

SFO 2014

1. (5b) Čo je to metamér?

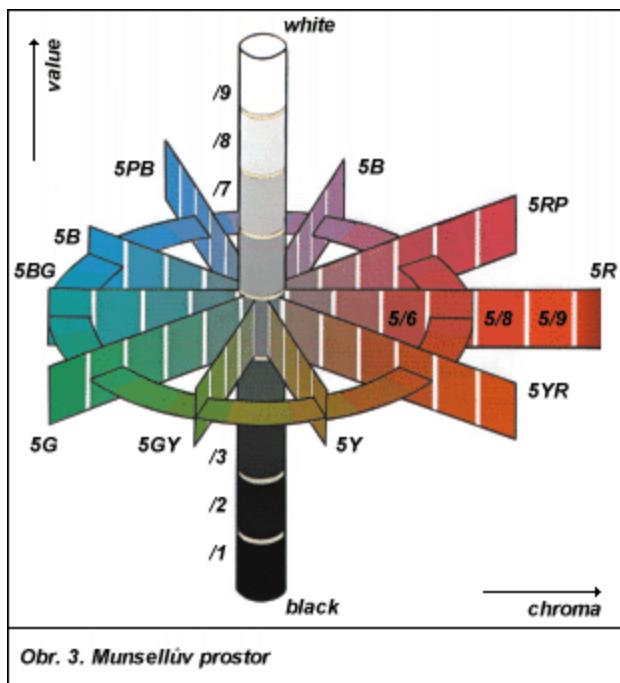
Spektrálne rôzne farby ale ľudským okom nerozlíšiteľné. Ak dva podnety vyvolávajú rovnaký farebný vnem tak sú metamérmi.

2. (5b) Ako funguje color matching - munsellov atlas?

Priame určovanie hodnôt H, S, L je nevhodné pre „color matching“ = určovanie rovnakých farebných vnemov. Potrebujeme na to iný popis farby a preto robíme porovnávanie s atlasom farieb.

Munsellov atlas:

Reprezentuje farbu v 3 dimenziách. Ako prvý oddelil hue (odtieň), value (hodnotu) a chroma (saturácia) od vnemovo uniformných a nezávislých dimenzií.



3. (5b) CIE, CIE diagram, vlastnosti

CIE - Commission internationale de l'éclairage (Medzinárodná komisia pre svetlo)

Nová trojica primárnych farieb X, Y, Z

Lineárnou transformáciou z RGB

- všetky farby sa dajú vrobiť pozitívou kombináciou X, Y, Z
- nereálne, supersaturované ($> 100\%$)
- Y zodpovedá intenzite L

CIE definuje standard (colorimetric) observer

– chromatic response of the average human viewing through a 2° angle

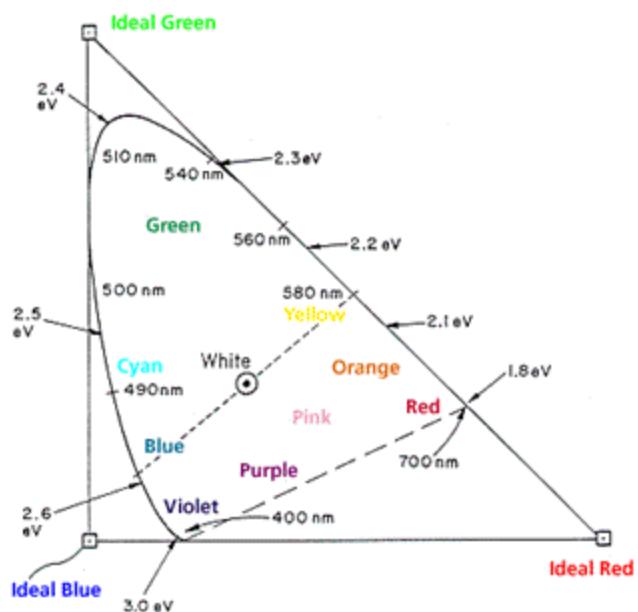
CIE 1931 Standard Observer, alebo aj CIE 1931 2 Standard Observer

Neskôr CIE 1964 10 Standard Observer – málo používaný

CIE xy chromacity diagram

Svetový štandard xyY – xy určujú H a S, Y = L

Spektrálna krvka



Významné body v CIE diagrame –
definícia „bielej“

CIE Standard Illuminants:

A - tungsten light (wolframové svetlo)

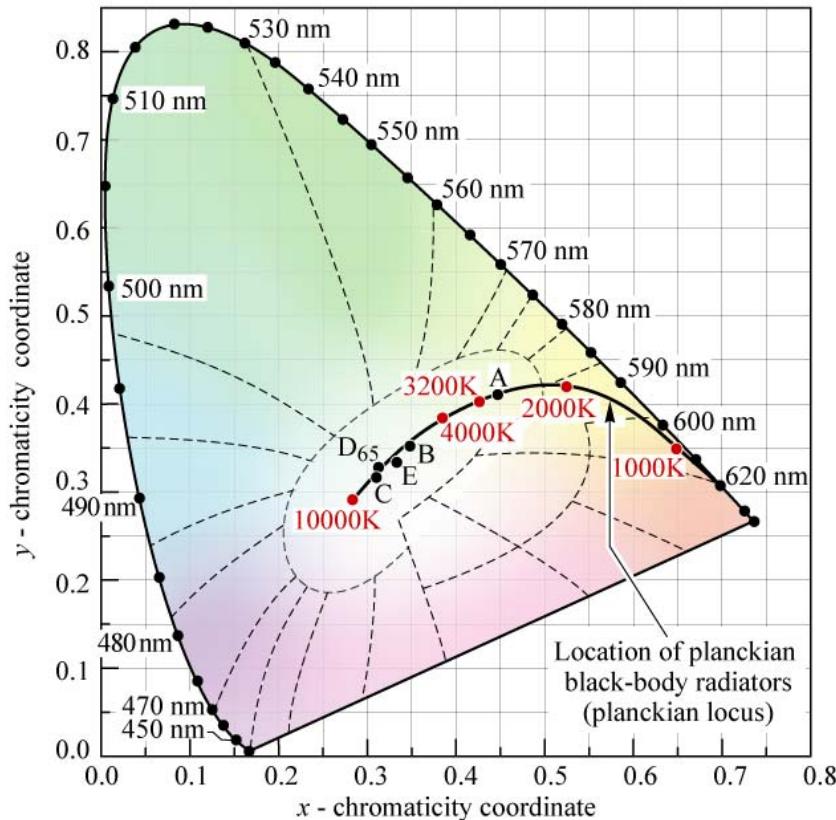
B - sunset

C - blue sky

D65 - average daylight

E - equal energy white ($x=y=z=1/3$)

Farba vyžarovaná ideálnym čiernym telesom pri danej teplote (v stupňoch Kelvina)



Illuminant A
 $(x, y) = (0.4476, 0.4074)$
(Incandescent source, $T = 2856$ K)

Illuminant B
 $(x, y) = (0.3484, 0.3516)$
(Direct sunlight, $T = 4870$ K)

Illuminant C
 $(x, y) = (0.3101, 0.3162)$
(Overcast source, $T = 6770$ K)

Illuminant D₆₅
 $(x, y) = (0.3128, 0.3292)$
(Daylight, $T = 6500$ K)

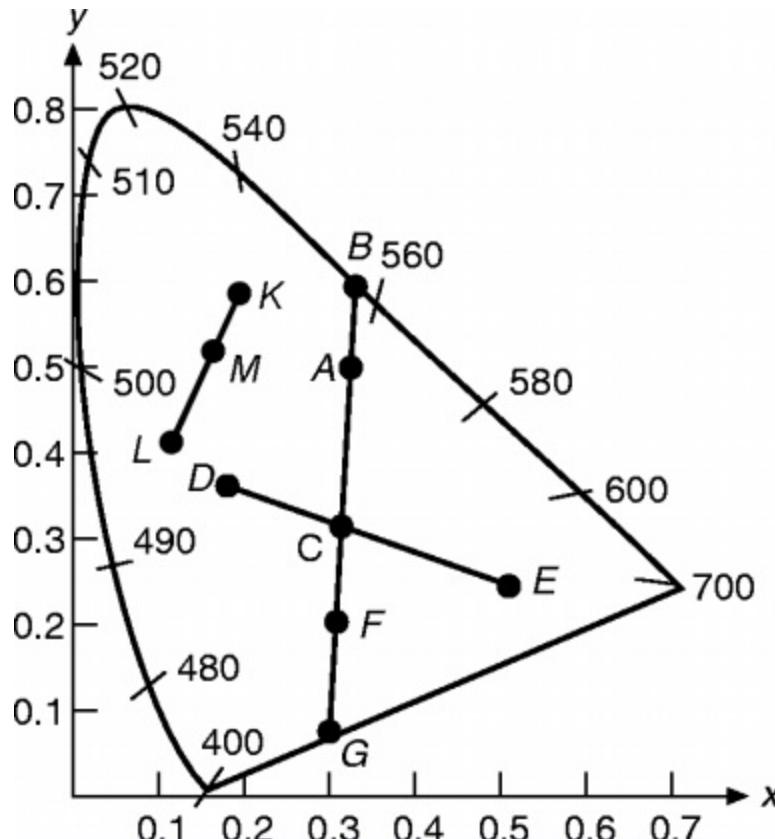
Illuminant E (equal-energy point)
 $(x, y) = (0.3333, 0.3333)$

Fig. 18.3. Chromaticity diagram showing planckian locus, the standardized white Illuminants A, B, C, D₆₅, and E, and their color temperature (after CIE, 1978).

E. F. Schubert
Light-Emitting Diodes (Cambridge Univ. Press)
www.LightEmittingDiodes.org

CIE diagram – vlastnosti

- Referenčný biely bod – CIE standard illuminant C.
- Ak zložíme 2 farby (K,L), výsledná farba leží na úsečke $\Rightarrow M = tK + (1-t)L$
- Dominantná vlnová dĺžka farby A je zhodná s farbou B
- B je spektrálna farba
- Podiel AC/BC je sýtosť farby A
- Niektoré nespektrálne farby (ružové, fialové odtiene) nemajú dominantnú vlnovú dĺžku, sú definované komplementárnu dominantnou vlnovou dĺžkou F $\Rightarrow B$
- Podiel CF/CG je sýtosť farby F
- D,E sú komplementárne farby



4. (5b) Popíšte užívateľsky orientované farebné modely.

Analógia s maliarskym pohľadom (odtieň, sýtosť, jas)

Vhodné pre vizualizáciu (color mpas)

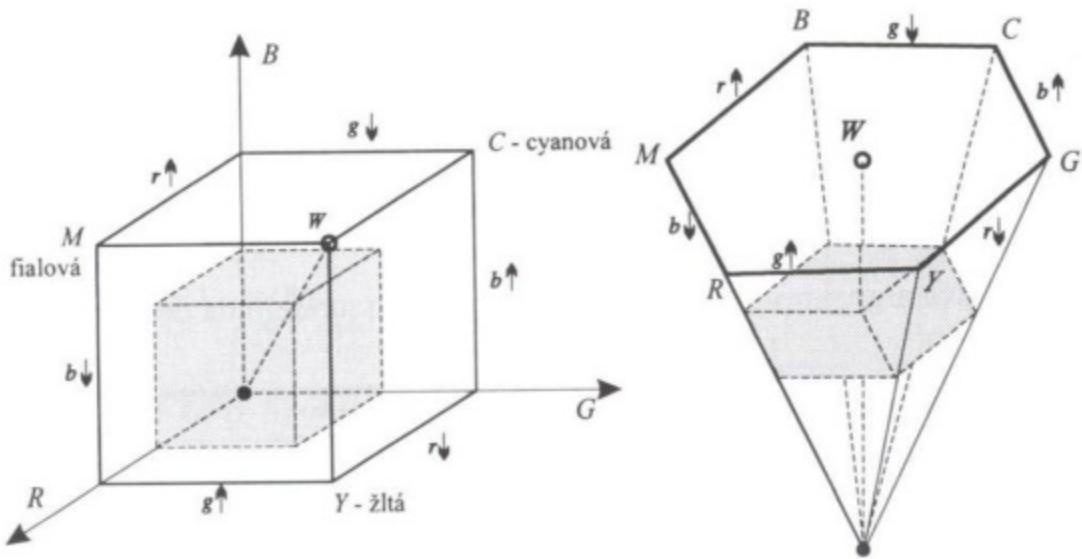
Nelineárny prevod z/do RGB

Tvar: kužel' (aj dvojitý), ihlan, niekedy valec.

HSL,HSV,HSI

HSV

- Definuje farby pre človeka prirodzeným spôsobom
 - Hue 0-360° (0° 120° 240°)
 - Saturation
 - value



Ďalej sú v prednáške popísané rôzne prevody ale iba cez vzorce, ak si myslíte, že to mám doplniť tak mi dajte vedieť.

5. (2b) co je kvantovanie - obrazovo nezávislé metódy

Kvantovanie

- Diskretizácia hodnôt obrazovej funkcie (OF)
- OF sa rozdelí na intervale
- Obrázok s väčším počtom farieb \rightarrow obrázok s menším počtom farieb
- Redukcia počtu farieb s minimálnou vizuálnou distorziou (deformáciou)
- Stratová obrazová kompresia
- Znižuje nároky
 - na úložný priestor
 - na šírku prenosového pásma
- Dôležité
 - výpočtová efekívnosť
 - distorzia obrazu čo najmenšia
- Uniformné kvantovanie – konštantná dĺžka intervalu
- Neuniformné kvantovanie – premenlivá dĺžka intervalu

Obrazovo nezávislé metódy

- najvýznamnejšie bity (~2)
- rozdelenie priestoru farieb (partitioning)
- referenčné farby, indexovanie

- prahovanie
- priestor farieb je rozdelený na pravidelné regióny

iba pre porovnanie dávam obrazovo závislé metódy

Obrazovo závislé metódy

- zhľukovanie priestoru farieb (clustering)
- segmentácia obrazu – rozdelenie obrazu na útvary, ktoré majú rovnaké charakteristiky (farba, textúra, ...)
- prahovanie
- rozdelenie priestoru farieb závisí od skutočného rozloženia farieb v obraze

6. (6b) na príklade popíšte ordered dithering

Dither coding (alebo dithering) – zmena šedotónového obrazu na binárny, pri zachovaní priemernej intenzity v oblastiach obrazu.

