

Úpravy rastrového obrazu

I.Kolingerová

Obsah:

1. Geometrické transformace
a modifikace obrazu
2. Vytlačený vzor (emboss)
3. Warping
4. Morphing
5. Napodobování malířských technik
6. Ostření obrazu
7. Rozmazání
8. Přechody mezi snímky

Literatura

- J.Gomes, L.Darsa, B.Costa, L.Velho: Warping and Morphing of Graphical Objects, Morgan Kaufmann Publ., San Francisco, 1999
- R.C.Gonzales, R.E.Woods: Digital Image Processing, 3rd Edition, Prentice Hall, 2007
- W.K.Pratt: Digital Image Processing: PIKS Inside, 3rd Edition, Wiley-Interscience, 2001
- J.Žára, B. Beneš, J. Sochor, P.Felkel: Moderní počítačová grafika, Computer Press, Praha, 2004

KPG

3

1. Geometrické transformace a modifikace obrazu

- Zdrojový obraz se transformuje na cílový:

$$S(u_p, v_q) \rightarrow D(x_j, y_k)$$

- $0 \leq p \leq P-1, 0 \leq q \leq Q-1,$
- $0 \leq j \leq J-1, 0 \leq k \leq K-1$

KPG

4

Geometrické transformace:

nejčastěji posunutí, rotace, změna měřítka

- Posunutí:

- Dopředné mapování – počítá se pro každý pixel $[u_p, v_q]$ zdroj.obrazu

$$x_j = u_p + t_x \quad y_k = v_q + t_y ,$$

kde (t_x, t_y) je vektor posunutí
 x_j, y_k nemusí být celá čísla ($\leq t_x, t_y$)
Vlivem zaokrouhlení mohou vznikat díry
v obrazu

- Zpětné mapování – počítá se pro každý pixel $[x_j, y_k]$ cíl.obrazu:

$$u_p = x_j - t_x \quad v_q = y_k - t_y ,$$

kde (t_x, t_y) je vektor posunutí
 u_p, v_q nemusí být celá čísla ($\leq t_x, t_y$), pak
interpolace

5

Geometrické transformace:

- Podobný zápis možný pro rotaci a změnu měřítka,
ale častěji maticové vyjádření

Translation:

$$\begin{bmatrix} x_j \\ y_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_p \\ v_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \end{bmatrix}$$

Scaling:

$$\begin{bmatrix} x_j \\ y_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_x & 0 \\ 0 & s_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_p \\ v_q \end{bmatrix}$$

Rotation:

$$\begin{bmatrix} x_j \\ y_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_p \\ v_q \end{bmatrix}$$

- Translace, pak změna měřítka, pak rotace:

$$\begin{bmatrix} x_j \\ y_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_x \cos \theta & -s_y \sin \theta \\ s_x \sin \theta & s_y \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_p \\ v_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} s_x t_x \cos \theta & -s_y t_y \sin \theta \\ s_x t_x \sin \theta & +s_y t_y \cos \theta \end{bmatrix}$$

6

Geometrické transformace:

- Po úpravě

$$\begin{bmatrix} x_j \\ y_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_0 & c_1 \\ d_0 & d_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_p \\ v_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c_2 \\ d_2 \end{bmatrix} \quad \text{nebo} \quad \begin{bmatrix} x_j \\ y_k \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_0 & c_1 & c_2 \\ d_0 & d_1 & d_2 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_p \\ v_q \\ 1 \end{bmatrix}$$

■ ($c_0 \dots d_2$ viz předchozí rovnice)

- Totéž čtvercovou maticí:

$$\begin{bmatrix} x_j \\ y_k \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_0 & c_1 & c_2 \\ d_0 & d_1 & d_2 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_p \\ v_q \\ 1 \end{bmatrix}$$

KPG

7

Geometrické transformace:

- Pro zpětný výpočet pak:

$$\begin{bmatrix} u_p \\ v_q \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_0 & a_1 & a_2 \\ b_0 & b_1 & b_2 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_j \\ y_k \\ 1 \end{bmatrix}$$

- Translace:

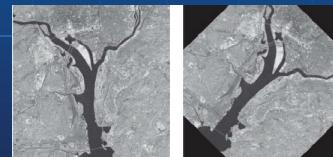
$$a_0 = 1, a_1 = 0, a_2 = -t_x, \\ b_0 = 0, b_1 = 1, b_2 = -t_y$$

- Změna měřítka:

$$a_0 = 1/s_x, a_1 = 0, a_2 = 0, \\ b_0 = 0, b_1 = 1/s_y, b_2 = 0$$

- Rotace:

$$a_0 = \cos \theta, a_1 = \sin \theta, a_2 = 0, \\ b_0 = -\sin \theta, b_1 = \cos \theta, b_2 = 0$$

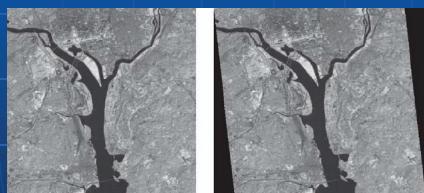


KPG

8

Geometrické transformace:

- Jiný př.:
Zkosení; $c_0=d_1=1$, $c_1=0.1$, $d_0=0$, $c_2=d_2=0$



KPG

9

2. Vytlačený vzor (emboss)

1. Pomocný obraz – negativ předlohy
2. Posunutí pomoc. obrazu (zadáno uživatelem, předp. 1 pixel v x i y)
3. Přičtení pomocného obrazu pixel po pixelu k původ. obrazu
4. Vydělení intenzit všech pixelů 2 (průměr z předlohy a pomoc. obrazu)

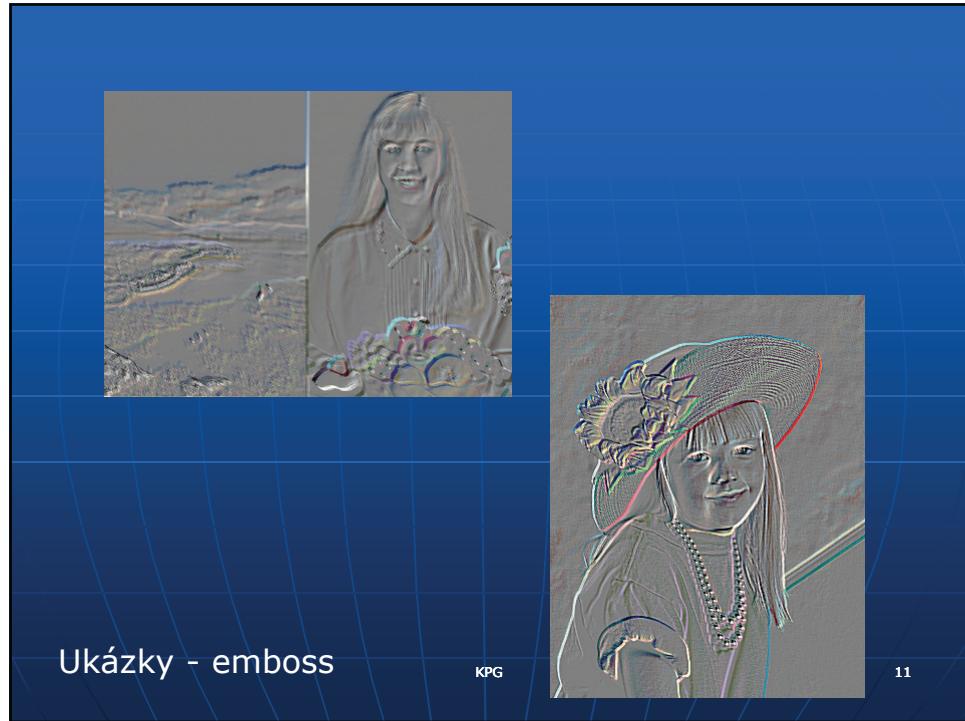
- Matematicky:

$$D[i,j] = 1/2 * (S[i,j] + (1 - S[i+1,j+1]))$$

kde $S[i,j]$ - pixel zdroj. obrazu,
 $D[i,j]$ - pixel cíl. obr.

