



Tölvunarfræði 1

Fyrirlestur 10: Fylki II

Hjálmtyr Hafsteinsson
Haust 2015



HÁSKÓLI ÍSLANDS

IDNADARVERKFRÆÐI, VÉLAVERKFRÆÐI-
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD



Í síðasta fyrirlestri

- Fylki (*arrays*) í Java
 - Skilgreining
 - Minnisúthlutun
- Dæmi um notkun á fylkjum:
 - Að stokka spil (*shuffle*)
 - Safnaraverkefnið

Kafli 1.4



HÁSKÓLI ÍSLANDS

ÍÐNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD



Í þessum fyrirlestri

- Fleiri dæmi um notkun fylkja
- Tvívíð fylki í Java
- Notkun á tvívíðum fylkjum:
 - Töflureiknir
 - Fylkjamargföldun

Kafli 1.4



HÁSKÓLI ÍSLANDS

ÍÐNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD



Forritun með fylkjum í Java

- Fylki í Java byrja alltaf í núlli

- Ekki hægt að breyta því
- Fyrsta stakið í fylki `a[]` er alltaf `a[0]`

```
for (int i = 0; i < N; i++)  
    System.out.println(a[i]);
```

- Þegar fylki hefur verið búið til er lengd þess föst

- Hægt að fá lengd fylkis `a[]` með `a.length`

- Ekki má vísa út fyrir fylki

- Java sýnarvélín passar að ekki sé vísað út fyrir fylki
- Ef fylki hefur 10 stök, þá má aðeins vísa í sæti 0 til 9, allt annað gefur keyrsluvillu

```
int[] a = new int[10];  
a[10] = 2;
```

```
java.lang.ArrayIndexOutOfBoundsException: 10  
    at Profun.main(Profun.java:6)
```



HÁSKÓLI ÍSLANDS

ÍÐNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD



Upphafsstilling fylkja

- Við þýðingu (*compilation*)
 - Ef gildin eru ekki mörg er hægt að setja þau í fylkið við þýðingu
 - Þá eru gildin hluti af forritinu
 - Oft stutt fylki sem eru notuð til að einfalda forritun og búa til úttak

```
String[] einkunnir = {"A", "B", "C", "D", "E", "F"};
```

- Við keyrslu (*execution*)
 - Betra ef gildi eru mörg og búin til í forritinu eða lesin inn

```
double[] a = new double[N];  
for (int i = 0; i < N; i++)  
    a[i] = Math.random();
```





Útdráttur (*sampling*)

- Svipað og happdrætti:
 - N númer, M þeirra fá vinning
 - Getum ekki bara búið til M slembitölur frá 1 til N
 - Gætum fengið sömu tölurnar oftar en einu sinni
- Hugmynd:
 - Notaða svipaða aðferð og stokkun, nema að stoppa eftir M tölur og skila þeim

Lottó 5/40:

40 ólíkar tölur,
velja 5 af þeim



HÁSKÓLI ÍSLANDS

ÍÐNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD



Útdráttur - forrit

([Java Visualizer](#))

```
public class Sample {  
    public static void main(String[] args) {  
        int M = Integer.parseInt(args[0]);  
        int N = Integer.parseInt(args[1]);  
  
        int[] perm = new int[N];  
        for (int i = 0; i < N; i++)  
            perm[i] = i;  
  
        for (int i = 0; i < M; i++) {  
  
            int r = i + (int) (Math.random() * (N-i));  
            int t = perm[r];  
            perm[r] = perm[i];  
            perm[i] = t;  
        }  
  
        for (int i = 0; i < M; i++)  
            System.out.print(perm[i] + " ");  
        System.out.println();  
    }  
}
```

Búa til umröðunarfylki
með 0, 1, ..., N-1

Fá slembiheiltölu
frá i til N-1

Víxla við i-ta stak



Útdráttur - keyrsla

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

slembitala: 7

víxla á a[0] og a[7]:

7	1	2	3	4	5	6	0	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

slembitala: 4

víxla á a[1] og a[4]:

7	4	2	3	1	5	6	0	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

slembitala: 7

víxla á a[2] og a[7]:

7	4	0	3	1	5	6	2	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



3 gildi valin

```
% java Sample 5 50
14 47 45 25 21

% java Sample 8 1000
810 577 157 786 800 261 122 725

% java Sample 6 6
5 1 2 3 4 0
```



HÁSKÓLI ÍSLANDS

ÍÐNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD



Sigti Eratostenesar



- Finna allar frumtölur minni en N
 - 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, ...
- Aðferð:
 - Merkja 2 sem frumtölu
 - Krossa út allar tölur sem 2 gengur uppí
 - Krossum þá út aðra hverja tölu, 4, 6, 8, ...
 - Merkja 3 sem frumtölu
 - Krossa út allar tölur sem 3 gengur uppí
 - Krossum þá út þriðju hverja tölu, 6, 9, 12, ...
 - ...