Ordered dithering – aplikovanie prahovej mapy na obrazové body, čo spôsobuje, že niektoré body sú zobrazované inou farbou

- Obraz rozdelíme na bloky veľkosti $n \times n$
- Každý blok sa spracuje samostatne
- Každý pixel bloku sa porovná s určeným prahom
- Prahové hodnoty sú dané generátorom pseudonáhodných čísel

$$th_{i,j} = \frac{x_{\max} + 1}{n^2} \cdot (k_{i,j} + 0.5)$$

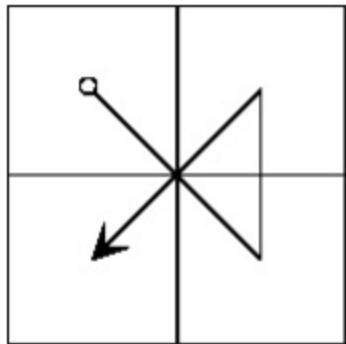
- n – veľkosť matice
- k – zodpovedajúca pseudonáhodná hodnota daná maticou
- x_{\max} – maximálna intenzita

Ako vyrobiť maticu?

$$D_2 = \begin{bmatrix} 0 & 2 \\ 3 & 1 \end{bmatrix}$$

$$D_n = \begin{bmatrix} 4D_{n/2} + D_{00}I^{n/2} & 4D_{n/2} + D_{01}I^{n/2} \\ 4D_{n/2} + D_{10}I^{n/2} & 4D_{n/2} + D_{11}I^{n/2} \end{bmatrix}$$

$$D_3 = \begin{bmatrix} 7 & 2 & 6 \\ 4 & 0 & 1 \\ 3 & 8 & 5 \end{bmatrix}$$



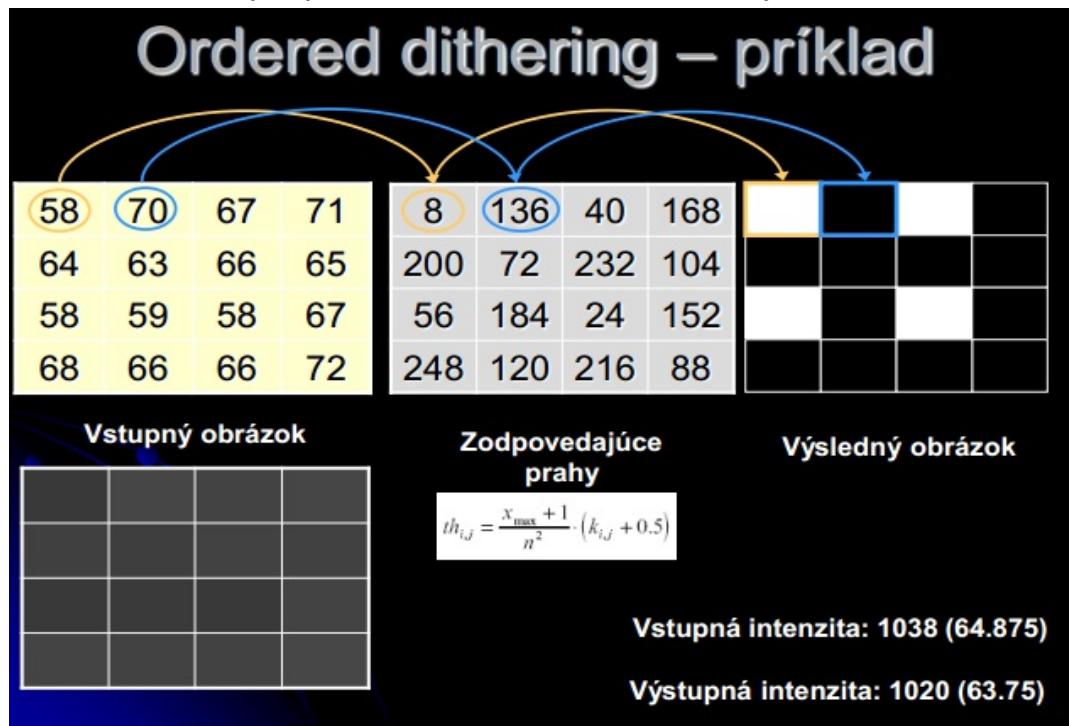
0	8	2	10
12	4	14	6
3	11	1	9
15	7	13	5

D_{ij} - i,j element matice D₂

Iⁿ - nxn jednotková matica

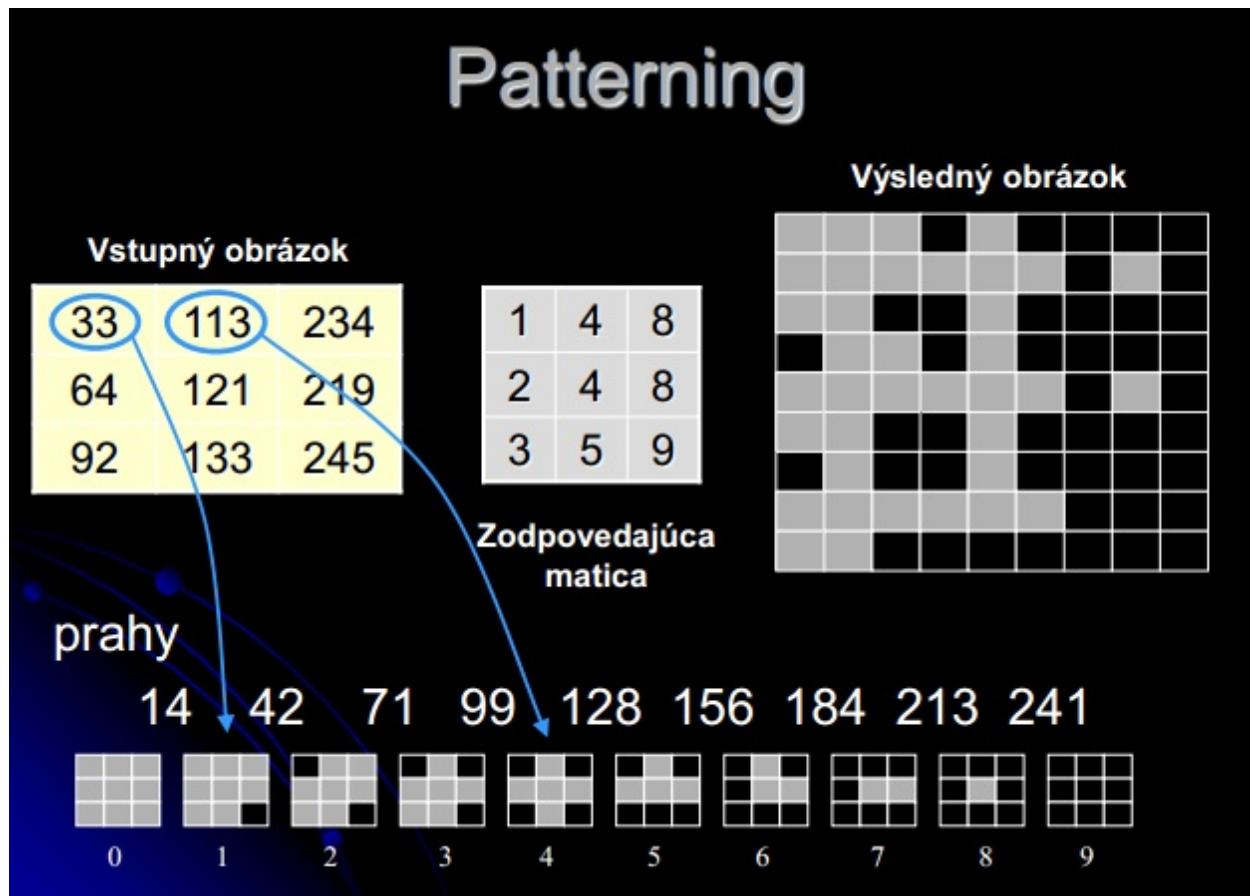
Matice si treba vyberať starostílov, aby nevytvárali neželané efekty (vodrovné, zvislé, diagonálne pásy)

- nedostatky : vytvára nežiaduce rekurzívne textúry, šrafovanie



7. (2b) čo je to patterning?

Pixel nahradíme blokom – výstupné zaruadenie má vyššie rozlíšenie
Matice – podobne ako pre dithering



8. (2b) definujte chybu kvantovania.

Kvantizačná chyba

Príčina

- Náhľa zmena farieb ak na intervale, ktorý diskretizujeme je hladká zmena farieb
- Skokové prechody – ľudské oko je na ne citlivé

Čiastočná eliminácia

- Neuniformné kvantovanie

9. (3b) pseudokód algoritmu Median cut

Koncept – reprezentatívne farby zastupujú približne rovnaký počet pôvodných farieb

- nájdi najmenší obal obsahujúci všetky farby
- zorad farby podľa najdlhšej osi
- rozdeľ obal v bode mediánu
- opakuj, kým nemáme K farieb

(neviem ci toto staci alebo nie)

10. (3b) napíšte vzorec erózie pre šedotónový obraz

- Zmenšuje množinu
 - Odstraňuje štruktúry určitej veľkosti a tvaru
 - Môže rozdeliť množinu
 - v závislosti na štrukturálnom prvku
- (<http://dip.sccg.sk/> ak si nepamäťate čo presne to je)

$$(f \ominus h)(x, y) = \min_{(r,s) \in H} f(x+r, y+s) - h(r, s)$$

11. (5b) na príklade vysvetlite zatvorenie množiny

Morfologické uzavretie

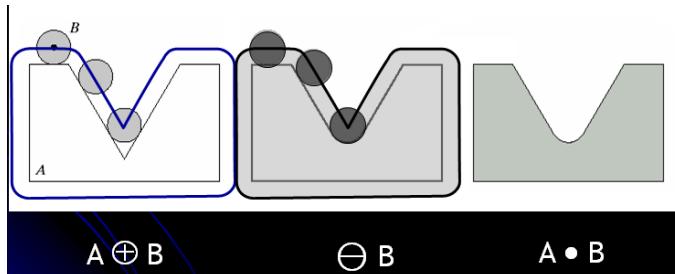
- Dilatácia \oplus a následne Erózia \ominus
- operácia dilatácie, nasledovaná erodovaním dilatovaného obrazu s použitím rovnakého štrukturálneho elementu pre obe operácie.

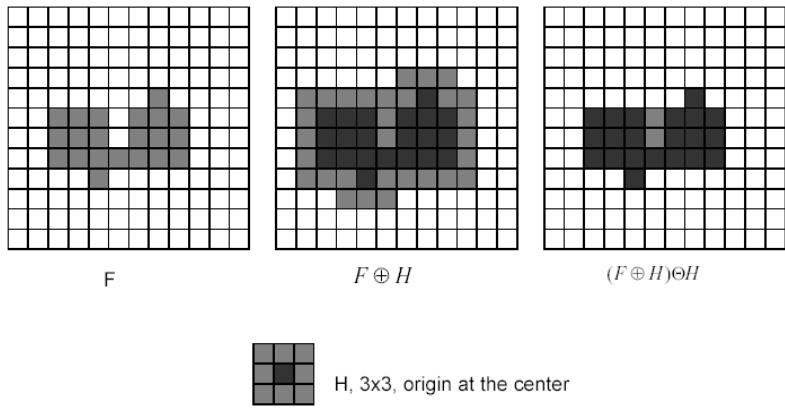
Zapíšeme ako $A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B$, alebo $A \bullet B = \{w | w \in B_x, B_x \cap A \neq \emptyset\}$

vlastnosti uzavretia : $A \subseteq A \bullet B$,

$$(A \bullet B) \bullet B = A \bullet B$$

pri uzavretí posúvame elementom B po vonkajšej strane hranice A





Obidve operácie otvorenie i uzatvorenie, približne zachovávajú veľkosť objektov
 Tvar objektov môže závisieť od použitého elementu napr. kruhový štrukturálny element kontúry objektov takpovediac „zaoblí“.

- odstraňuje tmavé oblasti vo vnútri bieleho objektu, „diery“ alebo „otvory“
- objekty s malými vzdialosťami(vzhľadom k elementu) sa spojili.



