

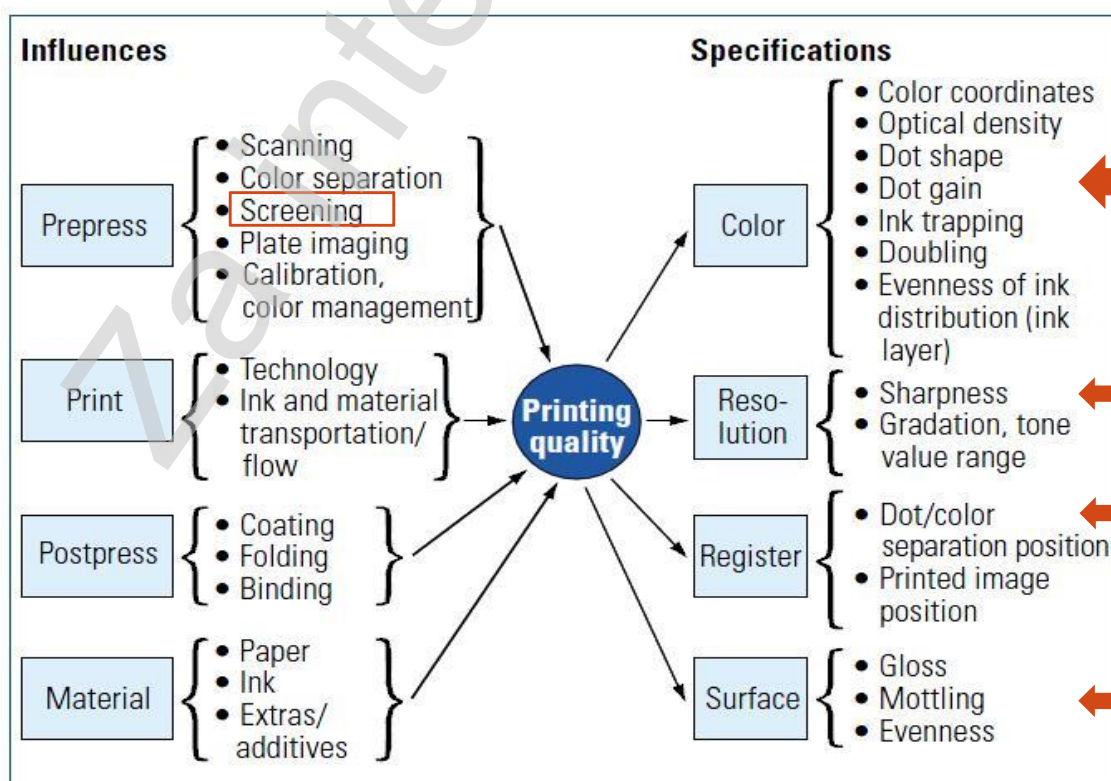
# DEJAVNIKI KAKOVOSTI V TISKU

## METODE RASTRIRANJA

Deja Muck

## UVOD

Dejavniki kakovosti v tisku – kompleksna vzajemna odvisnost.



# UVOD



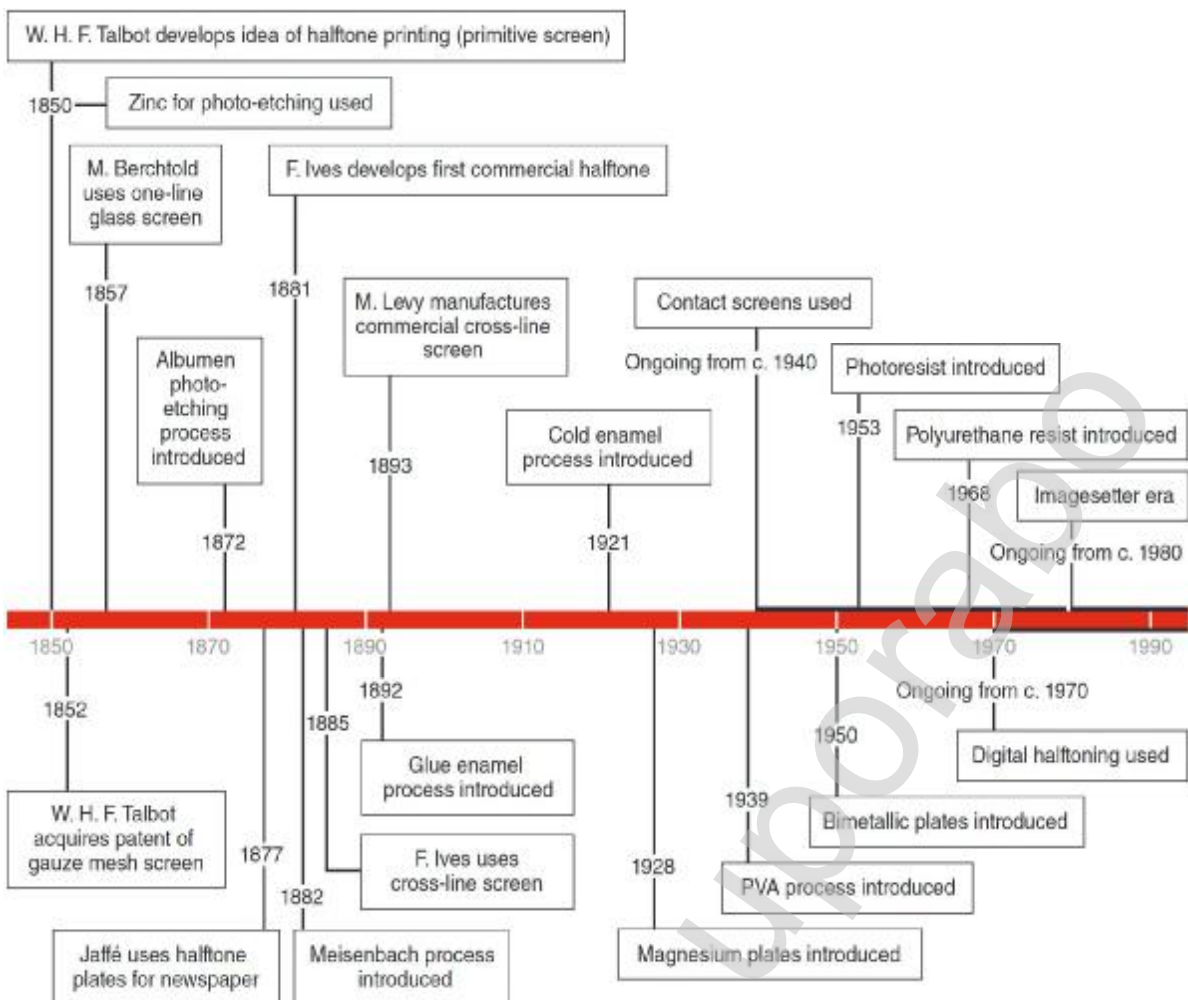
# UVOD

## ZGODOVINA

Izumitelji rastriranja kot fotomehničnega procesa:

- q William Henry Fox Talbot (British, 1800–1877) – patentiral rastriranje s tkanino 1852
- q Talbot, Georg Meisenbach (German, 1841–1912), Frederic Ives (American, 1856–1937), and Max Levy (American, 1857–1926) – doprinesli k uvedbi rastriranja v tisku.





