

Képfeldolgozás – Vizsga feladatok

1. Képfeldolgozási szoftverek

Soroljon fel legalább 5 olyan szoftveres eszközt, amely a képfeldolgozási problémák megoldása során hasznos lehet! Jellemezze ezeket röviden!

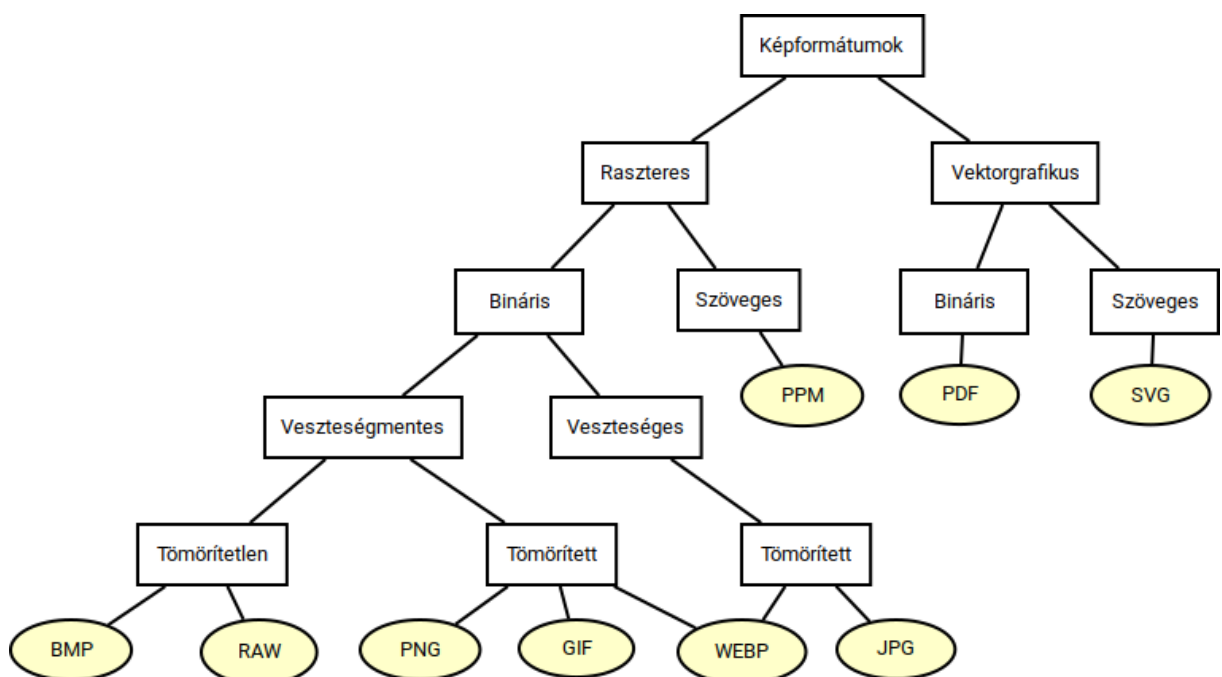
Képfeldolgozáshoz például az alábbi szoftvereket használhatjuk.

- *OpenCV*: Nyílt, szabványos gépi látásos (*Computer Vision*) függvénykönyvtár C++ nyelvhez. Python wrapper elérhető hozzá.
- *NumPy*: Numerikus függvénykönyvtár Python-hoz. A lineáris algebrai eszközöket (vektorokat, mátrixokat és műveleteiket) biztosítja.
- *Matplotlib*: Függvényábrázoló függvénykönyvtár Python-hoz. A NumPy típusait tudja használni.
- *Scikit Learn*: Gépi tanuláshoz használható függvénykönyvtár.
- *Jupyter*: Interaktív, munkafüzet alapú fejlesztést segítő keretrendszer. Többségében Python programozási nyelvvel használják, de más nyelvekhez is elérhető.
- *GIMP*: Nyílt forráskódú képszerkesztő program.

