



Tölvunarfræði 1

Fyrirlestur 3: Gagnatög

Hjálmtyr Hafsteinsson
Haust 2015





Í síðasta fyrirlestri

- Keyrsluumhverfi fyrir Java
- Fleiri einföld Java forrit
- Skipulag tölva
- Breytur í Java

Kaflar 1.1 - 1.2



HÁSKÓLI ÍSLANDS

ÍÐNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD



Í þessum fyrirlestri

- Gagnatög í Java:
 - `char`
 - `int`
 - `double`
 - `boolean`
- Segðir (*expressions*)
- Samanburður (*comparisons*)

Kafli 1.2



HÁSKÓLI ÍSLANDS

IDNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD



Algengustu gagnatögin í Java

- Flest forritunarmál hafa a.m.k. fjórar gerðir gagnataga:
 - Bókstafir `char` í Java
 - Heiltölur `int` í Java
 - Kommutölur `double` í Java
 - Rökgildi `boolean` í Java
- Hvers vegna bæði heiltölur og kommutölur?
 - Hraðvirkara að vinna með heiltölur (einfaldari framsetning)
 - Oft rökrétt uppskipting á notkun heitalna (fjöldi, teljarar, ...) og kommutalna (rauntöluútreikningur)





char gagnatagið

- Notað fyrir bókstafi og ýmiskonar tákn
 - Það eru 2^{16} (= 65536) möguleg gildi (2 bæti)
 - Notar [Unicode](#) til að kóða táknin
 - Getur táknað evrópsk, arabísk, asísk stafamengi
 - Einstök gildi eru táknuð með ' ' (einföld gæsalöpp)
`char ch = 'a';`
 - Þurfum stundum að nota lausnarstafinn \ til þess að tákna sérstök tákn:
'\n' (ný lína), '\t' (tab), '\\' (einföld gæsalöpp)



Helstu einkenni char

Tegund gildis	bókstafir og tákn
Dæmigerð gildi	'a' 'H' '\$' '\n'
Aðgerðir	samanburður
Virkjar	==, <, <=, >, >=, !=



String gagnatagið

- Runa af stöfum, afmarkað af " " (tvöföld gæsalöpp)
- Samanstendur af einstökum **char** táknum
- Gagnatagið er ekki grunngagnatag, en er innbyggt í Java
 - Notað fyrir allan texta í Java
- Helsta aðgerðin er samskeyting (+)
"Halló " + "heimur" hefur gildið "Halló heimur"





Helstu einkenni String

<i>values</i>	sequences of characters
<i>typical literals</i>	"Hello," "1 " " * "
<i>operation</i>	concatenate
<i>operator</i>	+

Merking tákna fer eftir staðsetningu þeirra

"1234" + " " + " " + "99"

↑ ↑ ↑
operator character operator

<i>expression</i>	<i>value</i>
"Hi, " + "Bob"	"Hi, Bob"
"1" + " 2 " + "1"	"1 2 1"
"1234" + " " + " " + "99"	"1234 + 99"
"1234" + "99"	"123499"

"1234" + " " + " " + "99"

white space white space
↙ ↘ ↙ ↘
+ + + +
↘ ↙ ↘ ↙
space characters





Notkun á String

```
String a, b, c;  
a = "Hello, ";  
b = "Gunna";  
c = a + b;
```

Breytan c inniheldur nú
"Hello, Gunna"

```
int age = 22;  
System.out.println("Age: " + age);
```

Prentar út strenginn
"Age: 22"



String forritsdæmi

```
public class Ruler {  
    public static void main(String[] args) {  
        String ruler1 = "1";  
        String ruler2 = ruler1 + " 2 " + ruler1;  
        String ruler3 = ruler2 + " 3 " + ruler2;  
        String ruler4 = ruler3 + " 4 " + ruler3;  
        System.out.println(ruler4);  
    }  
}
```

```
% java Ruler  
1 2 1 3 1 2 1 4 1 2 1 3 1 2 1
```