Frumtala (*prime*):

Einu tölurnar sem ganga upp í hana eru 1 og talan sjálf

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prime numbers
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	
111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	

([Wikipedia](#))

([Hreyfimynd](#) frá [H.B.Meyer](#))



HÁSKÓLI ÍSLANDS

ÍÐNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD



Okkar útfærsla

- Skilgreinum rökfylki `isPrime[]`, sem er `true` fyrir allar tölur í upphafi
- Endurtaka fyrir hvert `i` frá 2 til \sqrt{N} :
 - Ef `i` er merkt sem framtala (`isPrime[i] == true`) þá
Merkja öll margfeldi af `i` sem ekki-framtala
(`isPrime[i*j] = false`)
 - Ef `i` er ekki merkt sem framtala þá er hún samsett og ekkert þarf að gera



Forritið

([Java Visualizer](#))

```
public class PrimeSieve {  
    public static void main(String[] args) {  
        int N = Integer.parseInt(args[0]);  
  
        boolean[] isPrime = new boolean[N+1];  
        for (int i = 2; i <= N; i++)  
            isPrime[i] = true;  
  
        for (int i = 2; i*i <= N; i++) {  
            if (isPrime[i]) {  
                for (int j = i; i*j <= N; j++)  
                    isPrime[i*j] = false;  
            }  
        }  
  
        int primes = 0;  
        for (int i = 2; i <= N; i++)  
            if (isPrime[i]) primes++;  
        System.out.println("# of primes <= " + N + " is " + primes);  
    }  
}
```

Þurfum fylki af stærð
 $N+1$ til að ná uppí N

Setja allt rökfylkið
 ≥ 2 sem satt

Sigtunin sjálf:
*Ef i framtala þá setja
öll margfeldi hennar
sem ekki framtölur*

Telja fjölda framtalna
og skrifa út



Fyrirlestraræfing

1. Væri í lagi að skilgreina fylki og nota það á eftirfarandi hátt?

```
int[] a = new int[-10];  
a[-5] = 2;
```

2. Hver er gallinn við að nota eftirfarandi aðferð við útdrátt á M tölum úr safni N talna?

Gera M sinnum:

- Velja tölu á bilinu 1 til N af handahófi
- **Á meðan** talan hefur komið upp áður
Velja tölu á bilinu 1 til N af handhófi

3. Skrifið forritsbút sem finnur tvíburafrumtölur (*twin primes*) ef rökfylkið **isPrime[]** er gefið
[þ.e. frumtölur sem aðeins munar 2 á, t.d. 41 og 43]





Tvívíð fylki

- Oft eðlilegt að setja upplýsingar upp í tvívíða grind
 - Tafla yfir nemendur og einkunnir þeirra eftir verkefnum
 - Útkoma úr vísindalegum tilraunum
 - Myndræn gögn
- Á vissum sviðum stærðfræði eru fylki (*matrix*) mikið notuð
 - Java líkir eftir þeim með tvívíðum fylkjum (*2D arrays*)
 - Getum unnið með þau eins og stærðfræðifylki, en líka á annan hátt



Skilgreining tvívíðra fylkja

- Svipað og fyrir einvíð fylki:

```
double[][] a = new double[M][N];
```

Fylki með M línum
og N dálkum

- Notkun svipuð og í einvíðum fylkjum:

```
a[2][3] = 5.0;
```

- Fylkin eru núllstillt sjálfkrafa, en ef við viljum setja önnur gildi í þau þá er kóðinn aðeins lengri en fyrir einvíð fylki:

```
int[][] a = new int[M][N];  
for (int i = 0; i < M; i++)  
    for (int j = 0; j < N; j++)  
        a[i][j] = (int) (Math.random() * 100);
```

Slæmbiheiltala frá 0 til 99



Notkun tvívíðra fylkja

- Tvívíð fylki í Java eru fylki af fylkjum
 - Hver lína er einvítt fylki
- Geymd í minni í röð eftir línum:
 - $a[0][0]$, $a[0][1]$, $a[0][2]$, $a[1][0]$, $a[1][1]$, ...
- Upphafsstilling í þýðingu:

Fylki með 2 línum
og 3 dálkum

```
int[][] a = {  
    { 23, 15, 33 },  
    { 33, 92, 41 }  
};
```

$a[][]$

$a[0][0]$	$a[0][1]$	$a[0][2]$
$a[1][0]$	$a[1][1]$	$a[1][2]$
$a[2][0]$	$a[2][1]$	$a[2][2]$
$a[3][0]$	$a[3][1]$	$a[3][2]$
$a[4][0]$	$a[4][1]$	$a[4][2]$
$a[5][0]$	$a[5][1]$	$a[5][2]$
$a[6][0]$	$a[6][1]$	$a[6][2]$
$a[7][0]$	$a[7][1]$	$a[7][2]$
$a[8][0]$	$a[8][1]$	$a[8][2]$
$a[9][0]$	$a[9][1]$	$a[9][2]$

