

Automatické segmentačné metódy biologických dát

Diplomová Práca

Bc. Mária Somorovská

Vedúca práce: doc. RNDr. Zuzana Krivá, PhD.
Matematicko-Počítačové Modelovanie
Slovenská Technická Univerzita v Bratislave

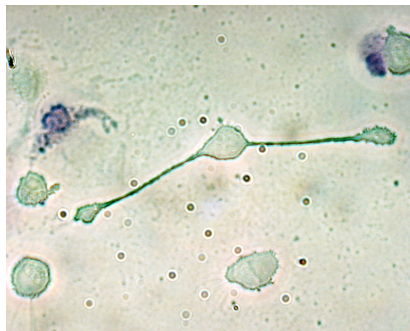
June 11, 2020

Obsah

- 1 Skúmané dáta
 - Makrofág
 - Dáta
- 2 Prahovacie metódy
 - Globálne prahovanie
 - Lokálne adaptívne prahovanie
- 3 Segmentačná metóda
- 4 Výsledky
- 5 Software

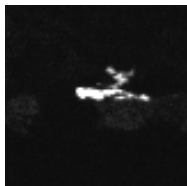
Makrofág

- **Makrofág** je typ bielej krvinky, ktorá hrá dôležitú úlohu pri ochrane imunitného systému a homeostázy.
- Tvar makrofágu sa mení keď sa približuje smerom k rane.
- Segmentácia môže byť náročnou úlohou, kvôli nepravidelným tvarom a meniacej sa intenzite pozorovaných dát.

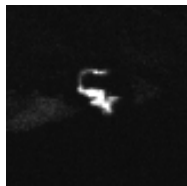


Dáta

- Pri segmentácii sme primárne pracovali s 2D výsekom dát o veľkosti 80×80 pixlov.
- Ukážky výsekov pôvodných dát s ktorými sme pracovali:



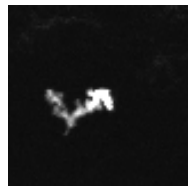
(a) cropT2



(b) cropT7



(c) cropT27



(d) cropT45

Prahovacie metódy

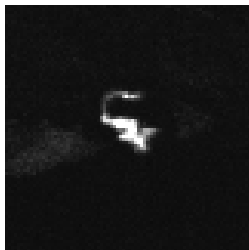
- Prahovacie metódy slúžia na rozdelenie pôvodných dát do dvoch rôznych tried:
 - **objekt,**
 - **pozadie.**
- Skúmali sme 2 rôzne typy prahovacích metód:
 - **globálne prahovanie,**
 - **lokálne adaptívne prahovanie.**
- Výsledky prahovania použijeme pri výpočte segmentačnej metódy.

Globálne prahovanie

- Automatické prahovacie metódy.
- Pre celé obrazové dáta hľadá jeden optimálny prah q .
- Použité metódy:
 - Otsuho prahovanie,
 - prahovanie pomocou maximálnej entropie.
- Nevyžadujú žiadne vstupy od používateľa.

Globálne prahovanie

Výsledky



(e) cropT7



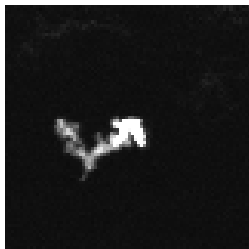
(f) Otsuho metóda
 $prah = 108$



(g) Pomocou max.
entropie $prah = 80$

Globálne prahovanie

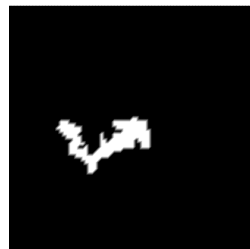
Výsledky



(h) cropT45



(i) Otsuho metóda
prah = 105



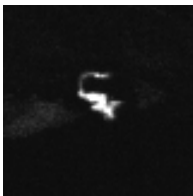
(j) Pomocou max.
entropie *prah* = 73

Lokálne adaptívne prahovanie

- Semi-automatické prahovacie metódy.
- Pre každý pixel nachádzajúci sa na obrazových dátach vyhodnotí optimálny prah q .
- Použité metódy:
 - Niblackova metóda,
 - Bernsenova metóda,
 - Sauvolaova metóda,
 - Hybridná Bernsen-Niblackova metóda,
 - Hybridná Bernsen-Sauvolaova metóda.
- Na vstup od používateľa ide veľkosť masky m a v niektorých prípadoch aj veľkosť časového kroku σ .