## UVOD

### RASTRIRANJE

- q slikovno procesiranje
- q eden pomembnejših faktorjev pri reproduciranju
- q razvoj digitalnega rastriranja izvira iz industrije zaslonov

Zasloni - rastriranje > procesiranja signalov z dithering (tresenjem, raztrosom) vhodnega signala.

Metode rastriranja v tisku izvirajo iz konvencionalnih metod, zato se je najprej razvil cluster dot (izvor - konvencionalni, analogni raster).

# UVOD

## NAJPOMEMBNEJŠI RAZVOJ V DIGITALNEM RASTRIRANJU

- q kodiranje šuma (noise encoding),
- q v gručo stisnjene pike, urejen raztros > (clustered dot ordered dither),
- q razpršene pike, urejen raztros > (dispersed dot ordered dither),
- q raztros napake > (error diffusion) in
- q stohastično rastriranje > stochastic halftoning

7

# UVOD

## NOISE ENCODING – KODIRANJE ŠUMA

- q točkovni proces
- q razvit za digitalne zaslone > zmanjšati število bitov za prikaz slike
- q vhodni večnivojski (sivinski) piksel je dodan z naključno vrednostjo, nato pa upragovljen - pridobi binarno vrednost



8

# UVOD

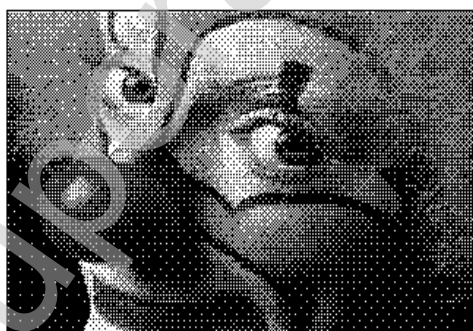
## ORDERED DITHER – UREJEN RAZTROS

Urejen raztros > urejeno pozicioniranje pikslov v rastrski celici.

q clustered dot - v gručo stisnjene kot AM (za tiskalnike/stroje, ki težko reproducirajo posamezne piksele)



q dispersed dot – razpršene pike opisujemo kot FM, visoko frekvenčni izgled



9

# UVOD

## STOHAŠTIČNO RASTRIRANJE

- q odpraviti slabosti razpršenih pik (urejen raztros) – pravilna, toga struktura
- q razvijajo se različni algoritmi – od leta 1970
- q kodiranje šuma (prva oblika st.r.), dodajanje modrega šuma > reduciranje črvičaste strukture (pri različnih FM vključno error diff.)
- q po l. 1980 nastalo veliko FM modificiranih error diffusion metod, BNM ...

(uporabnost; HiFi tisk, slabosti; marmornata struktura (graininess), dot gain)



10

# UVOD

## STOHAŠTIČNO RASTRIRANJE

### Error diffusion

- q uporablja adaptivni algoritem
- q procesiranje se sestoji iz binarnega upravljanja vsakega vhodnega piksla, izračuna in porazdelitve napake
- q začetnika Floyd in Steinberg leta 1975



11

# UVOD

## STOHAŠTIČNO RASTRIRANJE

### Model-based halftoning

- q v algoritme rastriranja vključeni modeli izhodnih naprav in človeškega vidnega sistema (HVM - Human visual model) > izboljšati kakovost slik
- q za optimizacijo BNM in error diffusion



12

## UVOD

### MULTILEVEL HALFTONING

- q nekateri tiskalniki so sposobni tiskati z več sivinskimi tonskimi vrednostmi: EP (subpiksel laser pulse modulation) in IJ (multiple droplets IJ devices).
- q se lahko vključi pri BNM, error diffusion in clustered dots



### INVERSE HALFTONING

- q izdelava zvezne, tonske (contone) slike iz binarne ali multilevel halftoned originala
- q prve aplikacije > odstranitev motenj pri zaslonih z binarnimi signali
- q omogoča izboljšati kakovost, manipulacijo in tiskanje slik

13

## UVOD

Različni viri, različno razvrščanje tehnologij rastriranja:

V kolikor v grobem vključimo vse klasifikacije je razdelitev naslednja;

- q glede na sposobnost naprave: clustered in dispersed dot (v gručo stisnjene in razpršene pike)
- q glede na izgled rastra:  
AM, FM in stohastično rastriranje
- q glede na algoritme rastriranja;  
točkovno procesiranje ali point-process, neighborhood process in iterative/search based methodes

14

# METODE RASTRIRANJA

## METODE RASTRIRANJA

table halftoning (tabelarno rastriranje)	cluster dot / AM (v gručo strnjene pike) dispersed dot / FM (razpršene pike)	
threshold halftoning (rastriranje z upragovljanjem)	ordered dithering (urejen raztros)	clustred dot / AM dispersed dot / FM
error diffusion (raztros napake)	FM	
iterative halftoning (iteracijsko rastriranje)	FM	
hybride halftoning (hibridno rastriranje)	AM / FM	
multilevel halftoning (večnivojsko rastriranje)	AM / FM	



