

COUPLING OF IMAGES

Petr Nováček

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xnovac10@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Miloslav Richter

E-mail: richter@feec.vutbr.cz

Abstract: This paper deals with coupling of images which are divided into orthogonal parts. Parts are mixed. Colour similarity between edges of these mixed parts is evaluated and then the parts are coupled into the form of the original input image. Genetic algorithm has been chosen for coupling parts of image based on the evaluation.

Keywords: computer vision, coupling of images, discrete cosine transform, genetic algorithm

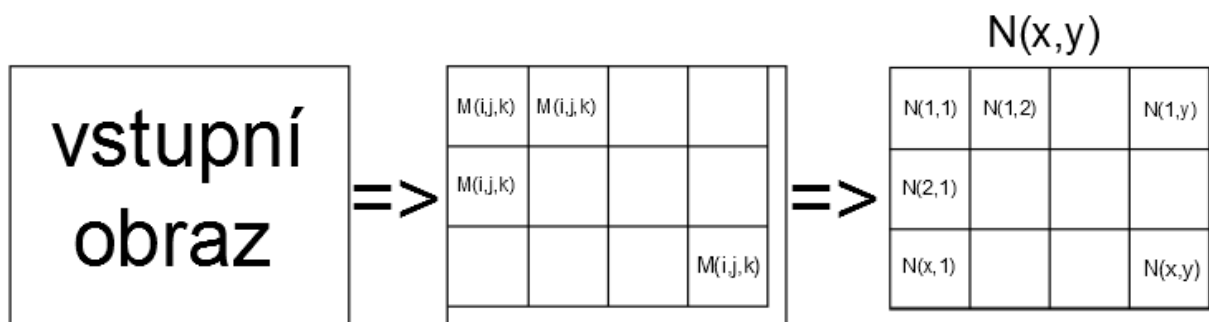
1. ÚVOD

Tato práce se zabývá spojováním nepřekrývajících se dílků obrazu. Je zaměřena na spojování dílků na základě barevných podobností na jejich hranách. Vstupní rastrový obraz je dělen na čtvercové dílky a ty jsou skládány do podoby vstupního obrazu. S využitím diskretní kosinové transformace a následného výpočtu koeficientu odlišnosti je posuzována podobnost hran dílků ležících vedle sebe. Ke skládání dílků je využit genetický algoritmus.

2. PŘÍPRAVA VSTUPNÍHO OBRAZU

Vstupem přípravného algoritmu je barevný rastrový obraz [1] a počet sloupců a řádků, na které má být rozdělen. S obrazem se pracuje v barevném prostoru RGB, v rozsahu jasových hodnot 0-255. Výstupem jsou jednotlivé dílky – matice $M(i,j,k)$, z nichž bude skládán vstupní obraz. Index i značí počet řádků matice, index j potom počet sloupců matice a $k = 3$ je počet barevných kanálů.

Je vytvořena matice $N(x,y)$ (**Obrázek 1**), kde x je počet jejích řádků (počet dílků, na něž byl rozdělen vstupní obraz ve vertikální ose) a y je počet jejích sloupců (počet dílků, na něž byl rozdělen vstupní obraz v horizontální ose). Prvky matice $N(x,y)$ jsou jednotlivé matice dílků $M(i,j,k)$.



Obrázek 1: Dělení vstupního obrazu

3. OHODNOCENÍ PODOBNOSTI HRAN DÍLKŮ

Algoritmus počítá ze vstupních dat, jimiž jsou jednotlivé dílky obrazu, ohodnocení, dle kterého je možné následně posuzovat, do jaké míry jsou hrany dílků ležících u sebe odlišné. Toto ohodnocení je využito při následném skládání dílků do podoby vstupního obrazu.

3.1. VÝPOČET KOEFICIENTŮ DISKRÉTNÍ KOSINOVÉ TRANSFORMACE Z HRAN DÍLKŮ

Z algoritmů testovaných pro stanovení podobnosti jednotlivých hran dílků byly dosaženy nejlepší výsledky s využitím Diskrétní kosinové transformace (DCT) [2].

V maticích všech dílků $M(i,j,k)$ jsou separovány vektory jasových hodnot horní, pravé, spodní a levé hrany. Tyto vektory jsou určeny vzorcem (1).

$$\begin{aligned}H(l, k) &= M(1, :, :) \\P(l, k) &= M(:, j, :) \\S(l, k) &= M(i, :, :) \\L(l, k) &= M(:, 1, :)\end{aligned}\tag{1}$$

Kde $M(i,j,k)$ je matice dílku obrazu, i je počet jejích řádků, j je počet jejích sloupců, k je počet barevných kanálů, $H(l)$ je vektor horní hrany, $P(l)$ je vektor pravé hrany, $S(l)$ je vektor spodní hrany a $L(l)$ je vektor levé hrany, l je délka těchto vektorů a platí $i = j = l$. Dvojtečka vždy značí všechny prvky v daném rozměru matice.

Z vektorů jasových hodnot hran jsou v každém barevném kanálu zvlášť vypočítány koeficienty DCT.

3.2. VÝPOČET KOEFICIENTŮ ODLIŠNOSTI HRAN

Při určení podobnosti hran dílků je využito výpočtu koeficientů odlišnosti. Je porovnáván každý vektor koeficientů DCT všech dílků se všemi ostatními vektory koeficientů DCT dílků v celém obraze.

