	ist ch ein Buchstabe (groß oder klein)?
boolean isDigit(char ch)	ist ch eine Ziffer?
boolean isLowerCase(char ch)	ist ch ein Großbuchstabe?
boolean isUpperCase(char ch)	ist ch ein kleiner Buchstabe?
char toLowerCase(char ch)	kleiner Buchstabe zu ch, wenn er existiert; ch ansonsten
char toUpperCase(char ch)	großer Buchstabe zu ch, wenn er existiert; ch ansonsten

Primitive Datentypen

Typname	Länge (Byte)	Wertebereich	Defaultwert
`boolean`	1	`true`, `false`	`false`
`char`	2	Alle Unicode-Zeichen	\u0000
`byte`	1	$-2^7 \ldots 2^7-1$	0
`short`	2	$-2^{15} \ldots 2^{15}-1$	0
`int`	4	$-2^{31} \ldots 2^{31}-1$	0
`long`	8	$-2^{63} \ldots 2^{63}-1$	0
`float`	4	$+/-3.40282347 * 10^{38}$	0.0
`double`	8	$+/-1.7976931348623157 * 10^{308}$	0.0

Code Konventionen

Layout

- Layout = optisches Erscheinungsbild des Quellcodes
- umfasst Zeilenumbruch, Einrückung, Leerzeichen (Zwischenraum), Kommentare, Leerzeilen
- Compiler ignorieren das Layout weitgehend
- aber: zwischen aufeinanderfolgenden Wörtern muss mindestens ein Leerzeichen (Zwischenraum) stehen. Falsch wäre zum Beispiel:
  ```
  classHello
  ```
- Compiler akzeptieren auch:
  ```
  class Hallo{public static void main(String[] args)
  {System.out.println("Hello, World!" );}}
  ```
- Unterstützung in Eclipse
  - *Ctrl–Shift-F*

Best Practices: Formatierung

- Richtlinien für guten Quellcode:
  - nicht mehr als eine Anweisung pro Zeile
  - Text zwischen geschweiften Klammern einrücken
  - nie mehr als 80 Zeichen pro Zeile
  - nie mehr als 20 Anweisungen pro Block

Kommentare

- Erläuterung zum Programm als Freitext
- Compiler behandeln Kommentare als Zwischenraum und ignorieren den Inhalt
- Kommentare dienen einem menschlichen Leser zur Orientierung und zum Verständnis
- Java kennt zwei Formen von Kommentaren:
  - Zeilenkommentar:

```
// Text bis zum Ende dieser Zeile
```

  - Blockkommentar

```
/*
beliebig viele Textzeilen, alles Kommentar.
... blah,
fasel,
sülz ...
*/
```

Kommentare

Ziel

- Erläuterung von Sinn, Zweck, Wirkung von Programmabschnitten

Kommentare sollen nicht:

