

Programmerade system I1

Laboration 3.

Syfte

Syftet med denna laboration är att få övning i att strukturera sina program genom att använda metoder och klasser, samt att få övning i att använda sig av fält och **for**-satsen.

Redovisning

Uppgifterna skall vara demonstrerade för och godkända av en handledare senast måndag 20/2.

Uppgift 1

Skriv ett program som läser in ett heltal N och genererar en multiplikationstabell med N rader och N kolumner enligt exemplet nedan:

Ange gradtal: **4**

1 * 1 = 1

1 * 2 = 2

2 * 2 = 4

1 * 3 = 3

2 * 3 = 6

3 * 3 = 9

1 * 4 = 4

2 * 4 = 8

3 * 4 = 12

4 * 4 = 16

Tips 1: Använd två nästlade **for**-satser - en yttre som styr antalet rader och en inre som styr antalet kolumner inom raderna.

Tips 2: Hur många kolumner skall den inre **for**-satsen skriva ut på den första raden? På den andra raden? På den tredje raden?

Uppgift 2

Skriv en metod

public static boolean match(String str)

som kontrollerar parentesmatchning i strängar. Underprogrammet skall som indata ha en sträng och som utdata skall värdet **true** eller **false** lämnas beroende på om parenteserna matchar eller inte.

Exempel:

I exemplen nedan representerar . . en följd av godtyckliga tecken som inte innehåller vänster- eller högerparenteser.

..(.(. .).).

skall ge värdet **true**

..(.(. .).).

skall ge värdet **false**

..(. . .). .(. . .). .

skall ge värdet **true**

. . .). .). .(. .(. . .

skall ge värdet **false**

..(. .). .). .(. .(. .). .

skall ge värdet **false**

.

skall ge värdet **true**

Givetvis skall du också skriva ett program för att testa metoden.

Tips: Räkna antalet förekomster av vänster- respektive högerparenteser under genomlöpnings av strängen. Vad måste gälla för förhållande mellan dessa värden - vid varje tidpunkt under genomlöpnings och vid avslutad genomlöpnings - för att parentesmatchningen skall vara korrekt?

Uppgift 3

I denna uppgift skall ni använda klassen **SpecialDice** som ni gjorde i laboration 2.

Ni skall skapa en klass **TestDice** som innehåller en metod

public static int[] roll(SpecialDice theDice, **int** nrRoll)

som får en tärning **theDice** av klassen **SpecialDice**, kastar denna tärning **nrRoll** antal gånger och returnerar ett heltalsfält som innehåller hur många gånger var och en av valörerna på tärningen kommit upp.

Skriv också en **main**-metod som använder metoden **roll** för att göra 100 kast med en 7-sidig tärning och skriver ut resultatet av dessa kast.

Tips: Fältet som metoden **roll** returnerar innehåller lika många element som det finns sidor på tärningen **theDice**. I klassen **SpecialDice** finns en metod för att ta reda på antalet sidor på tärningen.

Valörerna på en tärning är numrerade från 1 till **max**, medan indexen i ett fält är indexerade från 0 till **max-1**. Var i fältet är det lämpligt att lagra valören 1, valören 2, . . . , valören **max**?

Uppgift 4

Utöka klassen `TestDice` i föregående uppgift med ytterligare en metod

public static int[] valueOf(**int[]** number)

som tar ett heltalsfält `number` innehållande antal gånger som var och en av valörerna på en tärning kommit upp. Metoden skall returnera ett nytt fält som för varje valör innehåller den sammanlagda poängsumman för antalet gånger valören kommit upp. Har t.ex. valören 6 kommit upp 4 gånger skall värdet i returfältet som associeras med valören 6 vara 24.

Skriv sedan en `main`-metod som gör 100 kast med en 9-sidig tärning och skriver den totala poängsumman som varje valör erhållit under dessa kast, d.v.s. programmet skall först anropa metoden `roll` (från förra uppgiften) och därefter metoden `valueOf`.

Tips: Fältet som metoden `valueOf` returnerar innehåller lika många element som indatafältet `number`. Hur kan man ta reda på storleken på ett fält?