Lokálne adaptívne prahovanie

Výsledky



(k) cropT7



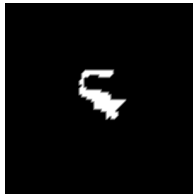
(l) Niblackova metóda
 $m = 3, \sigma = 50.0$



(m) Bernsenova metóda
 $m = 2$



(n) Sauvolova metóda
 $m = 3, \sigma = 50.0$



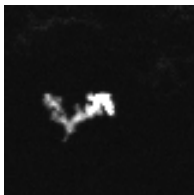
(o) Bernsen-Niblackova m.
 $m = 3, \sigma = 50.0$



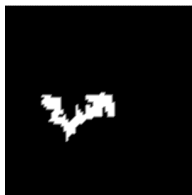
(p) Bernsen-Sauvolova m.
 $m = 3, \sigma = 50.0$

Lokálne adaptívne prahovanie

Výsledky



(q) cropT45



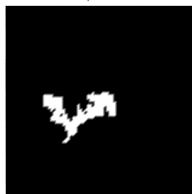
(r) Niblackova metóda
 $m = 3, \sigma = 50.0$



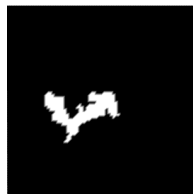
(s) Bernsenova metóda
 $m = 2$



(t) Sauvolova metóda
 $m = 3, \sigma = 50.0$



(u) Bernsen-Niblackova m.
 $m = 3, \sigma = 50.0$



(v) Bernsen-Sauvolova m.
 $m = 3, \sigma = 50.0$

Segmentačná metóda (SUBSURF)

- Parciálna diferenciálna rovnica má tvar

$$u_t = \sqrt{\epsilon^2 + |\nabla u|^2} \nabla \cdot \left(g \frac{\nabla u}{\sqrt{\epsilon^2 + |\nabla u|^2}} \right),$$

ktorá sa dá upraviť do advekčno-difúzneho tvaru ako

$$u_t - \nabla g \cdot \nabla u = g \sqrt{\epsilon^2 + |\nabla u|^2} \nabla \cdot \left(\frac{\nabla u}{\sqrt{\epsilon^2 + |\nabla u|^2}} \right),$$

kde g predstavuje funkcia

$$g(s) = \frac{1}{1 + ks^2}, k > 0,$$

kde $s = |\nabla G_\sigma * I^0|$ predstavuje normu gradientu predvyhladených dát.

Segmentačná metóda (SUBSURF)

- Použili sme dve modifikácie funkcie g :

- $$g1(u_o, u_t) = \frac{1}{1+k|\nabla \frac{u_o+u_t}{2}|^2},$$
- $$g2(u_o, u_t) = \frac{0.2}{1+k|\nabla u_o|^2} + \frac{0.8}{1+k|\nabla u_t|^2},$$

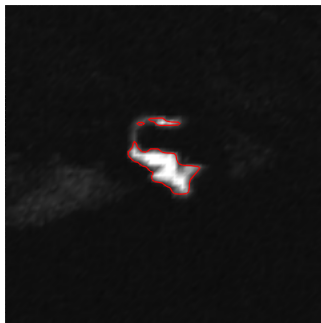
kde u_o predstavujú pôvodné dáta a u_t sú vyprahované dáta.

- Počiatočná podmienka:
 - výsledok z prahovania,
 - znamienkova funkcia vzdialenosti.
- V ukázkových príkladoch bol použitý difúzny koeficient $g2$ spolu so znamienkovou funkciou vzdialenosti.

Výsledky segmentačnej metódy

použité dáta *cropT7.pgm*

- Vstupné parametre metódy: $t = 15, \sigma = 0.5, \tau = 1.0, k = 500, z = -1.5$.



