HEIMADÆMI 3

TÖL203G Tölvunarfræði 2

Kári Hlynsson[1]

Háskóli Íslands

9. febrúar 2023

Verkefni 1

(a) Bætið við klasann `Card` úr æfingadæminu aðferðinni `toString()`, sem skilar streng með gildi spilsins sem hægt er að prenta út. Þið getið notað ensku upphafsstafina fyrir spaða (S), hjarta (H), tígul (D) og lauf (C). Sömuleiðis fyrir mannspilin: ás (A), kóngur (K), drottning (Q) og gosi (J). Þannig á aðferðin að skila „H-K" fyrir hjartakóng, „C-5" fyrir laufafimmu o.s.frv.

(b) Skrifið forritið `CardDeal`, sem tekur á skipanalínunni töluna *k* sem er á bilinu 1 til 52. Forritið prentar þá út *k* spil sem valin eru af handahófi úr spilastokki. Til þess að við prentum ekki sömu spilin út aftur, þá er best að búa til 52-spila fylki. Það er fyllt af öllum mögulegum spilum í venjulegri röð og þetta fylki er síðan stokkað. Til þess getið þið notað aðferðina shuffle úr `StdRandom`. Síðan prentar forritið út *k* fyrstu stökin í fylkinu. Skilið kóðanum fyrir forritið og skjáskoti af keyrslu.

Lausn

Hluti (a)

Útfærsluna má sjá í FORRITI 1 fyrir neðan.

```java
public String toString() {
  char[] suits = {'S', 'H', 'D', 'C'};
  String[] ranks = {"A", "2", "3", "4", "5", "6", "7",
                    "8", "9", "10", "J", "Q", "K"};
  return suits[suit] + "-" + ranks[rank - 1];
}
```

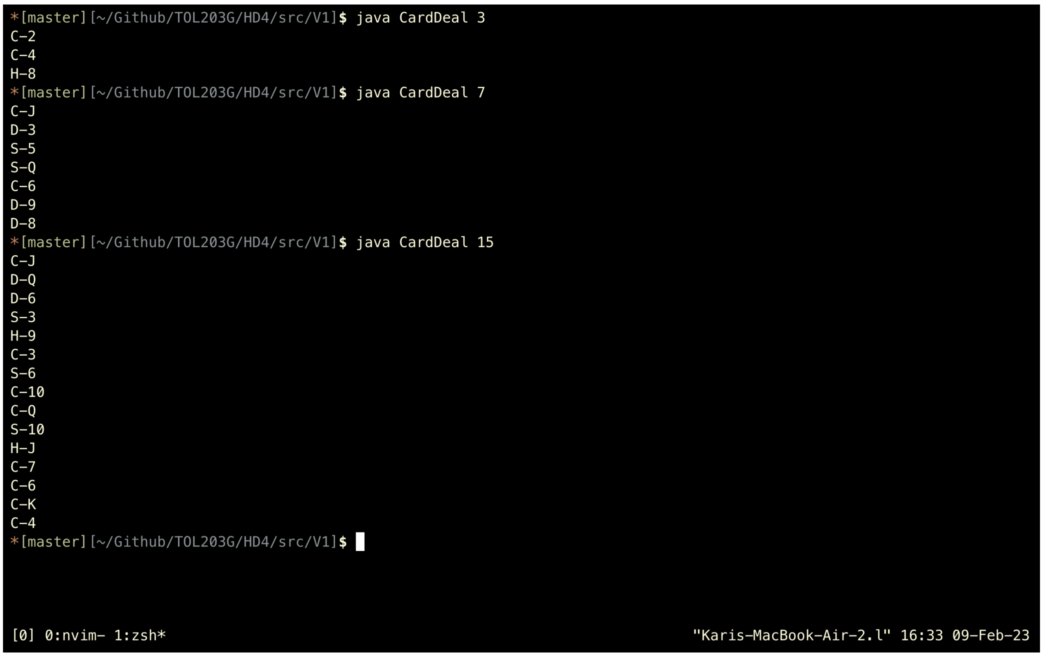
FORRIT 1: Útfærsla á `toString()` í `Card` klasanum