KPG

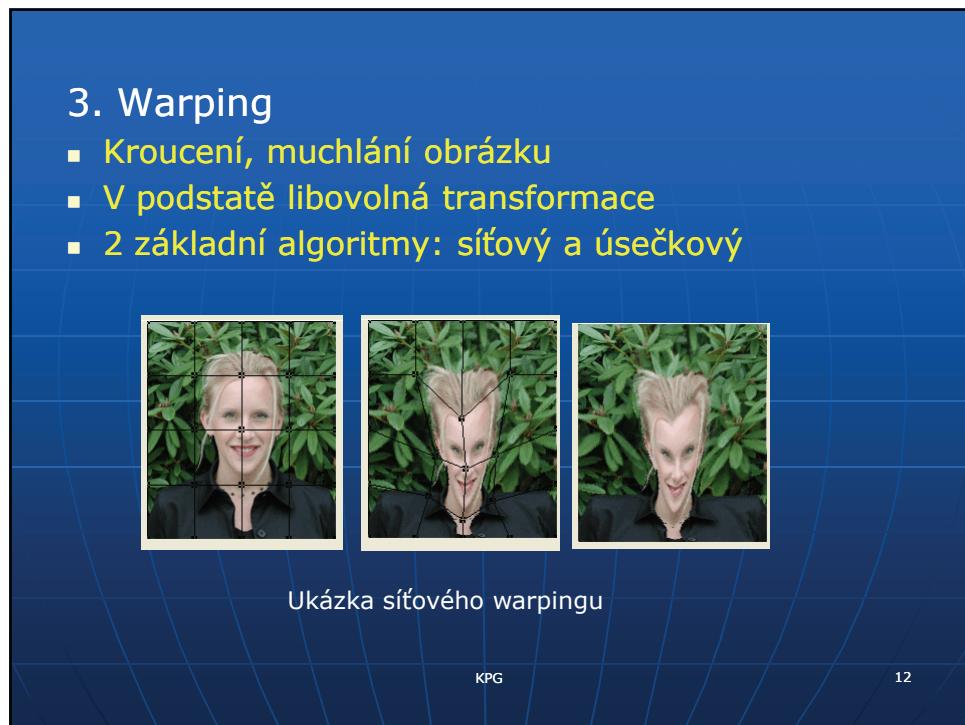
10



Ukázky - emboss

KPG

11



3. Warping

- Kroucení, muchlání obrázku
- V podstatě libovolná transformace
- 2 základní algoritmy: síťový a úsečkový

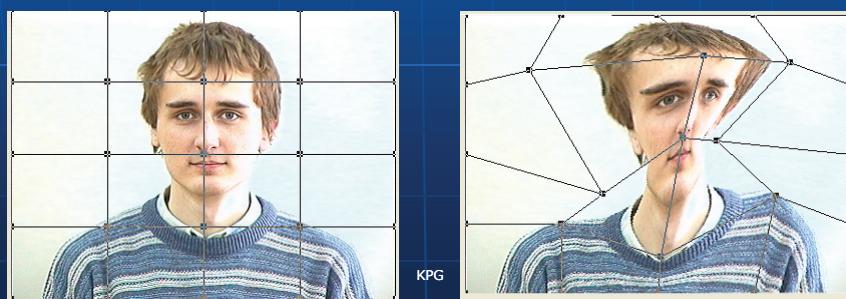
KPG

12

Ukázka síťového warpingu

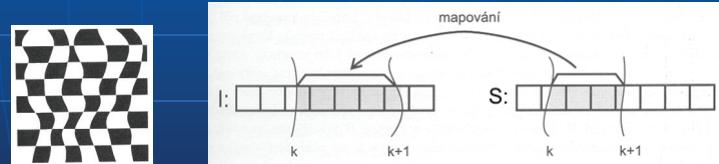
Síťový warping

- Definice sítí položenou na obraz
- Nutno zadat pomyslnou síť - lomené čáry, Bézierovy kubiky nebo spline křivky
- Uživatel určí nové polohy uzelů
- Čtyřúhelníky adekvátně změní tvar
- Vhodné pro globální změny v obraze



Síťový warping

- 2 průchody
- 1. průchod: přemístění bodů v řádcích
 - Určení průsečíků svislých křivek s řádky obrazu, tím vymezení intervalů na řádku
 - Převzorkování intervalů (nejčastěji lineární interpolace), výstupem meziobraz I



- 2. průchod: přemístění bodů meziobrazu ve sloupcích (pracuje se s horizontálními křivkami)