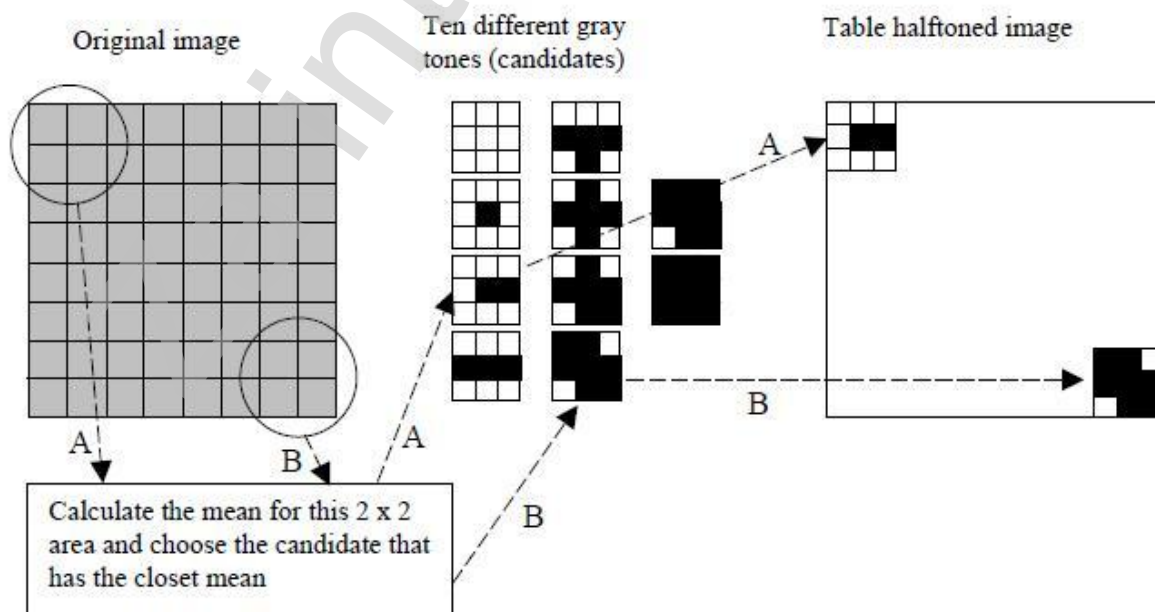
# METODE RASTRIRANJA

## TABLE HALFTONING (tabelarno rastriranje)

- q najenostavnejša metoda – različna območja originalne slike se nadomestijo z ustrežno rastrsko celico. Velikost celice je določena s frekvenco rastriranja in tiskovno ločljivostjo.
- q tabelarno rastriranje ali metoda rastrskih vzorcev (dot-pattern method, regular-pattern halftones)
- q rastrske pike so generirane vnaprej in shranjene kot „font“
- q za reproduciranje enakomernih rastrskih tonov v računalniški grafiki (diagrami)
- q metoda ni primerna za reprodukcije večtonskih slik, uporablja se predvsem prednost > hitrost procesiranja

# METODE RASTRIRANJA

## TABLE HALFTONING (tabelarno rastriranje)



# METODE RASTRIRANJA

## TABLE HALFTONING (tabelarno rastriranje)



Figure 4.2 The image has been halftoned by table halftoning. The tables are 3 x 3, hence 10 levels of gray. An enlargement is shown in b.

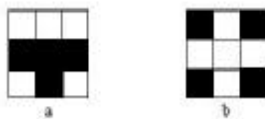


Figure 4.3 Two screen tables both representing the gray tone 4/9. In a, the black micro dots are clustered. In b, the black micro dots are dispersed.

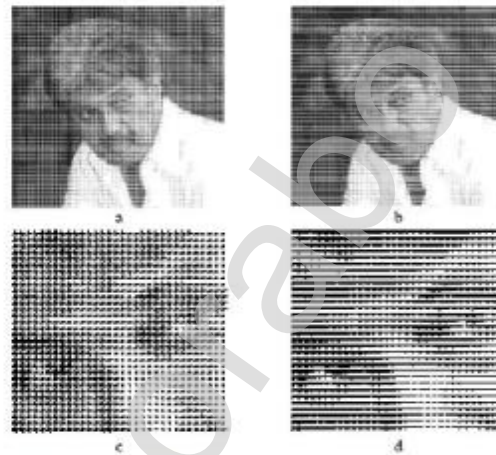


Figure 4.4 Table halftoning with 4 x 4 screen tables. a) The black microdots are arranged to make circular dots. b) The black microdots are arranged to make line raster. c) An enlargement of a part of the image shown in a. d) An enlargement of a part of the image shown in b.

# METODE RASTRIRANJA

## THRESHOLD HALFTONING (rastriranje z upragovljanjem)

- q kakovost - podobna tabelarnemu rastriranju
- q namesto generiranih „fontov“ se uporabi upragovna matrika

$$b(i, j) = \begin{cases} 1 & \text{če } g(i, j) \geq t(i, j) \\ 0 & \text{če } g(i, j) < t(i, j) \end{cases}$$

*b* – končna rastrirana slika, *g* – slika originala, *t* – upragovna matrika

*g* (*i*, *j*)

q svetlost

§ višja > svetleje

§ zasloni

q absorbanca

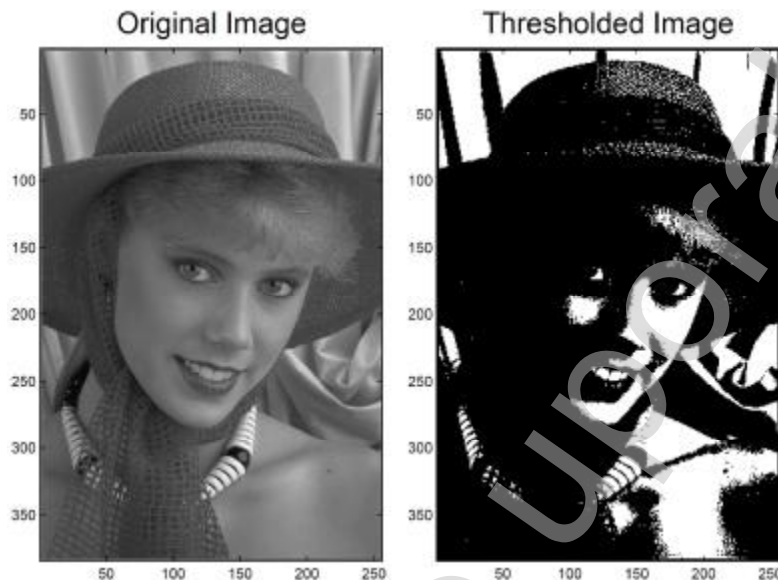
§ višja > temneje

§ tisk

# METODE RASTRIRANJA

## THRESHOLD HALFTONING (rastriranje z upragovljanjem)

- q konstantni prag, npr  $t = 127$   
(piksel  $> 127$  se upodobi,  $\geq 127$  ni upodobitve)
- q rezultat slabe kakovosti



21

# METODE RASTRIRANJA

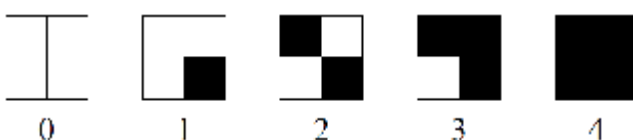
## THRESHOLD HALFTONING (rastriranje z upragovljanjem)

Upragovna matrika  $>$  lahko enako velika ali manjša kot original (skeniranje matrike v x in y smeri do velikosti originalne slike).

