

**SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE**  
**STAVEBNÁ FAKULTA**

**Automatické segmentačné metódy biologických dát**

**Diplomová práca**

Študijný program:	Matematicko-počítačové modelovanie
Študijný odbor:	Aplikovaná matematika
Školiace pracovisko:	Katedra matematiky a deskriptívnej geometrie
Vedúci diplomovej práce:	doc. RNDr. Zuzana Krivá, PhD.

**BRATISLAVA 2020**  
**Bc. Mária Somorovská**

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Segmentácie obrazov</b>	<b>4</b>
2.1	Globálne prahovanie . . . . .	4
2.1.1	Otsuho metóda . . . . .	4
2.1.2	Maximálna prahová hodnota entropie . . . . .	4
2.2	Lokálne adaptívne prahovanie . . . . .	4
2.2.1	Bernsenova metóda . . . . .	4
2.2.2	Niblackova metóda . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Softvér</b>	<b>5</b>
3.1	Požité nástroje . . . . .	5
3.1.1	VTK . . . . .	5
3.1.2	Qt . . . . .	5
<b>4</b>	<b>Výsledky</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Záver</b>	<b>7</b>

# 1 Úvod

V rôznych vedných disciplínach ale aj v bežnom živote sa používajú rôzne aplikácie spracovania obrazov. Spracovanie obrazov je metóda, ktorá pomocou rôznych matematických operácií a algoritmov upravuje obrazové dáta rôznych formátov a pomáha z nich získavať užitočné informácie. Obrazové dáta je potrebné zobrazit', či už pred alebo po modifikácií.

Spracovanie obrazov sa rýchlo rozvíja a využíva sa v mnohých vedných disciplínach. Dobrým príkladom, by mohli byť obrazové dáta získané mikroskopom. Takéto dáta môžu obsahovať šum, ktorý je potrebné odstrániť pre lepšie rozoznanie objektov na dátach.

Cieľom práce je vytvorenie softvéru, ktorý slúži na vizualizáciu a segmentáciu obrazov získaných digitálnym mikroskopom, konkrétne sa jedná o biologické dáta a to obrazy makrofágov. Z biologického hľadiska, je makrofág typ bielej krvinky, ktorá má dôležitú úlohu pri ochrane imunitného systému a homeostázy. Avšak disfunkčné makrofágy menia svoje účinky a u ľudí môžu spôsobovať závažné ochorenia ako sú napríklad chronické ochorenia, ktoré vedú k častým infekciám alebo sa môžu podieľať na /postupe??? rakoviny. Makrofág mení svoj tvar keď sa približuje smerom k rane. Táto zmena tvaru je spôsobená objektom, ktoré sa nachádzajú v blízkosti makrofágu, ako napríklad tkanivovými bunkami alebo medzibunkovou hmotou. Segmentácia obrazov môže byť užitočným nástrojom na porozumenie spôsobu interakcie medzi makrofágmi a bunkami, ktoré ho obklopujú, avšak ich segmentácia môže byť náročnou úlohou, kvôli ich nepravidelnému tvaru.

Mikroskopové dáta makrofágov, s ktorými pracujeme v tejto práci, sú makrofágy priesvitnej larvy danio pruhovanej. Táto larva bola poranená a jej makrofágy sú zafarbené zeleným svetielkujúcim proteínom(kaede) pre lepšiu viditeľnosť pod mikroskopom.

