

## Vaja 8: Morfološka obdelava slik

Pripravili: Peter Naglič, Robert Korez, Tomaž Vrtovec

<https://e.fe.uni-lj.si>

Rok oddaje poročila: 4. maj 2020 (do 23:59)

### Navodila

Morfološka obdelava slik zajema tehnike za izluščevanje slikovnih komponent, ki so uporabne za predstavitev in opisovanje oblike področij, npr. robovi, skelet, itn. Z morfološko operacijo v splošnem določimo vrednost izbranega slikovnega elementa izhodne slike na podlagi "pravila", ki ga uporabimo na pripadajočemu slikovnemu elementu ter njemu sosednjim slikovnim elementom vhodne slike. Pravilo določa **strukturni element**, katerega velikost in obliko prilagodimo glede na objekte v sliki, ki jih želimo morfološko obdelati. Predpostavimo, da ima strukturni element obliko pravokotnika velikosti  $M \times N$ , kjer sta  $M$  in  $N$  celi lihi števili ( $M = 2m + 1$ ,  $N = 2n + 1$ ), ter da strukturni element zavzema le binarne vrednosti (0 ali 1). Strukturni element  $b(i, j)$  lahko torej predstavimo v obliki binarne maske pravokotne oblike  $b(i, j) \in \{0, 1\}$ ,  $\forall i = -m \dots + m$ ,  $\forall j = -n \dots + n$ , npr.:

$M \times N = 3 \times 3$

1	1	1
1	1	1
1	1	1

$M \times N = 1 \times 3$

1
1
1

$M \times N = 5 \times 5$

0	0	1	0	0
0	1	1	1	0
1	1	1	1	1
0	1	1	1	0
0	0	1	0	0

Osnovni operaciji morfološke obdelave slik sta erozija in dilacija. **Morfološka erozija** sivinske slike  $f(x, y)$  s strukturnim elementom  $b(i, j)$  je definirana kot:

$$(f \ominus b)(x, y) = \min_{\forall i, j} \{ f(x - i, y - j) \cdot b(i, j) \}.$$

Vrednost slikovnega elementa izhodne slike je torej enaka najmanjši vrednosti v okolici pripadajočega slikovnega elementa vhodne slike. **Morfološka dilacija** sivinske slike  $f(x, y)$  s strukturnim elementom  $b(i, j)$  je definirana kot:

$$(f \oplus b)(x, y) = \max_{\forall i, j} \{ f(x - i, y - j) \cdot b(i, j) \}.$$

Vrednost slikovnega elementa izhodne slike je torej enaka največji vrednosti v okolici pripadajočega slikovnega elementa vhodne slike. Na podlagi osnovnih morfoloških operacij lahko definiramo še nekatere napredne operacije, med katerimi se najbolj uporabljata morfološko odpiranje in zapiranje. **Morfološko odpiranje** sivinske slike  $f(x, y)$  s strukturnim elementom  $b(i, j)$  je definirano kot:

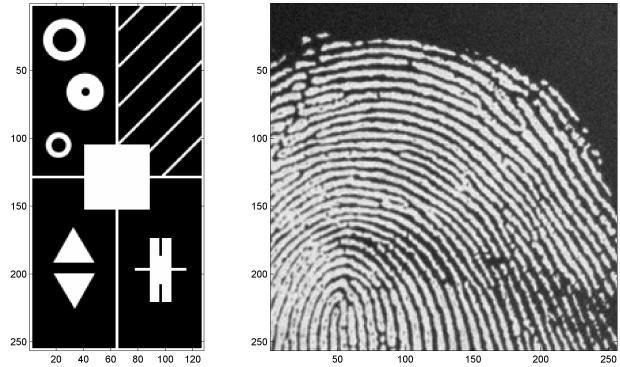
$$(f \circ b)(x, y) = ((f \ominus b)(x, y) \oplus b)(x, y) \quad \text{oz.} \quad f \circ b = (f \ominus b) \oplus b$$

in je torej enako dilaciji z  $b(i, j)$  rezultata erozije  $f(x, y)$  z  $b(i, j)$ . **Morfološko zapiranje** sivinske slike  $f(x, y)$  s strukturnim elementom  $b(i, j)$  je definirano kot:

$$(f \bullet b)(x, y) = ((f \oplus b)(x, y) \ominus b)(x, y) \quad \text{oz.} \quad f \bullet b = (f \oplus b) \ominus b$$

in je torej enako eroziji z  $b(i, j)$  rezultata dilacije  $f(x, y)$  z  $b(i, j)$ .