[1] Slóð á Github kóða: `https://github.com/lvthnn/TOL203G/tree/master/HD4`

Hluti (b)

```java
import edu.princeton.cs.algs4.Insertion;
import edu.princeton.cs.algs4.StdRandom;

public class CardDeal {

  /**
   * Generates sorted array of playing cards.
   *
   * @return a deck of playing cards
   */
  public static Card[] generate_deck() {
    Card[] deck = new Card[52];
    for (int i = 0; i < 52; i++)
      deck[i] = new Card(i % 4, i % 13 + 1);
    Insertion.sort(deck);

    return deck;
  }

  /**
   * Gathers uniform k-sized sample from deck
   *
   * @param k number of cards in selection
   * @return  a random selection of k cards from the deck
   */
  public static Card[] deal_cards(int k, Card[] deck) {
    Card[] sample = new Card[k];
    StdRandom.shuffle(deck);
    for (int i = 0; i < k; i++) sample[i] = deck[i];

    return sample;
  }

  public static void main(String[] args) {
    int num_cards = Integer.parseInt(args[0]);
    Card[] deck = generate_deck();

    StdRandom.shuffle(deck);
    Card[] sample = deal_cards(num_cards, deck);
    for (Card card : sample) System.out.println(card.toString());

  }

}
```

FORRIT 2: Útfærsla á `CardDeal` klasanum



MYND 1: Keyrsla á `CardDeal` í skel fyrir inntök $3, 7, 15$

Verkefni 2

Í útfærslunni á Valröðun í bókinni þá er ekki athugað hvort við þurfum að víxla á stökum `a[i]` og `a[min]`. Ef `i` er jafnt og `min` þá er þessi víxlun óþörf. Bætið við `if`-setningu á undan víxlunarskipuninni í röðunarfallinu `sort` sem athugar hvort það þurfi að víxla. Bætið tímamælingarkóða við báðar útgáfurnar og keyrið þær svo á skránni `32Kints.txt` og athugið hvort það sé einhver hraðamunur. Þið ættuð að keyra hvora útgáfu a.m.k. þrisvar sinnum og taka meðaltalið, því það er alltaf einhver breytileiki í keyrslutímanum. Skilið breytta fallinu og niðurstöðum tímamælinganna.

Lausn

Breytta fallið er fyrir neðan í Forriti 3.

```java
    public static void sort(Comparable[] a) {
        int n = a.length;
        for (int i = 0; i < n; i++) {
            int min = i;
            for (int j = i+1; j < n; j++) {
                if (less(a[j], a[min])) min = j;
            }
            if (min != i) exch(a, i, min);
            assert isSorted(a, 0, i);
        }
        assert isSorted(a);
    }
```

Forrit 3: (Hraðvirkari) útfærsla á valröðun

Við höldum upprunalegu útfærslunni í klasanum sem `sort_original()` og útfærum eftirfarandi fall fyrir tímakeyrslu (sjá Forrit 4).

```java
    public static double timeFunc(Integer[] a, String f) {
      Stopwatch timer = new Stopwatch();
      if (f.equals("original"))  Selection.sort_original(a);
      else if (f.equals("fast")) Selection.sort(a);
      else throw new IllegalArgumentException("f can only be ’original’" +
          "or ’fast’");
      return timer.elapsedTime();
```

Forrit 4: Útfærsla á tímamælingarfalli

Næst útfærum við `main` fall sem keyrir annað fallana N sinnum:

```
    public static void main(String[] args) {
        In in = new In(args[0]);
        int N = Integer.parseInt(args[1]);
        String M = args[2];
        Integer[] a = Arrays.stream(in.readAllInts())
                            .boxed().toArray(Integer[]::new);

      for (int i = 0; i < N; i++) {
         StdRandom.shuffle(a);
         System.out.println(timeFunc(a, M));
      }
    }
```

FORRIT 5: `main` fallið í `Selection` klasanum

Hvað keyrslutíma varðar er munurinn nánast enginn. Meðaltal fyrir útfærsluna okkar keyrt á skránni `32Kints.txt` var 0.6063 sekúndur með staðalfráviki 0.0511 sekúndur. Aftur á móti var meðaltal fyrir upprunalegu útfærsluna 0.5948 sekúndur með staðalfrávik 0.0556 sekúndur. Það getur ekki talist marktækur munur á hraða útfærslanna ($p = 0.3988$) og sá sem má sjá í þessum mælingum er eflaust tilviljanakenndur.

Verkefni 3

Þetta er spurning um hegðun valröðunar og innsetningarröðunar á tilteknu N-staka inntaksfylki:

(a) Öll stökin í fylkinu hafa sama gildi:

  (i) Hversu marga samanburði notar valröðun?

  (ii) Hversu marga samanburði notar innsetningarröðun?

(b) Fylkið er óraðað en inniheldur aðeins tvö ólík gildi, A og B. Fjöldi staka af hvoru gildi er óþekktur:

  (i) Hversu marga samanburði notar valröðun?