### 1. Ordered Dithering (urejen rastros)

- q deli se v dve skupini (clustered in dispersed dot / v gručo stisnjene (elementarne) pike in razpršene (elementarne) pike)
- q pri enaki ločljivosti - uporaba razpršene pike - temnejša slika

Velikost in parametri matrike določajo končno razporeditev:



$$I(i, j) = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 0 \end{bmatrix}$$

Indeksirana matrika

# METODE RASTRIRANJA

## THRESHOLD HALFTONING (rastriranje z upragovljanjem)

Indeksirano matriko pretvorimo v upragovno:

$$t(i, j) = 255 \frac{I(i, j) + 0,5}{N^2}$$

$N \times N$  – velikost matrike > ponovitev do končne velikosti slike:

$$t(i \bmod N, j \bmod N)$$

Algoritem za urejen raztros se nato uporabi preko upragovljanja:

$$b(i, j) = \begin{cases} 255, & \text{če } g(i, j) > t(i \bmod N, j \bmod N) \\ 0 & \text{za ostale} \end{cases}$$

23

# METODE RASTRIRANJA

## THRESHOLD HALFTONING (rastriranje z upragovljanjem)

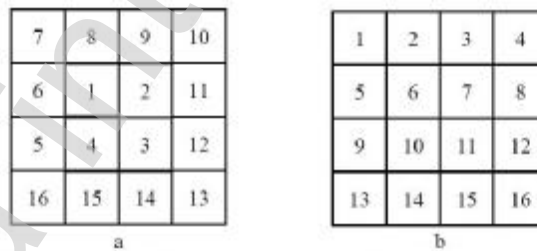


Figure 4.5 Two  $4 \times 4$  threshold matrices representing 17 levels of gray. In a, the threshold values are arranged to build a spiral dot form. In b, the threshold values are arranged to build line raster.

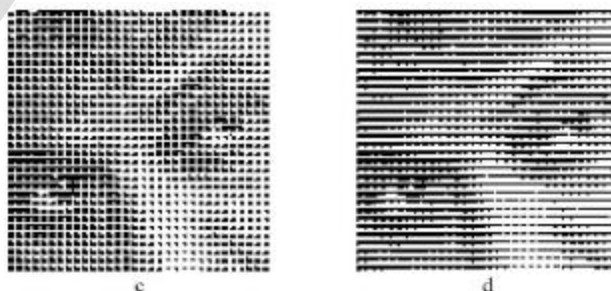


Figure 4.6 The image is halftoned by threshold halftoning. a) The threshold matrix shown in Figure 4.5a is used. b) The threshold matrix shown in Figure 4.5b is used. c) An enlargement of a part of the image shown in a. d) An enlargement of a part of the image shown in b.

# METODE RASTRIRANJA

## 1. Ordered Dithering (urejen rastros)

14	12	13	16	19	21	20	17
5	4	3	10	28	29	30	23
6	1	2	11	27	32	31	22
9	7	8	15	24	26	25	18
19	21	20	17	14	12	13	16
28	29	30	23	5	4	3	10
27	32	31	22	6	1	2	11
24	26	25	18	9	7	8	15

a

1	30	8	28	2	29	7	27
17	9	24	16	18	10	23	15
5	25	3	32	6	26	4	31
21	13	19	11	22	14	20	12
2	29	7	27	1	30	8	28
18	10	23	15	17	9	24	16
6	26	4	31	5	25	3	32
22	14	20	12	21	13	19	11

b

Figure 4.7. Two threshold matrices representing 33 levels of gray. a) Clustered dot ordered dithering. b) Dispersed dot order dithering.

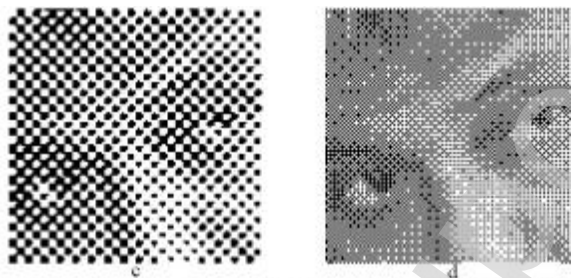


Figure 4.8 The image is halftoned by ordered dithering. a) Clustered dot ordered dithering, threshold matrix shown in Figure 4.7a. b) Dispersed dot ordered dithering, threshold matrix shown in Figure 4.7b. c) Enlargement of a part of the image in a. d) Enlargement of a part of the image in b.

2

25

# METODE RASTRIRANJA

## ERROR DIFFUSION (raztros napake)

- q komercialno uporabljena od 1990 > iznajden v 70-tih letih (Floyd in Steinberg).
- q ordered dithering > operacije točka – za točko. Vrednost vsake izhodne točke je osnovana na vrednosti točke na ustrezni lokaciji.
- q error diffusion metoda operira na okolici piksla, katerega procesiramo – uporaba filtra napake.

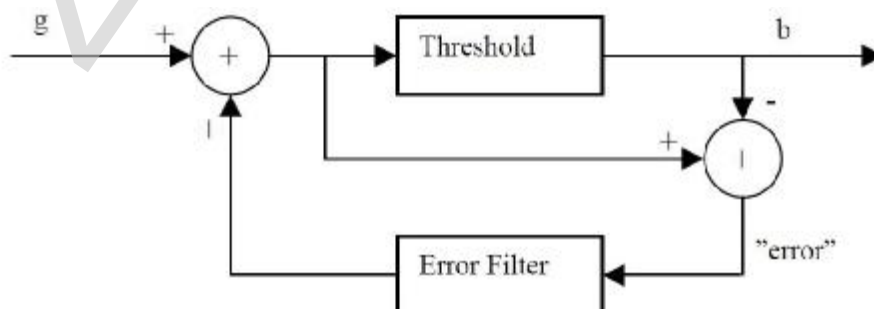
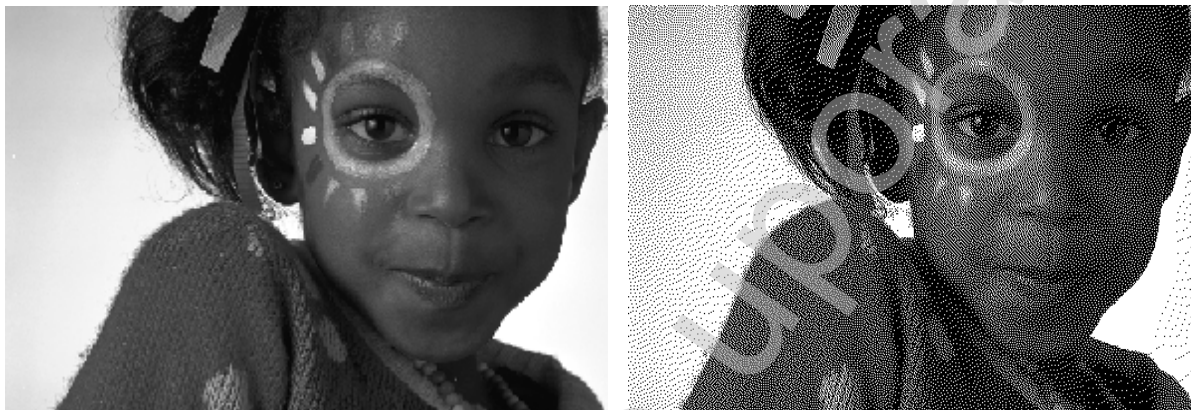
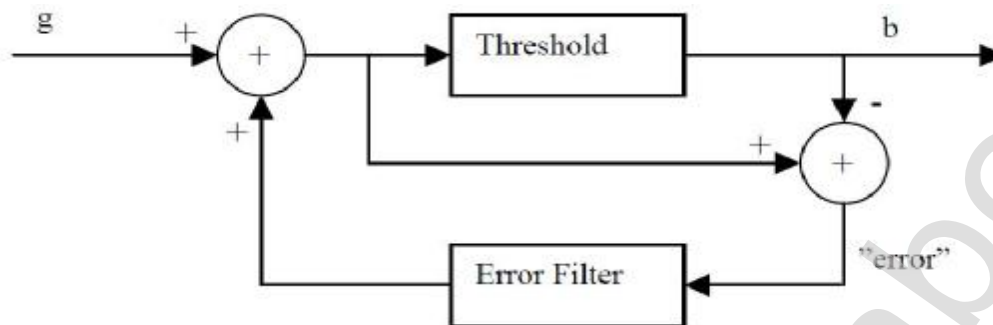