$a[5]$

A 10-by-3 array



HÁSKÓLI ÍSLANDS

ÍÐNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD



Kóði á bakvið töflureikni

Reikna meðaltal fyrir hverja línu

Summa upp dálka 0 til N-1

Setja meðaltalið í dálk N

```
for (int i=0; i<M; i++)  
{  
    double sum = 0.0;  
    for (int j=0; j<N; j++)  
        sum += a[i][j];  
    a[i][N] = (int)Math.round(sum/N);  
}
```

Reikna meðaltal fyrir hverja línu

Summa upp línur 0 til M-1

Setja meðaltalið í línu M

```
for (int j=0; j<N; j++)  
{  
    double sum = 0.0;  
    for (int i=0; i<M; i++)  
        sum += a[i][j];  
    a[M][j] = (int)Math.round(sum/M);  
}
```



HÁSKÓLI ÍSLANDS

ÍÐNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD



Fylkjasamlagning

- Gefin tvö $N \times N$ fylki a og b , skilgreinum $N \times N$ fylkið c þannig að $c[i][j]$ er $a[i][j] + b[i][j]$

```
double[][] c = new double[N][N];  
for (int i = 0; i < N; i++)  
    for (int j = 0; j < N; j++)  
        c[i][j] = a[i][j] + b[i][j];
```

$a[][]$

.70	.20	.10
.30	.60	.10
.50	.10	.40

$a[1][2]$

$b[][]$

.80	.30	.50
.10	.40	.10
.10	.30	.40

$b[1][2]$

$c[][]$

1.5	.50	.60
.40	1.0	.20
.60	.40	.80

$c[1][2]$

Fjöldi aðgerða er af stærðargráðunni N^2



HÁSKÓLI ÍSLANDS

ÍÐNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD



Fylkjamargföldun

- Gefin tvö $N \times N$ fylki a og b , skilgreinum $N \times N$ fylkið c þannig að $c[i][j]$ er innfeldi i -tu línu a og j -ta dálks b

Fylkið c er allt núllstillt

```
double[][] c = new double[N][N];  
for (int i = 0; i < N; i++)  
    for (int j = 0; j < N; j++)  
        for (int k = 0; k < N; k++)  
            c[i][j] += a[i][k] * b[k][j];
```

Kóði fyrir innfeldi

Fjöldi aðgerða er af stærðargráðunni N^3

$a[][]$

.70	.20	.10
.30	.60	.10
.50	.10	.40

← row 1

$b[][]$

column 2
↓

.80	.30	.50
.10	.40	.10
.10	.30	.40

$$\begin{aligned} c[1][2] &= .3 * .5 \\ &+ .6 * .1 \\ &+ .1 * .4 \\ &= .25 \end{aligned}$$

$c[][]$

.59	.32	.41
.31	.36	.25
.45	.31	.42



HÁSKÓLI ÍSLANDS

ÍÐNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD



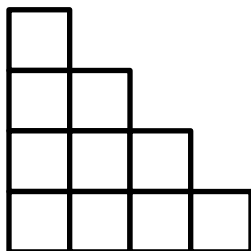
Skörðótt fylki (*ragged arrays*)

- Í Java þurfa tvívíð fylki ekki endilega að hafa allar línur af sömu lengd
 - Getum skilgreint línur af einvíðum fylkjum sem eru mislöng

```
int[][] a = new int[N][];  
for (int i=0; i<N; i++) {  
    a[i] = new int[i+1];  
}
```

Úthluta minni fyrir hverja línu

Mikilvægt að nota hér `a[i].length`



```
for (int i=0; i<N; i++) {  
    for (int j=0; j<a[i].length; j++) {  
        a[i][j] = (int)(Math.random()*100);  
    }  
}
```



HÁSKÓLI ÍSLANDS

ÍÐNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD

([Java Visualizer](#))

Ekki mikið notað í reynd



Fyrirlestraræfing

4. Skrifið kóða til að setja í dálk $N+1$ stærsta gildið í línunni (svipað og "`=max (A1:F1)`" í *Excel*)
5. Hvaða munur á eftirfarandi tveimur fylkjum *a* og *b*?

```
int[] a = new int[N];  
int[][] b = new int[N][1];
```

6. Hvernig fylki kemur út úr eftirfarandi kóða?

```
int[][] a = new int[10][];  
for (int i=0; i<10; i++)  
    a[i] = new int[(int) (Math.random()*10)+5];
```



Samantekt

- Í þessum tíma:
 - Tvívíð fylki í Java
 - Notkun tvívíðra fylkja
- Í næsta tíma:
 - Inntak/úttak í Java
 - Beining (*redirection*)
 - Pípun (*piping*)

Kafli 1.4

Kafli 1.5



HÁSKÓLI ÍSLANDS

ÍÐNADARVERKFRÆÐI-, VÉLAVERKFRÆÐI-
OG TÖLVUNARFRÆÐIDEILD