12. (3b) vysvetlite Multivariate ordering - marginal a reduced

Multivariate ordering nám hovorí o tom ako nájsť inf/min a sup/max vektorov. poznáme :

- Marginal ordering – M-ordering
- Conditional ordering – C-ordering
- Partial ordering – P-ordering
- Reduced ordering – R-ordering

Marginal ordering – M-ordering

- Usporiadam jednotlivé zložky, môžu vzniknúť nove vektory

$x_1 = (1, 1)$	1 1
$x_2 = (5, 4)$	3 2
$x_3 = (9, 2)$	5 3
$x_4 = (3, 3)$	5 3
$x_5 = (5, 3)$	6 4
$x_6 = (6, 5)$	6 5
$x_7 = (6, 8)$	9 8

Reduced ordering – R-ordering

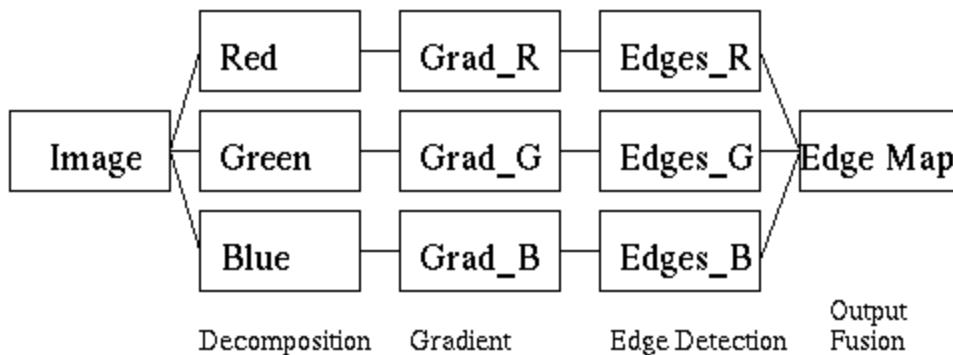
- Zredukujem vektor do skalára redukčnou funkciou. Vhodné na identifikáciu odľahlých bodov – oulier.

usporiadam

$x_1 = (1, 1)$	4,83	0,30	(5,4)
$x_2 = (5, 4)$	$q_i = \frac{((x - \bar{x})^T(x - \bar{x}))^{1/2}}{\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i}$	0,30	0,70
$x_3 = (9, 2)$	4,35	1,64	(6,5)
$x_4 = (3, 3)$	2,12	2,12	(3,3)
$x_5 = (5, 3)$	0,70	4,35	(9,2)
$x_6 = (6, 5)$	1,64	4,41	(6,8)
$x_7 = (6, 8)$	4,41	4,83	(1,1)

$X_{\min} = (5,4)$ $X_{\max} = (1,1)$

13. (2b) Popíšte output fusion methods pre detekovanie hrán vo farebnom obrazze.



14. (6b) vysvetlite detekciu hrán vo farebnom obrazze pomocou vector order stat.

Vektorový prístup , obrázok je reprezentovaný poľom vektorov.

$$u = (R'_x, G'_x, B'_x)$$

$$v = (R'_y, G'_y, B'_y)$$

po získaní vektorov určíme ich smer a veľkosť

Vector order statistics

- Používa sa R-ordering
- Okno W veľkosti n pixelov
- Vector range (VR) edge detector – najjednoduchší $VR=D(x^{(n)}, x^{(1)})$ alebo
$$VR = \|X^{(n)} - X^{(1)}\|$$

$x^{(1)}$ – median , $X^{(n)}$ - outlier, D- distance,vzdialenosť

- - vyjadruje v kvantitatívnom spôsobom odchýlku vektora outlier v najväčšej hodnote od medianu. V dôsledku toho, v priestore, kde všetky vektorov budú blízko pri sebe, výstup VR bude malý.
Avšak, jeho výsledok na hrane bude veľký
- citlivý na šum

- Vector dispersion edge detectors (VDED)

$$VDED = \left\| \sum_{i=1}^n a_i X^{(i)} \right\|, \text{ kde } a_i \text{ sú vähy}$$

VR špeciálny prípad VDED kde $a_{(1)}=-1$ a $a_{(n)}=1$, $a_{(i)}=0$ $i=2,\dots,n-1$

- Viac robustnejší - menej citlivý na šum
- Lineárna kombinácia bodov

Minimum vector range - Uvažujeme k rozdielov – odstráňme citlivosť na šum (impulsive, exponential noise)

Minimum vector dispersion – odstráni citlivosť aj na Gaussov šum

Nearest neighbour vector range- Nemôže byť použité na homogénne oblasti

15. (2b) Aká je komplettná segmentácia? - nie je v prednáške (zdroj net)

Segmentácia - nájdenie objektov v obraze (súbor vzájomne sa neprekryvajúcich oblastí).

Redukcia objemu dát.

- čiastočná
- komplettná

Komplettná segmentácia obrazu R je konečná množina oblastí $\{R_1, R_2, \dots, R_s\}$ pre ktorú platí

$$R = \bigcup_{i=1}^s R_i, R_i \cap R_j = \emptyset \text{ pre } i \neq j$$

+ niečo z prednášok počítačového videnia1 -
http://sccg.sk/~cernekova/PV1_7_segmentationpdf.pdf - slajd3

16. (2b) Aspoň 3 zákony celistvosti (Gestalt law) - nie je v prednáškach Nepreberali sme!!!

Proximity - blízke objekty

Similarity - objekty s podobnými vlastnosťami (tvar, farba...)

Symmetry - Objekty ktoré majú symetricky vzor

17. (2b) Vysvetli podmienky, ktoré musí spĺňať korektná segmentácia? - nie je v prednáškach

18. (3b) Popíš Region growing algoritmus. - nie je v prednáškach

Region growing je najjednoduchšia metóda segmentácie založená na regione

- zoskupuje pixle alebo subpixle do väčších regiónov na základe určitých kritérií

Zoskupovanie pixelov sa spustí niekoľkými „semienkami“ tak, že regióny rastú pripojením bodov na každé semienko (body, ktoré majú podobné vlastnosti napr. šedú úroveň, textúra farbu, tvar)



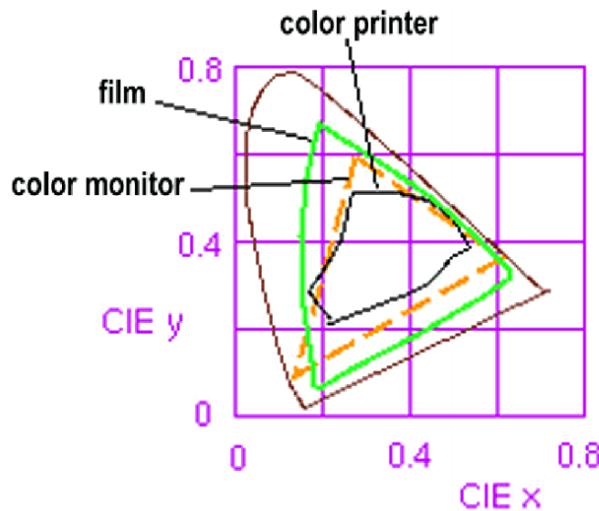
Region growing je lepšia ako techniky založené na hľadaní hrán v obrázkoch so šumom kde je ľažké nájsť hrany

- semienko môže byť zvolené človekom alebo automaticky vylúčením plôch s vysokým kontrastom

19. Čo je to gamut?

Gamut(rozsah) - rozsah farieb zobraziteľných zariadením/rozsah farieb v obraze

Farebný rozsah, ktorý dostaneme zložením zvolených základných farieb sa nazýva gamut farieb. Farebný gamut môže byť udaný rôznymi polygónnimi umiestnenými v diagrame chromatickej.



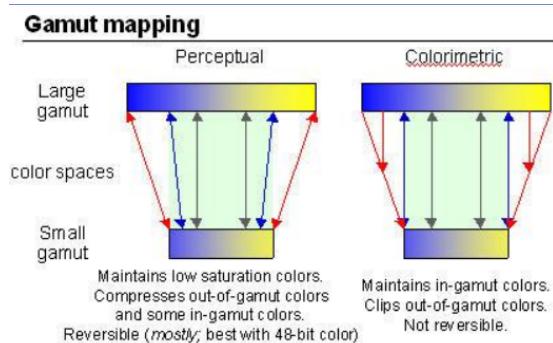
Každý RGB farebný priestor je definovaný pre špecifické zariadenie so svojimi RGB a gama hodnotami. Referenčná biela je farba referenčného bieleho podnetu. Ako referenčná biela sa väčšinou používa jeden z CIE štandardných iluminantov (D65, C,D50 . . .). aby sa správne vizualizovala farba na displejoch -> rôzne RGB štandardy, napr.NTSC-RGB, PAL-RGB a sRGB

Proces prispôsobenia hodnôt farieb pre rôzne zariadenia (napr. kameraRGB, monitorRGB, printerRGB) má na starosti systém správy farieb (CMS- Color Management System).

Gamut mapping- upravenie farieb, napr. farby obrazu -> farby pre tlačiareň

1) Perceptual- dá sa vrátiť, zachováva nízko saturované farby, škáluje farby mimo gametu aj niektré v ňom

2)Colorimetric- nevratná, orezáva farby mimo gametu



Farebný priestor Adobe RGB –obsahuje väčšinu farieb dosiahnuteľných v CMYK tlačiarňach, 52 % viditeľných farieb.

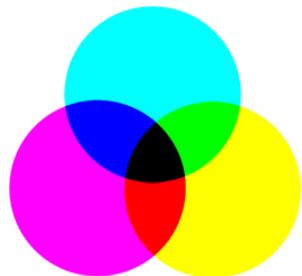
20. Ako fungujú substraktívne skladanie farieb, popíšte CMYK.

- HW orientované: RGB, CMYK, televízne normy
- Užívateľsky orientované: HLS, HSV, HSI
- Vnemovo rovnomerné (perceptually uniform) : CIE Lab, Luv, WUV
- Iné: XYZ, oponent, TSV, LUX, YES, ...

Substraktívne miešanie je vhodné pre tlačiarne(atramentové) v ktorom je pridaná čierna farba.

C(cyan) M (magenta) Y(yellow) K (black or key),

Pri tlači sa výsledná farba nemieša, ale postupne sa nanášajú jednotlivé farby v podobe vzorov natočených pod rôznym uhlom. - postup nie je presný dostaneme skôr tmavohnedú, resp. tmavošedú. Preto sa pridáva zvlášť čierna farba, ktorá je väčšinou v samostatnom toneri a tlačí sa samostatne – ekonomickejšie nemíňajú sa 3 farby



prevod z RGB na CMYK :

$$K^* = \min(1-R, 1-G, 1-B)$$

$$C = 1 - R - uK^*$$

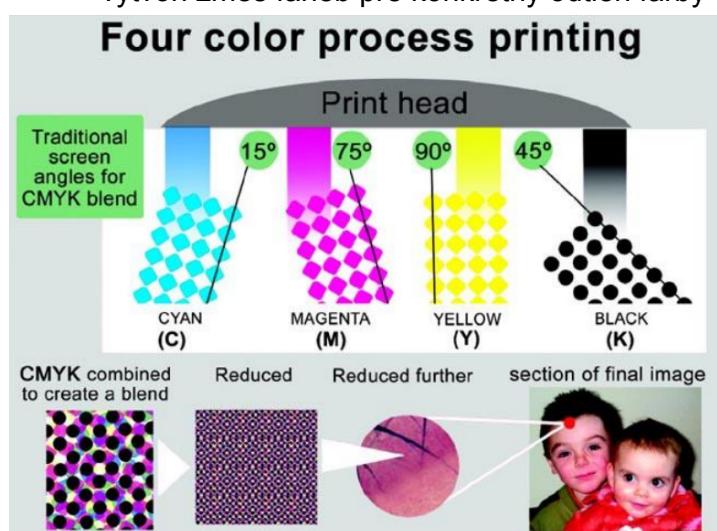
$$M = 1 - G - uK^*$$

$$Y = 1 - B - uK^*$$

$$K = bK^*$$

$$0 \leq u, b \leq 1$$

- natočenie hlavíc azúrová 15° , fialová 75° , žltá 80° a čierna 45° . CMYK sa skombinuje a vytvorí zmes farieb pre konkrétny odtieň farby



21. Popíšte farebné modely tiež Y (príklady aj popísat')

- Používajú sa najmä tam, kde sa spracovanie obrazu a počítačové videnie stretáva s televíznou alebo videotechnikou.
- Rozšírenie čb. signálu na farebný(potreba komprimovať farebný signál)
- Prenos farebného signálu v podobe RGB by vyžadoval trikrát väčšiu kapacitu čiernobieleho signálu.
- Pridaný farebný signál nemôže ovplyvňovať kvalitu čb.
- Jasová zložka (luma Y') bola oddelená od zložiek vyjadrujúcich farbu(chromatických).
- Veľké percento jasu je tvorené zelenou (primárnej) farbou, chromatické zložky sú založené na ďalších dvoch primárnych farbách červenej- R' a modrej- B'(chroma).
- 1. chromatická zložka ($B' - Y'$)
- 2. chromatická zložka ($R' - Y'$)
- Zložky sú počítané z nelineárnych gama korigovaných hodnôt.
- Rozdielne škálovacie faktory v rôznych aplikáciach.
- Vo všeobecnosti:

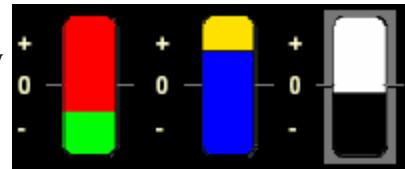
$$\begin{aligned} Y' &= 0.299R' + 0.587G' + 0.114B' \\ C_1 &= a_1(R' - Y') + b_1(B' - Y') \\ C_2 &= a_2(R' - Y') + b_2(B' - Y'), \end{aligned} \quad \begin{bmatrix} Y' \\ C_1 \\ C_2 \end{bmatrix} = M * \begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix}$$

- Polárne súradnice:
 - na chromatické komponenty aby sme lepšie reprezentovali perceptuálne atribúty(odtieň farby, saturáciu)

$$\begin{aligned} Hue &= \tan^{-1} \left(\frac{C_2}{C_1} \right) \\ \circ \quad Saturation &= \sqrt{C_1^2 + C_2^2}. \end{aligned}$$