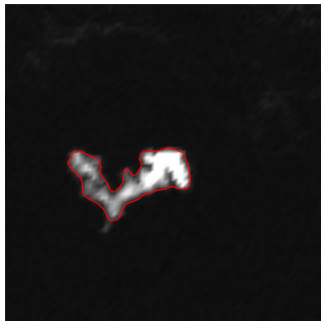
(w) Pomocou max. entropie



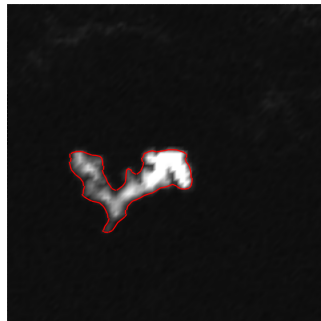
(x) Hybridná
Bernsen-Niblackova metóda

Výsledky segmentačnej metódy

použité dáta *cropT45.pgm*

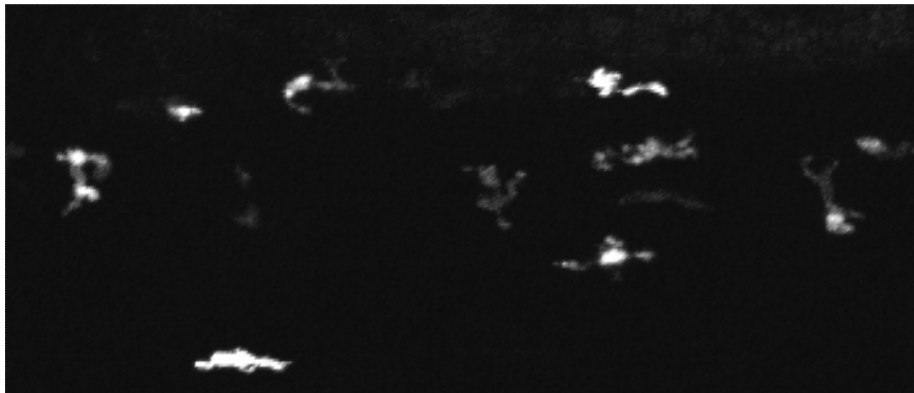


(y) Pomocou max. entropie



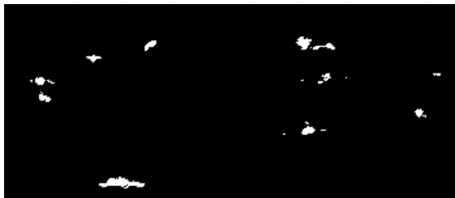
(z) Hybridná
Bernsen-Niblackova metóda

Výsledky segmentačnej metódy

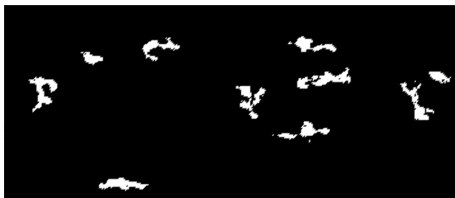


(aa) Výrez $350 \times 150 \text{ pixlov}$ z pôvodných dát

Výsledky segmentačnej metódy



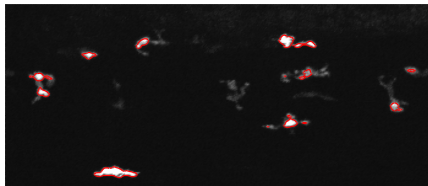
(ab) Prahovanie pomocou maximálnej entropie



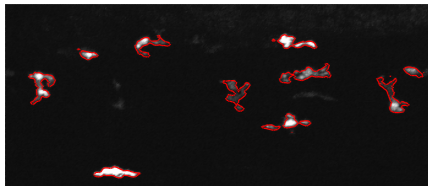
(ac) Hybridná Bernsen-Niblackova metóda $m = 5$, $\sigma = 50.0$

Výsledky segmentačnej metódy

- Vstupné parametre metódy: $t = 10, \sigma = 0.5, \tau = 1.0, k = 500, z = -1.5$.



