

# Studentská Vědecká Konference 2010

## INTERAKTIVNÍ SEGMENTACE POMOCÍ METODY GRAPH-CUT V PROSTŘEDÍ MATLAB

Miroslav JIŘÍK<sup>1</sup>, Tomáš RYBA<sup>2</sup>

### 1 ÚVOD

Segmentace obrazu patří k nejdůležitějším krokům zpracování obrazu, jejímž cílem je vyhledání objektů zájmu ve vstupním obraze. Často se výsledek segmentace používá jako vstup složitějších algoritmů, je tedy moudré věnovat segmentaci dostatečnou péči.

Segmentačních metod existuje celá řada a mohou se lišit např. přístupem, s jakým objekty v obraze hledají, interaktivitou dané metody, nebo množstvím apriorní informace, kterou o objektech máme. Mezi nejjednodušší metody patří např. metoda prahování, mezi "chytřejší" metody patří např. Level-Sets či Graph-Cut.

### 2 SEGMENTAČNÍ METODA GRAPH-CUT

Jednou z největších výhod této metody je bezesporu její interaktivita. Uživatel si během pár vteřin vyznačí v obrázku pár pixelů, které patří objektu, a pár pixelů, které patří pozadí. Z těchto tzv. *seedů* se vytvoří model objektu a pozadí. Pokud uživatel s výsledkem segmentace není spokojen, může pár dalších *seedů* přidat či odebrat a výsledek přepočítat - algoritmus však nezačne od začátku, nýbrž od předešlého výsledku. Takovéto drobné úpravy výsledku probíhají tedy poměrně rychle.

Metoda Graph-Cut je založena na hledání minimálního řezu grafu, čímž je úzce spojena s teorií grafů. Prvním krokem je tedy převedení obrázku na graf  $G(V,E)$ , kde  $V$  představuje množinu vrcholů grafu a  $E$  množinu hran mezi vrcholy, viz např. Boykov, Kolmogorov (2004). Vrcholy odpovídají pixelům vstupního obrazu a hrany mezi vrcholy reprezentují sousednost pixelů. Graf navíc obsahuje 2 speciální uzly, tzv. *terminály*, které jsou spojeny s každým vrcholem, resp. každý vrchol je kromě svých sousedů spojen i s těmito terminály. Prvním terminálem je *zdroj*, druhý se nazývá *stok/spotřebič*.

Graf si můžeme představit jako vodovodní potrubí. Hrany představují trubky o průměru odpovídajícím kapacitě hrany a uzly grafu jsou křižovatky mezi těmito potrubími. Segmentace poté spočívá ve vpouštění vody do potrubí zdrojem a jejím odtékáním stokem. Při vzrůstajícím množství vody se některé trubky zcela naplní, dochází k tzv. *saturaci*. Po určitém množství vpuštěné vody dojde ke stavu, kdy už se vpuštěná voda nemůže žádnou cestou dostat ke stoku. V tomto případě algoritmus končí a jednotlivé objekty jsou od pozadí separovány saturovanými hranami.

Hledání minimálního řezu grafu je ve své podstatě minimalizací energetické funkce, viz Kolmogorov, Zabith (2004), Hlavac (2007), která má následující tvar:

$$C(L) = \lambda R(L) + B(L)$$

<sup>1</sup>Ing. Miroslav Jiřík, student doktorského studijního programu Aplikované vědy a informatika, obor Kybernetika, e-mail: mjirik@kky.zcu.cz

<sup>2</sup>Ing. Tomáš Ryba, student doktorského studijního programu Aplikované vědy a informatika, obor Kybernetika, e-mail: tryba@kky.zcu.cz

Zde  $R(L)$  představuje míru podobnosti pixelu  $p$  s modelem objektu nebo pozadí a  $B(L)$  představuje ohodnocení hrany v obraze mezi pixely.  $L$  je přiřazení pixelů k objektu či pozadí.

### 3 GRAFICKÉ UŽIVATELSKÉ ROZHRAŇÍ

Prostředí Matlab je hojně užíváno celou řadu vědeckotechnických aplikací. My jsme pro něj vytovřili jednoduché interaktivní grafické rozhraní, které umožňuje segmentovat obraz pomocí metody Grap Cut. Výstupem je segmentace do dvou tříd - popředí a pozadí. Vstupem je libovolný šedotónový nebo barevný obraz a vstup uživatele, který spočívá v označení několika bodů popředí a pozadí. Po označení je zobrazena průběžná segmentace, která může být změnou bodů dodatečně upravena.

Použili jsme volně dostupnou implementaci Grap-Cut v jazyce C vytvořenou na základě práce [Boykov et al. (2001)]. Pro práci v Matlabu používáme wrapper, který vytvořil Bagon (2004). Pro potřeby generování grafu je vytvářen model obou tříd. Ten je dán gaussovskou směsí, která je vytvářena EM algoritmem. V případě šedotónových vstupních obrazů je model jednodimenzionální, pro barevné obrazy je třidimenzionální. Ohodnocení jednotlivých hran grafu (N-linek a T-linek) je vytvářeno z těchto modelů dle postupu prezentovaného v [Boykov, Jolly (2001)].

### 4 ZÁVĚR

Vytvořili jsme jednoduchou aplikaci pro segmentaci libovolného obrazu pomocí metody Grap-Cut. Uživatel ovládá segmentaci pouhým označováním několika bodů, které reprezentují pozadí a popředí. Výsledek lze snadno a rychle upravovat.

Díky využití prostředí Matlab je nám umožněno snadno porovnávat výsledky této metody s jinými segmentačními metodami a zkoumat jejich limity a přednosti. Díky tomu je možné správně zvolit segmentační metodu pro konkrétní účel.

Metoda principiálně může pracovat s vícerozměrnými daty. Dobudnouce tedy zvažujeme rozšíření našeho uživatelského rozhraní do 3D. Díky tomu by bylo možné pracovat s daty například z počítačové tomografie nebo magnetické rezonance.

**Poděkování:** Práce je podpořena studentskou grantovou soutěží: Inteligentní metody strojového vnímání a porozumění (SGS-2010-054)

### REFERENCE

- Shai Bagon, 2004. *Matlab Wrapper for Graph Cut*, in <http://www.wisdom.weizmann.ac.il/~bagon>
- Yuri Boykov, Olga Veksler, Ramin Zabih, 2001. *Fast Approximate Energy Minimization via Graph Cuts*, IEEE transactions on PAMI, vol. 20, no. 12, p. 1222-1239.
- Yuri Boykov and Marie-Pierre Jolly, 2001 *Interactive graph cuts for optimal boundary & region segmentation of objects in N-D images*, Proc. International Conference on Computer Vision (ICCV), volume 1935-I, pages 105-112.
- Yuri Boykov and Vladimir Kolmogorov, 2004. *An Experimental Comparison of Min-Cut/Max-Flow Algorithms for Energy Minimization in Vision*, In IEEE Transactions on PAMI, vol. 26, no. 9, pp. 1124-1137.
- Vladimir Kolmogorov and Ramin Zabih, 2004. *What Energy Functions can be Minimized via Graph Cuts?*, IEEE Transactions on PAMI, vol. 26, no. 2, pp. 147-159.
- M. Šonka and V. Hlaváč and R. Boyle, 2007. *Image Processing, Analysis, and Machine Vision* PWS / International Thomson Press.