Figure 4.9. Error Diffusion halftoning method.

26

# METODE RASTRIRANJA

## ERROR DIFFUSION (raztros napake)



27

# METODE RASTRIRANJA

## ERROR DIFFUSION (raztros napake)

q veliko raziskav na vedno novih algoritmih oziroma oblikovanju error filtrov > izognitev negativnim pojavom pri rastriranju

Izboljšave;

- q dodajanje šuma originalni sliki pred procesom rastriranja
- q namesto fiksne praga (npr. 0,5) se uvede naključni prag (vrednosti med 0 in 1)
- q uporaba večjega filtra napake (error filter), z različnimi ut. vrednostmi

Dokazano > metode na osnovi error diffusion > tendenca high-pass filtering (edge enhancing) – povdajanje robov, ostrenje.

28

# METODE RASTRIRANJA

## ERROR DIFFUSION (raztros napake)

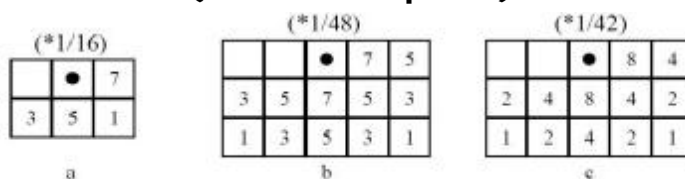


Figure 4.10 Three error filters. a) Floyd and Steinberg. b) Jarvis, Judice and Ninke. c) Stucki.

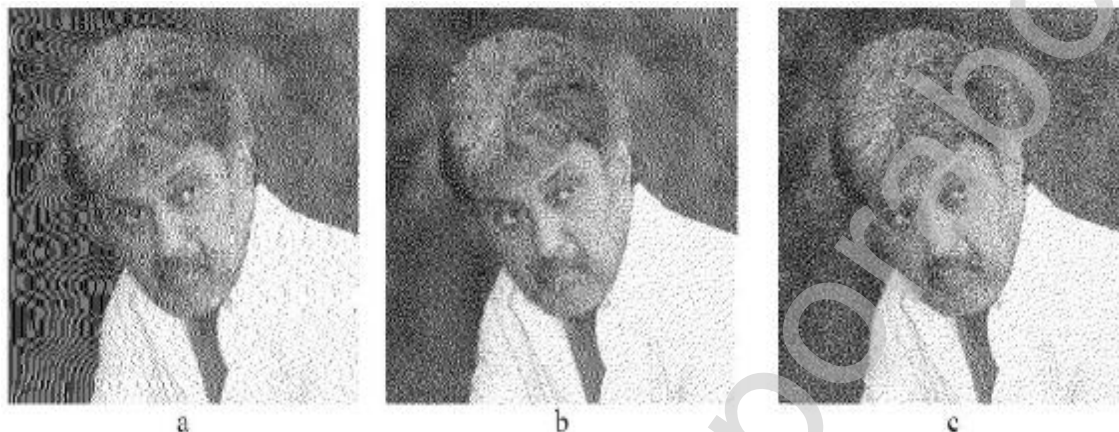


Figure 4.11 The image is halftoned by error diffusion. a) one dimensional error diffusion. The error is diffused to only one pixel. b) The error filter is the filter shown in Figure 4.10a. The threshold is fixed at 0.5. c) The error filter is the filter shown in Figure 4.10a. The threshold is a random number between 0.25 and 0.75.

# METODE RASTRIRANJA

## ERROR DIFFUSION (raztros napake)

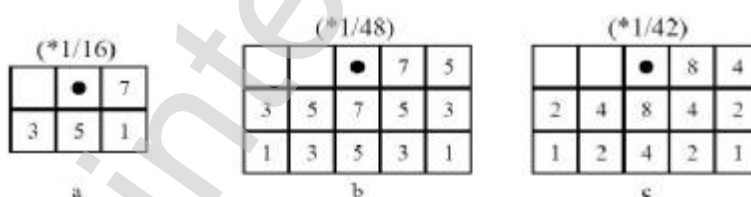


Figure 4.10 Three error filters. a) Floyd and Steinberg. b) Jarvis, Judice and Ninke. c) Stucki.

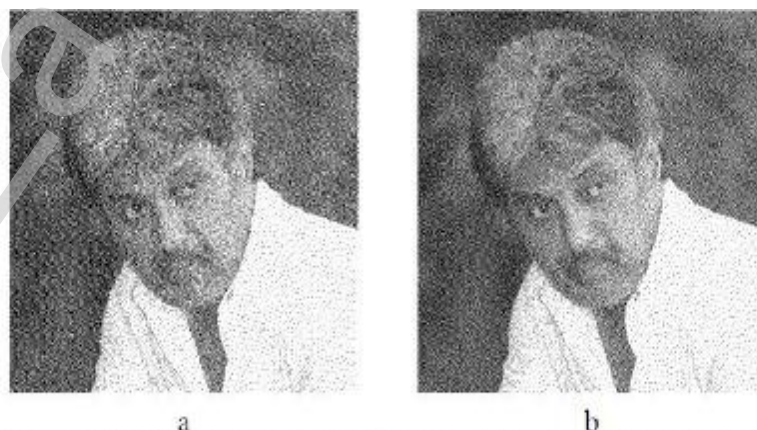


Figure 4.12. The image is halftoned by error diffusion. a) The error filter is the filter shown in Figure 4.10b. The threshold is fixed at 0.5. b) The error filter is the filter shown in Figure 4.10c. The threshold is fixed at 0.5.