Dana je testna slika `test-128x256-08bit.raw` velikosti  $X \times Y = 128 \times 256$ , ki je zapisana z 8 biti v obliki surovih podatkov (RAW). Poleg tega je dana tudi realna slika `real-256x256-08bit.raw` velikosti  $X \times Y = 256 \times 256$ , ki je ravno tako zapisana z 8 biti v obliki surovih podatkov (RAW).



1. Napišite funkcijo za morfološko erozijo slike:

```
def morphErosion(iImage, iStruct)
```

kjer je `iImage` vhodna slika, `iStruct` pa binarni pravokotni strukturni element. Funkcija vrne morfološko erodirano sliko `oImage`, ki ima enake dimenzije kot vhodna slika. Domeno vhodne slike razširite glede na velikost strukturnega elementa, tako da bo erozija na robovih slike vrnila ustrezne vrednosti (domeno razširimo z največjo vrednostjo dinamičnega območja sivinskih vrednosti, torej z 255).

2. Napišite funkcijo za morfološko dilacijo slike:

```
def morphDilation(iImage, iStruct)
```

kjer je `iImage` vhodna slika, `iStruct` pa binarni pravokotni strukturni element. Funkcija vrne morfološko dilatirano sliko `oImage`, ki ima enake dimenzije kot vhodna slika. Domeno vhodne slike razširite glede na velikost strukturnega elementa, tako da bo dilacija na robovih slike vrnila ustrezne vrednosti (domeno razširimo z najmanjšo vrednostjo dinamičnega območja sivinskih vrednosti, torej z 0).

3. Napišite funkcijo za morfološko odpiranje slike:

```
def morphOpening(iImage, iStruct)
```

kjer je `iImage` vhodna slika, `iStruct` pa binarni pravokotni strukturni element. Funkcija vrne morfološko odprto sliko `oImage`, ki ima enake dimenzije kot vhodna slika. Funkcijo napišite s pomočjo funkcij `morphErosion()` in `morphDilation()`.

4. Napišite funkcijo za morfološko zapiranje slike:

```
def morphClosing(iImage, iStruct)
```

kjer je `iImage` vhodna slika, `iStruct` pa binarni pravokotni strukturni element. Funkcija vrne morfološko zaprto sliko `oImage`, ki ima enake dimenzije kot vhodna slika. Funkcijo napišite s pomočjo funkcij `morphErosion()` in `morphDilation()`.

5. Preizkusite delovanje morfološke erozije, dilacije, odpiranja in zapiranja na testni in realni sliki, pri čemer uporabite različne strukturne elemente.

## Vprašanja

Odgovore na sledeča vprašanja zapišite v poročilo, v katerega vstavite tudi zahtevane izrise slik ali grafov. Izvorno kodo priložite v obliki datoteke .py ter jo skupaj s poročilom arhivirajte v .zip ali .rar datoteko.

1. Priložite slike, ki ste jih pridobili s pomočjo morfološke erozije, dilacije, odpiranja in zapiranja testne slike na podlagi strukturnega elementa velikosti  $5 \times 5$ , ki je podan v navodilih.
2. Priložite slike, ki ste jih pridobili s pomočjo morfološke erozije, dilacije, odpiranja in zapiranja realne slike na podlagi strukturnega elementa velikosti  $5 \times 5$ , ki je podan v navodilih.
3. Kakšen je rezultat morfoloških operacij, če uporabimo strukturni element velikosti  $3 \times 1$ , ki je podan v navodilih? Kakšen je rezultat, če ta strukturni element zavrtimo za  $90^\circ$  in postane torej velikosti  $1 \times 3$ ? Obrazložite odgovor.
4. Kakšni so učinki morfološke erozije oziroma dilacije? Obrazložite odgovor.
5. Kakšni so učinki morfološkega odpiranja oziroma zapiranja? Obrazložite odgovor.
6. Prikažite razliko med slikama, pridobljenima z morfološko dilacijo in morfološko erozijo, in sicer za testno in za realno sliko. Kaj predstavlja taka slika?

## Dodatek

Odgovore na sledeče probleme ni potrebno prilagati k poročilu, prispevajo pa naj k boljšemu razumevanju vsebine.

Ker je dana realna slika sivinska, lahko morfološke postopke in postopek upravljanja izvedemo na dva načina:

- Sliko najprej upravljam s poljubnim pragom  $t$  ter nato na upravljeni sliki izvedemo poljubno morfološko operacijo.
- Na sivinski sliki najprej izvedemo poljubno morfološko operacijo ter nato sliko upravljam s poljubnim pragom  $t$ .

Primerjajte rezultate, pridobljene na oba načina.