**Histogram, histogramová ekvalizácia a filtre**

**Úlohy:**

Postupujte podľa textového a videonávodu a vypracujte jednotlivé podúlohy.

Obrazové výstupy podúloh spracujte do wordovského dokumentu resp. .pdf a stručne okomentujte vplyv jednotlivých metód, filtrov a zmien parametrov na výsledné obrazy. Stručne odpovedajte na tieto otázky:

1. Aký vplyv má na histogram rotácia obrazu?
2. Prečo je pri obraze so štvorcami v histograme len niekoľko vysokých stĺpcov? Aký je ich počet a výška vzhľadom na vami vytvorené štvorce?
3. Prečo má histogram pri obraze „rampa“ viacej stĺpcov ako obraz so štvorcami?
4. Aký vplyv má histogramová ekvalizácia na obraz z vizuálneho pohľadu? Aký vplyv má na histogram?
5. Aký vplyv má na obraz a jeho histogram adaptívna histogramová ekvalizácia? Ako výsledky ovplyvňuje zmena parametrov clipLimit a tileGridSize?
6. Aké filtre a parametre ste použili? Aký vplyv majú vami použité filtre na obraz? Ako vplýva veľkosť konvolučného jadra na výsledok filtra?

Odovzdajte dokumentáciu, súbor .py alebo .ipynb s daným programom (zdrojový kód) a ľubovoľný screenshot vášho IDE s otvoreným programom a viditeľným kódom.

**Riešenie:**

1. **Histogram**

V cvičení sme pracovali s obrázkom, kde sme vytvorili obraz s viacerými obdĺžnikmi a štvorcami s rôznymi úrovňami jasu a otočili sme ho. Tiež sme načítali a pracovali s obrázkom „rampa.png“ na generovanie histogramov.

**Odpovede na otázky a, b, c:**

1. **Aký vplyv má na histogram rotácia obrazu?**

Rotácia obrazu nemá priamy vplyv na tvar histogramu, pretože histogram zaznamenáva iba rozdelenie intenzít pixelov v obrázku. Nezáleží na orientácii prvkov obrazu. Ak sa nezmení počet pixelov rôznej intenzity, histogram zostáva rovnaký.

A graph of different sizes and colors

Description automatically generated with medium confidenceA graph of different sizes and colors

Description automatically generated with medium confidence

1. **Prečo je pri obraze so štvorcami v histograme len niekoľko vysokých stĺpcov? Aký je ich počet a výška vzhľadom na vami vytvorené štvorce?**

Pri obraze so štvorcami je v histograme len niekoľko vysokých stĺpcov, pretože obraz obsahuje iba niekoľko odlišných intenzít jasu (napríklad čiernu, bielu, sivú a ďalšie úrovne jasu z vlastných štvorcov). Počet vysokých stĺpcov v histograme je primeraný počtu rôznych úrovní jasu, ktoré sú zastúpené v obraze.

1. **Prečo má histogram pri obraze „rampa“ viacej stĺpcov ako obraz so štvorcami?**

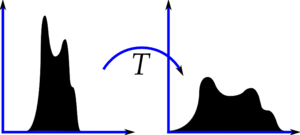
Obraz „rampa“ obsahuje plynulý prechod intenzity jasu, čo znamená, že pokrýva širšie spektrum intenzít jasu. V dôsledku toho má histogram obrázu „rampa“ viac stĺpcov, pretože sú v ňom obsiahnuté viaceré intenzity s jemným prechodom.

A graph and a diagram

Description automatically generated

1. **Histogramová ekvalizácia**

Pre túto úlohu sme spracovali obrázok „chlapec2.png“, kde sme použili klasickú a adaptívnu histogramovú equalizáciu.

****

**Odpovede na otázky d, e:**

1. **Aký vplyv má histogramová ekvalizácia na obraz z vizuálneho pohľadu? Aký vplyv má na histogram?**

Histogramová ekvalizácia zvyšuje kontrast obrazu tým, že rozloží intenzity jasu tak, aby sa lepšie využil dynamický rozsah obrazu. Z vizuálneho pohľadu to znamená, že detaily, ktoré boli v pôvodnom obraze nevýrazné, sa stávajú zreteľnejšie. Histogram sa po equalizácii stáva rovnomernejšie rozloženým.

