

Technická zpráva k semestrální práci z předmětu MI-ROZ

Laws Filter Masks

Oleksandra Liutova
liutoole@fit.cvut.cz

26. prosince 2016

Abstrakt

Tato práce se zabývá extrahováním příznaků pro segmentaci textur. Tyto příznaky byly extrahovány za pomoci metody Laws Filter Masks, která se skládá z několika etap: předzpracování obrázku, aplikací 16 předem definovaných masek, vytváření energetických map sčítáním hodnot v lokálním okolí a kombinací vytvořených map tak, aby ve výsledku každý pixel byl reprezentován vektorem z 9 příznaků. V této práci se ale používala každá ze 3 složek RGB spektra, a proto výsledný vektor má velikost 27. Výsledná data byla použita pro segmentaci textur a výsledky této segmentace byli vyhodnoceni systémem Mosaic.

1 Úvod

Cílem této práce je implementace extrahování příznaků z obrázků dle metody Laws Filter Masks za účelem následné segmentace textur. Bohužel se mi nepodařilo nalézt originální článek s popisem této metody, a proto jsem použila jiné zdroje. Samotný algoritmus byl implementován podle postupu, popsaného v tomto článku [1]. Jiné články, které jsem v této práci taky použila, jsou uvedené ve zdrojích. Příznaky, extrahované dle této metody, byli předané další metodě jako parametr, a na nich byla prováděna segmentace.

2 Segmenter

Implementovaný segmenter se skládá ze 3 částí: extrakce příznaků, clustering a postprocessing. V rámci této práce jsem se zabývala pouze jednou z těchto částí, a to extrakcí příznaků.

2.1 Příznaky

Extrakce příznaků dle metody Laws Filter Masks se skládá ze 4 etap: předzpracování obrázku, aplikace texturových masek, vytváření energetických map a kombinace vytvořených map. Já jsem ale přidala ještě jednu etapu navíc (reshaping), která byla potřebná pro zpracování obrazu ve všech 3 složkách RGB spektra.

2.1.1 Předzpracování

Předzpracování se provádí s cílem odstranit efekty osvětlení. Použila jsem klouzavé okénko velikosti 15x15, ve kterém jsem počítala průměr, a tento průměr se odečítal od centrální hodnoty. Timto způsobem lokální průměr byl odečten od každého pixelu obrázku.

2.1.2 Aplikace texturních masek

Části metody jsou 4 předem definované vektory:

$$\begin{array}{ll} \text{L5 (Level)} &= \begin{bmatrix} 1 & 4 & 6 & 4 & 1 \end{bmatrix} \\ \text{E5 (Edge)} &= \begin{bmatrix} -1 & -2 & 0 & 2 & 1 \end{bmatrix} \\ \text{S5 (Spot)} &= \begin{bmatrix} -1 & 0 & 2 & 0 & -1 \end{bmatrix} \\ \text{R5 (Ripple)} &= \begin{bmatrix} 1 & -4 & 6 & -4 & 1 \end{bmatrix} \end{array}$$

Obrázek 1: Law's texture masks.

První vektor počítá centrálně vyvážený průměr, druhý detekuje hrany, třetí - tečky a čtvrtý - vlny. Násobením těchto vektorů mezi sebou je vytvářeno 16 matic:

$$\text{E5} \begin{bmatrix} -1 \\ -2 \\ 0 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 4 & 6 & 4 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & -4 & -6 & -4 & -1 \\ -2 & -8 & -12 & -8 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 8 & 12 & 8 & 2 \\ 1 & 4 & 6 & 4 & 1 \end{bmatrix} \text{E5L5}$$

Obrázek 2: Vytváření texturních masek.

Těchto 16 matic je následně aplikováno na předzpracovaný obrázek pomocí konvoluce. Výsledkem této etapy je pole z 16 obrázků: každý je výsledkem aplikace určité masky.

2.1.3 Vytváření energetických map

Z výsledných obrázků vytváříme energetické mapy následujícím postupem. Pro každý pixel spočítáme součet absolutních hodnot v jeho okolí velikosti $[r-7, r+7] \times [c-7, c+7] = 15 \times 15$, kde r a c jsou řádek a sloupec aktuálního pixelu. Výsledkem této etapy je pole z 16 energetických map.