## 2 Segmentácie obrazov

### 2.1 Globálne prahovanie

#### 2.1.1 Otsuho metóda

Otsuho metóda je automatická prahovacia metóda, ktorá rozdeľuje obrázok na 2 rôzne triedy pomocou prahu  $q$  na popredie(objekt) a pozadie. Základnou myšlienkou tejto metódy je nájsť prah  $q$  taký, že jeho nestálosť v každej z tried, je tak malá ako je len možné, kde sa prahová hodnota pri ktorej sa súčet tried rozpretiera na jej minime. Táto metóda je tiež známa ako (within class variance preklad??). V tomto prípade sa dá ukázať, že táto úloha môže byť zmenená na maximalizačnú úlohu (between class variance preklad??), ktorá je výpočtovo menej náročná, keďže je spracovávaný len čiernobiely(gray-scale?) obraz. Ak by išlo o farebný(RGB??) obraz, musel by byť rozdelený na jednotlivé intenzity a výsledkom by bolo viac prahových hodnôt  $(q_1, \dots, q_n)$ , kde  $n$  reprezentuje počet intenzít v danom obraze.

Nech  $L$  je maximálna intenzita obrazu a hodnoty normalizovaného histogramu, budú vypočítané ako

$$p_i^c = \frac{h_i^c}{N}, \quad \sum_{i=1}^N p_i^c = 1, \quad c = \begin{cases} 1, 2, 3 & \text{pre farebné obrazy} \\ 1 & \text{pre čiernobiele obrazy} \end{cases},$$

kde  $i$  je konkrétny level intenzity ( $0 \leq i \leq L$ ),  $c$  je zložka obrazu,  $N$  je celkový počet pixelov na obraze,  $h_i^c$  je histogram. Preto v prípade, že je histogram bimodálny, tak budú existovať len dve triedy a objekt na obraze bude vysegmentovaný takmer dokonale.

#### 2.1.2 Maximálna prahová hodnota entropie

### 2.2 Lokálne adaptívne prahovanie

Lokálne adaptívne prahovanie namiesto jednej prahovej hodnoty pre celý obraz, používa adaptívne prahovanie, ktoré určuje meniacu sa prahovú hodnotu  $Q(u, v)$  pre každú polohu obrazu. Tieto hodnoty zodpovedajú každému pixelu  $I(u, v)$  zodpovedajúcemu danému obrazu. Nasledujúce metódy sa líšia iba s ohľadom na to, akým spôsobom sú získané prahy  $Q$  zo vstupného obrázku.

#### 2.2.1 Bernsenova metóda

Táto metóda, určuje prah dynamicky pre každú polohu na obraze  $(u, v)$ , založená na minimálnej a maximálnej intenzite nachádzajúcej sa v okolí  $R(u, v)$ . Ak

$$\begin{aligned} I_{min}(u, v) &= \min_{(i,j) \in R(u,v)} I(i, j), \\ I_{max}(u, v) &= \max_{(i,j) \in R(u,v)} I(i, j), \end{aligned} \quad (1)$$

sú minimálnou a maximálnou hodnotou intenzity, na nejakom fixne danom okolí  $R$  so stredom na pozícií  $(u, v)$ . Prahovú hodnotu dostaneme pomocou aritmetického priemeru nájdeného minima a maxima daného okolia

$$Q(u, v) \leftarrow \frac{I_{min}(u, v) + I_{max}(u, v)}{2} \quad (2)$$

This is done as long as the local contrast  $c(u, v) = I_{max}(u, v) - I_{min}(u, v)$  is above some predefined limit  $c_{min}$ . If  $c(u, v) < c_{min}$ , the pixels in the corresponding image region are assumed to belong to a single class and are (by default) assigned to the background. The whole process is summarized in Alg. 2.7. The main function provides a control parameter  $bg$  to select the proper default threshold  $\bar{q}$ , which is set to  $K$  in case of a dark background ( $bg$

= dark) and to 0 for a bright background (bg = bright). The support region R may be square or circular, typically with a radius  $r = 15$ . The choice of the minimum contrast limit  $c_{min}$  depends on the type of imagery and the noise level ( $c_{min} = 15$  is a suitable value to start with).

### 2.2.2 Niblackova metóda

## **3 Softvér**

### **3.1 Požité nástroje**

#### **3.1.1 VTK**

#### **3.1.2 Qt**

## 4 Výsledky

## 5 Záver



**Literatúra**