Úsečkový warping

- Též pod názvem w.pomocí pole (field warping)
- Pro lokální změny v obraze (např. zavření očí)
- Užití zpětného mapování – k pixelu cíl.obrazu D se hledá pixel zdřoj.obrazu S
- Definice lokálních změn úsečkami (pro každou úsečku v S dána úsečka v D)

KPG

15

Úsečkový warping

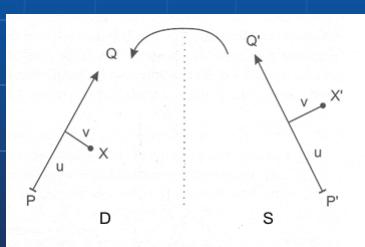
- Spočte se u, v , z toho se dá určit k cíl. pixelu X zdrojový pixel X'
- v – absolutní vzdálenost,
- u - normalizovaná

skal. součin a projekce
 XP do QP

$$u = \frac{(X - P) \cdot (Q - P)}{\|Q - P\|^2}$$

kolmý vektor

$$v = \frac{(X - P) \cdot (Q - P)_\perp}{\|Q - P\|}$$



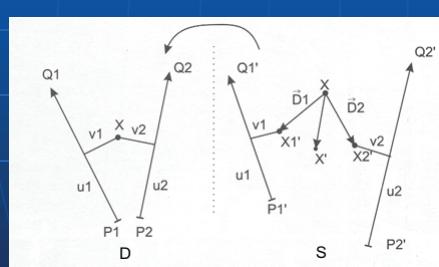
$$X' = P' + u(Q' - P') + \frac{v \cdot (Q' - P')_\perp}{\|Q' - P'\|}$$

otočení, posuv a
změna měř. ve
směru úsečky

Úsečkový warping

- Užití většího počtu úseček:

- najít u, v pro všechny úsečky a jeden cílový pixel X ,
- každá úsečka dá jeden X'_i
- výsledný X' je vážený součet všech X'_i



$$D_i = X'_i - X$$

$$X' = X + \frac{\sum_{i=1}^n \bar{D}_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$w_i = \left(\frac{|Q'_i - P'_i|^p}{(a + dist)} \right)^b$$

- Úsečky by se neměly křížit, jinak nežádoucí efekty

KPG

17

Úsečkový warping - parametry

- a, b, p zadány uživatelem
- Vliv jednotlivých úseček na transformaci
- Vhodné hodnoty: např. $a=0.001$, $b=2$, $p=0.5$
- a - vliv úsečky, $a>0$; větší hodnota – hladší warp, ale méně přesná uživatelská kontrola
- b – slábnutí vlivu úsečky se vzdáleností
($b=0$ – vliv všech úseček stejný, b velké – vliv jen nejbližších úseček)
- p z intervalu $<0,1>$, s větší hodnotou roste vliv dlouhých úseček
- $dist$ – vzdálenost bodu X od úsečky P_iQ_i ; $dist = \text{abs}(v)$ pro u z $<0,1>$, $dist=|PX|$ pro $u<0$, $dist=|QX|$ pro $u>1$

$$w_i = \left(\frac{|Q'_i - P'_i|^p}{(a + dist)} \right)^b$$

KPG

18

Úsečkový warping

- Celkový alg. pro jeden obraz:
- Pro všechny pixely X cíl.obrazu
 - $d_{sum} = (0,0)$, $w_{sum} = 0$ // akumul. vektor součtu, akumul. součet vah
 - Pro všechny dvojice úseček P_iQ_i a $P'_iQ'_i$
 - Z P_i a Q_i vypočti u_i a v_i
 - Z P'_i , Q'_i , u_i a v_i vypočítej X'_i
 - $D_i = X'_i - X$
 - Spočti vzdálenost $dist$ mezi X a P_iQ_i
 - Spočti w_i
 - Spočti $d_{sum} = d_{sum} + w_i D_i$
 - $w_{sum} = w_{sum} + w_i$
 - Urči $X' = X + d_{sum}/w_{sum}$
 - Cílový Obraz(X) = Zdrojový Obraz(X')
- Více obrazů: konc. body úseček se postupně mění, obvykle lineární interpolací

