

CILK SPAWN-SYNC И HYPEROBJECTS – ПРИМЕР ИМПЛЕМЕНТАЦИЈЕ МОРФОЛОШКИХ ОПЕРАЦИЈА НАД СЛИКОМ

Морфолошке операције над сликом

Реч морфологија означава форму и структуру објекта. Морфологијом се описује распоред и дају међусобне релације између објеката. Дигитална морфологија даје начин да се опишу или анализирају облици дигиталних објеката, па према томе и дигиталних слика. Дигитална морфологија посматра слику у контексту теорије скупова. Дакле, слика је скуп елемената (пиксела) који груписани у дводимензионалну структуру дају одређене облике. Математичке операције над скуповима се користе за анализу облика, пребројавање, препознавање и слично. Основне морфолошке операције су **дилетација** и **ерозија**.

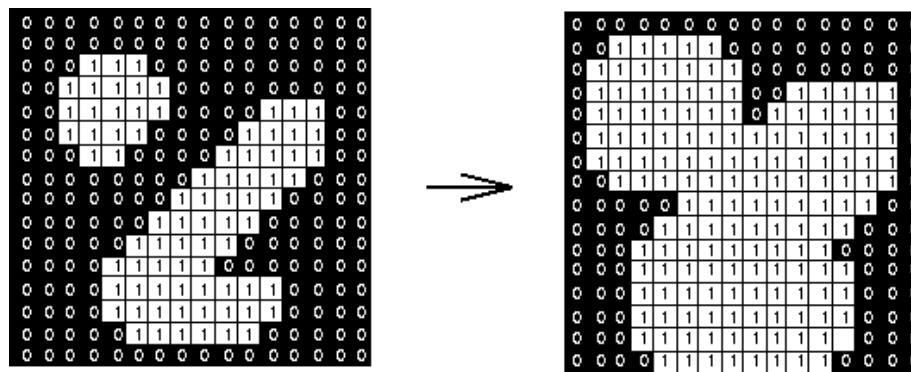
Дилетација представља морфолошку операцију која омогућава подебљање објеката у слици, тј. проширење скупова јединица унутар бинарне матрице. Смер и количина подебљања одређени су структурним елементом. Математички, дилетација бинарне матрице A користећи структурни елемент B је дефинисана са:

$$A \oplus B = \{z | (\hat{B})_z \cap A \neq \emptyset\}$$

Да би израчунали дилетацију бинарне матрице са структурним елементом (Слика 1) разматрају се сва поља бинарне матрице. За свако поље $X_{i,j}$ улазне матрице потребно је поставити структурни елемент тако да се средина структурног елемента поклапа са позицијом улазне тачке. Ако се бар једна тачка структурног елемента, чија је вредност 1, поклапа са тачком чија је вредност унутар бинарне матрице 1, тада се улазна тачка $X_{i,j}$ такође поставља на вредност 1. Ако су све одговарајуће тачке обухваћене структурним елементима вредности 0, улазна тачка постаје 0 (Слика 2).

1	1	1	Set of coordinate points = { (-1, -1), (0, -1), (1, -1), (-1, 0), (0, 0), (1, 0), (-1, 1), (0, 1), (1, 1) }
1	1	1	
1	1	1	

Слика 1: Структурни елемент квадратног облика, димензија 3x3



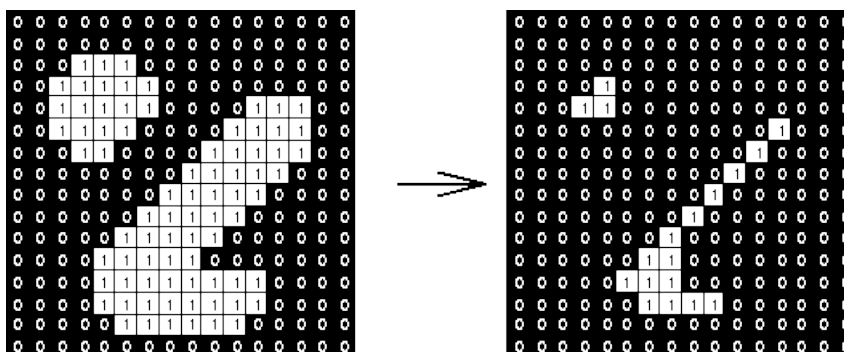
Слика 2: Ефекат дилатације користећи квадратни структурни елемент димензије 3x3

Ерозија представља морфолошку операцију која омогућава стањивање ивица у слици. Смер и количина стањивања одређени су структурним елементом. Математички, ерозија бинарне матрице А користећи структурни елемент Б је дефинисана са:

$$A \ominus B = \{z | \llbracket (B) \rrbracket_z \cup A^c \neq \emptyset\}$$

За свако поље $X_{i,j}$ улазне матрице потребно је поставити структурни елемент тако да се средина структурног елемента поклапа са позицијом улазне тачке. Ако се бар једна тачка структурног елемента, чија је вредност 1, поклапа са тачком чија је вредност унутар бинарне матрице 1, тада се улазна тачка $X_{i,j}$ такође поставља на вредност 1. Ако су све одговарајуће тачке обухваћене структурним елементима вредности 0, улазна тачка постаје 0 (Слика 2).