YIQ

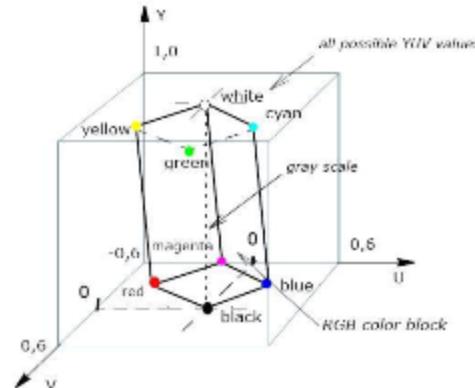
- 1950 NTSC (National Television Standard Committee) štandard
- vďaka oddelenej jasovej zložke je možná manipulácia s jasom bez obvplyvnenia farebnej zložky(napr. ekvalizácia histogramu)
- I -in-phase(činná zložka) inf. o tóne farby v rozmedzí medzi oranžovou a modrozelenou
- Q – quadrature(kvadrant) inf. o tóne farby medzi zelenou a purpurovou
- Chromat. zložky spoločne kódujú odtieň farby aj saturáciu.
- Berie do úvahy, že ľudské oko je citlivejšie na zmeny v jase ako v odtieni farby alebo saturácií → použitie väčšej šírky pásma pre Y ako pre I a Q (lepšie vysporiadanie sa s vizuálnym Chybami spôsobenými kvantizáciou počas prenosu alebo spracovania).
- Vnemovo neuniformné – Euklidovská vzdialenosť nefunguje



- Gama korekcia aplikovaná na lineárny RGB, vážený súčet nelineárnych komponentov RGB → luma Y

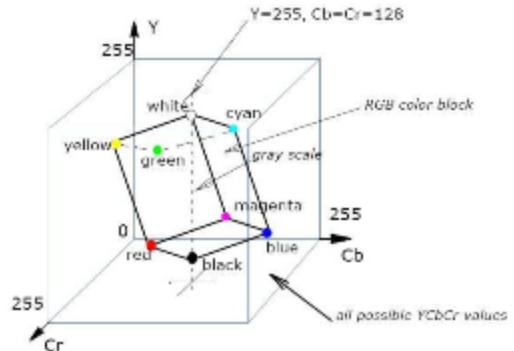
YUV

- Používal sa na prenos TV signálu v európskej norme PAL a SECAM.
- Oddelená jasová zložka od farebnej, zvyšné 2 signály obsahujú inf. o veľkosti farebných zložiek obrazu
- Zložka Y je identická s YIQ.
- Zložka U → B – Y
- Zložka V → R – Y
- Fareb. Zložky z rozsahu -0,5 až 0,5 a jas. zložka má rozsah 0 až 1.
- Vzorkovacie formáty: podobne ako YIQ, 4:4:4, 4:2:2, and 4:2:0
- YUV je podobný priestoru YIQ, rozdiel je iba v 33-stupňovom otočení farebných osí.
 - $I = -U \sin(33^\circ) + V \cos(33^\circ)$,
 - $Q = U \sin(33^\circ) + V \cos(33^\circ)$.
- $R' = Y' + 1.140 * V'$
 $G' = Y' - 0.394 * U' - 0.581 * V'$
 $B' = Y' + 2.032 * U'$



YC_bC_r – digital video

- Medzinárodný štandard pre digitálne video.
- Popísané v štandardi ITU-R BT.601
- nezávisí od štandardu skenovania a primárnych parametrov systému, preto nemá chromatické súradnice, CIE XYZ matice ani úvahu o bielom bode, či CRT gama.
- digitálne vyjadrenie R'G'B' signálov v Y'CbCr podobe.
- YCbCr je škálovaná a posunutá verzia YUV
- Y'Cb'Cr' vypočítané z RGB s gama korekciou (R G B)
- Zápis rastrových obrazov do JPEG formátu.
- YCCK – špeciálne pre JPEG kompresiu obrazu
- Je variáciou YCrCb modelu s pridaným K (black) kanáлом



YPbPr – analógová

- Model luma-chroma pre prenos analógového videa cez sieť.
- Používajú sa rozdielne koeficienty pre SDTV a HDTV, ktoré upravujú štandardy ITU.

TV YCC – Kodak

- Kódovanie obrazov systémom FotoCD.

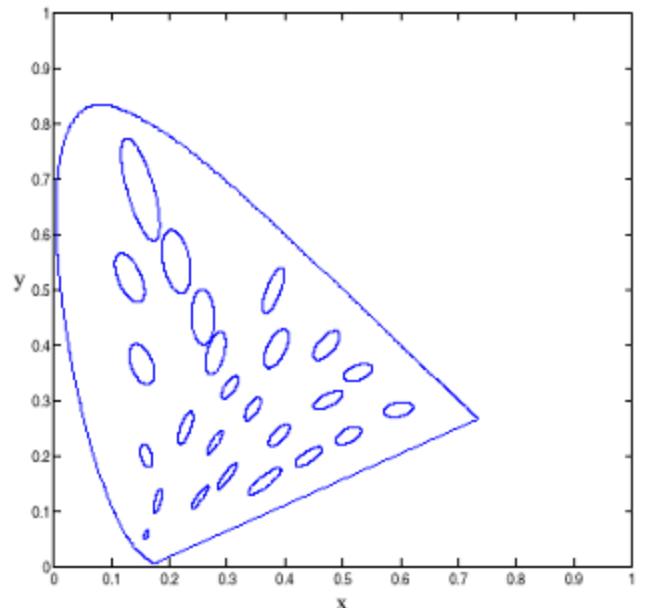
- Je odvodený z gama korigovaných R'G'B' hodnôt s použitím bieleho bodu, primárnych podnetov a hodnoty gama definovaných v štandarde ITU-R BT.709.

Lineárne vzťahy:

Color space	Matrix/coefficients
YC_bC_r	$\begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.168736 & -0.331264 & 0.5 \\ 0.5 & -0.418668 & -0.081312 \end{bmatrix}$
YCC	$\begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.299 & -0.587 & 0.886 \\ 0.701 & -0.587 & -0.114 \end{bmatrix}$
YIQ	$\begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.59597799 & -0.27417610 & -0.32180189 \\ 0.21147017 & -0.52261711 & 0.31114694 \end{bmatrix}$
YUV	$a_1 = 0 \quad b_1 = 1/2.03$ $a_2 = 1/1.14 \quad b_2 = 0$

22. Čo sú to MacAdamove elipsy?

- Chromatický diagram je značne nelineárny. Vzdialosti v CIE diagrame chromatickosti nezodpovedajú vnímanému rozdielu medzi farbami.
- Ak zmiešame farby s rovnakou úrovňou jasu v rovnakom pomere, výsledná farba nebude vždy ležať presne v strede medzi týmito dvomi farbami.
- V 40. rokoch 20. storočia sa David MacAdam zaoberal vizuálnou citlivosťou na rozdiel farieb a jeho závery dnes poznáme pod názvom MacAdamove elipsy.
- MacAdamove elipsy sú regióny v diagrame chromatickosti, ktoré obsahujú farby ľudským okom nerozlíšiteľné. Teda na kontúre elipsy sa nachádzajú sotva rozlíšiteľné farby.
- MacAdamove elipsy sú získané statistickými meraniami vizuálnych vlastností vzorky populácie.
- Tvar a veľkosť elips závisí od umiestnenia v CIE diagrame.
- Je ich 25.
- Na základe práce MacAdama boli vytvorené nové farebné priestory s cieľom dosiahnuť perceptuálnu jednotnosť. Najvýznačnejšie sú CIELUV a CIELAB.



23. Na príklade popíšte metódu Floyd-Steinberg. (bola daná matica 4x4)

Error diffusion

- chyba z kvantizačného procesu sa prenáša na susedné obrazové body aby sa následne negovala.



- Nech $I(x,y)$ je hodnota obrazového bodu získaná pseudonáhodným procesom a $\Delta(x,y) = I(x,y) - I_Q(x,y)$

je kvantizačná chyba v obrazovom bode (x,y) , potom $I'(x,y)$ je vyjadrené nasledovne:

$$I'(x,y) = I(x,y) + \delta(x,y)$$

kde

$$\delta(x,y) = \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n C_{ij} \Delta(x-i, y-j)$$

a

$$C_{00} = 0 \text{ and } \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n C_{ij} = 1$$

- i a j určujú okolie na ktorom sa kvantizačná chyba akumuluje na základkoeficientov C_{ij} . Podmienka na C_{ij} zaručuje, že sa lokálne kvantizačná chyba priemeruje na nulu.
- $\delta(x,y)$ reprezentuje dvoj-rozmerný filter
- Spracúva obraz po riadkoch zhora dolu zľava doprava.
- Každý bod je zaokrúhlený k 0 alebo 1 (255).
- Chyba pri zaokrúhlovaní je potom rozdelená medzi susedné body podľa masky. Napr. ak hodnota intenzity je 191, zaokrúhlením na 255 máme chybu 64. \Rightarrow moc svetlý bod, preto susedné body stmavíme, aby sa suma intenzít bodov (veľmi) nezmenila.

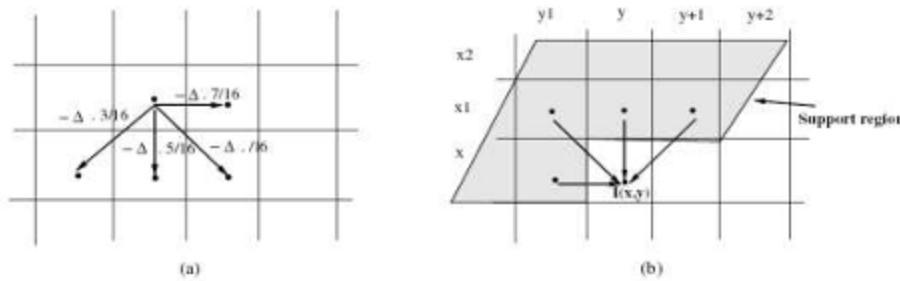
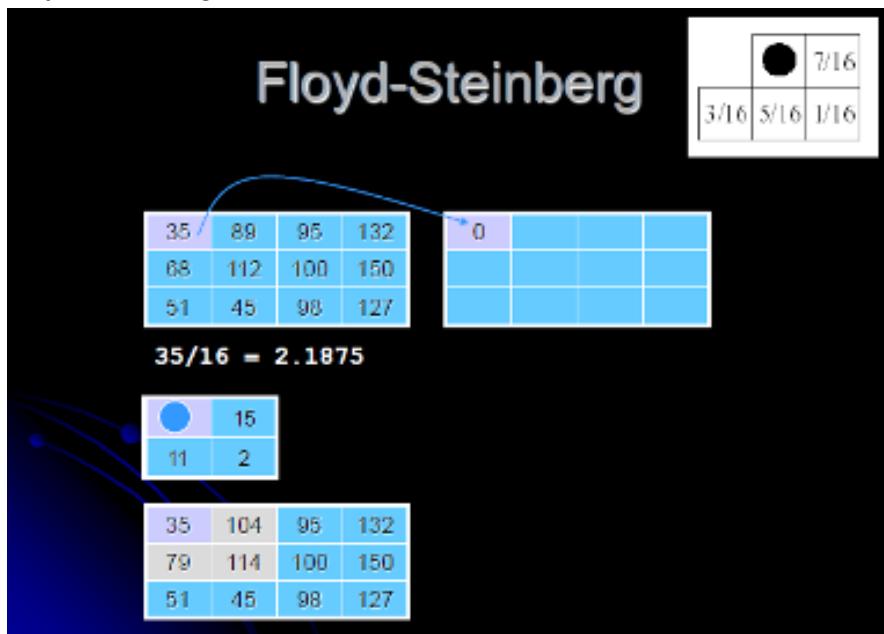
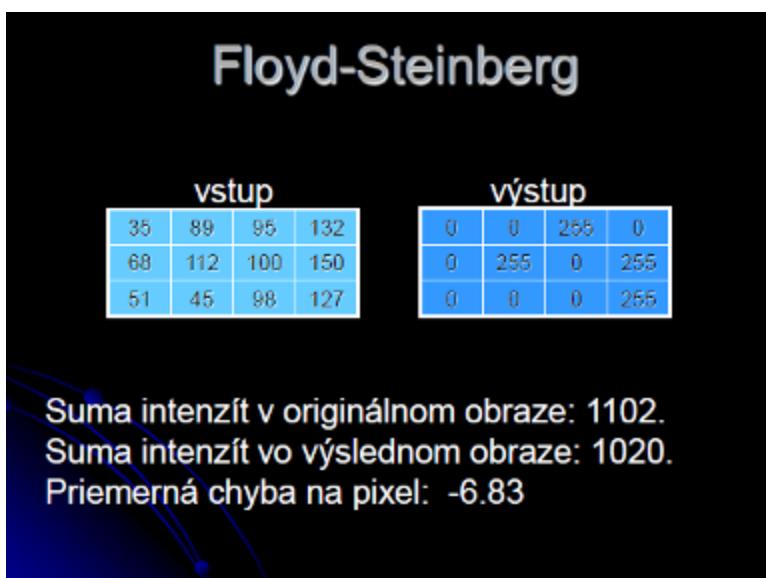
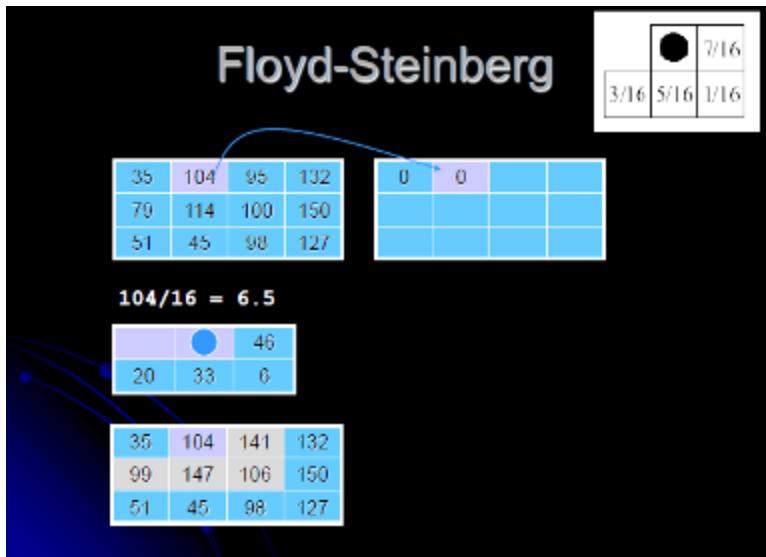


Figure 9.15 The Floyd-Steinberg algorithm: (a) the propagation of the quantization error to neighboring pixels and (b) the contribution of neighboring pixels to the noise vector.