  (ii) Hversu marga samanburði notar innsetningarröðun?

Lausn

Hluti (a)

(i) Valröðun notar alltaf sama fjölda samanburða því það ítrar frá vísinum `i` og út í enda fylkisins. Fjöldi samanburða er því sem áður $(N-1)+(N-2)+\cdots+2+1 \sim N^2/2$.

(ii) Innsetningarröðun stöðvar alltaf ef `a[j]` $\leq$ `a[j - 1]`, svo í þessu tilviki myndum við alltaf bara líta eitt stak aftur fyrir okkur í röðun á fylkinu. Því er heildarfjöldi samanburða $N-1 \sim N$.

Hluti (b)

(i) Eins og áður sagði er valröðun ekki háð inntaki og því höfum við aftur fjölda samanburða $(N-1)+(N-2)+\cdots+2+1 \sim N^2/2$.

(ii) Látum n og m tákna fjöldann af gildunum A og B í fylkinu, í þeirri röð. Þá er $N = n+m$ heildarfjöldi staka í fylkinu. Án skerðingar á víðgildni athugum við að ef $n \gg m$ þá erum við nokkurn veginn að fást við (ii) í (a)-lið. Ef svo er ekki og $a \approx m$ þá er fjöldi samanburða áður en stak finnur sinn stað í raðaða fylkinu $\frac{1}{2}(N-i)$. Við fáum því að heildarfjöldi samanburða er $\frac{1}{2}(N-1)+\frac{1}{2}(N-2)+\cdots+1+\frac{1}{2} \sim N^2/4$.

Verkefni 4

Við getum skilgreint röðunarreikniritið *Slembiröðun*, sem virkar þannig að á meðan fylkið er ekki raðað þá veljum við tvo vísa `i` og `h` af handahófi (á milli 0 og $N - 1$). Ef stök `a[i]` og `a[j]` eru í langri röð í fylkinu þá víxlum við á þeim og höldum áfram. Forritið þetta reiknirit í Java (þið getið notað `Selection.java` sem fyrirmynd). Takið tímann á keyrslu á `1Kints.txt`. Keyrið forritið ykkar a.m.k. 5 sinnum og skoðið breytileikann á tímanum. Skilið Java kóðanum fyrir fallið og tímunum á keyrslunum.

Lausn

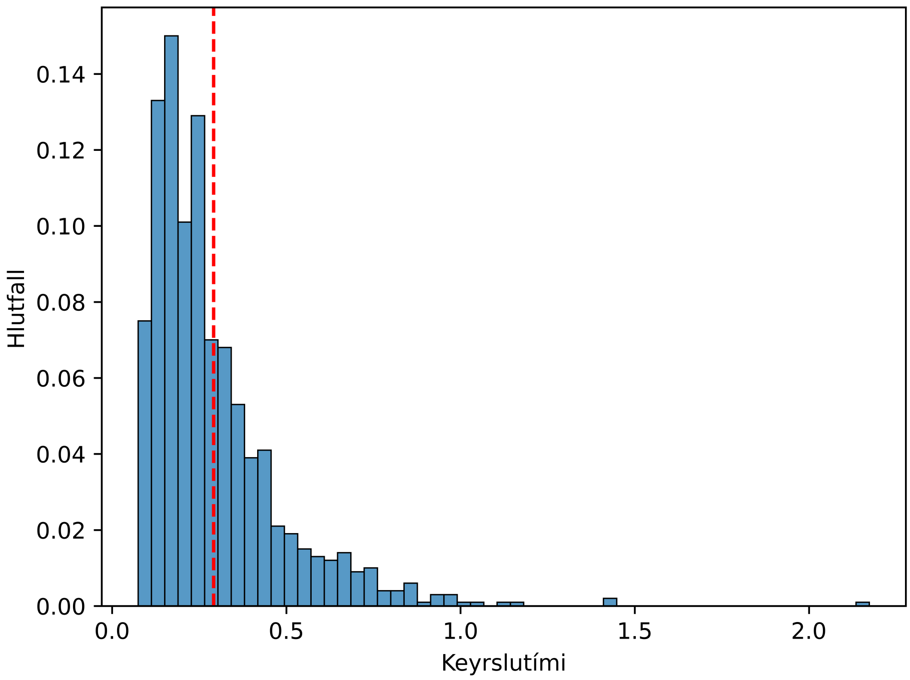
Fallið er fyrir neðan í Forriti 6.

```java
public static void sort(Comparable[] a) {
  int n = a.length;

  while (!isSorted(a)) {
    int i, j;
    i = StdRandom.uniformInt(0, n);
    j = StdRandom.uniformInt(i, n);
    if (less(a[j], a[i])) exch(a, i, j);
  }
}
```