19

4. Morphing

- Přeměna 1 obrázku na jiný (též možno pro geom. objekty)
- Warpování zdroj.obrazu S na S_i , cílového D na D_i a interpolace S_i a D_i
- Buď transformace stejnolehlých bodů obou obr. nebo s určováním korespondence bodů z obou obrazů



Morf: Žižka

KPG

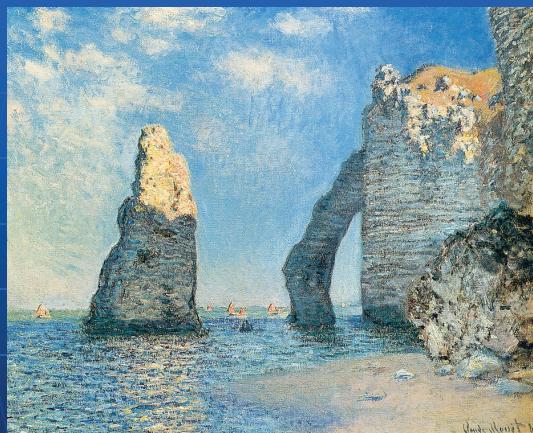
20

5. Napodobování malířských technik

- Impresionismus – 2.pol.19.st, zaznamenávání přírody v čas. okamžiku (nanášení čistých tónů ve skvrnách, polotóny vznikají až na sítinci diváka)
- Pointilismus – klade barvy v bodech s důrazem na kontrast doplň. barev
- Zadán tvar (kruh, elipsa, čtverec) a tloušťka štětce, směr, kterým malujeme (vektor), předloha (dig. obraz)
- Předlohu rozdělit na čtverce a x a, z nich průměr a nalezení nejbližší barvy v paletě, touto barvou tečka štětcem nebo tah v zadaném směru, tahy se překrývají bez míchání barev
- Vše modifikováno náhod. čísla (naklonění štětce, délka tahu, barva)

KPG

21



Claude Monet: Avalské skály a útesy, 1885

KPG

22

Claude Monet:
Dáma se slunečníkem,
1886

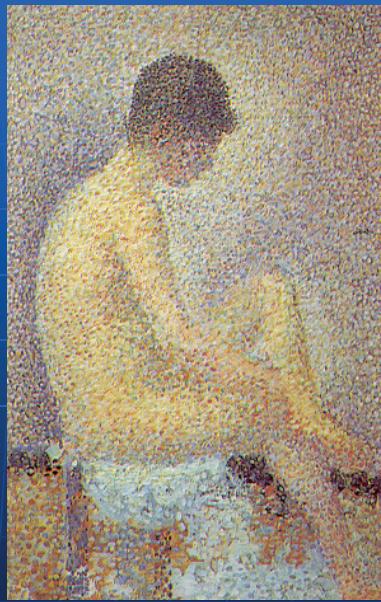


Claude Monet:
Rouenská katedrála
v ranním slunci,
1894



KPG

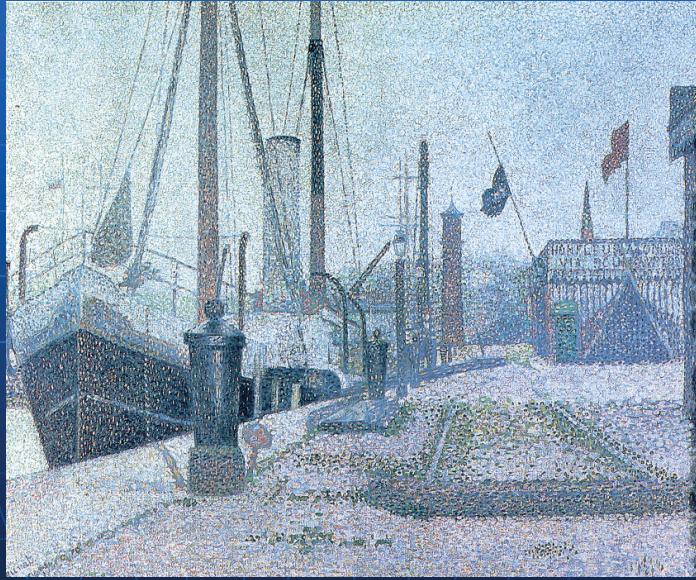
Georges Seurat:
Sedící modelka, profil,
1886



