



Texturní analýza 3D dat pomocí metody LBP

Petr Neduchal¹

1 Úvod

Analýza textury je velmi často chápána jako analýza vizuální informace o povrchu nějakého tělesa. V tomto smyslu se jedná o užitečnou úlohu zejména v průmyslových aplikacích kontroly kvality, nebo obecněji kontroly vlastností povrchu nějakého objektu.

Některé metody texturní analýzy je možné též použít na trojrozměrná data. To může být velice užitečné například v úloze automatického zpracování medicínských dat. Konkrétně je možné uvažovat za vstup metody data z počítačové tomografie (CT). Výstupem může být hrubá segmentace, která od sebe odliší předmět zájmu - například játra - a ostatní orgány resp. ostatní objekty obsažené v těchto datech.

2 Metoda LBP

Jednou z výše zmíněných texturních metod je metoda zvaná Local Binary Patterns (LBP). Principem metody je vytváření lokálních charakteristik textury tak, aby se ke zvolenému okolí každého bodu dat přiřadilo jedno binární číslo kompletně popisující texturu v této oblasti. Nejlépe celý postup osvětlí příklad výpočtu jedné LBP hodnoty nad maskou určeném 8-mi bodovým okolím středu g_0 .

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} g_1 & g_2 & g_3 \\ g_8 & g_0 & g_4 \\ g_7 & g_6 & g_5 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} 0 & 3 & 1 \\ 7 & 2 & 1 \\ 9 & 1 & 4 \end{bmatrix} \Rightarrow \sum_{i=1}^n sg(g_i - g_0) \cdot 2^{n-1} \Rightarrow b = [11010010] \Rightarrow 210,$$

kde body $g_1 - g_8$ tvoří okolí bodu g_0 , funkce $sg(x) = 1$ pro $x \geq 0$ a $sg(x) = 0$ pro $x < 0$, b je pak výsledné binární číslo, které má v tomto případě hodnotu 210.

Výše uvedený postup je aplikací metody LBP na jeden bod vstupních dat. Pro získání informace o celé textuře je nutné postup aplikovat na všechny body vstupních dat. To může být výpočetně náročné zejména pro zmíněná trojrozměrná data. Řešením je úprava algoritmu tak, aby se v něm nevyskytovaly žádné podmínky, které postup mohou výrazně zpomalit. Řešení rychlého výpočtu je uvedeno na následujícím příkladu počítaného na 4-okolí středového bodu.

| | i | $g_0 - g_i - 1$ | b | <i>Znamenko</i> | |
|---|-----|------------------|------|-----------------|--------------------------------|
| $\begin{bmatrix} & 3 & \\ 7 & 2 & 1 \\ & 1 & \end{bmatrix}$ | 0 | $2 - 3 - 1 = -2$ | 1110 | 0001 | |
| | 1 | $2 - 1 - 1 = 0$ | 0000 | 0000 | $\Rightarrow LBP_{4,1} = 1001$ |
| | 2 | $2 - 1 - 1 = 0$ | 0000 | 0000 | |
| | 3 | $2 - 7 - 1 = -6$ | 1010 | 1000 | |

Je patrné, že se výpočet omezuje na odčítání a použití bitových operací. Nejdříve se vypočítá rozdíl bodu $g_0 - g_i - 1$. Což dále umožní využít bitovou operaci AND, která výsledek porovná

¹ student doktorského studijního programu Aplikované vědy a informatika, obor Kybernetika, e-mail: neduchal@kky.zcu.cz

s binárním číslem 1000. Tím je získáno znaménko výsledku, které se následně posune o $3 - i$ pozic doprava. Nakonec se na všechny takovéto výsledky aplikuje bitová operace OR, čímž je získána LBP hodnota celé oblasti pro jeden střed g_0 .

3 LBP pro trojrozměrná data

Pro 3D data se postup výpočtu LBP metody nemění. Přesto však lze pozorovat několik rozdílů. Zejména se jedná o velikost dat, která může být mnohonásobně větší než v případě 2D dat. Dále je v algoritmu nutné počítat s další dimenzí, což do algoritmu přidává průchod právě přes tuto dimenzi. Z toho vyplývá jasný požadavek na použití rychlé verze výpočtu uvedené v předchozí kapitole

Nejvýraznější změna spočívá v použití 3D masky určující lokální okolí výpočtu LBP hodnoty. Vytvoření 2D masky na kruhovém okolí spočívá pouze v rozdělení kružnice o zvoleném poloměru r na stejně velké úseky rozdělené hledanými body nové masky.

V případě 3D masky je nutné provést stejný postup na kulové ploše, což bohužel není tak triviální úloha. Analytické rozdělení bodů na kulové ploše o poloměru r je neřešitelná úloha. Proto je potřeba použít iterační metody, které rozloží body na kulové ploše přibližně rovnoměrně.

V iteračním algoritmu je pak nejdůležitějším krokem inicializace bodů před samotným algoritmem upravujícím jejich rozložení na kulové ploše. Nejjednodušším způsobem je náhodné rozložení bodů, které však vede k tomu, že každá vygenerovaná maska bude odlišná od všech ostatních. Řešením je vytvoření chytřejšího algoritmu pro počáteční rozdělení bodů.

Jelikož se při použití 3D dat jen těžko využijí masky s méně než 8-body, byl algoritmus zaměřen právě na masky obsahující 8 a více bodů. Při rozdělení bodů se předpokládá, že se bude kulová plocha rovnoměrně triangulovat a tedy bude mít každý bod přesně 6 sousedů. Poté jsou na kulovou plochu kladeny body pomocí posuvů vždy v 6 směrech kolem posledně přidaného bodu. Tím je dosaženo vždy stejného rozložení a ve výsledku i stejné masky jakožto výsledku iteračního algoritmu.

4 Závěr

Metoda LBP je oblíbenou a vyhledávanou metodou pro texturní analýzu 2D dat. V tomto případě byla metoda implementována pro zpracování dat trojrozměrných. To přináší výhody i nevýhody a je jen otázkou jejího reálného nasazení, jestli se metoda v tomto tvaru osvědčí a dokáže ulehčit práci při rozpoznávání nejen povrchu tělesa, ale v podstatě celé jeho struktury, jako tomu je například v již zmíněných medicínských datech. Právě na tyto data bude výše uvedená konkrétní implementace metody použita a ukáže tak svoje silné i slabé stránky.

Poděkování

Tato práce byla podpořena grantem SGS-2013-32: "Inteligentní metody strojového vnímání a porozumění"

Literatura

Mäenpää, T., 2003. The Local Binary Pattern approach to texture analysis - Extensions and Applications, University of Oulu, Finland.

Mäenpää, T., Turtinen, M., Pietikäinen, 2003. Real-Time Surface Inspection by Texture, University of Oulu, Finland.