A collage of different images of a child

Description automatically generated

1. **Aký vplyv má na obraz a jeho histogram adaptívna histogramová ekvalizácia? Ako výsledky ovplyvňuje zmena parametrov clipLimit a tileGridSize?**

Adaptívna histogramová ekvalizácia (CLAHE) umožňuje zvýšiť kontrast lokálne pre jednotlivé časti obrazu, čím sa zvýrazňujú detaily v rôznych oblastiach obrazu. Parametre clipLimit a tileGridSize ovplyvňujú, ako výrazne sa kontrast mení. Vyšší clipLimit vedie k výraznejšiemu kontrastu, zatiaľ čo tileGridSize určuje počet riadkov a stĺpcov, na ktoré sa obraz rozdelí. Naľavo máme parametre clipLimit = 2 a tileGridSize = (8,8). Napravo sme zvolili parametre clipLimit = 3 a tileGridSize = (30,30). Vo výsledku môžeme pozorovať ako sa nám prejavila zmena parametrov v obraze ako aj v histograme.

A collage of images of a child

Description automatically generated

1. **Filtre**

Načítali sme obrázok „lena.jpg“ a aplikovali rôzne filtre ako blur, GaussianBlur, medianBlur a bilateralFilter. Následne sme pozorovali ako sa prejavili rôzne filtre na obrázku.

A person wearing a hat

Description automatically generatedA screenshot of a person wearing a hat

Description automatically generated

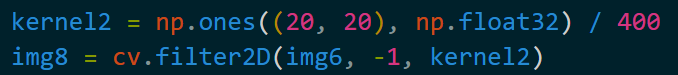
A group of colorful text

Description automatically generated with medium confidence

A screenshot of a person wearing a hat

Description automatically generatedA person wearing a hat

Description automatically generated





A screenshot of a person wearing a hat

Description automatically generatedA person wearing a hat

Description automatically generated

****

A screenshot of a person wearing a hat

Description automatically generatedA screenshot of a person wearing a hat

Description automatically generated



****

A screenshot of a person wearing a hat

Description automatically generatedA screenshot of a person wearing a hat

Description automatically generated



Môžeme si všimnúť, že medzi obrázkom s vlastným jadrom 5x5 a obrázkom používajúcim filter blur, tiež s jadrom 5x5 nie je rozdiel. Pri použití väčšieho jadra sa už osoba na obrázku stáva takmer neidentifikovateľná.

**Blur (priemerný filter):**

**Parameter:** veľkosť konvolučného jadra (kernel size)

Väčšie jadro spôsobí väčšie rozmazanie, priemeruje hodnoty z väčšieho okolia. Pri menšom jadre bude rozmazanie menej výrazné.

**GaussianBlur:**

**Parametre:** veľkosť konvolučného jadra a štandardná odchýlka (sigma)

Väčšie jadro a vyššia sigma spôsobia silnejšie rozmazanie a vyhladenie obrazu. Tento filter lepšie zachováva okraje ako priemerný filter.

**MedianBlur:**

**Parameter:** veľkosť jadra (musí byť nepárne)

Väčšie jadro lepšie odstraňuje šum, ale môže spôsobiť stratu detailov. Menšie jadro odstráni menší šum a zachová viac detailov.

**BilateralFilter:**

**Parametre:** veľkosť filtra (d), sigmaColor a sigmaSpace

* + Veľkosť filtra (d) určuje priemer pixelov v oblasti použitej na filtrovanie. Väčší filter (väčšia hodnota d) spôsobí výraznejšie vyhladenie obrazu a zachovanie okrajov. Ak je hodnota d príliš malá, filter má slabší efekt.
  + sigmaColor: Definuje, ako rozdiely v intenzite jasu ovplyvnia filtrovanie. Väčšia hodnota umožňuje filtrovanie rôznych farieb s podobnou intenzitou a zachovanie okrajov.
  + sigmaSpace: Určuje rozsah filtrovania v priestore obrazu. Väčšia hodnota sigmaSpace vedie k vyhladeniu väčších oblastí.

**Odpoveď na otázku f:**

1. **Aké filtre a parametre ste použili? Aký vplyv majú vami použité filtre na obraz? Ako vplýva veľkosť konvolučného jadra na výsledok filtra?** Použili sme dva filtre s vlastným jadrom, filter blur, GaussianBlur, medianBlur a bilateralFilter:
   * **Blur (priemerný filter)**: Použitím konvolučného jadra s veľkosťou (5,5) sa obraz rozmaže priemerovaním okolitých pixelov.
   * **GaussianBlur**: Aplikuje Gaussovské rozmazanie, ktoré lepšie vyhladzuje obraz s menším dopadom na okraje.
   * **MedianBlur**: Filtruje obraz použitím mediánu okolitých pixelov, čo je účinné pri odstránení šumu.
   * **BilateralFilter**: Zachováva okraje obrazu, pričom vyhladzuje plochy.

Veľkosť konvolučného jadra ovplyvňuje rozsah, v akom filter vyhladzuje obraz. Väčšie jadrá vedú k silnejšiemu rozmazaniu, zatiaľ čo menšie jadrá zachovávajú viac detailov.