Uppgift 5

A är en kvadratisk heltalsmatris med N rader och N kolonner. I första kolonnen i A är alla elementen lika med 1. I första raden i A är alla övriga element lika med 0. För resterande element i A gäller att

$$a_{ij} = a_{i-1,j-1} + a_{i-1,j}$$

I fallet $N = 5$ får matrisen utseendet:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 3 & 3 & 1 & 0 \\ 1 & 4 & 6 & 4 & 1 \end{pmatrix}$$

Skriv ett program som läser in ett positivt heltal $N \leq 10$, beräknar matrisen A , samt skriver ut alla element i och till vänster om diagonalen hos A enligt nedan:

$$\begin{pmatrix} 1 & & & & \\ 1 & 1 & & & \\ 1 & 2 & 1 & & \\ 1 & 3 & 3 & 1 & \\ 1 & 4 & 6 & 4 & 1 \end{pmatrix}$$

Utforma programmet på så sätt att det förutom `main`-metoden innehåller följande tre metoder

public static int readGrad()	som läser in och returnerar ett gradtal ≤ 10
public static int[][] createArray(int n)	som skapar och returnerar en matris av gradtal n
public static void writeElement(int[][] m)	som skriver ut elementen i matrisen m

Tips1: Börja vid beräkningen av matrisen att initialisera alla element i första raden till 0 och sedan alla element i första kolumnen till 1.

Tips2: Uppgift 1 är till hjälp vid implementationen av metoden `writeElement`.

Tips3: Utveckla och testa en metod i taget. Börja med den metod du tror är lättast att utveckla.

Uppgift 6

Spelet Yatzy spelas med 5 vanliga 6-sidiga tärningar. Spelet består av 15 ronder och spelet går ut på att få högsta möjliga poäng. I varje rond får man kasta tärningarna tre gånger. Första gången tärningarna kastas i en rond måste samtliga tärningar kastas, medan man i de två resterande kasten i en rond får kasta ett godtyckligt antal av de fem tärningarna, dvs man kan avstå från att kasta vissa tärningar.

Efter varje rond måste man föra in sitt resultat i en av 15 olika poängkategorier. Den poängkategori som väljs blir inte längre möjlig att välja i en senare rond. Nedan anges vilka poängkategorier som finns och vilken poäng som erhålls:

Ettor	summan av poängen för tärningarna med värdet 1
Tvåor	summan av poängen för tärningarna med värdet 2
Treor	summan av poängen för tärningarna med värdet 3
Fyror	summan av poängen för tärningarna med värdet 4
Femmor	summan av poängen för tärningarna med värdet 5
Sexor	summan av poängen för tärningarna med värdet 6
Par	summan av de två högsta tärningarna med samma värde
Två par	summan av poäng för två par av tärningar med inbördes samma värde
Triss	summan av poäng för tre tärningar med samma värde
Fyrtal	summan av poäng för fyra tärningar med samma värde
Liten stege	15 poäng erhålles om tärningarna är i följd från 1 till 5
Stor stege	20 poäng erhålles om tärningarna är i följd från 2 till 6
Kåk	summan av poäng för tre respektive två tärningar med inbördes samma värde
Chans	summan av samtliga fem tärningar
Yatzy	50 poäng om alla tärningar har samma värde.

Er uppgift är att skriva en metod

```
public int[] evaluate(int[] dicePoints)
```

som från en given uppsättning av värden på 5 tärningar beräknar vilken poängsumma som erhålls för var och en av de 15 olika poängkategorierna ovan. Metoden skall finnas i en klass med namnet **PlayEngine**.

Observera att poängen för en poängkategori är oberoende av poängen i de andra poängkategorierna, d.v.s. att om t.ex. samtliga tärningar har värdet 4 erhålls följande poäng:

Fyror	20
Par	8
Två par	16
Triss	12
Fyrtal	16
Kåk	20
Chans	20
Yatzy	50

Under utvecklingen av metoden **evaluate** kan ni testa de individuella poängkategorierna genom att använda programmet **TestScore.java** som finns att kopiera från kursens hemsida. För att testa att er slutversion av metoden **evaluate** fungerar korrekt *skall* ni använda **TestPlayEngine.java** och **RefPlayEngine.class**, som ni kopierar från kursens hemsida.

Tips 1: Om ni sorterar fältet **dicePoints** innan ni börjar beräkna poängen för de olika poängkategorierna blir flertalet poängberäkningar mycket enklare. Om fältet är sorterat kan man t.ex. konstatera att *alla värden är lika om det första och sista värdet är lika*, dvs villkoret för att erhålla Yatzy.

Tips 2: En metod för att sortera fält finns i klassen **Arrays**.