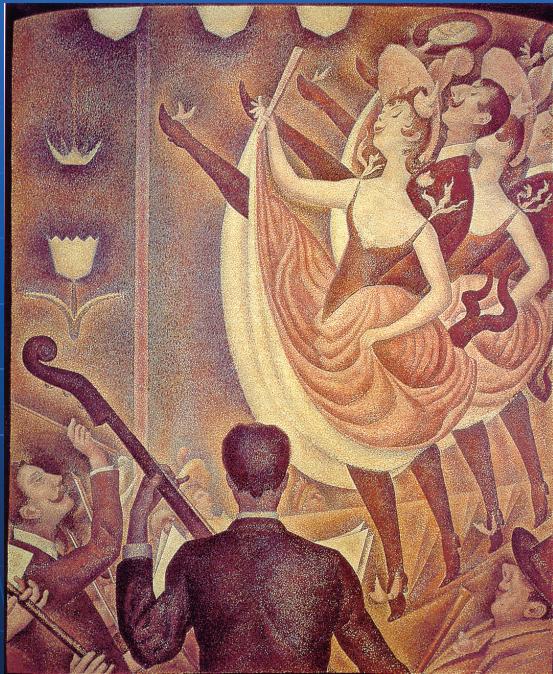
KPG

25

Georges Seurat:
La Maria, Honfleur,
1886



Georges Seurat:
Kankán,
1889-90



Ukázky impresionismu





6. Ostření obrazu

- Založeno na detekci a zvýraznění hran
- Hrana určena velikostí a směrem gradientu

$$\nabla f(x, y) = \left(\frac{\partial f(x, y)}{\partial x}, \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} \right)$$

vektorový operátor
nabla

$$|\nabla f(x, y)| = \sqrt{\left(\frac{\partial f(x, y)}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial f(x, y)}{\partial y} \right)^2}$$

- Nechť $s(i, j)$ je velikost gradientu obrazu f v bodě i, j , pak obraz g v bodě i, j získaný ostřením je
- $$g(i, j) = f(i, j) + c * s(i, j), c - \text{koef. ostření}$$

- Určení gradientu v dig. obrazu nejednoznačné
- Nejjednodušší: Robertsův operátor- změna jasu ve směru hlavní a vedlejší diagonály

$$|\nabla f(i, j)| = |f(i, j) - f(i+1, j+1)| + |f(i, j+1) - f(i+1, j)|$$



KPG

31

- Laplaceův operátor- rozdíl intenzity ve směru kolmém na souř. osy

4-okolí

$$h = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$h = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -8 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

