

# Programmering og Problemløsning

## Datalogisk Institut, Københavns Universitet

### Arbejdsseddel 4 - gruppeopgave

Jon Spørring

Version 2

23. september - 27. september.  
Afleveringsfrist: fredag d. 27. september kl. 22:00.

Emnerne for denne arbejdsseddel er:

- Moduler og namespaces,
- Afprøvning.

Opgaverne er delt i øve- og afleveringsopgaver. I denne periode skal I arbejde i grupper med jeres afleveringsopgaver. Regler for gruppe- og individuelle afleveringsopgaver er beskrevet i "Noter, links, software m.m." → "Generel information om opgaver".

## Øveopgaver

En farve repræsenteres ofte som en triple (rød, grøn, blå), hvor hver indgang kaldes en farvekanal eller blot en kanal, og hver kanal er typisk et heltal mellem 0 og 255:

$$c = (r, g, b) \tag{1}$$

Farver kan lægges sammen ved at addere deres kanaler,

$$c_1 + c_2 = (\text{trunc}(r_1 + r_2), \text{trunc}(g_1 + g_2), \text{trunc}(b_1 + b_2)), \tag{2}$$

$$c_i = (r_i, g_i, b_i) \tag{3}$$

$$\text{trunc}(v) = \begin{cases} 0, & v < 0 \\ 255, & v > 255 \\ v, & \text{ellers} \end{cases} \tag{4}$$

og farver kan skaleres ved at gange hver kanal med samme konstant.

$$ac = (\text{trunc}(ar), \text{trunc}(ag), \text{trunc}(ab)) \quad (5)$$

Farver, hvor alle kanaler har samme værdi,  $v = r = g = b$ , kaldes gråtoner, og man kan konvertere en farve til gråtone ved at udregne gråtoneværdien som gennemsnittet af de 3 kanaler,

$$v = \text{gray}(c) = \frac{r + g + b}{3} \quad (6)$$

4ø.0 Skriv en signaturfil for et modul, som indeholder funktionerne `trunc`, `add`, `scale`, og `gray` ud fra ovenstående matematiske definitioner og ved brug af tupler, hvor muligt.

4ø.1 Skriv en implementation af signaturfil fra Opgave 4ø.0 og kompilér begge filer til et bibliotek (dll-fil).

4ø.2 Skriv 2 programmer: Et som benytter biblioteket udviklet i Opgave 4ø.0 og 4ø.1 via `fsharp` og et som benytter det via `fsharpc`.

4ø.3 Lav en White-box afprøvning af jeres bibliotek fra Opgave 4ø.1 og ved brug af `fsharpc`.

4ø.4 Udvid biblioteket (både signatur- og implementationsfilen fra Opgave 4ø.0 og 4ø.1) med en funktion, som konverterer en farvetriplet til en gråtonetriplet. Udvid afprøvningen med en passende afprøvning af den nye funktion. Diskutér om bibliotek, program, og afprøvning er struktureret på en måde, så denne udvidelse har været let, eller om der er uhensigtsmæssige afhængigheder, som gør rettelse, vedligeholdelse og udvidelse besværlig og med risiko for fejl.

## Afleveringsopgaver

Opgaven omhandler to-dimensionelle vektorer. En to-dimensionel vektor (herefter blot vektor) er et geometrisk objekt som består af en retning og en længde. Typisk repræsenteres vektorer som par af tal  $\vec{v} = (x, y)$ , hvor længden og retningen findes ved,

$$\text{len}(\vec{v}) = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (7)$$

$$\text{ang}(\vec{v}) = \text{atan2}(y, x) \quad (8)$$

Vektorens ender kaldes hhv. hale og spids, og når halen placeres i  $(0, 0)$ , så vil spidsen have koordinat  $(x, y)$ . Vektorer har en række standardoperatorer,

$$\vec{v}_1 = (x_1, y_1) \quad (9)$$

$$\vec{v}_2 = (x_2, y_2) \quad (10)$$

$$a\vec{v}_1 = (ax_1, ay_1) \quad (11)$$

$$\vec{v}_1 + \vec{v}_2 = (x_1 + x_2, y_1 + y_2) \quad (12)$$

$$\vec{v}_1 \cdot \vec{v}_2 = x_1x_2 + y_1y_2 \quad (13)$$

Addition kan tegnes som vist i Figure 1.