Tips 3: *Implementera och testa en poängkategori i taget.* Börja med de enklaste poängberäkningarna först. Den lämpligaste ordningen är i princip den omvända mot uppräkningsordningen ovan, dvs starta med poängberäkningen för Yatzy och avsluta med poängberäkningen för de enskilda tärningsvalörerna, dvs Ettor till Sexor.

Tips 4: Använd privata hjälpmetoder för att få en överskådlig struktur på metoden **evaluate**.

Kommentar: Att utveckla ett fullständigt Yatzy-spel med grafisk representation är en av de uppgifter ni kan välja att göra på den sista laborationen.

Uppgift 7

En digital bild kan representeras som ett tvådimensionellt fält av bildpunkter.

I en digital gråskalebild är en bildpunkt ett heltalsvärde i intervallet 0-255, där värdet 0 betecknar svart och värdet 255 betecknar vitt. En bild har en viss storlek, dvs ett visst antal bildpunkter i höjdlängd och ett visst antal bildpunkter i sidlängd. En gråskalebild kan således representeras med ett tvådimensionellt fält av typen `int[][]`, där den första dimensionen definierar bildens höjd och den andra dimensionen definierar bildens bredd. En variabel som representerar en gråskalebild med höjden `HEIGHT` pixlar och bredden `WIDTH` pixlar kan skapas med satsen

```
int[][] grayImage = new int[HEIGHT][WIDTH];
```

Elementet `grayImage[20][40]` anger således gråtonen i den pixel som återfinns 20 pixlar åt höger och 40 pixlar nedåt från bildens övre vänstra hörn. Observera att `grayImage[0][0]` är pixeln i övre vänstra hörnet i bilden och att `grayImage[HEIGHT-1][WIDTH-1]` är pixeln i nedre högra hörnet.



En digital färgbild lagras på RGB-format, där varje bildpunkt utgörs av *tre* heltalsvärden i intervallet 0-255. De enskilda värdena representerar intensiteten av färgerna rött, grönt och blått. En färgbild kan avbildas med ett tredimensionellt fält av typen `int[][][]`, där den första dimensionen definierar bildens höjd, den andra dimensionen definierar bildens bredd och den tredje dimensionen representerar färgerna rött, grönt och blått. En variabel som representerar en färgbild med höjden `HEIGHT` pixlar och bredden `WIDTH` pixlar kan skapas med satsen

```
int[][][] colorImage = new int[HEIGHT][WIDTH][3];
```

Elementer `colorImage[18][56][1]` anger således intensiteten av grönt i den pixel som återfinns 18 pixlar åt höger och 56 pixlar nedåt från bildens övre vänstra hörn.



I denna uppgift skall ni skriva några enkla metoder för bildbehandling. På kursens hemsida finns ett antal färdiga klasser som ni skall använda.

Gråskalebilder.

I denna uppgift skall ni skriva metoder för behandling av gråskalebilder. På kursens hemsida finns klasserna `GrayImage`, `GrayImagePanel`, `GrayImageWindow` och `MyGrayProgram`, som ni skall använda.

Klassen `GrayImage` tillhandahåller klassmetoderna

```
static int[][] read(String fileName)
```

som läser in en bild på gif-, jpg- eller jpeg-format från filen `fileName`. Om ursprungsbilden i filen är en färgbild översätts denna till en gråskalebild.

```
static void write(String fileName, int[][] picture)
```

som skriver ut fältet `picture` som en gråskalebild på formatet gif, jpg eller jpeg till en fil med namnet `fileName`.

Klassen `GrayImageWindow` tillhandahåller en konstruktor

```
GrayImageWindow(int[][] picture1, int[][] picture2)
```

som skapar ett fönster i vilket fälten `picture1` och `picture2` ritas ut som gråskalebilder.



Klassen MyGrayScaleProgram innehåller nedanstående kod och producerar fönstret som visas ovan.

```
public class MyGrayProgram {
    public static void main(String[] args) throws Exception{
        int[][] original = GrayImage.read("svamp.jpeg");
        int[][] manipulated = upDown(original);
        GrayImage.write("upDownSvamp.jpeg", manipulated);
        GrayImageWindow iw = new GrayImageWindow(original, manipulated);
    }
    public static int[][] upDown(int[][] samples) {
        int[][] newSamples = new int[samples.length][samples[0].length];
        for (int row = 0; row < samples.length; row = row + 1)
            newSamples[row] = samples[samples.length - row - 1];
        return newSamples;
    } //upDown
} //MyGrayProgram
```

I klassen finns metoden

```
public static int[][] upDown(int[][] samples)
```

som tar ett tvådimensionellt fält **samples** (som representerar en gråskalebild) och returnerar ett nytt tvådimensionellt fält (som också representerar en gråskalebild). Det nya fältet som metoden returnerar är en spegelvänd kopia av fältet **samples** roterad runt den horisontella axeln, dvs första raden i det nya fältet är sista raden i **samples**, andra raden i det nya fältet är näst sista raden i **samples**, osv. Metoden kan alltså användas för att vända en bild upp och ner.