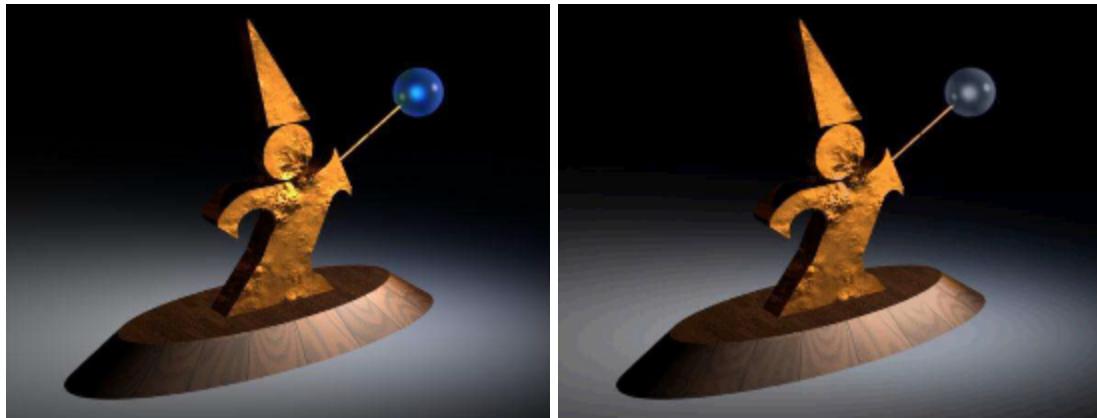
Floyd-Steinberg





24. Vysvetlite algoritmus popularity.

- 3D histogram
- Rovnomerné rozdelenie RGB na kocôčky 4x4x4 Určíme ktorá farba obrazu kam patrí
- Vyrobíme priemerných reprezentantov
- Vyberieme K „najobývanejších“ regiónov
- Ostatné regióny nám mapujeme na najbližší regón v palete
- Môže sa stať, že dôležitú, ale málo zastúpenú farbu vynechá



- vs. uniformný:
 - Lepšie výsledky
 - Väčšie nároky na priestor
 - Časovo náročnejšie
 - Závisí od obrazu, či výsledky budú dobré

25. Aké sú podmienky optimality pre kvantovanie.

- Vyplývajú z minimalizácie strednej kvadratickej chyby.
 - Podmienka najbližšieho suseda
 - Pre danú paletu P optimálne regióny $\{R_i : i=1,\dots,N\}$ splňajú podmienku:
$$R_i \subset \{x : d(x, c_i) \leq d(x, c_j); \forall j\}$$

a teda:

$$Q(x) = c_i \Leftrightarrow d(x, c_i) \leq d(x, c_j); \forall j$$
- Podmienka centroidu:
 - Pre dané regióny $\{R_i : i=1,\dots,N\}$, prvky palety splňajú podmienku: $c_i = \text{cent}(R_i)$, kde centroid množiny R je aritmetický priemer:
$$\text{cent}(R) = \frac{1}{|R|} \sum_{i=1}^{|R|} x_i$$

pre $R = \{x_i : i = 1, \dots, |R|\}$

26. Čo je to Inverse colormaping.

- Proces ktorý mapuje farby obrazu do limitovanej množiny reprezentatívnych farieb
- Reprezentatívne farby definované
 - Kvantovacími algoritmami
 - Farebnou paletou
- Pre každú farbu c nájdeme najbližšieho reprezentanta $Q(c)$

$$C \rightarrow \{c_1, \dots, c_K\}$$

$$c \rightarrow Q(c) = \arg \min_{z \in \{c_1, \dots, c_K\}} \|z - c\|$$

- Primitívny algoritmus
 - Pre každú farbu c obrazu prehľadáme všetkých reprezentantov
 - Obraz 256×256 , paleta farieb $256 \rightarrow 256^3$ porovnaní

27. Napíšte vzorec dilatácie pre šedotónové obrázky

Šedotónový obraz:

$$X = \{f(a; X(a)) \mid a \in E_{n-1}, X(a) \in \mathbb{R} \cup \{\infty\} \cup \{-\infty\}\}$$

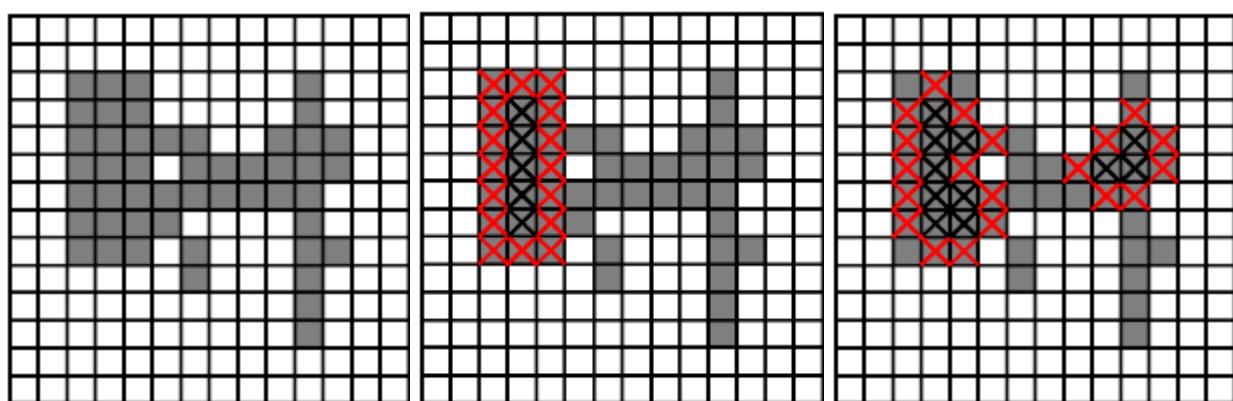
Dilatácia:

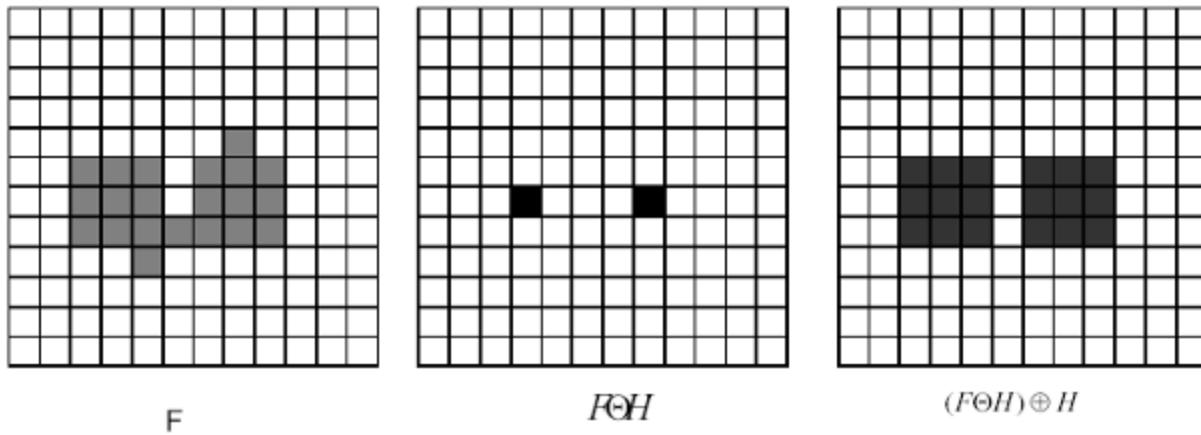
$$(f)(x, y) = \max_{(r, s) \in H} f(x - r, y - s) + h(r, s)$$

28. Vysvetlite princíp otvorenia množiny na príklade. (pr. 11 zo skusky 24.5.)

Operáciu erózie, nasledovanú dilatovaním erodovaného obrazu s použitím rovnakého štrukturálneho elementu pre obidve operácie, nazývame morfológické otvorenie. Zapíšeme:

$$A \circ B = A \ominus B \oplus B$$





H, 3x3, origin at the center

- vyhľadzuje kontúry
- prerušuje tenké spojenia
- maže tenké výčnelky

29. Multivariate ordering - lexikografický, reduced

- Ako nájsť inf/min a sup/max vektorov ?
- $x_1 = (1,1)$ $x_2 = (5,3)$ $x_3 = (9,2)$ $x_4 = (3,3)$ $x_5 = (5,4)$ $x_6 = (6,5)$ $x_7 = (6,8)$
- lexikografické usporiadanie

$$(a_1, b_1, c_1) < (a_2, b_2, c_2) \quad \text{if} \quad \begin{cases} a_1 < a_2 \\ \text{or} \\ a_1 = a_2 \quad \text{and} \quad b_1 < b_2 \\ \text{or} \\ a_1 = a_2 \quad \text{and} \quad b_1 = b_2 \quad \text{and} \quad c_1 < c_2 \end{cases}$$

- Kladie dôraz na poradie zložiek
- Predpokladá že najviac informácie obsahuje prvá zložka podľa ktorej triedime
- Vylepšenie použitím napríklad PCA

Variácie lexikografického usporiadania

- α – lexikografické usporiadanie

$$\forall v, v' \in \mathbb{R}^n, v < v' \iff \begin{cases} v_1 + \alpha < v'_1, \quad \text{or} \\ v_1 + \alpha \geq v'_1 \quad \text{and} \quad [v_2, \dots, v_n]^T <_L [v'_2, \dots, v'_n]^T \end{cases}$$

$$\boxed{\alpha \in \mathbb{R}^+}$$

- Presúva porovnanie častejšie na druhú zložku
- α -trimmed lexicographical extrema
 - Hľadám max z k vektorov:
 - Usporiadam podľa 1. zložky a nechám si iba α x k vektorov kde α patrí $\{0,1\}$
novú množinu vektorov usporiadam podľa 2. zložky
- α -modulus lexicographical ordering

$\forall \mathbf{v}, \mathbf{v}' \in \mathbb{Z}^n,$

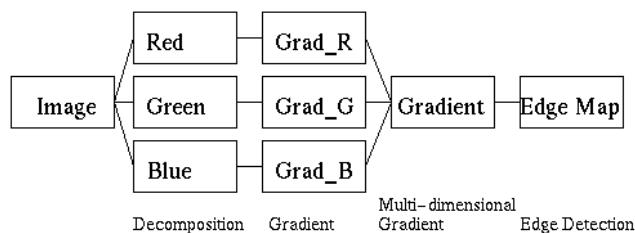
$$\mathbf{v} < \mathbf{v}' \iff [\lceil v_1/\alpha \rceil, v_2, \dots, v_n]^T <_L [\lceil v'_1/\alpha \rceil, v'_2, \dots, v'_n]^T$$

30. Morfológické operácie pre detekciu hrán v obraze.

- Odčítaním pôvodného obrazu od morfológicky dilatovaného, prípade erodovaného obrazu, počítame morfológický gradient.
- Je potrebné zvážiť absolútну hodnotu a vhodné preškálovanie vypočítaného rozdielu.
- Ďalšou možnosťou je vypočítať rozdiel medzi erodovaným a dilatovaným obrazom, ktoré sme získali morfológickým spracovaním rovnakého vstupného obrazu. Postup výpočtu morfológického gradientu $\mathbf{MG} = (F \oplus S) - (F \ominus S)$

31. ?????multidomenzionalny gradient pre detekovanie vo farbe?

Používa sa pri detekovaní hrán vo farebnom obraze. Viac o detekcii aj v nasledujúcej otázke.



32. Detekcia hrán vo farebnom obraze pomocou difference vector + opísat' niektoré filtre. (6 prednáška, slajdy 49-66)

Detekcia hrán štandardne na šedotónových obrazoch. Pri farebnom obraze - previesť do šedotónového a postupovať klasicky napr Sobel, Prewitt, Canny...

Problém: ak je hrana medzi dvoma farbami s rovnakým jasom.

Hrany vo farebnom obraze: 90% hrán z šedotónového, 10% hrán z farebného obrazu

Vektorový prístup - jedna z metód detektie hrán vo farebných obrazoch. Každý pixel reprezentovaný ako vektor v RGB. Vypočíta sa gradient v 4 smeroch.

$$|\nabla f|_{0^\circ} = \|Y_{0^\circ} - X_{0^\circ}\|$$

X, Y - 3D vektorové konvolučné masky

$$|\nabla f|_{90^\circ} = \|Y_{90^\circ} - X_{90^\circ}\|$$

$$|\nabla f|_{45^\circ} = \|Y_{45^\circ} - X_{45^\circ}\|$$

$$|\nabla f|_{135^\circ} = \|Y_{135^\circ} - X_{135^\circ}\|$$

$$DV = \max(|\nabla f|_{0^\circ}, |\nabla f|_{45^\circ}, |\nabla f|_{90^\circ}, |\nabla f|_{135^\circ})$$

Prístupy:

Minimum vector range: Uvažujeme k rozdielov – odstráňme citlivosť na šum (impulsive, exponential noise)

$$MVR = \min_j \left\{ \left\| \mathbf{X}^{(n-j+1)} - \mathbf{X}^{(1)} \right\| \right\}, \\ j = 1, 2, \dots, k, \quad k < n$$

Minimum vector dispersion – odstráni citlivosť aj na Gaussov šum. Používa α -trimmed mean

$$MVD = \min_j \left\{ \left\| \mathbf{X}^{(n-j+1)} - \sum_{i=1}^l \frac{\mathbf{X}^{(i)}}{l} \right\| \right\}, \\ j = 1, 2, \dots, k, \quad k, l < n$$

Podľa typu šumu sa dajú použiť rôzne filtre.

$$f_{VM}(\mathbf{v}_1, \mathbf{v}_2, \dots, \mathbf{v}_N) = \mathbf{v}^{(1)}$$

Vector median filter - efektívny pri redukovaní impulsného šumu

Vector mean filter - efektívny pri redukovaní Gaussovoho šumu

$$f_{VM}(\mathbf{v}_1, \mathbf{v}_2, \dots, \mathbf{v}_N) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \mathbf{v}_i$$

Kombináciou predchádzajúcich:

α -trimmed mean filter:

$$f_{\alpha-\text{trim}}(v_1, v_2, \dots, v_N) = \frac{1}{N(1-2\alpha)} \sum_{i=1}^{N(1-2\alpha)} v^{(i)}$$

where: α is within [0, 0,5] interval.