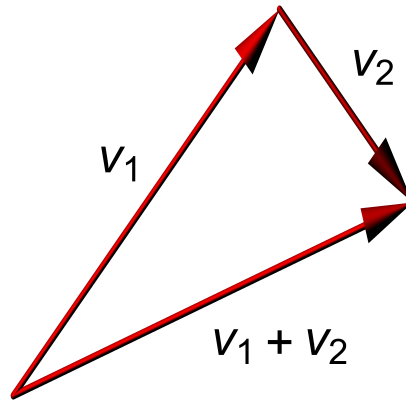


Figure 1: Illustration of vector addition in two dimensions.

4g.0 Skriv et bibliotek `vec2d.fs`, som implementerer signatur filen givet i Listing 1.

**Listing 1 `vec2d.fsi`:  
A signature file.**

```

1 /// A 2 dimensional vector library.
2 /// Vectors are represented as pairs of floats
3 module vec2d
4   /// The length of a vector
5   val len : float * float -> float
6   /// The angle of a vector
7   val ang : float * float -> float
8   /// Multiplication of a float and a vector
9   val scale : float -> float * float -> float * float
10  /// Addition of two vectors
11  val add : float * float -> float * float -> float * float
12  /// Dot product of two vectors
13  val dot : float * float -> float * float -> float

```

4g.1 Skriv en White-box afprøvning af biblioteket.

4g.2 Punkter på en cirkel med radius 1 kan beregnes som  $(\cos \theta, \sin \theta)$ ,  $\theta \in [0, 2\pi)$ . Betragt det lukkede polygon, som består af  $n > 1$  punkter på en cirkel, hvor  $\theta_i = \frac{2\pi i}{n}$ ,  $i = 0..(n-1)$ . Skriv et program med en funktion,

`polyLen : n:int -> float`

som benytter ovenstående bibliotek til at udregne længden af polygonet. Længden udregnes som summen af længden af vektorerne mellem nabopunkter. Programmet skal desuden udskrive en tabel af længder for et stigende antal værdier  $n$ , og resultaterne skal sammenlignes med omkredsen af cirklen med radius 1. Ud fra tabellen, hvad ser det ud til at der sker med længden af polygonet, når  $n \rightarrow \infty$ ?

4g.3 Biblioteket `vec2d` tager udgangspunkt i en repræsentation af vektorer som par (2-tupler). Lav et udkast til en signaturfil for en variant af biblioteket, som ungår tupler helt. Diskutér eventuelle udfordringer og større ændringer, som varianten ville kræve, både for implementationen og programmet.

Afleveringen skal bestå af

- en zip-fil, der hedder 4g\_<gruppe>.zip (f.eks. 4g\_gruppe4.zip)

Zip-filen 4g\_<gruppe>.zip skal indeholde en src mappe og filen README.txt. I src skal der ligge præcis 5 filer: vec2d.fsi, vec2d.fs, 4g1.fsx, 4g2.fsx, 4g3.fsi svarende til den udleverede fil og de 4 delopgaver. De skal kunne oversættes med fsharp og de oversatte filer skal kunne køres med mono. Funktioner skal dokumenteres ifølge dokumentationsstandarden som minimum ved brug af <summary>, <param> og <returns> XML-tagsne. Udover selve koden skal besvarelser indtastes som kommentarer i de fsx-filer, de hører til. Filen README.txt skal ganske kort beskrive, hvordan koden oversættes og køres.

God fornøjelse.