8-okolí

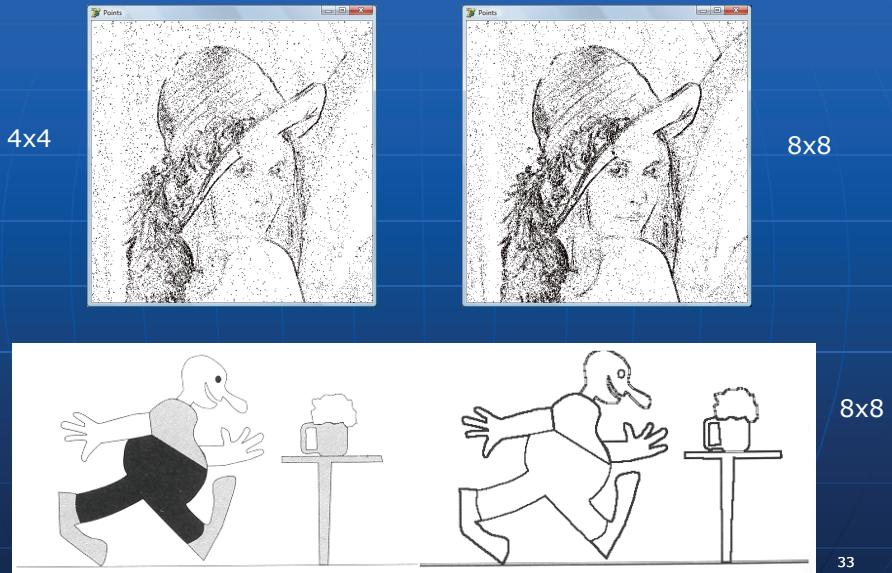
- Užití h v tzv. diskrétní konvoluci

$$I'[x, y] = \sum_{i=-k}^k \sum_{j=-k}^k I[x+i, y+j]h[i+k, j+k]$$

KPG

32

Extrakce hran pomocí Laplaceova operátoru



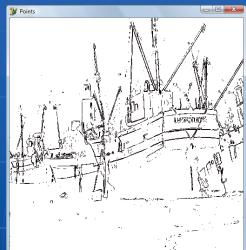
Originál

Roberts,
asi 10% bodů

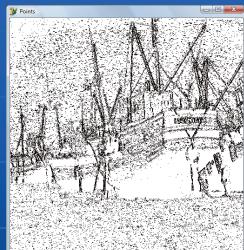
Laplace 4x4,
asi 10% bodů

Laplace 8x8,
Asi 10% bodů

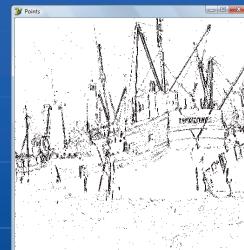
Extrakce ~10% bodů hran + triangulace + interpolace



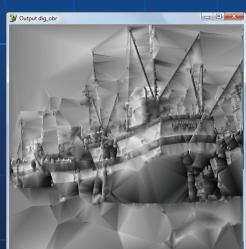
Roberts



Laplace 4x4



Laplace 8x8



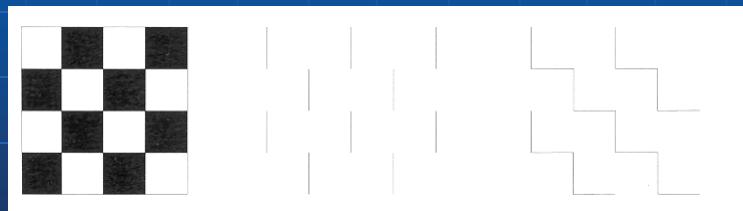
35

Ukázky - zvýraznění hran

KPG

36

- Jiné operátory: **Sobelův operátor** – směrově orientovaný, 8 variant, atd.
- Operátory zvýrazňující hrany zvýrazňují všechny vysoké frekvence, a jsou tedy citlivé i na šum, citlivost klesá s rostoucí velikostí okolí



Sobelovy operátory detekující
svislé a diagonální hrany

KPG

37

7. Rozmazání

- nahradit pixel průměrem okolí



KPG

8. Přechody mezi obrazy

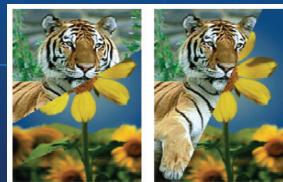
- Vizuální efekty převádějící scénu A na scénu B
- Nesmí příliš poutat pozornost – cílem převedení pozornosti z A na B, podpora příběhu, nikoliv odvedení pozornosti
- Jednoduché prolínání – dissolve, alfa-blending
- Zatmívání – prolínání A do černé, z černé do B

KPG

39

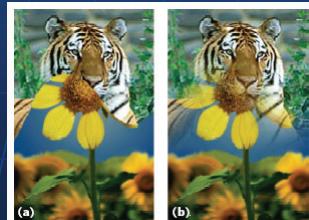
Wipe

- Svislý, vodorovný i jiné směry

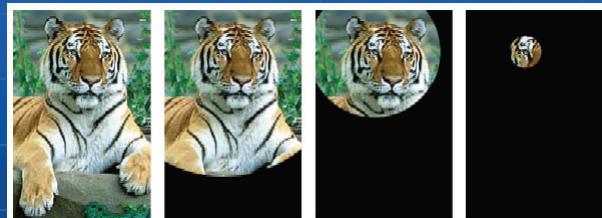


- Hranice může být složitá (a), neostrá (b)

KPG



- Iris efekt – efekt duhovky



Klišé: iris efekt ve tvaru srdce

KPG

41

Zkreslený wipe

- Kromě prolínání obrazů ještě např. změna měřítka



- Vhodné např. pro zdůraznění pocitů v A, B (zmenšování a zvětšování)

KPG

42