1 2 1 3 1 2 1 4 1 2 1 3 1 2 1

Sýnir hlutfallslega lengd
strika á tommustokk



HÁSKÓLI ÍSLANDS

ÍÐNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD



int gagnatagið

- Notað til að geyma og vinna með heiltölur
 - Geymt í 4 bætum (32 bitar)
 - Getum táknað tölur frá $-2,147,483,648$ (-2^{31}) til $2,147,483,647$ ($2^{31}-1$)
 - Af hverju færri jákvæðar tölur?
 - Núll (0) er talið með jákvæðu tölunum
- Táknað með tvíandhverfukóða (*2's complement*)
 - Þá er stærsta neikvæða talan "næst á eftir" stærstu jákvæðu tölunni!
 - Kóðinn myndar í raun hring





Helstu einkenni `int`

<i>values</i>	integers between -2^{31} and $+2^{31}-1$				
<i>typical literals</i>	1234	99	-99	0	1000000
<i>operations</i>	add	subtract	multiply	divide	remainder
<i>operators</i>	+	-	*	/	%

- `5 / 3` er 1, heiltöludeiling
- `5 % 3` er 2, afgangur af deilingu
- Forgangur (*precedence*)
aðgerða er eins og við erum vön

<i>expression</i>	<i>value</i>	<i>comment</i>
<code>5 + 3</code>	8	
<code>5 - 3</code>	2	
<code>5 * 3</code>	15	
<code>5 / 3</code>	1	no fractional part
<code>5 % 3</code>	2	remainder
<code>1 / 0</code>		run-time error
<code>3 * 5 - 2</code>	13	* has precedence
<code>3 + 5 / 2</code>	5	/ has precedence
<code>3 - 5 - 2</code>	-4	left associative
<code>(3 - 5) - 2</code>	-4	better style
<code>3 - (5 - 2)</code>	0	unambiguous





Önnur heiltölutög

- Java hefur fjögur heiltölutög
 - Eini munurinn er stærðin (þ.e. táknanleg gildi)
 - **byte**, 8 bitar: -128 til 127
 - **short**, 16 bitar: -32,768 til 32,767
 - **int**, 32 bitar: -2,147,483,648 til 2,147,483,647
 - **long**, 64 bitar: -9,223,372,036,854,775,808 til 9,223,372,036,854,775,807
 - Við munum nær eingöngu nota **int** breytur í þessu námskeiði
 - **long** einstaka sinnum notað, en **byte** og **short** aldrei





int forritsdæmi

```
public class IntOps {  
    public static void main(String[] args) {  
        int a = Integer.parseInt(args[0]);  
        int b = Integer.parseInt(args[1]);  
        int sum  = a + b;  
        int prod = a * b;  
        int quot = a / b;  
        int rem  = a % b;  
        System.out.println(a + " + " + b + " = " + sum);  
        System.out.println(a + " * " + b + " = " + prod);  
        System.out.println(a + " / " + b + " = " + quot);  
        System.out.println(a + " % " + b + " = " + rem);  
    }  
}
```

Skipanalínu-
viðföng eru alltaf
String gildi.
Þurfum því að
breyta þeim

```
% javac IntOps.java  
% java IntOps 1234 99  
1234 + 99 = 1333  
1234 * 99 = 122166  
1234 / 99 = 12  
1234 % 99 = 46
```

Java breytir sjálfkrafa **int**
gildum í **String** gildi hér



HÁSKÓLI ÍSLANDS

IDNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD



Fyrirlestraræfing

1. Hvernig táknum við lausnarstafinn `\` sjálfan sem `char` gildi?
2. Hver er munurinn á `"4"+"2"` og `4+2`?
3. Hvað gerist þegar við leggjum 1 við töluna 2,147,483,647 á `int` formi?





double gagnatagið

- Kommutölur (*floating point numbers*) eru notaðar við útreikninga
 - Þær eru nálgun á rauntölum (*real numbers*)
 - Geta táknað mun stærri tölur ($\pm 1.798 \cdot 10^{308}$) og mun minni tölur ($\pm 2.225 \cdot 10^{-308}$) en heiltölutögin
- Kommutölur í tölvum eru kóðaðar samkvæmt staðlinum IEEE 754
 - Gagnatagið **double** er 8 bæti, en **float** er 4 bæti
- Talnagildi sem hafa kommu (t.d. *xx.yyy*) eru sjálfkrafa af **double** tagi í Java





Helstu einkenni double

<i>values</i>	real numbers (specified by IEEE 754 standard)				
<i>typical literals</i>	3.14159	6.022e23	-3.0	2.0	1.4142135623730951
<i>operations</i>	add	subtract	multiply		divide
<i>operators</i>	+	-	*		/