Floyd–Steinberg



Jarvis, Judice & Ninke



Stucki



Burkes



Sierra



Two-row Sierra



Sierra Lite

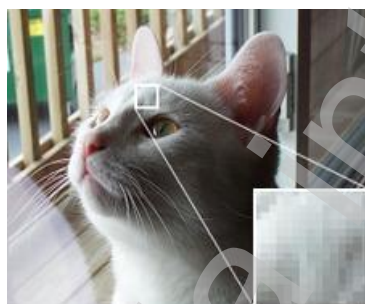


Atkinson



# METODE RASTRIRANJA

## ERROR DIFFUSION (raztros napake)



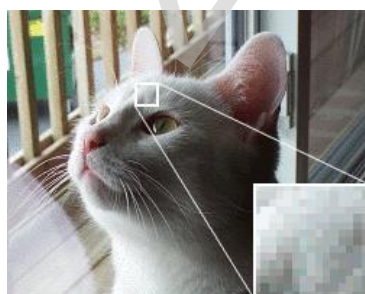
1. original



2. Web safe color brez rastriranja



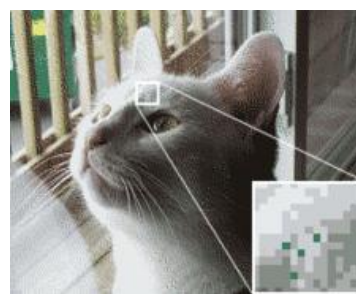
3. enako 2. + Floyd–Steinberg



4. Optimizacija na 256 barv + Floyd–Steinberg dithering.



5. Optimizacija na 16 barv



6. Enako 5. + Floyd–Steinberg dithering.



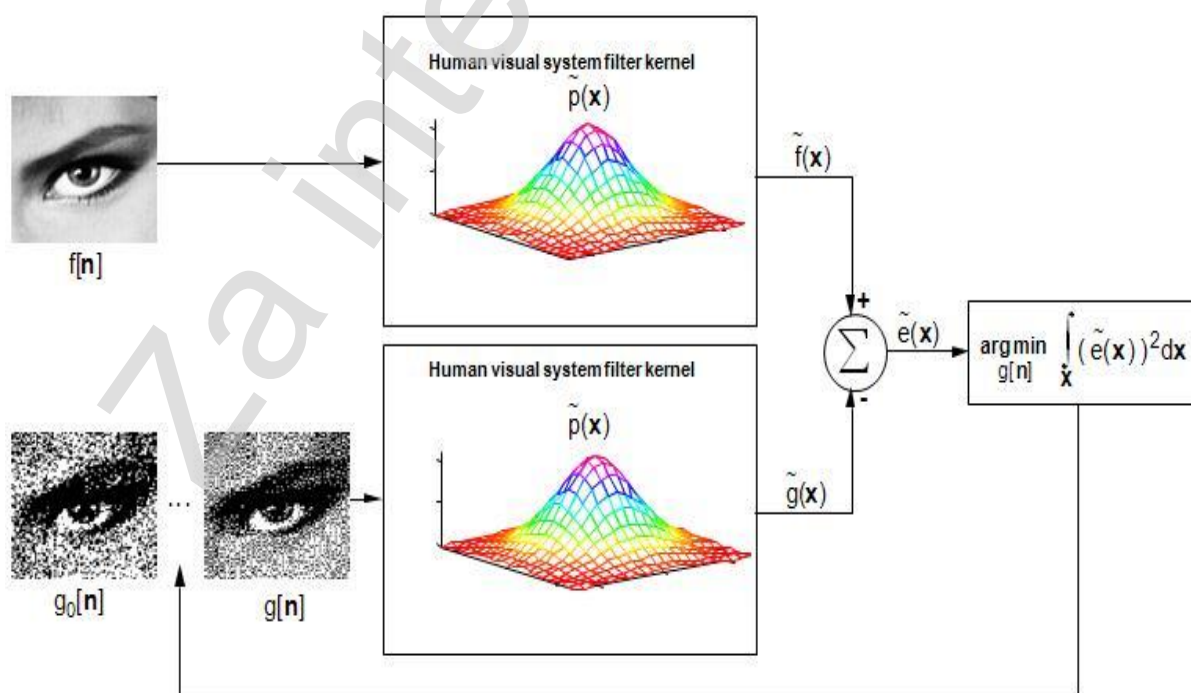
# METODE RASTRIRANJA

## ITERATIVE HALFTONING (iteracijsko rastriranje)

- q 1990 do 2000 razvitih veliko algoritmov iteracijskega rastriranja
- q operacija se izvaja na celotni sliki
- q algoritmi izhajajo iz binarne slike in nato iterativno (v ciklih) zmanjšujejo razliko med binarno in originalno sliko
- q razlika – napaka – je definirana kot vizualna razlika med slikama
- q za izvajanje operacije se uporabljajo različni modeli HVS
- q visoka kakovost rastriranja, daljši čas procesiranja