(ad) Výsledok segmentačnej metódy pri použití globálneho prahovania

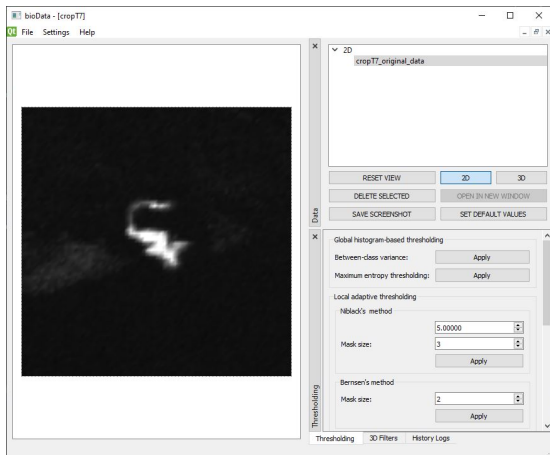


(ae) Výsledok segmentačnej metódy pri použití lokálneho adaptívneho prahovania

Software

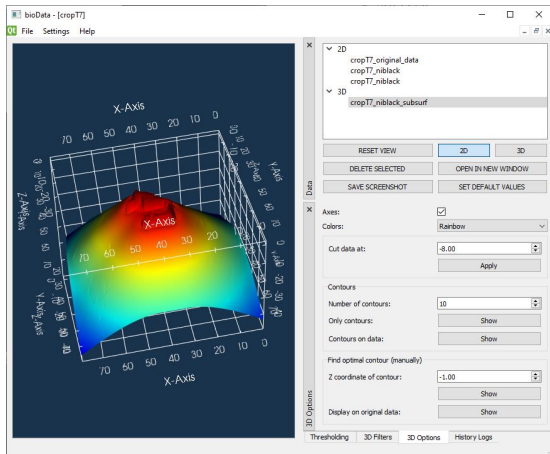
- Program je implementovaný v objektovo-orientovanom jazyku C++.
- Na vytvorenie užívateľského prostredia (GUI) boli použité Qt knižnice.
- Visualization Toolkit knižnice (VTK) boli použité na zobrazovanie a manipuláciu s dátami.

Software



(af) Ukážka grafického rozhrania so zobrazenými 2D dátami.

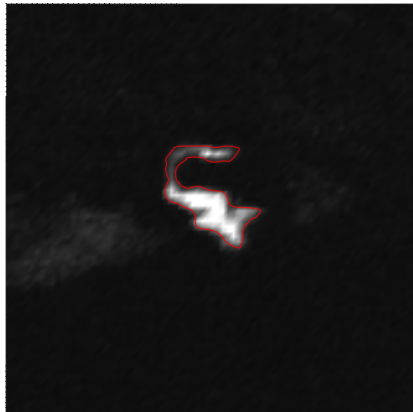
Software



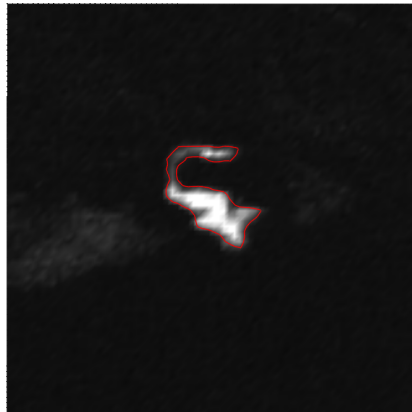
(ag) Ukážka grafického rozhrania so zobrazenými 3D dátami - výsledkom zo segmentačnej metódy.

Ďakujem za pozornosť!

Modifikácia difúzneho koeficientu



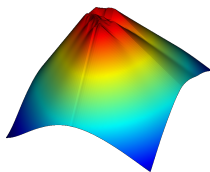
(ah) Pri použití funkcie g_1



(ai) Pri použití funkcie g_2

Typ počiatocnej podmienky

Znamienková funkcia vzdialenosti

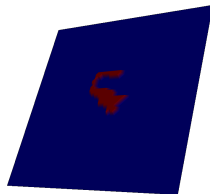


(aj) počiatocná podmienka



(ak) výsledok segmentácie

Výsledok z prahovania



(al) počiatocná podmienka



(am) výsledok segmentácie

Do budúcnosti

- Sprehľadniť grafické rozhranie.
- Vyhodnotiť kvalitu výsledkov inak, ako len vizuálne napríklad pomocou Hausdorffovej vzdialenosti.
- Možnosť využitia dátového spracovania.
- Paralelizácia pri práci s väčšími dátami.
- Kompilácia pre novšiu verziu VTK knižníc.