2.1.4 Kombinace vytvořených map

Poslední etapou metody Laws Filter Masks je kombinace některých map mezi sebou. Tato kombinace je přesně definovaná v metodě:

$$\begin{array}{ll} \text{L5E5/E5L5} & \text{L5S5/S5L5} \\ \text{L5R5/R5L5} & \text{E5E5} \\ \text{E5S5/S5E5} & \text{E5R5/R5E5} \\ \text{S5S5} & \text{S5R5/R5S5} \\ \text{R5R5} & \end{array}$$

Obrázek 3: Kombinace energetických map.

Symetrické mapy jsou kombinované metodou průměru, mapy S5S5, R5R5 a E5E5 jsou nechány bez změn, mapa L5L5 je vynechána. Dostáváme 9 map.

2.1.5 Reshaping

Reshaping je metodou, kterou jsem musela přidat navíc kvůli práci s více spektrami. Vstupem celého programu je obrázek v RGB. To znamená, že každý pixel je reprezentován 3 hodnotami: Red, Green a Blue. Pro tento algoritmus to znamená, že byla vytvořena jedna dimenze navíc, pro možnost práce s jednotlivými barvami současně. Výsledkem předchozí etapy je pole dimenze 4: (3 spektra)×(9 map)×(počet sloupců)×(počet řádků), t.j. pro každý pixel máme 3 vektory délky 9. Metoda Reshape dává tyto vektory za sebe a tímto redukuje počet dimenzí výsledku na 3: každý pixel je reprezentován vektorem velikosti 27.

3 Výsledky

Na začátku práce byla spočítána referenční hodnota CS (correct segmentation). Tato segmentace byla provedena na základě šedého spektru a dosáhla hodnoty 19.26:

| | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---------|---------------|
| 76. | liutoole_roz's Grey spectrum 1.1 [normal] | 0 | 0 | 0 | 0 | (61.95) | 19.26 (76) |
|-----|---|---|---|---|---|---------|---------------|

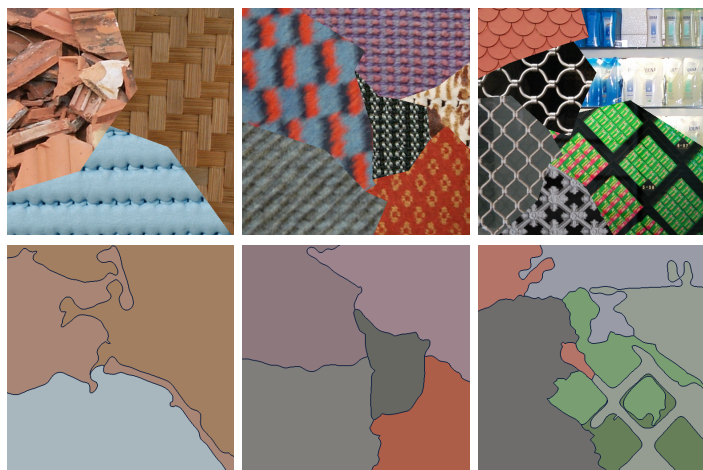
Obrázek 4: Výsledky segmentace na základě šedého spektru.

Algoritmus implementovaný dle Laws Filter Masks metody dosáhl CS 32.16:

| | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---------|---------------|
| 49. | liutoole's Laws Filter Masks 1.1 [normal] | 0 | 0 | 0 | 0 | (51.33) | 32.16 (49) |
|-----|---|---|---|---|---|---------|---------------|

Obrázek 5: Výsledky segmentace pro Laws Filter Masks.

Tato hodnota je znatelně vyšší oproti referenční hodnotě, ovšem obecně tento výsledek nelze ohodnotit jako úspěšný.