33

# METODE RASTRIRANJA

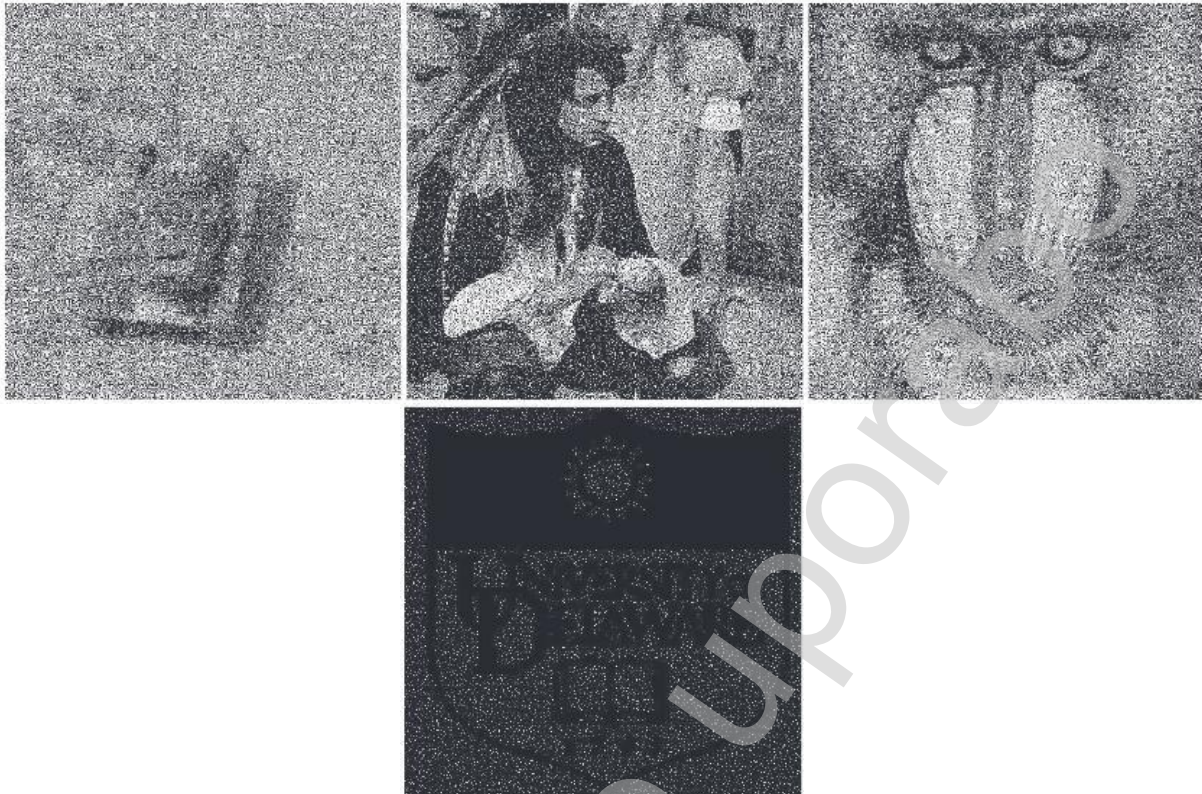


Iterativna metoda Direct binary search (DBS)

34

# METODE RASTRIRANJA

ITERATIVE HALFTONING (iteracijsko rastriranje) - kriptografija



35

# METODE RASTRIRANJA

HIBRIDNO AM-FM RASTRIRANJE

q pri tehnologijah, ki ne omogočajo reproduciranja rastrskih pik manjših od kritične velikosti (fleksografija)

q v svetlih/temnih delih FM, ostalo AM

Več možnih metod, načinov:

q 2. generacija FM – sivinski toni – grozdičenje – manjši dot gain (hybride FM staccato)

q AM se uporabi do zadnje reproducirajoče pike, le-ta se nato reproducira kot FM (XM – cross modulated)

q kombinacija obeh, spreminjanje frekvence in velikosti (amplitude) v vseh področjih

q ...

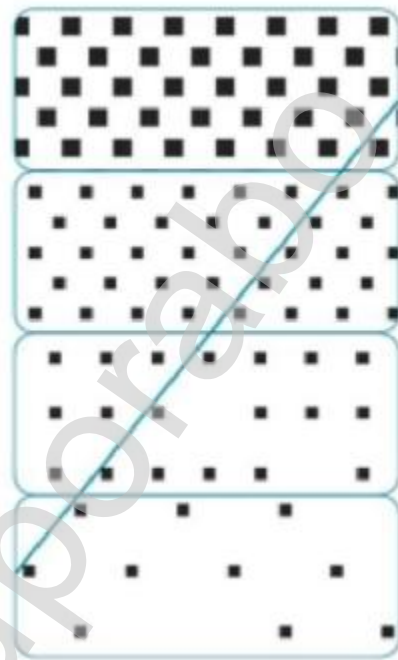
36

# METODE RASTRIRANJA

## STACCATO RASTRIRANJE



## XM RASTRIRANJE



37

# METODE RASTRIRANJA

## MULTI-LEVEL HALFTONING - večnivojsko rastriranje

- q nekatere tehnologije IJ in EP omogočajo večtonsko reproduciranje (normalno 16) > še vedno nižje kot 256
- q zato morajo biti slike dodatno rastrirane!
- q navadno se uporabi:
  - § ordered dithering – prag ni med 0 in 1 (npr. 0 in 255)
  - § error diffusion metode kjer se ne primerja vsak piksel s pragom (0 – 1) > (npr. 0 in 255)

38

# METODE RASTRIRANJA

## RASTRIRANJE BARVNIH SLIK

- q AM raster - enake metode, kot pri rastriranju sivinskih > dodatno rastriranje barvnih izvlečkov in koti rastrov
- q FM raster – končna slika mora biti brez motečih struktur. Človeško oko deluje kot low-pass filter, zato morajo biti razlike med slikami analizirane v frekvenčni domeni. Željeno je, da ni razlik v nizkih frekvencah in da se razlike prestavijo v visoke frekvence – lastnosti modrega šuma.

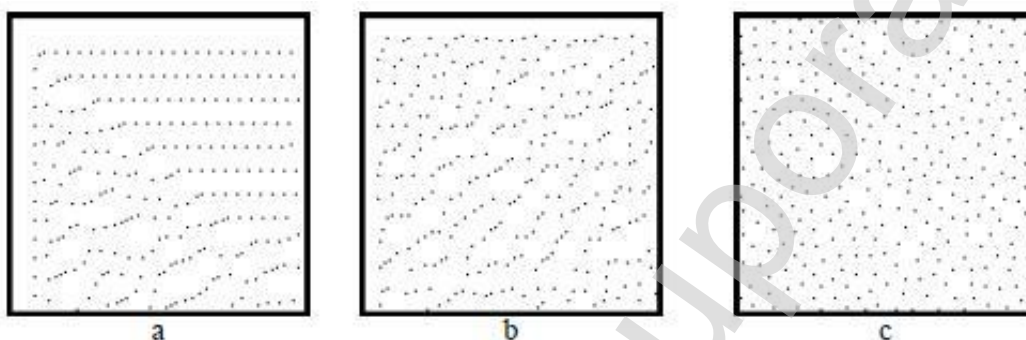


Figure 6.1. A constant image with 2% coverage has been halftoned by a) non-modified error diffusion. b) modified error diffusion (simple modification discussed in Section 4.3). c) IMCDP

39

## IZBIRA METODE RASTRIRANJA

### q Clustered dot

v digitalnih binarnih sistemih tiska > omogočena natančna kontrola prirasta pike. V kolikor tehnologija omogoča tisk stabilnih izoliranih elementarnih pikslov se lahko uporabijo tudi druge metode

### q Dispersed dot (screens) (periodic)

navadno na računalniških zaslonih, predvsem na slikah spletnih strani

§ resolucija zaslonov je prenizka za uporabo clustered dot

§ reproduciranje brez prirasta rastrske pike

Pri nizkih resolucijah tiskalnika je primerneje uporabiti stohastično rastriranje ali pa error diffusion.