Adaptive nearest neighbour filter:

$$f_{\text{adap}}(v_1, v_2, \dots, v_N) = \sum_{i=1}^N w_i v_i$$

Ludský vizuálny systém je viac citlivý na horizontálne a vertikálne hrany. Môžeme použiť difference vektor iba v dvoch smeroch. Časovo je to menej náročné. horizontálne a vertikálne rozdiely vo vektoroch prispievajú k detekcii diagonálnych hrán – detekované hrany sú tenšie

$$DV_hv = \max(|\nabla f|_{0^\circ}, |\nabla f|_{90^\circ})$$

33. Aké sú podmienky korektnej segmentácie.

Prebrate z prednasok pocitacoveho videnia 1 -
http://sccg.sk/~cernekova/PV1_7_segmentationpdf.pdf

Segmentačné kritéria

- Segmentácia je rozdelenie obrazu I na množinu regiónov S_i , ktoré spĺňajú nasledujúce kritéria :

1. $\cup S_i = S$
2. $S_i \cap S_j = \emptyset, i \neq j$
3. $\forall S_i, P(S_i) = \text{true}$
4. $P(S_i \cup S_j) = \text{false}, i \neq j, S_i \text{ adjacent } S_j$

Rozdelenie pokrýva celý obraz
Žiadne regióny sa neprekryvajú
Homogenita je splnená pre každý regón
Zjednotenie susedných regiónov nesplňa kritéria.

34. Popíšte ako funguje algoritmus na segmentáciu obrazu split and merge.

Split and Merge - kombinovaný prístup predchádzajúcich metód (napr median cut, K-Means Clustering, PCA, Pairwise Nearest Neighbour - PNN, Shrinking, Max-min - sú rozpisane v piatej prednaske)

Algoritmus:

Vygeneruj začiatočné rozdelenie hocjakým algoritmom

Repeat

 Vyber zhluk na rozdelenie

 Rozdeľ

 Vyber 2 zhluky na zlúčenie

 Zlúč

Until žiadne možné zlepšenie

35. Popíšte ako funguje algoritmus na segmentáciu obrazu pomocou grafu, Normalizet cut.

Obraz reprezentovaný pomocou grafu. Pre každý pixel v obraze je jeden vrchol v grafe. Graf je plne spojity - každá dvojica vrcholov je spojená. Hrana medzi dvoma vrcholmi reprezentuje podobnosť dvoch pixlov v obraze.

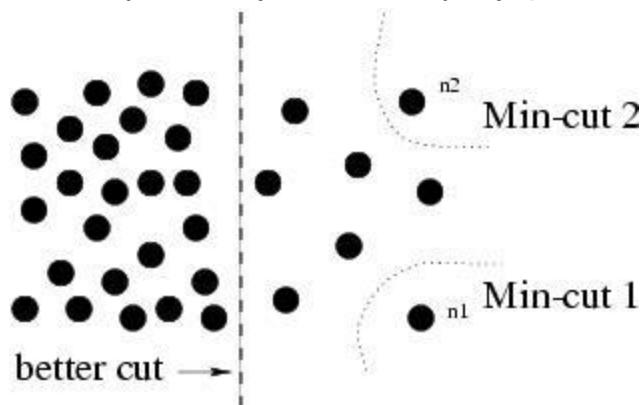
Pri delení grafu mažeme hrany s nízkou cenou - malá podobnosť. Ostane viacero komponentov ktoré reprezentujú vysegmentované časti obrazu.

Meranie affinity(podobnosti?): Vzdialenosť, Intenzita, Farba, Textúra

Measuring Affinity

- Distance $aff(x, y) = \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma_d^2} \|x - y\|^2\right\}$
- Intensity $aff(x, y) = \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma_d^2} \|I(x) - I(y)\|^2\right\}$
- Color $aff(x, y) = \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma_d^2} \underbrace{\text{dist}(c(x), c(y))^2}_{(\text{some suitable color space distance})}\right\}$
- Texture $aff(x, y) = \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma_d^2} \underbrace{\|f(x) - f(y)\|^2}_{(\text{vectors of filter outputs})}\right\}$

Link cut - množina rezov ktorá rozdelí graf do viacerých komponentov. Jedna myšlienka je nájsť minimálny rez. Nie je to však vždy najlepší rez ako na obr:

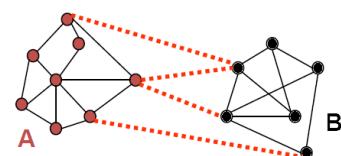


Normalized cut:

- penalizuje veľké segmenty
- zlepšenie pomocou normalizovania pre veľkosť segmentov

$$Ncut(A, B) = \frac{cut(A, B)}{volume(A)} + \frac{cut(A, B)}{volume(B)}$$

- $volume(A)$ = suma všetkých cien všetkých hrán ktoré sa dotýkajú A



Nájdenie minimálneho normalizovaného rezu - NP ťažké, používajú sa polynomiálne aproximácie (Och, to VKTI :)

.. Nejaké haluzné vzorce a divné značky.. 7. prednáška slajdy 8-9

Rekurzívny normalizovaný cut

1. Pre vstupný obr vytvor ováhovaný graf: $G=(V, E)$

-vrchol pre každý pixel

-v hranách váhy pre susedné páry pixelov

2. Vyrieš pre vlastné vektory s najmenšími vlastnými hodnotami: $(D - W)y = \lambda Dy$

-Použi vlastný vektor s druhou najmenšou vlastnou hodnotou na bipartíciu (???)

prednáška 7 slajd 11) grafu

-poznámka - toto je aproximácia

3. rekurzívne prerozdeľ vysegmentované časti ak treba

36. hit and miss (asi hit and miss)

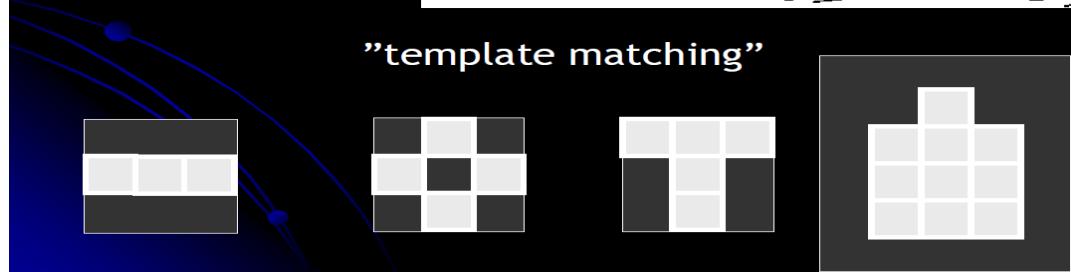
- detektor tvarov. Napríklad na detekciu rohov sa používa alebo presne zadaného tvaru podľa šablóny

Hit-and-Miss

detektor tvarov

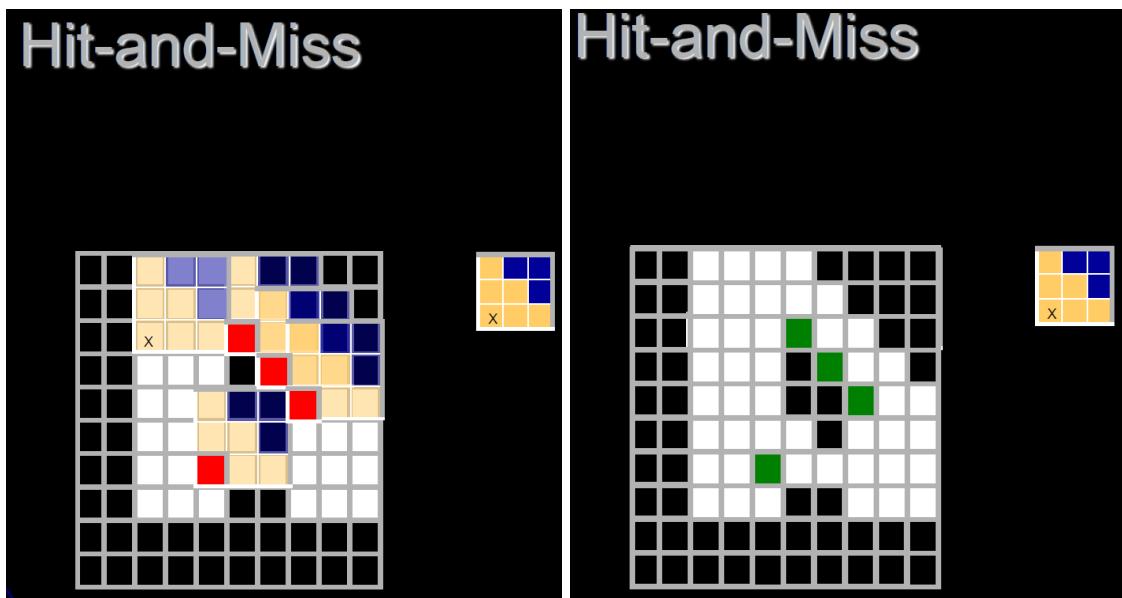
$$A \otimes B = (A \ominus B_1) \cap (A^c \ominus B_2),$$
$$B_1 \cap B_2 = \emptyset, B_1 \cup B_2 = B$$
$$A \otimes B = \mathbb{A} \ominus B_1 \sqsubseteq \mathbb{A} \ominus \hat{B}_2$$

"template matching"



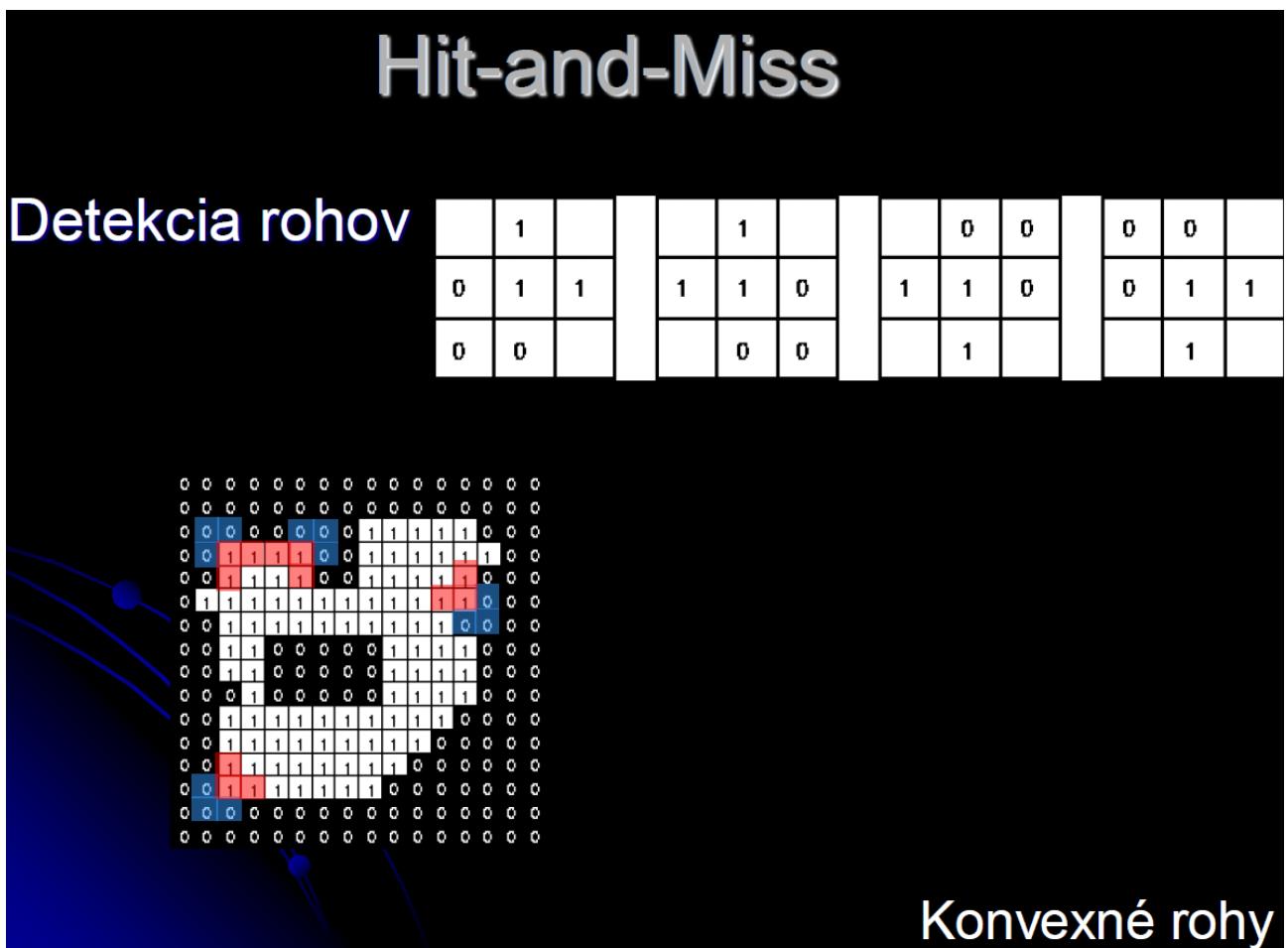
hľadanie presného matchu:

Hit-and-Miss



Hit-and-Miss

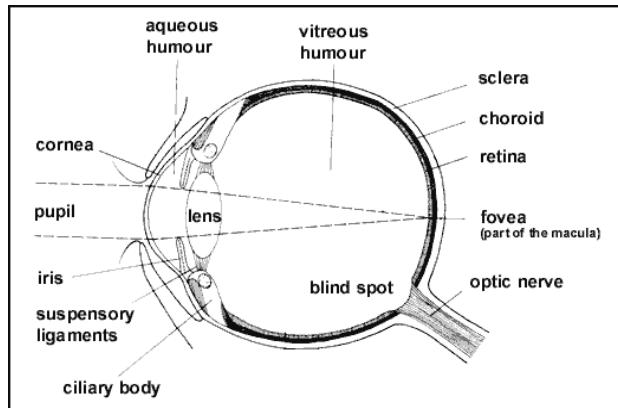
detekcia rohov:



37. (5b) ako v nima ludske oko farby

Na sietnici oka:

- Tyčinky – videnie za šera. rozlišujú odtenie sivej
- Čapíky – farebné videnie
 - 3 typy čapíkov citlivé na
 - dlhé (L)
 - stredné (M) a
 - krátke (S) vlny



FARBOSLEPOTA

– porucha farbocitu (genetická alebo získaná)

Ku genetickým patria:

Dichromázia

- jeden typ čapíkov chýba
- 1. protanope nevidí červenú - Daltonizmus,
- 2. deuteranope nevidí zelenú,
- 3. tritanope nevidí modrú Protanopia a deutanopia = červeno-zelená slepota 8% mužov a 0.5% žien

Anomálna trichromázia

- Znížená citlivosť jedného typu čapíkov => Posunuté vnímanie farieb

Monochromázia – nerozlišuje farby vôbec

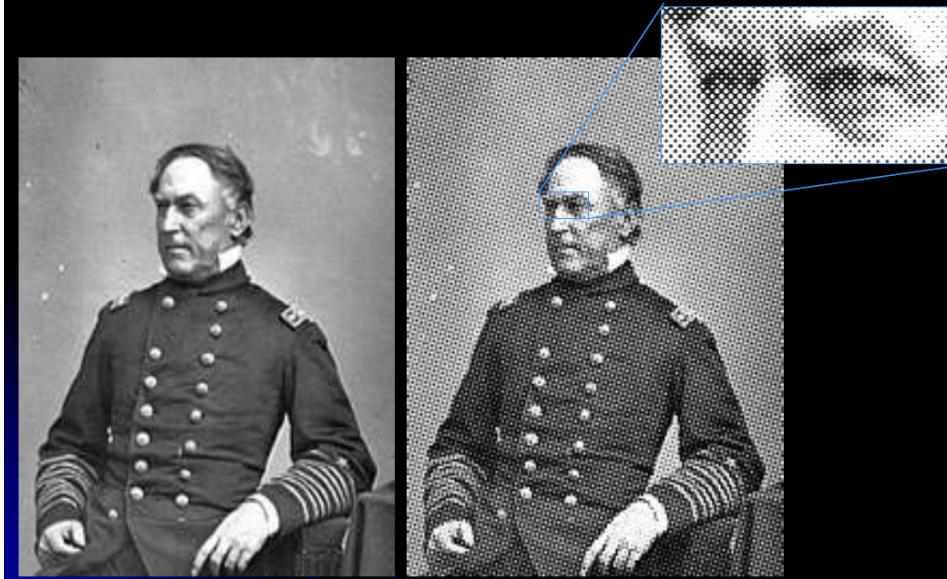
38. vysvetli halftoning a ditering

Halftoning:

používa sa pri tlači novín. Šedé obrazové body sa reprodukujú ako rôzne veľké tlačové body. Čím tmavší obrazový bod, tým väčší tlačový bod.

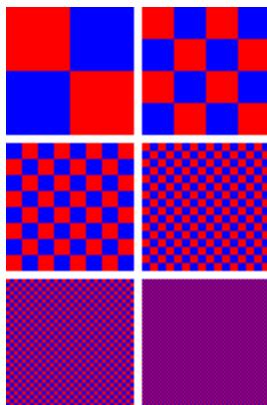


Halftoning



Dithering

Využíva vlastnosť oka priemerovať body v malom okolí Dither coding (alebo dithering) – zmena šedotónového obrazu na binárny, pri zachovaní priemernej intenzity v oblastiach obrazu. Bližšie o Ditheringu je v otázke 6, 41



Zmenšovaním veľkosti červeného a modrého obrazového bodu vytvorím fialovú farbu

39. ake rozdelujeme farebne modely a strucne popis

Farebné modely:

- HW orientované:

RGB, CMYK, televízne normy

- Užívateľsky orientované:
HLS, HSV, HSI
- Vnemovo rovnomerné (perceptually uniform) :
CIE Lab, Luv, WUV
- Iné:
XYZ, oponent, TSV, LUX, YES, ...

RGB - Najznámejší model. Používaný v monitoroch. Farebné svetlá. Hodnoty R,G,B <0, 1>. Aditívne skladanie farieb: čím viac farieb zložíme, tým je výsledok svetlejší (spočítava sa ich intenzita). Veľa rôznych modelov RGB. TV spoločnosti si určili hodnoty základných farieb RGB podľa použitých technológií

- Lineárne RGB
 - lineárna transformácia z XYZ
 - vnemovo neuniformný
 - Device independent

- Nelineárne RGB
 - lineárne RGB pomocou gamma korekcie -> nelineárne RGB
 - Obrazovky CRT
 - Device dependent

Gama(γ) reprezentuje numerický parameter vyjadrujúci nelinearitu reprodukcie intenzity svetla

RGBA- kanál, informácia o priehľadnosti, akým pomerom sa farba mieša s pozadím.

CMY - Komplementárny model k RGB. C = 1 - R, M = 1 - G Y, = 1 - B
Subtraktívne skladanie farieb pridávaním pigmentu tvorí tmavšiu farbu

CMYK

Pri tlači sa používa CMYK (black) Nemusia sa tlačiť 3 farby na seba - ušetrí sa na drahých farebných náplniach Čierna sa tlačí samostatne

Televízne a video štandardy

YIQ – NTSC

YUV – PAL

YCbCr – digital video

YPbPr – analógová TV

YCC – Kodak

Farebná zložka oddelená od jasovej (Y) Farebná zložka: zeleno/červený kanál modro/žltý kanál

UŽÍVATEĽSKY ORIENTOVANÉ MODELY

Analógia s maliarskym pohľadom (odtieň, sýtosť, jas). Vhodné pre vizualizáciu (color maps). Nelineárny prevod z/do RGB. Tvar: kužeľ (aj dvojitý), ihlan, niekedy valec

RGB -> HSV

$$\max(R, G, B)$$

$$\min(R, G, B)$$

$$V = \max$$

$$S = (\max - \min) / \max$$

$$A = \pi/3(\max - \min)$$

$$H = \begin{cases} (G-B)A & \text{ak } \max = R \\ (B-R)A & \text{ak } \max = G \\ (R-G)A & \text{ak } \max = B \end{cases}$$

ak max = 0, S nie je definovaná

ak R = G = B, H nie je definovaná

HSV -> RGB

$$I = \text{floor}(3H/\pi)$$

$$f = H - I$$

$$p = V(1-S)$$

$$q = V(1-Sf)$$

$$t = V(1-S(1-f))$$

$$\begin{aligned} [R \ G \ B] = & \begin{cases} [V \ t \ p] & \text{ak } I = 0 \\ [q \ V \ p] & \text{ak } I = 1 \\ [p \ V \ t] & \text{ak } I = 2 \\ [p \ q \ V] & \text{ak } I = 3 \\ [t \ p \ V] & \text{ak } I = 4 \\ [V \ p \ q] & \text{ak } I = 5 \\ [0 \ 0 \ 0] & \text{ak } S = 0 \end{cases} \end{aligned}$$

RGB -> HSI dáke divné znaky. 3 Prednáška, slajd 30

HSI -> RGB

Záleží na tom, v ktorom sektore leží H.

RG sektor ($0^\circ \leq H \leq 120^\circ$):

$$b = \frac{l}{3}(l - S)$$

$$r = \frac{l}{3} \left[l + \frac{Scos(H)}{\cos(60^\circ - H)} \right]$$

$$g = l - (r + b)$$

GB sektor ($120^\circ \leq H \leq 240^\circ$):

$$H = H - 120^\circ$$

$$g = \frac{1}{3} \left[1 + \frac{S \cos(H)}{\cos(60^\circ - H)} \right]$$

$$r = \frac{1}{3}(1 - S)$$

$$b = I - (r + g)$$

BR sektor ($240^\circ \leq H \leq 360^\circ$):

$$g = \frac{1-S}{3}, \quad b = \frac{1}{3} \left[1 + \frac{S \cos H}{\cos(60-H)} \right], \quad r = 1 - g - b$$

CIE UVW

Lineárna aproximácia vnemovo rovnomerného priestoru. Nerieši problém úplne nelineárne transformácie

$$\begin{bmatrix} U \\ V \\ W \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.66 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -0.5 & 1.5 & 0.5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

CIE L*U*V*

L* - jas

u*, v* - farebné súradnice

n – súradnice bieleho bodu

CIE L*A*B*

L* - jas výpočet ako pri CIE L*u*v*

a*, b* - farebné súradnice

n – súradnice bieleho bodu

Používaný v priemysle

Table 1.3. Color Model

Color System	Transform (from RGB)	Component correlation
RGB	-	highly correlated
R'G'B'	non linear	
XYZ	linear	correlated
YIQ	linear	uncorrelated
YCC	linear	uncorrelated
I1I2I3	linear	correlated
HSV	non linear	correlated
HSI	non linear	correlated
HLS	non linear	correlated
L*u*v*	non linear	correlated
L*a*b*	non linear	correlated
Munsell	non linear	correlated

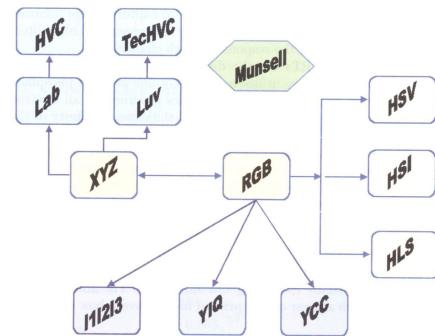
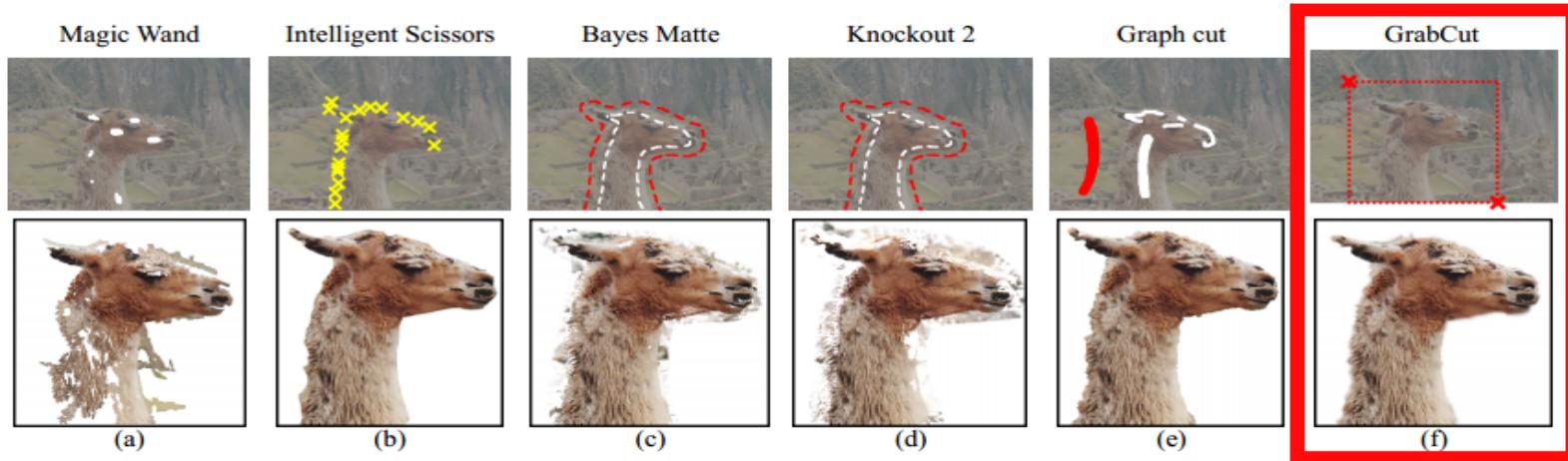


Fig. 1.16. A taxonomy of color models

40. ako funguje grab cut

(<http://research.microsoft.com/pubs/67890/siggraph04-grabcut.pdf>)



Inicializacia

- Pouzivatel inicializuje trojmapu $T(T_B, T_U, T_f)$, kde mapa popredia T_f je nastavena na 0, mapa pozadia T_B je vsetko mimo obdlnnika, ktorý užívateľ vyznacil (vid obrázok hore, (f)). Tu, cize mapa nezaradených pixlov je vsetko vo vnutri obdlníka vyznaceného.
- premenne α_n , sú hodnoty pre alfa kanal jednotlivych pixlov, pre pixle pozadie sa nastavia 0, pre popredia 1
- nasledne sa inicializuje GMM(gaussian mixture model) pre popredie a pozadie podla hodnoty $\alpha_n = 0$ a $\alpha_n = 1$.