Výpočet probíhá samostatně na každém barevném kanálu dle vzorce (2) a výsledná hodnota charakterizuje součet hodnot odchylek koeficientů DCT v jednotlivých vektorech.

$$L_X(a, b) = \sum_{j=1}^N |a_X(j) - b_X(j)|\tag{2}$$

Kde X značí barevný kanál (R, G nebo B), a a b jsou vektory koeficientů DCT a N je jejich velikost.

Koeficient odlišnosti je počítán dle vzorce (3) a charakterizuje odlišnost dvou hran dílku.

$$K(a, b) = L_R(a, b) + L_G(a, b) + L_B(a, b)\tag{3}$$

Pokud zvolíme jen určitý počet prvních koeficientů DCT, v nichž je obsaženo největší množství energie signálu, lze následné výpočty urychlit. Zvětšením počtu využitých koeficientů DCT lze také určovat přesnost koeficientů odlišnosti hran (zpřesnění má význam především u matic dílků malých velikostí).

4. SKLÁDÁNÍ OBRAZU – GENETICKÝ ALGORITMUS

Vstupem algoritmu skládání je matice dílků $N(x,y)$ a ohodnocení podobnosti jejich hran. Výstupem je matice $N(x,y)$ s dílky seskládanými a natočenými tak, aby suma koeficientů odlišnosti všech u sebe ležících hran byla minimální. Pro skládání dílků je využit genetický algoritmus [3].

4.1. CHROMOZÓM

Chromozóm [3] představuje matici $N(x,y)$, kde jeden gen odpovídá jednomu dílku této matice. Je použito permutační kódování do vektoru (mezi indexací vektoru a matice lze jednoduše přecházet pomocí mapovací funkce), kvůli potřebě zachovat fixní počet dílků ve vektoru a jejich pořadí. Na indexy vektoru je přistupováno pomocí mapovací funkce, která převádí indexy matice genů (stejně velikosti jako matice $N(x,y)$) na indexy vektoru.

4.2. FITNESS FUNKCE

Fitness funkce je počítána na základě ohodnocení odlišnosti jednotlivých hran dílků podle vzorce (4). Hodnota funkce představuje součet všech koeficientů odlišnosti sousedících hran dílků v obraze. Cílem je tedy minimalizace této funkce.

$$f(N(x, y)) = \sum_{i=1}^{y-1} \sum_{j=1}^x K(N_P(i, j), N_L(i + 1, j)) + \sum_{i=1}^{x-1} \sum_{j=1}^y K(N_S(i, j), N_H(i, j + 1)) \quad (4)$$

Kde x je počet řádků matice dílků $N(x, y)$ a y je počet jejích sloupců. $K(a, b)$ je koeficient podobnosti hran a a b . Index P značí pravou hranu dílku, L levou hranu, S spodní hranu a H horní hranu dílku.

4.3. SELEKCE

K výběru rodiče je použit turnajový výběr ze tří náhodně volených kandidátů.

4.4. KŘÍŽENÍ

Pro permutační křížení je použit algoritmus Order crossover [4]. Délka přenášené sekvence genů z rodiče na potomka je volena náhodně. Pravděpodobnost křížení je 95%.

4.5. MUTACE

Operátor mutace vyměňuje náhodný počet genů v chromozomu o náhodných indexech navzájem (pravděpodobnost 33%), provádí rotace náhodných dílků v genu o náhodné násobky 90° (pravděpodobnost 35%) a náhodně posouvá matici genů o řádek nahoru nebo dolů (pravděpodobnost 16%) nebo o sloupec doleva či doprava (pravděpodobnost 16%). Řádky/sloupce, které by ležely mimo matici genů jsou přesunuty na opačnou stranu matice, kde takto vznikl volný řádek/sloupec. Pravděpodobnost mutace je 10%.

4.6. OBNOVA POPULACE

Stará populace je nahrazena ve chvíli, kdy nová populace dosáhne stejného počtu chromozómů, jako měla populace stará. Nejlepší jedinec ze staré populace přechází do nové populace beze změny.

5. ZÁVĚR

Výše popsané postupy a algoritmy vycházejí z méj bakalářské práce, která se zabývá vývojem aplikace pro skládání pravouhlých obrazů na základě barevné podobnosti. Úspěšnost algoritmů je závislá především na charakteru vstupního obrazu a velikosti dílků. Je výrazně horší u obrazů obsahujících velké jednodílné barevné plochy (tráva, obloha, voda) a u malých dílků (jednotky až desítky pixelů), kdy už jasovou podobnost nelze jednoznačně určit.

REFERENCE

- [1] HLAVÁČ, Václav; ŠONKA, Milan. *Počítačové vidění*. Praha: Grada, 1992. 249 s. ISBN80-85424-67-3.
- [2] KHAYAM, Ali, Syed. *The Discrete Cosine Transform (DCT): Theory and application*. Michigan State University: Department of Electrical & Computer Engineering, 2003. 31 s. Dostupné z: http://www.egr.msu.edu/waves/people/Ali_files/DCT_TR802.pdf
- [3] HYNEK, Josef. *Genetické algoritmy a genetické programování*. Praha: Grada, 2008. 182 s. ISBN 978-80-247-2695-3.
- [4] Order 1 Crossover. [online] 2013 [cit. 2013-03-01]. Dostupné z: <http://www.rubicite.com/Tutorials/GeneticAlgorithms/CrossoverOperators/Order1CrossoverOperator.aspx>