Említhetők például még a következők is: Seaborn, PhotoShop, PyTorch, TensorFlow, SciPy, Pillow/PIL.

2. Képfarmátumok

Mutassa be a képek tárolási formátumainak egy elterjedt osztályozási módját! Sorolja fel az elterjedt formátumokat!



- BMP: *BitMap*, egyszerű, bittérképes formátum.
- RAW: Nyers képformátum. Főként fotózásban használják.
- PNG: *Portable Network Graphics*, az Internet képformátumának hozták létre.
- GIF: *Graphics Interchange Format*, főként kisebb méretű, animált, helyenként átlátszó képekhez.
- WebP: Az Internet következő preferált képformátuma.
- JPG: *Joint Photographic Experts Group*, fényképekre kifejlesztett formátum.
- PPM: *Portable PixMap*, egyszerű raszteres formátum.
- PDF: *Portable Document Format*, bináris képformátumnak tekinthető.
- SVG: *Scalable Vector Graphics*, XML alapú vektorgrafikus képformátum.

3. Szürkeárnyalatos leképezés

Mutasson be legalább 3 olyan számítási módot, amely segítségével egy színes (RGB színtérbeli) képből szürkeárnyalatosat kaphatunk!

A leképezés egy $\mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}$ (pontosabban $[0, 1]^3 \rightarrow [0, 1]$) leképezés formájában írható fel. Néhány gyakori megközelítés:

- $f(r, g, b) = \frac{r + g + b}{3}$.
- $f(r, g, b) = \max(r, g, b)$.
- $f(r, g, b) = \frac{\min(r, g, b) + \max(r, g, b)}{2}$.

4. Árnyalatokhoz kötődő színterek

Mutassa be a HSI, HSV és HSL színtereket!

https://en.wikipedia.org/wiki/HSL_and_HSV

5. Zaj típusok

Soroljon fel legalább 5 zaj típust, és hogy mi okozhatja!

Gyakran előforduló zajtípusok például az alábbiak:

- Pontszerű zaj: származhat például a képkalkotó eszköz (például CCD szenzor) hibájából.
- Fehér zaj: származhat a megvilágítás egyenetlenségéből, különféle sugárzások okozta hatásból.
- Elmosódott részek: okozhatja a rosszul beállított fókuszt, mélységélesség.

- Színtérből adódó zaj: a közeg színe vagy a színes megvilágítás okozhatja.
- Túlexponálás: a túlságosan hosszú expozíciós idő okozza.
- Perspektív torzítás: a kamerák fizikai kialakításából adódik.
- Elmosódásos zaj: az exponálás közben bemozdult kamera okozhatja.
- Mintavételezési, tömörítési zaj: például a JPG (veszteséges) tömörítésnél figyelhető meg.
- Hiányzó, kitakart képrészek: a rossz kamerabeállítások, útban lévő objektumok okozhatják.

6. Hisztogram számítása

Jelölje az $I \in [0, 255]^{n \times m}$ egy szürkeárnyalatos kép intenzitás mátrixát! Írja le (matematikai formulák és/vagy pszeudókód) segítségével a hisztogram számítási módját!

Jelölje a hisztogramot a $h \in \mathbb{Z}^{256}$ vektor! Feltételezzük, hogy az indexeket 0-tól indítjuk. Ekkor a h értékét a következőképpen számíthatjuk ki:

$$h[k] = |\{(x, y) \in I : I[x, y] = k\}|.$$

Pszeudó kód:

```

CALC_HISTOGRAM(I, @h)
// Input : I ∈ [0, 255]n×m
// Output : h ∈ ℤ256
FOR k ← 0 TO 255 DO
    h[k] ← 0
FOR i ← 1 TO n DO
    FOR j ← 1 TO m DO
        h[I[i, j]] ← h[I[i, j]] + 1
RETURN(h)

```

7. Hisztogram műveletek

Mutassa be a hisztogram széthúzás és a hisztogram kiegyenlítés műveletét!