Nákvæmni (*precision*)
`double` talna er um 16
tölustafir

Kommutölur hafa nokkur
aukagildi skilgreind

<i>expression</i>	<i>value</i>
3.141 + .03	3.171
3.141 - .03	3.111
6.02e23 / 2.0	3.01e23
5.0 / 3.0	1.6666666666666667
10.0 % 3.141	0.577
1.0 / 0.0	Infinity
Math.sqrt(2.0)	1.4142135623730951
Math.sqrt(-1.0)	NaN



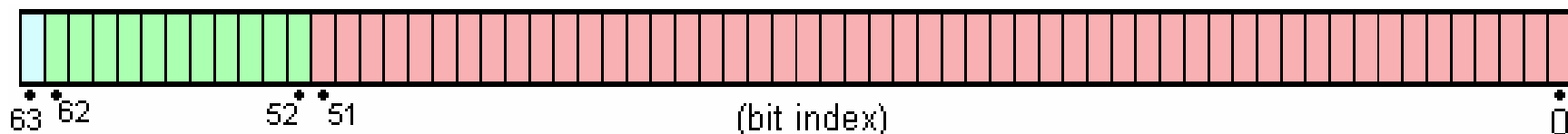
HÁSKÓLI ÍSLANDS

IDNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD



Uppbygging double talna

- **double** tölur eru 64 bitar (8 bæti)
 - 52 bitar mynda brothluta (*fraction*)
 - 11 bitar mynda veldishluta (*exponent*)
 - 1 biti er formerkisbiti (1 er mínus, 0 er plús)



- **double** tölur eru gróf nálgun á rauntölum
 - Höfum 0.0, síðan $\pm 2.225 \cdot 10^{-308}$, og svo er sívaxandi bil á milli táknaðra talna





Java föll sem vinna með kommutölur

```
public class Math
```

<code>double abs(double a)</code>	<i>absolute value of a</i>
<code>double max(double a, double b)</code>	<i>maximum of a and b</i>
<code>double min(double a, double b)</code>	<i>minimum of a and b</i>

Note 1: `abs()`, `max()`, and `min()` are defined also for `int`, `long`, and `float`.

<code>double sin(double theta)</code>	<i>sine function</i>
<code>double cos(double theta)</code>	<i>cosine function</i>
<code>double tan(double theta)</code>	<i>tangent function</i>

Note 2: Angles are expressed in radians. Use `toDegrees()` and `toRadians()` to convert.

Note 3: Use `asin()`, `acos()`, and `atan()` for inverse functions.

<code>double exp(double a)</code>	<i>exponential (e^a)</i>
<code>double log(double a)</code>	<i>natural log ($\log_e a$, or $\ln a$)</i>
<code>double pow(double a, double b)</code>	<i>raise a to the bth power (a^b)</i>

<code>long round(double a)</code>	<i>round to the nearest integer</i>
<code>double random()</code>	<i>random number in $[0, 1)$</i>
<code>double sqrt(double a)</code>	<i>square root of a</i>

<code>double E</code>	<i>value of e (constant)</i>
<code>double PI</code>	<i>value of π (constant)</i>



HÁSKÓLI ÍSLANDS

IDNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD



double forritsdæmi

- Leysa 2. stigs jöfnuna $x^2 + bx + c = 0$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4c}}{2}$$

```
public class Quadratic {  
    public static void main(String[] args) {  
  
        // parse coefficients from command-line  
        double b = Double.parseDouble(args[0]);  
        double c = Double.parseDouble(args[1]);  
  
        // calculate roots  
        double discriminant = b*b - 4.0*c;  
        double d = Math.sqrt(discriminant);  
        double root1 = (-b + d) / 2.0;  
        double root2 = (-b - d) / 2.0;  
  
        // print them out  
        System.out.println(root1);  
        System.out.println(root2);  
    }  
}
```





Keyrsla á forritsdæmi

```
% java Quadratic -3.0 2.0  
2.0  
1.0
```

$$x^2 - 3x + 2$$

```
% java Quadratic -1.0 -1.0  
1.618033988749895  
-0.6180339887498949
```

$$x^2 - x - 1$$

```
% java Quadratic 1.0 1.0  
NaN  
NaN
```

$$x^2 + x + 1$$

Engin rauntölulausn

```
% java Quadratic 1.0 hello  
java.lang.NumberFormatException: hello
```