Obrázek 6: Příklady výsledku segmentace; Horní řádek: Vstupní data (obrázek s několika segmenty); Dolní řádek: Výsledná segmentace;

Jak je vidět z příkladů segmentace na obrázku č. 6, obzvláště v prvním sloupci, metoda působí zkřivené hranice mezi segmenty, a občas se může objevit i nový segment podél hranice

mezi dvěma originálními segmentama. Tento efekt je způsobený tím, že v etapě, kdy vytváříme energetické mapy, počítáme součet hodnot v okolí daného bodu. To znamená, že hodnoty na hranicích se budou měnit postupně, v rozmezí velikosti zadaného okénka. A z tohoto důvodu to klasterovací algoritmus může brát jako několik odlišných klusterů a zkreslovat hranice mezi texturami. Myslím si, že také záleží na velikosti výše zmíněného okénka. V metodě je přesně definována velikost 15x15, ovšem pro různé druhy textur a různé rozlišení obrázků by mohli být efektivnější jiné velikosti.

Algoritmus má obecně vysokou efektivitu (87.42) pro obrázky typu textile. To je vidět v druhém sloupci. Ale i zde se algoritmu nepodařilo detekovat jednu z textur, napravo uprostřed. Tohle se může stát, pokud textury mají podobné hodnoty pro detekci různých tvarů. V tomto případě ani barevná odlišnost nepomohla detekovat hranici mezi texturami.

Ve třetím sloupci je příklad man-made textur. V této kategorii algoritmus získal CS 00.00. Tato struktura je velice obtížná pro detekci počítačem obecně, a je vidět, že v tomto případě byla udělána spousta chyb. Tři textury nalevo, které byly detekovány jako jedna, mají velice podobnou strukturu a barvu, a toto je nejspíš důvodem chyby. Dvě textury napravo mají složitou strukturu, a pro relativně primitivní metodu Laws Filter Masks je velmi obtížné je detekovat. Možná taky jedním z důvodů špatné detekce je příliš malá velikost klouzavého okénka při vytváření energetických map, a proto program nebyl schopný koukat "více kolem" a ohodnotit, že subčásti, které on vyhodnotil jako samotné segmenty, jsou součástí jediného většího segmentu.

4 Shrnutí

V rámci této práce jsem implementovala jednu z metod extrakce příznaků z obrázků s cílem segmentace textur. Výsledky, dosažené mnou, nejsou realně použitelné, avšak jsou znatelně vyšší než původní referenční hodnoty. Příčinou toho je zprvu to, že součástí této práce nebyl žádný postprocessing, který by pomohl zmírnit nedostatky algoritmu - jako třeba křivost hranic mezi segmentami. Také výsledky by mohli být vylepšené nastavením některých vnitřních parametrů algoritmu (jako velikost klouzavého okénka) a vyzkoušení jiných metod clusteringu.

Během této práce jsem se naučila jedné z metod extrakce příznaků s cílem segmentace textur a také jsem získala zkušenosti v práci s vědeckou literaturou. Obě tyto zkušenosti považuju za cenné a užitečné.

Použité zdroje

- [1] CSE576: Computer Vision. Computer Science Engineering University of Washington. [online]. 2016 [cit. 2016-12-26]. Dostupné z: <http://courses.cs.washington.edu/courses/cse576/book/ch7.pdf>
- [2] TEXTURE FEATURE EXTRACTION FOR CLASSIFICATION OF REMOTE SENSING DATA USING WAVELET DECOMPOSITION: A COMPARATIVE STUDY L. A. Ruiz; A. Fdez-Sarría; J.A. Recio. [online]. 2016 [cit. 2016-12-26]. Dostupné z: <http://www.isprs.org/proceedings/XXXV/congress/comm4/papers/508.pdf>
- [3] CSE455: Computer Vision. Texture. Computer Science Engineering University of Washington. [online]. 2016 [cit. 2016-12-26]. Dostupné z: <https://courses.cs.washington.edu/courses/cse455/09wi/Lects/lect12.pdf>
- [4] Classification of Soil Textures Based on Law's Features Extracted from Preprocessing Images on Sequential and Random Windows R. Shenbagavalli and Dr.K. Ramar. [online]. 2016 [cit. 2016-12-26]. Dostupné z: <http://www.journal.bonfring.org/papers/aip/volume1/BIJAIP-01-1004.pdf>