

Texturní analýza pomocí metody LBP počítaná v reálném čase

Petr Neduchal¹

1 Úvod

Texturní analýza je jedním z mnoha směrů zpracování obrazu, která ke své činnosti využívá informace o textuře objektu. Textura je soubor opakujících se primitiv, která jsou viditelná na povrchu objektu. Tato primitiva mohou být náhodná, nebo uspořádaná v pravidelných útvarech.

Takovéto metody jsou používány v četných aplikacích a to nejen ve univerzitním prostředí. Ba právě naopak je hlavním sektorem použití těchto metod průmysl. Ať už se jedná o kamerové bezpečnostní systémy, kontrolu kvality, nebo dokonce biometrickou identifikaci a verifikaci osob. V tomto článku bude řeč výhradně o metodě LBP (Local Binary Patterns), jejích rozšířeních a zejména pak o možnostech zrychlení výpočtu celého algoritmu.

2 Metoda LBP

Jedná se o statistickou metodu, která se snaží popsat texturu objektu na základě lokálních charakteristik. To znamená, že pro každý pixel obrazu je z jeho předem vybraného okolí o n bodech vypočítáno n -bitové číslo. Toto číslo je uloženo na pozici pixelu, který byl pro dané okolí středovým elementem. Vše osvětlí příklad pro 8-mi okolí

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

kde G je okolí bodu g_0 , funkce $sg(x) = 1$ pro $x \geq 0$ a $sg(x) = 0$ pro $x < 0$ a b je výsledné binární číslo.

Uvedený proces se vztahuje k výpočtu jedné LBP hodnoty. K popsání celého obrazu je potřeba provést tento postup pro každý pixel, kolem kterého existuje definované okolí. Výsledná LBP reprezentace by tedy v ideálním případě měla být stejně velká jako původní obraz. Většinou však existují body, které ohodnotit nemůžeme a to na okrajích zdrojového obrazu. To však není velký problém, neboť se při porovnávání texturních reprezentací založených na této metodě nepoužívá celá reprezentace, nýbrž jen její histogram. I přes redukci informace o pozici dosahuje metoda LBP velice dobrých výsledků.

Metodou LBP se po celém světě zabývá mnoho vědců a vědeckých skupin. Proto není divu, že existuje velké množství úprav a rozšíření. Dvěma nejznámějšími jsou takzvané ULBP a rotačně invariantní LBP.

První uvedené slouží k omezení skupiny hodnot, které může LBP produkovat. Toho je docíleno tak, že se počítají jen ty hodnoty, jejichž bitová reprezentace obsahuje maximálně dva přechody $0 \rightarrow 1$ resp. $1 \rightarrow 0$ a ostatní sečte do jedné předem určené hodnoty. Při 8-bitovém okolí je pak počet hodnot histogramu omezen z 256 na 59.

Rotačně invariantní LBP pracuje tak, že každé binární číslo LBP reprezentace zrotuje tak,

¹ student navazujícího studijního programu Aplikované vědy a informatika, obor Kybernetika a řídicí technika, e-mail: neduchal@gmail.com

aby bylo ze všech rotovaných čísel nejmenší. Tím se dosáhne invariance vůči natočení textury metody a zároveň snížení počtu hodnot v histogramu.

3 Zrychlení výpočtu LBP reprezentace

Výpočet jednoho bodu LBP reprezentace naznačený výše je spolehlivý, ale výsledný algoritmus pracuje značně pomalu. Proto se hledají způsoby jak výpočet urychlit. Možností existuje samozřejmě více. Například použití výpočtů na grafické kartě pomocí technologií CUDA a OpenCl. Druhou možností je využití procesoru v PC na maximum.

Právě druhá možnost byla zvolena i v tomto případě. Princip spočívá v eliminaci podmíněných skoků ve výpočtu algoritmu. Postup výpočtu jednoho bodu texturní informace je následující (ukázka počítá se 4-okolím počítaného bodu).

$$\begin{array}{c} \begin{bmatrix} & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{array}{l} i \quad g_0 - g_i - 1 \quad b \quad Znamenko \\ 0 \quad 2 - 3 - 1 = -2 \quad 1110 \quad 0001 \\ 1 \quad 2 - 1 - 1 = 0 \quad 0000 \quad 0000 \\ 2 \quad 2 - 1 - 1 = 0 \quad 0000 \quad 0000 \\ 3 \quad 2 - 7 - 1 = -6 \quad 1010 \quad 1000 \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad LBP_{4,1} \quad 1001 \end{array} \end{array}$$

V tomto případě je výpočet omezen na sčítání a bitové operace. Postup je takový, že se provede rozdíl $g_0 - g_i$. Z tohoto výsledku se pomocí operace AND s číslem 1000 zjistí znaménko rozdílu. Toto znaménko se následně orotuje doprava o $3 - i$. Tím je získána jeden bit LBP hodnoty. Po získání všech čtyř se pomocí operace OR sečtou.

Takto upravený algoritmus dokáže celý výpočet výrazně urychlit. Například sada 83 obrazů o rozměrech 512x512 pixelů se v původním tvaru výpočtu počítá 65 vteřin (počítáno na domácím počítači s dvoujádrovým procesorem o taktu 3,33 GHz) a při použití nového výpočtu reprezentace se stejná sada vypočítala za 0,7 vteřiny.

4 Závěr

Metoda LBP se při výše uvedené implementaci výpočtu stává použitelnou i pro úlohy zpracovávané v reálném čase. Navíc nepotřebuje žádný speciální hardware či výkonnou grafickou kartu a rychlý výpočet zvládne velice dobře jakékoliv průměrné PC. Ke zmíněnému lze připočítat přenositelnost mezi operačními systémy. A jelikož se stále objevují nové aplikace a derivace této metody, můžeme očekávat, že se budou uvedené postupy nadále rozvíjet a vylepšovat.

Poděkování

Tato práce byla podpořena grantem SGS-2010-054: "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.