A hisztogram széthúzás (*histogram stretching*) során arra törekszünk, hogy az eredeti intenzitástartományt a teljes (jellemzően $[0, 255]$) tartományra húzzuk szét. Az új I' intenzitást az I intenzitásból a következőképpen számíthatjuk ki:

$$I' = \frac{I - I_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} \cdot 255,$$

ahol az I_{\min} a képen lévő minimális, az I_{\max} pedig a képen lévő maximális intenzitást jelöli.

A hisztogram kiegyenlítés (*histogram equalization*) során arra törekszünk, hogy a transzformációt követően az intenzitások eloszlása minél közelebb legyen az egyenletes eloszláshoz.

8. Lineáris konvolúció

Mutassa be a kernel mátrix segítségével végrehajtható lineáris konvolúciós szűrő működését!

Jelölje a lineáris konvolúciós szűrő kernelét az alábbi mátrix:

$$g \in \mathbb{R}^{(2k+1) \times (2k+1)}.$$

A lineáris konvolúciót diszkrét esetben a következő számítással adhatjuk meg:

$$(f * g)(x, y) = \sum_{i=-k}^k \sum_{j=-k}^k f(x + j, y + i) \cdot g(j, i),$$

ahol f a kép pontbeli intenzitását írja le, a g pedig a konvolúciós kernelt.

9. Gauss szűrő

Mit nevezünk Gauss szűrő? Adjon rá egy lineáris konvolúciós közelítést!

A Gauss szűrés egy olyan konvolúciós eljárást jelöl, melyben a konvolúciós kernel a normális eloszlás görbéjét közelíti. Tetszőleges dimenzióban elvégezhető. Képek esetében ez a kétváltozós normális eloszlás haranggörbéjét jelenti (mint felület közelítését).

Gauss szűrőhöz konvolúciós kerneknek például a következő mátrixot használhatjuk:

$$g = \frac{1}{16} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}.$$

10. Medián szűrő

Mutassa be a medián szűrő működését! Írja le a módszer néhány fontosabb jellemzőjét!

A medián szűrő egy nemlineáris szűrő. A nevét onnan kapta, hogy a konvolúció során használt kernelhez tartozó értékeket sorba rendezzük, majd a középső elemet (a mediánt) választjuk.

- A módszer előnye, hogy nem ad a képhez új intenzitást.
- Nagyon jól kezeli a pontszerű zajokat.
- Hátránya, hogy a rendezés miatt számításigényes.

11. Élkiemelés

Hogyan becsülhetjük, hogy hol van egy (szürkeárnyalatos) képen él? Adjon rá konkrét, lineáris konvolúciós közelítő módszert!

Az éleket például a pontbeli gradienssel, annak nagyságával becsülhetjük. Jelölje $I \in \mathbb{R}^{n \times m}$ az intenzitásmátrixot. Ekkor a gradiens a

$$\nabla I(x, y) = \left[\frac{\partial I(x, y)}{\partial x}, \frac{\partial I(x, y)}{\partial y} \right]$$

alakban írható föl.

Ennek egy numerikus, lineáris konvolúciós közelítése a Sobel operátor, amelynek kerneljei:

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & +1 \\ -2 & 0 & +2 \\ -1 & 0 & +1 \end{bmatrix}, \quad G_y = \begin{bmatrix} +1 & +2 & +1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}.$$

12. Lokális küszöbölés

Adjon egy egyszerű példát adaptív, lokális küszöbölési algoritmusra!

Lokális küszöböléshez használhatjuk például az alábbi, egyszerű algoritmust.

- Minden képponthoz határozzuk meg az adott képponttól egy adott távolságon belül elérhető képpontok halmazát.
- Számítsuk ki ezen képpontok átlagát, amelyet lokális küszöbértékként használhatunk.