Termín na odovzdanie riešení je 17.10.2019. Riešenia posielajte na cvisionfmfi@gmail.com.

Frekvenčné spektrum z ikonických dát (t. j. obrázku) vytvoríme v Matlabe funkciou fft2(). Vstupom je (reálna) matica šedotónového obrazu, výstupom je komplexná matica rovnakých rozmerov ako pôvodná matica.

```
>> Img = double(rgb2gray(imread('obrazok.jpg')))/255;
>> FImg = fft2(Img);
```

Z frekvenčného spektra späť do priestorového transformujeme obraz funkciou ifft2()

```
>> SFImg = ifft2(Img);
```

Na vizualizáciu spektra sa zvyčajne využíva amplitúdové spektrum (absolútna hodnota spektra)

$$|F[\xi]|,$$

tu $F[\xi]$ je spektrum. Výslednú reálnu maticu zobrazíme príkazom imagesc() ktorý vytvorí farebne kódovaný obraz.

```
>> imagesc(abs(FImg));
```

Takto zobrazené spektrum má zobrazuje najnižšie frekvencie na okrajoch a najvyššie v strede, preto sa získane spektrum zvyčajne transformuje príkazom fftshift(), ktorý jednotlivé kvadranty presunie tak, aby nízke frekvencie boli okolo stredu obrázku

```
>> imagesc(abs(fftshift(FImg)));
```

K obrazu získanému príkazom imagesc() môžeme zobraziť farebnú paletu aj s rozsahom hodnôt v obraze príkazom colorbar.

```
>> colorbar;
```

Môžete si všimnúť, že absolútne hodnoty prvkov frekvenčného spektra dosahujú dosť veľké hodnoty, preto pre lepšiu vizualizáciu amplitúdového spektra použijeme

```
>> imagesc(log10(1+abs(fftshift(FImg))));
```

Úloha 1: (5 bodov) a) Zobrazte amplitúdové spektrum matice A, ktorej hodnoty intenzít pixelov v riadku sú hodnoty funkcie sínus (pozor, uvedená matica obsahuje aj záporné hodnoty - to pre Fourierovu transformáciu nie je problém. Maticu môžete jednoducho zostrojiť tak, že si vytvoríte jeden riadok hodnôt funkcie sínus a použijete príkaz repmat(riadok, pocetriadkov, smerkopirovania)).

b) Vyššie vytvorenú maticu otočte o vami vybraný uhol (príkaz imrotate(matica, uhol, interpolacia)), z výsledku RA vyberte len "zvlnenú" časť B a zobrazte jej amplitúdové spektrum. Čo pozorujete?

c) Vytvorte lineárnu kombináciu matíc A a RA, z výsledku vyberte len kombinovanú časť C a zobrazte jej ampitúdové spektrum. Skúste zdôvodniť výsledok.

Úloha 2: (3 body) Zistite, či má na výsledný tvar obrazu väčší vplyv amplitúda alebo fáza. Návod: K danému obrazu (napr. 'face.jpg' zostrojte jeho amplitúdové spektrum a toto amplitúdové spektrum transformujte späť na obraz, ktorý zobrazte. Potom pôvodné spektrum transformujte tak, aby každý prvok spektra mal absolútnu hodnotu 1 a výsledok transformujte späť na obraz ktorý zobrazte. Ak je obraz získaný z amplitúdového spektra ťažko zobraziteľný, môžete skúsiť jeho maticu transformovať tak, aby minimálna hodnota sa zobrazila na 0, maximálna na 1 a zvyšok lineárne aproximovať t.j.

$$Y = (X - min(X))/(max(X) - min(X))$$

a takto získaný obraz ekvalizovať buď funkciou histeq(), alebo vašou funkciou z minulého zadania).

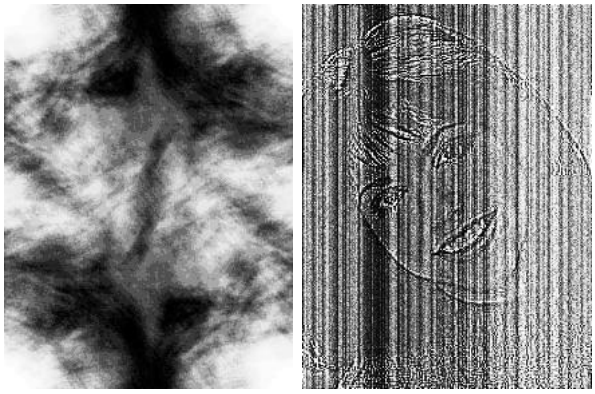

Figure 1: Ukážka výsledkov z úlohy 2 po transformácii a ekvalizácii.

Úloha 3: (2 body) Zobrazte amplitúdové spektrum obrazu 'harley.jpg'. Vysvetlite pozorované vzory v amplitúdovom spektre.

Filtrácia v priestorovej oblasti Na filtráciu obrazu sa používa funkcia imfilter(Img, Filt), kde Img je obraz a $Filt$ je filter. Ako filter slúži akákoľvek matica. Klasické filtre možno získať funkciou $ftspecial(...)$, možné filtre sú vypísané v dokumentácii k funkcii.

Funkcia imfilter používa filtrovanie koreláciou. Pre filtrovanie konvolúciou je treba použiť túto funkciu s parametrom imfilter(Img, Filt,$'$conv$'$)

Príklad: Overte, že filtrovanie vo frekvenčnom spektre je ekvivalenté konvolúcii v priestorovej oblasti.