Iterativna minimalizacia

- prirad GMM komponenty vsetkym pixlom v T_U (mape obsahujucej nezadefinovane pixle)
- natreuj GMM parametre z dat jednotlivych pixlov
- odhad segmentacie - pouziva sa MIN CUT, využiva sa tam Energia (podobne oblasti by mali mať podobnu energiu)
- opakuj krok 1-4 pokial nenastava konvergencia, teda sa nam komponenty

Initialisation

- User initialises trimap T by supplying only T_B . The foreground is set to $T_F = \emptyset$; $T_U = \overline{T}_B$, complement of the background.
- Initialise $\alpha_n = 0$ for $n \in T_B$ and $\alpha_n = 1$ for $n \in T_U$.
- Background and foreground GMMs initialised from sets $\alpha_n = 0$ and $\alpha_n = 1$ respectively.

Iterative minimisation

- Assign GMM components to pixels:* for each n in T_U ,

$$k_n := \arg \min_{k_n} D_n(\alpha_n, k_n, \theta, z_n).$$
- Learn GMM parameters from data z :*

$$\underline{\theta} := \arg \min_{\underline{\theta}} U(\underline{\alpha}, \underline{k}, \underline{\theta}, \underline{z})$$
- Estimate segmentation:* use min cut to solve:

$$\min_{\{\alpha_n: n \in T_U\}} \min_{\underline{k}} E(\underline{\alpha}, \underline{k}, \underline{\theta}, \underline{z}).$$
- Repeat from step 1, until convergence.
- Apply border matting (section 4).

User editing

- Edit:* fix some pixels either to $\alpha_n = 0$ (background brush) or $\alpha_n = 1$ (foreground brush); update trimap T accordingly. Perform step 3 above, just once.
- Refine operation:* [optional] perform entire iterative minimisation algorithm.

popredia a pozadia neprekryvaju, sú zatriedené

5.aplikuj oddelovanie hranic, pouziva sa tam nato specialna technika, aby boli tie hranice na rozmedzi pozadia a popradia co najlepsie

Editacia pouzivatelom

Edituj: vid obrazok nizsie, kde su dva typy stetcov na oznamenie popredie a pozadia, aby sa to este dodatocne vyladilo..po ich aplikovani sa znova pusti krok 3, teda odhad segmentacie cez MIN CUT

Vylepsujuca operacia: spusti znova celu iterativnu minimalizaciu

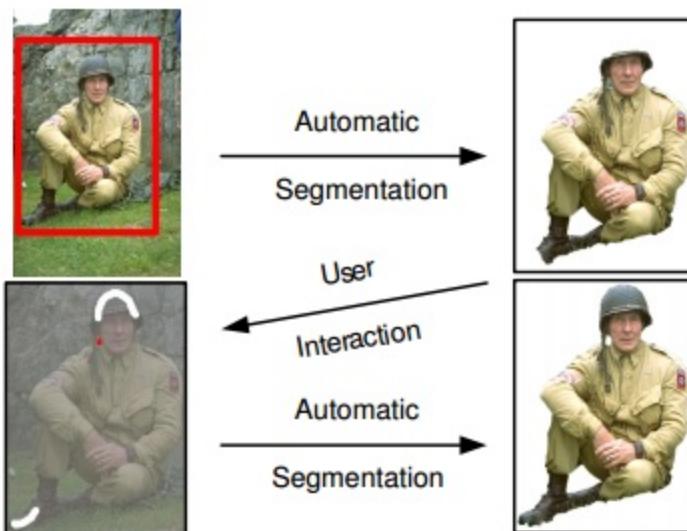


Figure 5: **User editing.** After the initial user interaction and segmentation (top row), further user edits (fig. 3) are necessary. Marking roughly with a foreground brush (white) and a background brush (red) is sufficient to obtain the desired result (bottom row).

41. princip mrf(Markov random fields)

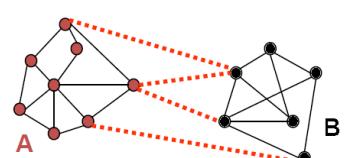
42. popis normalized cut(od Mata)

Normalized cut:

- penalizuje veľké segmenty
- zlepšenie pomocou normalizovania pre veľkosť segmentov

$$Ncut(A, B) = \frac{cut(A, B)}{volume(A)} + \frac{cut(A, B)}{volume(B)}$$

- $volume(A)$ = suma všetkých cien všetkých hrán ktoré sa dotýkajú A



Nájdenie minimálneho normalizovaného rezu - NP ťažké, používajú sa polynomiálne approximácie (Och, to VKTI :)

.. Nejaké haluzné vzorce a divné značky.. 7. prednáška slajdy 8-9

Rekurzívny normalizovaný cut

1.Pre vstupný obr vytvor ováhovaný graf: $G=(V, E)$

–vrchol pre každý pixel

–v hranach váhy pre susedné páry pixelov

2.Vyrieš pre vlastné vektory s najmenšími vlastnými hodnotami: $(D - W)y = \lambda Dy$

–Použi vlastný vektor s druhou najmenšou vlastnou hodnotou na bipartíciu (???)

prednáška 7 slajd 11) grafu

–poznámka - toto je aproximácia

3. rekurzívne prerozdeľ vysegmentované časti ak treba

43. ake premenne updatujeme pri GMM

Latentné premenné

44. aky je rozdiel pri segmentacii s k-means a GMM

46. co je dithering a ake druhy pozname

Dither coding (alebo dithering) – zmena šedotónového obrazu na binárny, pri zachovaní priemernej intenzity v oblastiach obrazu.

Využíva vlastnosť oka priemerovať body v malom okolí.

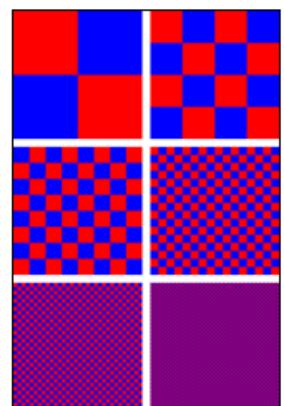
METÓDY:

Ordered dithering

Aplikovanie prahovej mapy na obrazové body, čo spôsobuje že niektoré body sú zobrazované inou farbou.

Nevýhodou je, že vytvára rekurzívne textúry a šrafovanie.

Princíp:

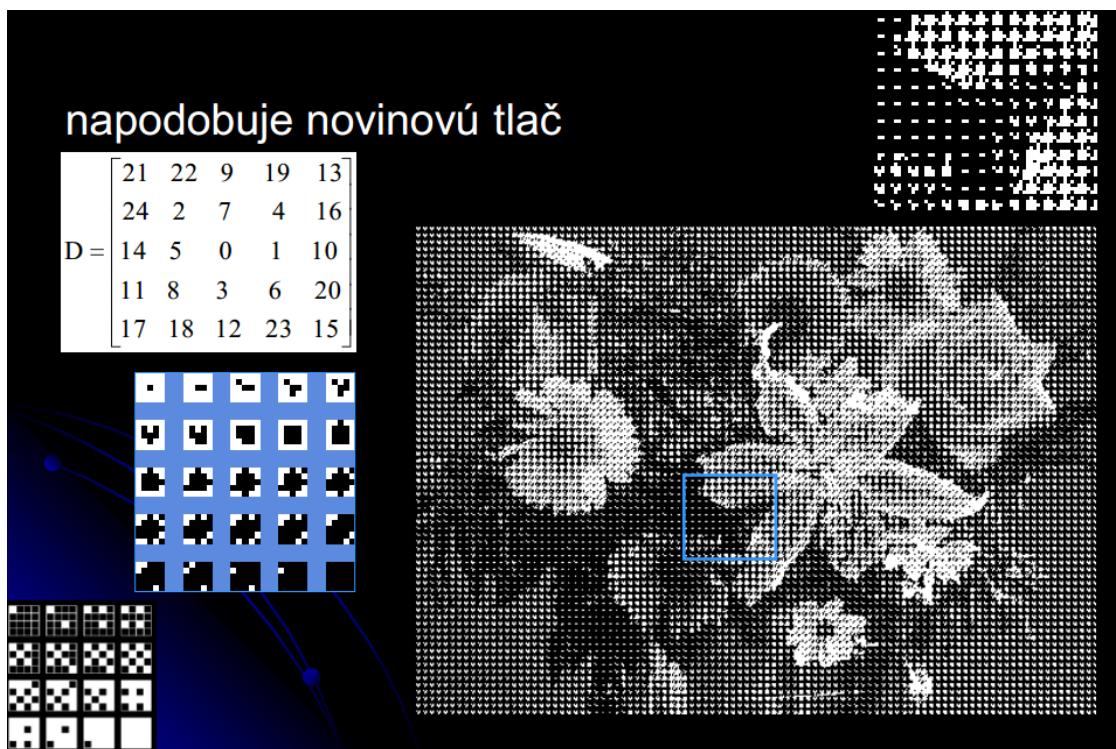


Zmenšovaním veľkosti červeného a modrého obrazového bodu vytvoríme fialovú farbu

- obraz rozdelíme na bloky veľkosti n x n
- každý blok sa spracuje samostatne
- každý pixel bloku sa porovná s určeným prahom
- prahové hodnoty sú dané generátorom pseudonáhodných čísel

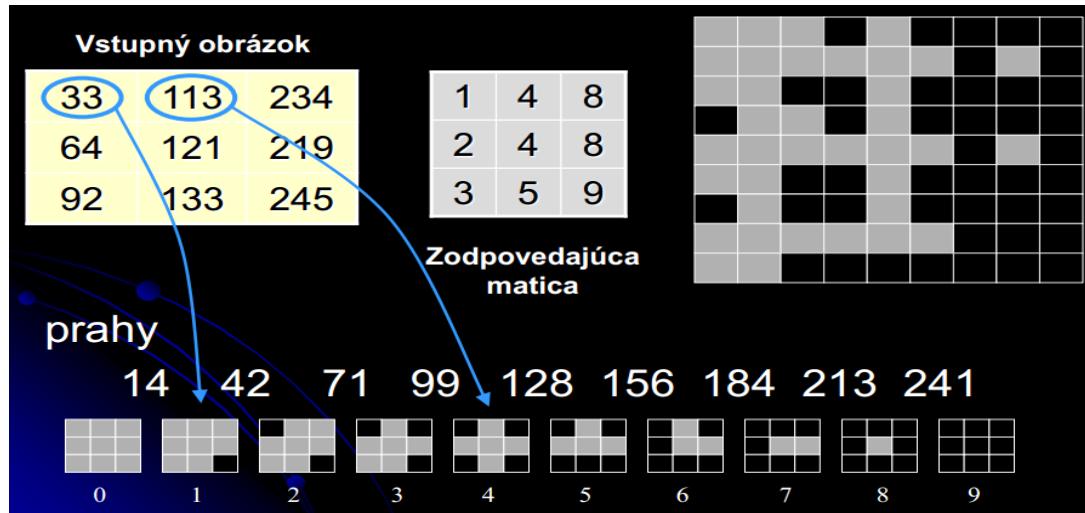
$$th_{i,j} = \frac{x_{\max} + 1}{n^2} \cdot (k_{i,j} + 0.5)$$

Clustered dithering



Patterning

Pixel nahradíme blokom výstupné zariadenie má vyššie rozlíšenie



Error diffusion (Floyd-Steinberg)

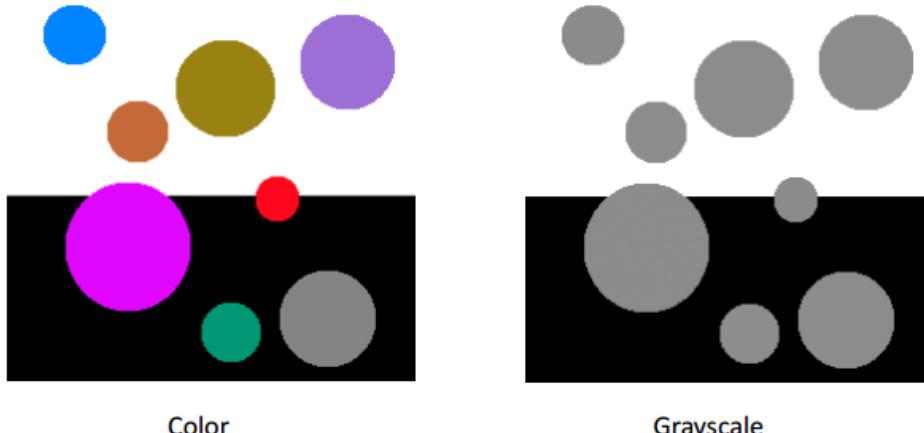
- Spracúva obraz po riadkoch zhora dolu zľava doprava.
- Každý bod je zaokruhlený k 0 alebo 1 (255).
- Chyba pri zaokruhľovaní je potom rozdelená medzi susedné body podľa masky.

Nevýhody:

- Výber farebnej palety - treba zaručiť aby každá farba pôvodného obrazu sa dala vyjadriť ako lineárna kombinácia farieb z farebnej palety
- Niekedy vzniknú „ghosts“ v obraze
- Vytvára sa zrnitý obraz

45. prečo nastavaju problémy pri konverzii do sedourovnovoveho obrazku

Isoluminant Colors



47. popis algoritmus diverzity a modifikovaný algoritmus diverzity

Algoritmus diverzity

Vyrob histogram obrazu

Vyber farbu najväčším výskytom

Repeat

vyber nevybratú farbu, ktorá je najďalej od všetkých vybratých farieb

Until nie sú vybraté všetky farby.

Modifikovaný algoritmus diverzity

Prihliada aj na popularitu farieb

Vyrob histogram obrazu

Vyber farbu najväčším výskytom

2. – 10. farba: použi normálny algoritmus diverzity

Repeat

(a) vyber farbu podľa popularity

(b) vyber farbu podľa diverzity

Until nie sú vybraté všetky farby

Pri veľkom počte zhlukov môžeme hned' od začiatku striedať (a) a (b)