Metoden **main** läser in en fil (**svamp.jpeg**) som innehåller en gråskalebild och lagrar denna i det tvådimensionella fältet **original**, skapar ett nytt fält **manipulated** genom att anropa metoden **upDown** med fältet **original**, skriver ut fältet **manipulated** som en bild till filen **upDownSvamp.jpeg** och skapar slutligen ett fönster där filerna **original** och **manipulated** ritas ut som bilder.

Din uppgift är att utöka klassen MyGrayScaleProgram med följande metoder:

```
public static int[][] leftRight(int[][] samples)
```

som returnerar en spegelvänd kopia av **samples** roterad runt den vertikala axeln.

```
public static int[][] invert(int[][] samples)
```

som returnerar en kopia av **samples** där värdet $s_{i,j}$ för varje element i **samples** har ersätts med värdet $255 - s_{i,j}$.

```
public static int[][] toBlackWhite(int[][] samples)
```

som returnerar en kopia av **samples** där värde $s_{i,j}$ för varje element i **samples** har ersätts med värdet 0 om $s_{i,j}$ är mindre än 128 och med värdet 255 om $s_{i,j}$ är större eller lika med 128.



original



leftRight



invert



toBlackWhite

För att rita ut t.ex. den spegelvända kopian ändrar ni satsen

```
int[][] manipulated = upDown(original);
```

till

```
int[][] manipulated = leftRight(original);
```

i **main**-metoden i klassen MyGrayScaleProgram. Vill ni lagra den nya bilden som en jpeg-bild ändrar ni också filnamnet i satsen

```
GrayImage.write("upDownSvamp.jpeg", manipulated);
```

Färgbilder.

För färgbilder finns klasserna `ColorImage`, `ColorImagePanel`, `ColorImageWindow` och `MyColorProgram`.

Klassen `ColorImage` tillhandahåller klassmetoderna

static int[][][] `read(String fileName)` som läser in en bild på gif -, jpg- eller jpeg-format från filen `fileName`.

static void `write(String fileName, int[][][] picture)` som skriver ut fältet `picture` som en bild på formatet gif, jpg eller jpeg till en fil med namnet `fileName`.

Klassen `ColorImageWindow` tillhandahåller en konstruktor

`ColorImageWindow(int[][][] picture1, int[][][] picture2)` som skapar ett fönster i vilket fälten `picture1` och `picture2` ritas ut som färgbilder.



Klassen `MyColorProgram` har utseendet:

```
public class MyColorProgram {
    public static void main(String[] args) throws Exception {
        int[][][] original = ColorImage.read("svamp.jpeg");
        int[][][] manipulated = upDown(original);
        ColorImage.write("upDownSvamp.jpeg", manipulated);
        ColorImageWindow iw = new ColorImageWindow(original, manipulated);
    }
    public static int[][][] upDown(int[][][] samples) {
        int[][][] newSamples = new int[samples.length][samples[0].length][3];
        for (int row = 0; row < samples.length; row = row + 1)
            newSamples[row] = samples[samples.length - row - 1];
        return newSamples;
    } //upDown
}
```

Din uppgift är att utöka klassen `MyColorProgram` med följande metoder:

```
public static int[][][] leftRight(int[][][] samples)
public static int[][][] invert(int[][][] samples)
public static int[][][] toGray(int[][][] samples)
public static int[][][] toBlackWhite(int[][][] samples)
```



leftRight



invert



toGray



toBlackWhite

Inversen till en färgbild erhålls genom att för varje pixel i originalbilden ersätta intensiteten $s_{i,j}$ för var och en av färgerna röd, grön och blå med värdet $255 - s_{i,j}$.