Forrit 6: Útfærsla á slembiröðun

Forritið var keyrt 1000 sinnum og úttakinu beint í textaskrá. Meðaltal var 0.2912 sekúndur með staðalfráviki 0.1932 sekúndur sem er talsvert hærra en það sem við höfum séð hingað til. Mynd af dreifingu á keyrslutíma er á næstu síðu á Mynd 2 ásamt töflu sem sýnir keyrslutímana.

Skráin sem inniheldur keyrslutímana má nálgast með því að **smella hér**.



MYND 2: Dreifing á keyrslutíma slembiröðunar fyrir $N = 1000$ ($n = 1000$)

Verkefni 5

Nota á Shell röðun með $3x+1$ skrefstærðum á 10-staka fylki. Þá eru tvær skrefstærðir: 1 og 4 (reyndar er byrjað með $h = 4$).

(a) Hvert er besta inntak fyrir þessa tegund af Shellröðun? Rökstyðjið og sýnið heildarfjölda samanburða fyrir 10-staka fylki.

(b) Sýnið hvernig þessi Shell röðun virkar á 10-staka fylki í öfugri röð (t.d. 10, 9, ..., 2, 1). Sýnið fylkið eftir hvora umferð og fjölda samanburða. Berið fjölda samanburða hér saman við fjölda samanburða sem innsetningarröðun myndi nota á þessu fylki.

Lausn

Hluti (a)

Besta tilvikið kemur upp þegar fylkið er fyrirfram raðað og innri lykkjan keyrir ekki. Kostnaðurinn er einfaldlega að kíkja í gegnum allar hlutrunurnar svo kostnaðurinn er $\Theta(N)$.

Hluti (b)

Setjum upp rakningar af hlutröðunum í Töflu 2 og Töflu 1 hér fyrir neðan.

	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
$h = 4$	10				6				2	
		9				5				1
	2	1	8	7	6	5	4	3	10	9

Tafla 1: Fyrsta h-röðunin með $h = 4$.

Í 4-röðuninni (Tafla 1 er fjöldi samanburða 6 því við röðum tveimur hlutrunum sem kosta hver um sig 3 samanburði. Næst kemur 1-röðunin í Töflu 2 fyrir neðan sem er venjuleg innsetningarröðun, en í henni eru framkvæmdir 25 samanburðir. Til að sjá betri útskýringu, athuga Töflu 3.

	2	1	8	7	6	5	4	3	10	9
$h = 1$	2	1	8	7	6	5	4	3	10	9
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Tafla 2: Seinni röðunin með $h = 1$.

a[]

i	j	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Samanburðir, S
		2	1	8	7	6	5	4	3	10	9	
1	0	1	2	8	7	6	5	4	3	10	9	1
2	2	1	2	8	7	6	5	4	3	10	9	1
3	2	1	2	7	8	6	5	4	3	10	9	2
4	2	1	2	6	7	8	5	4	3	10	9	3
5	2	1	2	5	6	7	8	4	3	10	9	4
6	2	1	2	4	5	6	7	8	3	10	9	5
7	2	1	2	3	4	5	6	7	8	10	9	6
8	8	1	2	3	4	5	6	7	8	10	9	1
9	8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	2
												$\sum S = 25$

TAFLA 3: Rakning af 1-röðun í Shell röðun með $N = 10$

Prófum nú að bera þetta saman við fjölda samanburða ef við myndum keyra innsetningarröðun á upprunalega fylkið sem gefið var í dæminu:

a[]

i	j	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Samanburðir, S
		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
1	0	9	10	8	7	6	5	4	3	2	1	1
2	0	8	9	10	7	6	5	4	3	2	1	2
3	0	7	8	9	10	6	5	4	3	2	1	3
4	0	6	7	8	9	10	5	4	3	2	1	4
5	0	5	6	7	8	9	10	4	3	2	1	5
6	0	4	5	6	7	8	9	10	3	2	1	6
7	0	3	4	5	6	7	8	9	10	2	1	7
8	0	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	8
9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	9
												$\sum S = 45$

TAFLA 4: Innsetningarröðun á fylki í öfugri röð með $N = 10$.

Eins og má sjá er sparnaðurinn talsverður við að nota Shell röðun, en það munar 20 samanburðum á röðunarreikniritunum.