

# SEGMENTACE OBRAZU S VYUŽITÍM HYSTEREZNÍHO PRAHOVÁNÍ

*Viktor Haškovec, Martina Mudrová*

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Ústav počítačové a řídicí techniky

## Abstrakt

Príspevek je venovaný zpracování obrazů s cílem automatizované detekce objektů v obraze. Při postupné konverzi obrazu až do binární formy mohou být běžné prostředky prahování pro danou úlohu nepostačující, proto byl navržen algoritmus prahování s hysterezí s možností volby dalších parametrů (např. míra hystereze a typ okolí). Výsledky navrženého algoritmu byly ověřeny na reálných testovacích obrazech. Veškeré algoritmy byly zpracovány s využitím výpočetního prostředí MATLAB.

## 1 Úvod

Úloha segmentace obrazu patří mezi časté úkoly zpracování obrazů v nejrůznějších aplikačních oblastech [2, 3, 5, 6]. Správné vymezení objektů je základem při stanovení počtu, velikosti či tvaru částic v digitálním obraze. Řešení tohoto úkolu může být založeno na postupné konverzi obrazu z barevné až do binární formy. Článek se soustřeďuje na detekci objektů v šedotónových obrazech, u nichž předpokládá, že snímek byl pořízen tak, aby v něm byly obsaženy světlé objekty na tmavém pozadí, popř. obráceně.

## 2 Segmentační metody

Cílem segmentačních metod je vymezení takových oblastí v obraze, které jsou zajímavé z pohledu dalšího automatického zpracování získaného výsledku. Tyto metody mohou pracovat na různém principu [2, 3]. Mezi nejjednodušší z nich patří prahování, které je založeno na znalosti histogramu původního snímku.

### 2.1 Princip prahování

Obyčejné prahování lze použít např. pro detekci objektů v šedotónovém obraze  $Y$  daném diskrétní skalární obrazovou funkcí  $y_{i,j}$ ,  $i = 1, \dots, M$ ,  $j = 1, \dots, N$ , kde  $M$ ,  $N$  jsou rozměry obrazu a hodnoty  $y_{i,j}$  jsou z intervalu  $\langle 0, 1 \rangle$ . Nulová hodnota obrazové funkce obvykle značí černou barvu, zatímco jedničková bílou. Hodnoty mezi nulou a jedničkou přísluší odstínům šedi. Je-li cílem detekovat světlé objekty na tmavém pozadí - tj. získat binární obraz  $B$  popsany obdobnou obrazovou funkcí  $b_{i,j}$ ,  $i = 1, \dots, M$ ,  $j = 1, \dots, N$ , která nabývá pouze hodnot nula pro pozadí a hodnot jedna pro pixely příslušející hledanému objektu, je možno pro výpočet hledané funkce  $b_{i,j}$  použít rovnici (1)

$$b_{i,j} = \begin{cases} 0 & \text{pro } y_{i,j} \leq T \\ 1 & \text{pro } y_{i,j} > T \end{cases} \quad (1)$$

kde  $T \in (0, 1)$  je vhodně zvolená úroveň prahu. Volba hodnoty prahu je klíčová pro správné vymezení hledaného objektu. Základem pro její stanovení může být histogram obrazu  $Y$  a existuje řada algoritmů pro její automatizované určení [1, 3]. Výhodami prostého prahování jsou především jednoduchost a rychlost. V některých případech však tento algoritmus může vést ke zkreslené detekci objektů způsobené např. neostrotí na okrajích snímku apod. V takových případech je možno použít prahování s hysterezí.

### 2.2 Prahování s hysterezí

Tato metoda je založena na volbě dalšího parametru  $\delta$  - míry hystereze, jehož hodnota by měla být taková, aby  $T - \delta > 0$ . Na základě volby tohoto parametru jsou potom stanoveny dvě prahové hodnoty  $T_{LOW}$  a  $T_{HIGH}$  podle rovnic (2) a (3).

$$T_{LOW} = T - \delta \quad (2)$$

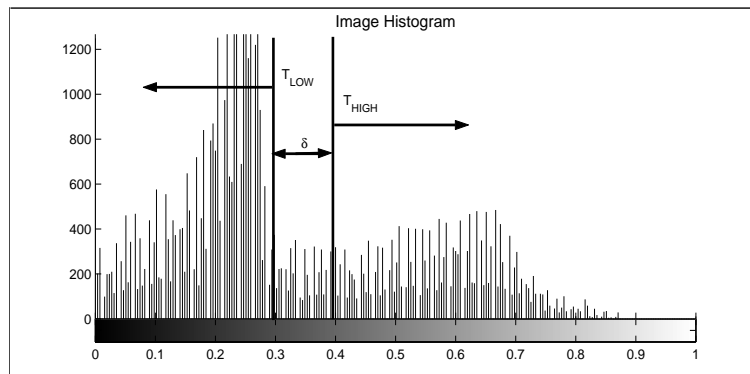
$$T_{HIGH} = T \quad (3)$$

Hodnoty obrazové funkce  $b_{i,j}$  v jednotlivých bodech  $(i, j)$  žádaného binárního obrazu  $B$  jsou pak přiřazovány na základě následujícího schématu:

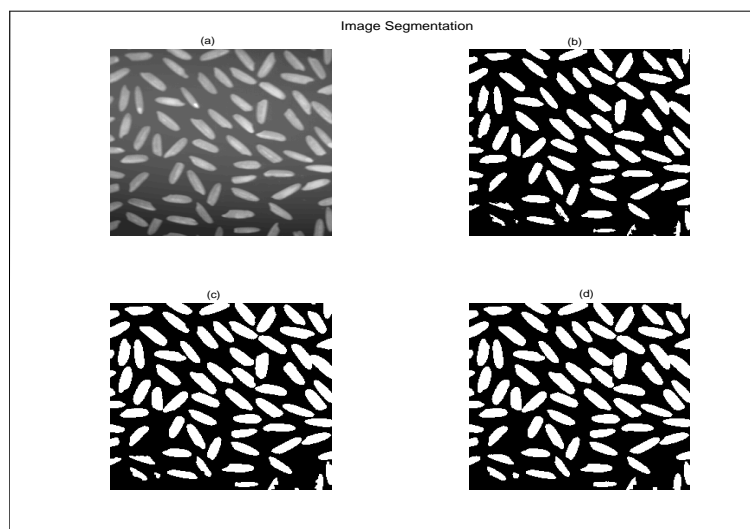
- Je-li hodnota  $y_{i,j} < T_{LOW}$ , potom příslušné hodnotě  $b_{i,j}$  je přiřazena hodnota nula.
- Je-li hodnota  $y_{i,j} > T_{HIGH}$ , potom příslušné hodnotě  $b_{i,j}$  je přiřazena hodnota jedna.
- Spadá-li hodnota  $y_{i,j}$  do intervalu  $< T_{LOW}, T_{HIGH} >$ , je příslušné hodnotě  $b_{i,j}$  přiřazena hodnota jedna pouze v případě, že v daném okolí bodu  $b(i, j)$  již existuje bod s hodnotou jedna. Jinak je příslušná hodnota  $b_{i,j}$  nastavena na nulu.

Okolím bodu  $b_{i,j}$  se přitom rozumí body sousedící s daným bodem ve smyslu běžně používaných pojmů 4-sousednosti a 8-sousednosti v digitálním obraze [2]. Popsaný algoritmus je možno opakovat při použití předchozí obrazové funkce  $b(i, j)$ . Volba všech parametrů tohoto postupu (tj. prahu  $T$ , míry hystereze  $\delta$ , typu okolí a počtu opakování algoritmu) závisí na konkrétním snímku.

Popsané metody byly ověřeny na testovacím snímku z prostředí Matlab s názvem *rice.tif* [4]. Na obr. 1 je uveden histogram originálního obrázku. Pro volbu prahu  $T$  byla zvolena metoda Otsu. Obrázek 2 pak zobrazuje vybrané výsledky jednotlivých metod detekce objektů při uvedených hodnotách parametrů. Rozdíly jsou patrné zejména v dolní části obrázku.



Obrázek 1: Histogram testovacího obrázku se zvýrazněním prahových hodnot.



Obrázek 2: Detekce objektů při použití různých metod. (a) Originální obrázek. (b) Jednoduché prahování ( $T = 0.3961$ ). (c) Prahování s hysterezí bez opakování ( $T_{LOW} = 0.2961$ ,  $T_{HIGH} = 0.3961$ , 8-sousedství). (d) Prahování s hysterezí s jedním opakováním ( $T_{LOW} = 0.2961$ ,  $T_{HIGH} = 0.3961$ , 8-sousedství)

### 3 Závěr

Předložená studie se zabývala problematikou segmentace obrazu a detekce objektů v obraze. V prostředí systému Matlab byl navržen algoritmus hysterezního prahování, který byl ověřen na testovacím snímku. Dosažené výsledky byly porovnány s metodou jednoduchého prahování. Předmětem dalšího studia bude posouzení možností automatizovaného stanovení hodnot jednotlivých parametrů algoritmu. Předpokládá se další využití těchto algoritmů při zpracování reálných biomedicínských obrazů.

### Poděkování

Příspěvek vznikl za podpory výzkumného záměru FCHI VŠCHT č. MŠM 223400007.

### Reference

- [1] Gonzales R. C. and Woods R. E. *Digital Image Processing*. Prentice Hall, second edition, 2002.
- [2] V. Hlaváč and M. Sedláček. *Zpracování signálů a obrazů*. ČVUT, FEL, Praha, 2000.
- [3] M. Petrou and P. Bosdogianni. *Image Processing*. John Wiley, Chichester, England, 2000.
- [4] C. Thompson and L. Shure. *Image Processing*. The MathWorks, Inc., Natick, Massachusetts 01760, April 1993.
- [5] C. Watkins, A. Sadun, and S. Marenka. *Modern Image Processing: Warping, Morphing, and Classical Techniques*. Academic Press Professional, Cambridge, 1993.
- [6] P.C. Lautebur Zhi-Pei Liang. *Principles of Magnetic Resonance Imaging*. IEEE, New York, 2000.