- offensichtliches wiederholen

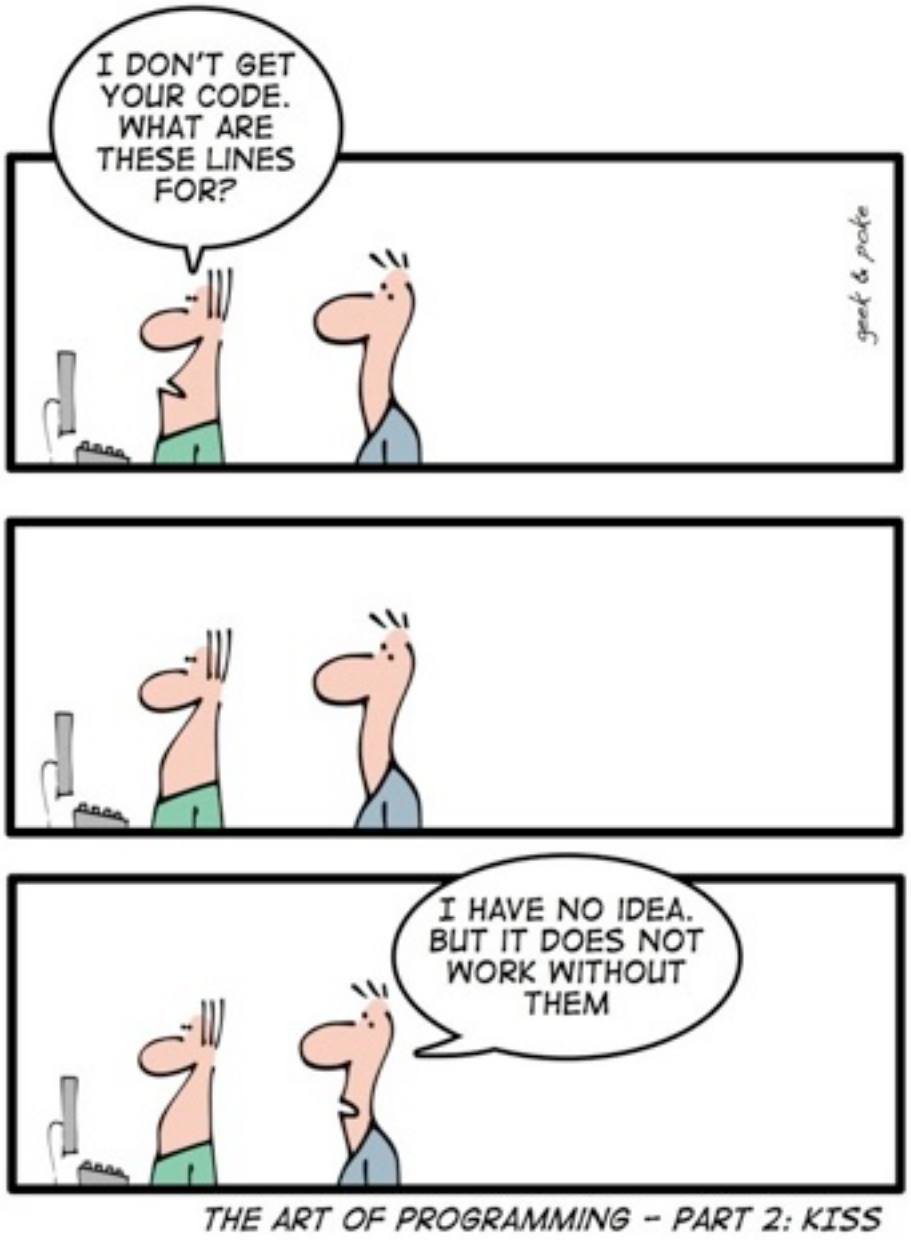
```
System.out.println("blah"); // hier wird "blah" ausgegeben
```

- schlechten Code rechtfertigen

```
/* Das hab ich zwar gestern geschrieben, aber heute verstehe
ich nicht mehr, was die folgende Anweisung soll. Wenn man sie
löscht, funktioniert nichts mehr. Also einfach stehen lassen,
wird schon irgendwie gut gehen. */
...
```

Kommentare

- so nicht!



Kommentare

- Kommentare generell großzügig verwenden
  - zu viel Kommentar schadet kaum
  - zu wenig Kommentar kann funktionierenden Code wertlos machen!

Bezeichner - Namenskonventionen

- generell
  - normalerweise kleine Buchstaben verwenden
  - neue Wortteile mit großen Buchstaben (*CamelCode oder CamelCase*)
  - aussagekräftige Namen suchen
- später: spezielle Anforderungen je nach "Ding", dass benannt wird

Bezeichner - Namenskonventionen

- Konstantennamen
  - mit Großbuchstaben geschrieben
  - z.B. `MAXIMUM`
- Klassennamen
  - beginnen mit einem Großbuchstaben
  - z.B. `Sum`
- Methodennamen
  - beginnen mit einem kleinen Buchstaben
  - beginnen mit einem aussagekräftigen Verb
  - z.B. `main`

Übung: Lineare Gleichung

- Es soll ein Programm entwickelt werden, das die Nullstelle einer linearen Gleichung der Form

$$y = a * x + b$$

  berechnet. Eingabe sind also die Parameter a und b. Die Rückgabe ist die Nullstelle.

- Finden Sie einen geeigneten Namen für das Programm. Schreiben Sie außerdem ein Kommentar, der das Programm beschreibt.

Agenda

- Mathematische Bibliotheksfunktionen
- Binärzahlen
- Zeichen
- Code Konventionen