

CVIČENÍ 4: KONVOLUCE

V tomto cvičení si zkusíme aplikovat na obrázky diskretní konvoluci. Diskretní konvoluce je zobrazení, do kterého vstupuje obrázek a takzvaná konvoluční maska. Konvoluční maska specifikuje, co konkrétně konvoluce s obrázkem provede. Protože se v počítačích obrázky vyskytují nejčastěji ve formě matice, kde každá hodnota odpovídá jasů v daném pixelu, nepřekvapí nás, když i konvoluční maska bude ze stejného světa. Vlastní konvoluce tedy vezme matici obrázku a každému bodu přiřadí novou hodnotu podle následujícího vzorce.

$$(f * g) = \sum_{r=0}^{M-1} \sum_{s=0}^{M-1} f(r, s) h(m-r, n-s).$$

Jednoduše řečeno položíme masku na obrázek tak, aby střed masky byl v bodě, kde konvoluci počítáme, přenásobíme každou hodnotou v masce příslušnou hodnotu obrázku a potom vše sečteme.

Pomocí konvoluce jsme schopni odstranit z obrázků šum nebo zvýraznit hrany, což je hojně využíváno, chceme-li, aby počítač dokázal sám rozpoznat objekty na obrázku (třeba při zpracování dat z průmyslových kamer).

Čím je maska větší, tím větší okolí bodu nám může zasáhnout do výpočtu. Názorně je to vidět v následujícím příkladu, kdy byla nejdříve použita maska

$$\frac{1}{9} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix},$$

která vlastně novou hodnotu spočítá jako průměr hodnot v okolních bodech. Poté na stejný obrázek aplikujeme masku větší, ale opět se stejnými hodnotami.

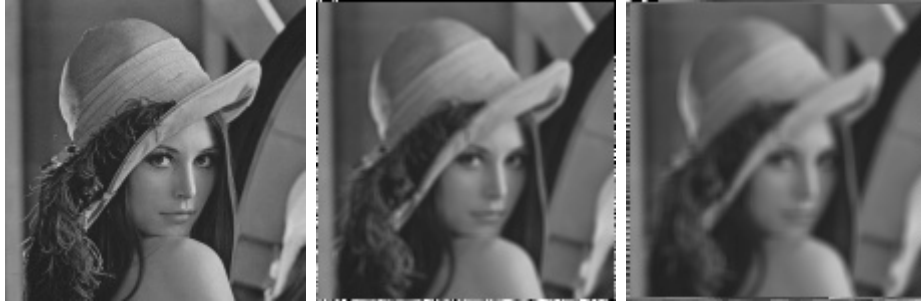
$$\frac{1}{25} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix},$$

Jak si můžeme všimnout, naše maska zprůměrováním hodnot na okolí obraz rozmazala, a to tím více, čím větší okolí bodu se do průměru započítalo. Kdyby byla maska stejně velká, jako obrázek, tak by celý výsedný obrázek byl jen v jedné barvě.

V minulém cvičení jsme si ukázali, jak se v Matlabu pracuje s maticemi. Nyní si zkusíme naprogramovat diskretní konvoluci podle následujícího algoritmu. Abychom se vyhnuli přechřívání masky „do prázdna“ při počítání hodnot u krajních bodů, nebudeme konvoluci počítat v bodech, ve kterých by maska přechřívala přes kraj obrázku. Vytvoříme si vlastně takový rámeček, na kterém výpočet konvoluce prostě vynecháme.

¡PSEUDOKOD¡

Úkol 1.1 Naprogramujte diskretní konvoluci podle návodu výše a otestujte masky



Obrázek 1: Lena před aplikací konvoluce, po konvoluci s maskou 3×3 a po konvoluci s maskou 5×5 .

- $\frac{1}{9} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$
- $\frac{1}{16} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$
- $\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$
- $\begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}$
- $\begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$
- $\begin{pmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$

U posledních čtyř masek přičtete ke každému bodu ještě hodnotu 128, ať obrázky nejsou moc tmavé.

Úkol 1.2 text