Да би израчунали ерозију бинарне улазне матрице са структурним елементом 3x3 (Слика 1) разматрамо свако поље улазне матрице. За свако поље $X_{i,j}$ улазне матрице потребно је поставити структурни елемент тако да се средина структурног елемента поклапа са позицијом улазне тачке. Ако се бар једна тачка структурног елемента, чија је вредност 1, поклапа са тачком чија је вредност унутар бинарне матрице 0, тада се улазна тачка $X_{i,j}$ такође поставља на вредност 0. Ако су све одговарајуће тачке обухваћене структурним елементима вредности 1, улазна тачка постаје 1.



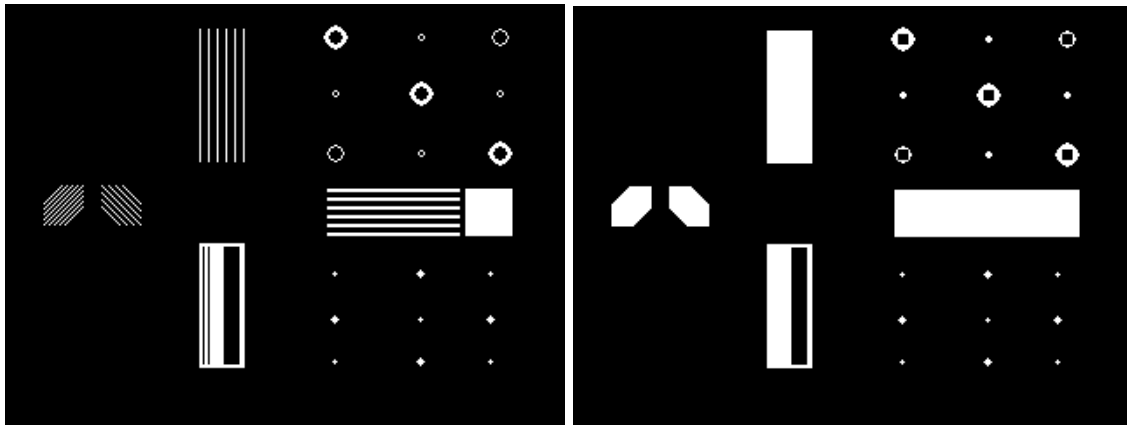
Слика 3 - Ефекат ерозије користећи квадратни структурни елемент димензије 3x3

У овом задатку потребно дата је имплементација морфолошке операције „затварање“, која се реализује тако што се над сликом прво примени операција дилатације, па одмах након тога ерозија.

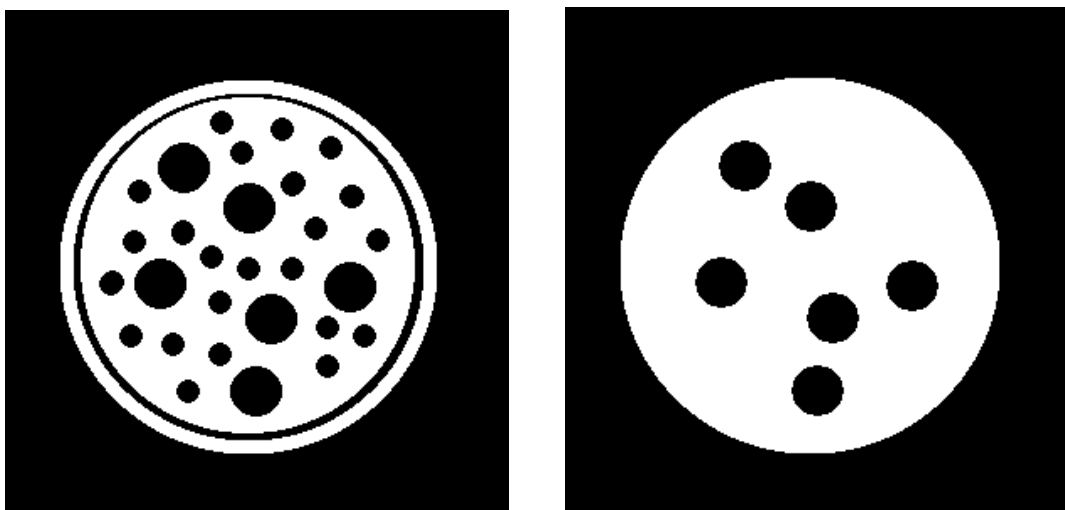
Сам алгоритам имплементиран је у оквиру класе *MorphologicalOperations*. Операције ерозије и дилатације су реализоване унутар функције *doClosingSerial*, која за пребројавање јединица које одговарају подешеном структурном елементу користи методу *getNumberOfOnes*. Метода *getNumberOfOnes* као параметар прима индексе пиксела за који се врши провера. Сам структурни елемент и његову димензију могуће је подесити приликом позива конструктора класе.

Одабир жељене улазне датотеке врши се унутар функције *main*.

Пример



Слика 4 – Улазна слика *input.bmp* (лево) и резултат примене затварања са квадратним структурним елементом димензије 5x5



Слика 5 – Улазна слика *circles.bmp* (лево) и резултат примене затварања са кружним структурним елементом димензије 20x20

ЗАДАЦИ

- 1) Упознати се са приложеном серијском имплементацијом описаног алгоритма..
- 2) Покренути програм за различите улазне слике и различите величине структурног елемента. Забележити измерено време извршавања алгоритма.
- 3) Урадити паралелизацију референтног програма употребом CILK SPAWN-SYNC конструкције. Приликом увођења паралелизма водите рачуна о потенцијалним проблемима (дељени ресурси, „подели и завладај“).

Напомена: немојте се устручавати да по потреби направите додатне помоћне функције или променљиве. Можете да извршите прилагођење кода својој идеји.