Verða að vera tölur

```
% java Quadratic 1.0  
java.lang.ArrayIndexOutOfBoundsException
```

Vantar viðfang



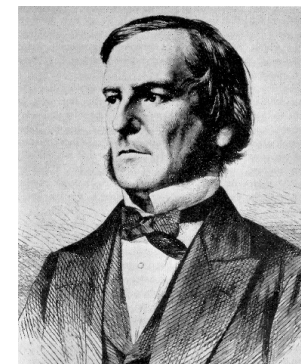
HÁSKÓLI ÍSLANDS

IDNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD



boolean gagnatagið

- Mikið notað til að stýra flæðinu í Java forritum
 - Aðallega notað sem gildi, en sjaldan í breytum
- Aðeins tvö gildi: **true** og **false**
 - Kallast sanngildi (*logic values, boolean values*)
- Kennt við stærðfræðinginn George Boole
 - Setti rökfræðina á formlegri grunn
 - 200 ára fæðingarársmæli 2. nóv. 2015
 - Hátíðarhöld: [George Boole 200](#)





Helstu einkenni boolean

<i>values</i>	true or false		
<i>literals</i>	true false		
<i>operations</i>	and	or	not
<i>operators</i>	&&		!

Sanntöflur
(truth tables)

a	!a	a	b	a && b	a b
true	false	false	false	false	false
false	true	false	true	false	true
		true	false	false	true
		true	true	true	true



HÁSKÓLI ÍSLANDS

IDNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD



Samanburðir

- Taka tvö viðföng af sama tagi og skila **boolean** útkomu

Bæði viðföng verða að vera af sama tagi, en útkoman er alltaf **boolean**

<i>op</i>	<i>meaning</i>	<i>true</i>	<i>false</i>
<code>==</code>	<i>equal</i>	<code>2 == 2</code>	<code>2 == 3</code>
<code>!=</code>	<i>not equal</i>	<code>3 != 2</code>	<code>2 != 2</code>
<code><</code>	<i>less than</i>	<code>2 < 13</code>	<code>2 < 2</code>
<code><=</code>	<i>less than or equal</i>	<code>2 <= 2</code>	<code>3 <= 2</code>
<code>></code>	<i>greater than</i>	<code>13 > 2</code>	<code>2 > 13</code>
<code>>=</code>	<i>greater than or equal</i>	<code>3 >= 2</code>	<code>2 >= 3</code>

Formúlur fyrir nokkur gagnleg skilyrði

non-negative discriminant?

`(b*b - 4.0*a*c) >= 0.0`

beginning of a century?

`(year % 100) == 0`

legal month?

`(month >= 1) && (month <= 12)`



HÁSKÓLI ÍSLANDS

ÍÐNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD



boolean forritsdæmi

- Ár er hlaupár ef það er annaðhvort deilanlegt með 400, eða deilanlegt með 4 en ekki 100

```
public class LeapYear {  
    public static void main(String[] args) {  
        int year = Integer.parseInt(args[0]);  
        boolean isLeapYear;  
  
        // divisible by 4 but not 100  
        isLeapYear = (year % 4 == 0) && (year % 100 != 0);  
  
        // or divisible by 400  
        isLeapYear = isLeapYear || (year % 400 == 0);  
  
        System.out.println(isLeapYear);  
    }  
}
```

```
% java LeapYear 2016  
true  
% java LeapYear 1900  
false  
% java LeapYear 2000  
true
```





Fyrirlestraræfing

4. Skoðið segðirnar $3/2$ og $3.0/2.0$
Hver er munurinn á útkomu segðanna?
5. Skrifið stærðfræðiformúluna hér að neðan sem Java reiknisegð, þar sem u er gefin breyta
$$\sin^2 u + \cos^2 u$$
6. Skrifið röksegðina hér að neðan á einfaldari hátt:
$$((a > b) \ || \ (a == b))$$





Samantekt

- Í þessum tíma:
 - Gagnatög í Java **Kafli 1.2**
 - `String`, `int`, `double`, `boolean`
 - Segðir
 - Samanburður
- Í næsta tíma: **Kafli 1.2**
 - Ýmis kerfisföll
 - Breytingar á milli gagnataga