För att få bästa kvalitén på den gråskalebild (och därmed den svartvita bild) som erhålls från en färgbild skall ni beräkna bildpunkternas *luminans*. Luminansen L är den för ögat upplevda ljusheten hos en yta och definieras som

$$L = 0.299r + 0.587g + 0.114b.$$

där r är intensiteten av rött, g är intensiteten av grönt och b är intensiteten av blått. I den gråskalebild som beräknas från en färgbild, sätts intensiteten av färgerna rött, grön och blått i varje pixel till värdet L i motsvarande pixel i färgbilden. I den svartvita bild som erhålls från en färgbild, sätts intensiteten av färgerna rött, grön och blått i varje pixel till värdet 0 om L i motsvarande pixel i färgbilden är mindre än 128 och till 255 om L är större eller lika med 128.

Frivilliga extrauppgifter

En *kontur* i en svartvit bild kan definieras enligt nedan:

I konturen av bilden `picture`, skall en pixel vara svart om och endast om `picture[i][j]` är svart och antingen (i, j) ligger på *randen* i `picture` eller (i, j) har minst en *granne* som är vit i `picture`. Randen i bilden utgörs av de yttre raderna och kolumnerna. Grannar till (i, j) är alla (i_k, j_k) sådana att $i_k \in i-1..i+1$ och $j_k \in j-1..j+1$.

Bildpunkter som ligger på randen kan inte direkt beräknas med detta uttryck eftersom dessa bildpunkter saknar en eller flera närliggande punkter. Ni kan bortse från bildpunkterna på randen och låta dessa ha samma värden som i originalbilden.

Skriva en metod

public static int[][] contour(int[][] sample)

som tar en färgbild `sample` och returnerar en ny bild vilken är en kopia av `sample` som innehåller de svart-vita konturerna i bilden.



I bildanalys används ofta så kallade *faltningsfilter* för att lyfta fram sådant som är intressant i bilden. Det kan t.ex. röra sig om att ta bort brus, eller att reducera eller framhäva konturer i bilden. Vid användning av faltningsfilter beräknas ett nytt värde på en bildpunkt genom att, förutom att beakta bildpunkten själv, även beakta närliggande bildpunkter. Ett faltningsfilter kan således anses som en matris. Faltningsfiltret

$$\begin{matrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 9 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{matrix}$$

är ett filter som *förändrar skärpan* i bilden. Filtret anger att det nya värdet i en bildpunkt beräknas genom att multiplicera bildpunktens gamla värde med 9 och subtrahera med varje närliggande bildpunkt. Detta kan också uttryckas på följande sätt:

Alla bildpunkter $new_{i,j}$ i den bild som erhålls med faltningsfiltret och som *inte ligger på randen* i bilden beräknas av uttrycket

$$new_{ij} = -1*old_{i-1,j-1} -1*old_{i-1,j} -1*old_{i-1,j+1} -1*old_{i,j-1} + 9*old_{i,j} -1*old_{i,j+1} -1*old_{i+1,j-1} -1*old_{i+1,j} -1*old_{i+1,j+1}$$

där $old_{i,j}$ är värdet för bildpunkten i,j i bilden som filtreras. I en färgbild appliceras faltningsfiltret på varje färgkomponent. Värdet av den nya bildpunkten $new_{i,j}$ kan bli negativt eller större än 255. Detta måste kontrolleras. Negativa värden sätts till 0 och värden större än 255 sätts till 255.

Ett annat faltningsfilter som förändrar skärpan är

$$\begin{array}{ccc} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{array}$$

För att beräkna det nya värdet av en bildpunkt används i detta filter endast 4 av de 8 närbelägna bildpunkterna. Resultatet av de båda filtren ser ni nedan.



För att detektera kanter i bilder appliceras två filter på original bilden (ett filter för att få fram kanterna i y-led och ett filter för att få fram kanterna i x-led). Ett välkänt kantdektteringsfilter är Sobel-filtret, vars faltningsmatriser har följande utseende:

$$\begin{array}{ccc} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{array} \quad \begin{array}{ccc} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{array}$$


Färgbilden har först översatts till en gråskalebild, varefter gråskalebilden filtrerats med Sobel-filtren



Varje enskild färg i färgbilden har filtrerats med Sobel-filtren, varefter det erhållna värdet inverterats (dvs satts till $255 - \text{värde}$).

Antalet bearbetningar man kan göra på bilder är näst intill obegränsat. Ni kan säkert komma på egna förslag på metoder att implementera. Den intresserade kan också hitta många ytterligare exempel på bildbehandling och filter genom sökning på nätet. Några lämpliga adresser att börja med är:

http://en.wikipedia.org/wiki/Image_editing

http://en.wikipedia.org/wiki/Sobel_operator