40

# IZBIRA METODE RASTRIRANJA

## q Stochastic screens (dispersed nonperiodic)

Prednosti:

- § prepreči moare, boljši detajli in ostrina slik
- § gladki prehodi, primerni za nizke ločljivosti tiska

Slabosti:

- § lahko se pojavi grozdičenje vidni šum (nizkofrekvenčni)
- § velik prirast rastrskih pik v celotnem tonskem obsegu

Stochastic in error diffusion sta zelo uporabna pri IJ in dajeta slike visoke kakovosti. Manj pa sta uporabna pri laserskih in (LED) tiskalnikih - elektrofotografija.

41

# IZBIRA METODE RASTRIRANJA

## IZBIRA USTREZNE VELIKOSTI RASTRSKE PIKE

Za AM in linijski raster > frekvenca rastriranja. Za FM > stohastični raster > error diffusion > najmanjša velikost pike.

q najlažje empirično > kline različnih tonskih vrednosti in velikosti pik > diagonalna postavitev na smer tiska



Table 6.1 Cluster Dot Cell Size

Characteristic	Large Dots	Small Dots
False contouring	Less	More
Stability/uniformity	More	Less
Frequency response	Lower	Higher
Visibility/noticeability	Higher	Lower
Optical dot gain	Lower	Higher
Available angles	More	Fewer
Text performance	Poor	Better
Subject moiré	Better	Poor

42

# IZBIRA METODE RASTRIRANJA

## UCR/GCR: MINIMALNI ALI MAKSIMALNI DELEŽ ČRNE

- q do katere stopnje K nadomešča nevtralne tone
- q visoka UCR/GCR – K zahteva veliko pozornosti > možnosti moarea so večje (predvsem štiribarvnega)
- q nizka UCR/GCR – K je manj opazna, še posebej v svetlih in srednjih tonih – manjše možnosti štiribarvnega moirea, večje možnosti dvobarvnega



43

# IZBIRA METODE RASTRIRANJA

## DOLOČITEV KOTA RASTRIRANJA

Priporočeno je uporabiti konvencionalni 30° razmik med K, C, M in postaviti najmanj motečo rumeno barvo z zamikom 15° od vsaj ene od barv; npr.: 45° K, 15° M, 75° C, 0° Y.

- q v primeru uporabe nizke UCR/GCR > priporočeno 45° za C ali M in ne K.
- q v kolikor je velika možnost, da se pojavi dvobarvni moire je za Y priporočeno uporabiti razpršene in ne v gručo stisnjene pike

44

## CLUSTERED - V GRUČO STISNJE NE PIKE

### RACIONALNO TANGENCIALNO RASTRIRANJE

Digitalno rastriranje je lahko implementirano preko upravnogve matrike – točka za točko glede na ločljivost tiskalnika.

Metoda učinkovita in hitra za kote 0 in 45°, a nekatere implementacije zahtevajo veliko spomina in so kompleksne, v kolikor želimo upodobiti kote  $\pm 15^\circ$ .

Holladay (1980) razvil metodo RT rastriranja:

q rastrske pike so sinhronizirane z digitalno rastrsko mrežo

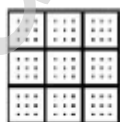
45

## CLUSTERED - V GRUČO STISNJE NE PIKE

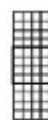
### RACIONALNO TANGENCIALNO RASTRIRANJE

V splošnem poznamo tri oblike Holladay-evih pik:

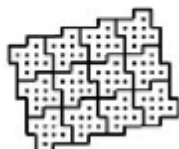
- q 0° - najenostavnešji s ponavljajočimi kvadratnimi gradniki – celicami
- q 45° - raster je grajen iz 2:1 pravokotnika, ki je zamaknjen za polovico širine za vsako zaporedno vrsto gradnikov
- q za ostale kote – podolgovat gradnik



17 LEVEL 0° DOT  
Width: 4  
Height: 4  
Shift: 0  
Thresholds: 16



19 LEVEL 45° DOT  
Width: 6  
Height: 3  
Shift: 3  
Thresholds: 18



18 LEVEL 14° DOT  
Width: 17  
Height: 1  
Shift: 4  
Thresholds: 17



46

# CLUSTERED - V GRUČO STISNJENE PIKE

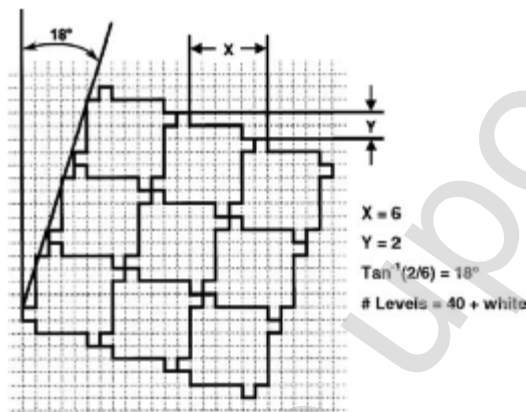
## RACIONALNO TANGENCIALNO RASTRIRANJE

q kota  $0^\circ$  in  $45^\circ$  sta neproblematična

q kot  $15^\circ$  navadno reproduciran s približki  $14,04^\circ$  ali  $18,43^\circ$   
> potencialni moare

Pike reproducirane s Holladay metodo so kategorizirane kot vektorji z vrednostjo celih števil x in y. Takšnih naborov vektorjev je omejeno število.

Primer: za vektor 6, 2 je dosežen kot  $18^\circ$  z 41 sivinskimi vrednostmi.



47

# CLUSTERED - V GRUČO STISNJENE PIKE

## RACIONALNO TANGENCIALNO RASTRIRANJE

5 /  $26,6^\circ$  - število možnih reproduciranih sivinskih vrednosti / kot rastra

Table 6.2 Available Rational-Tangent Screens

y	x = 2	3	4	5	6	7	8	9
0	4/0°	9/0°	16/0°	25/0°	36/0°	49/0°	64/0°	81/0°
1	5/26.6°	10/18.4°	17/14.0°	26/11.3°	37/9.5°	50/8.1°	65/7.1°	82/6.3°
2	8/45°	13/33.7°	20/26.6°	29/21.8°	40/18.4°	53/15.9°	68/14.0°	85/12.5°
3		18/45°	25/36.9°	34/31.0°	45/26.6°	58/23.2°	73/20.6°	90/18.4°
4			32/45°	41/38.7°	52/33.7°	65/29.7°	80/26.6°	97/24.0°
5				50/45°	61/39.8°	74/35.5°	89/32.0°	106/29.1°
6					72/45°	85/40.6°	100/36.9°	117/33.7°
7						98/45°	113/41.2°	130/37.9°
8							128/45°	145/41.6°
9								162/45°

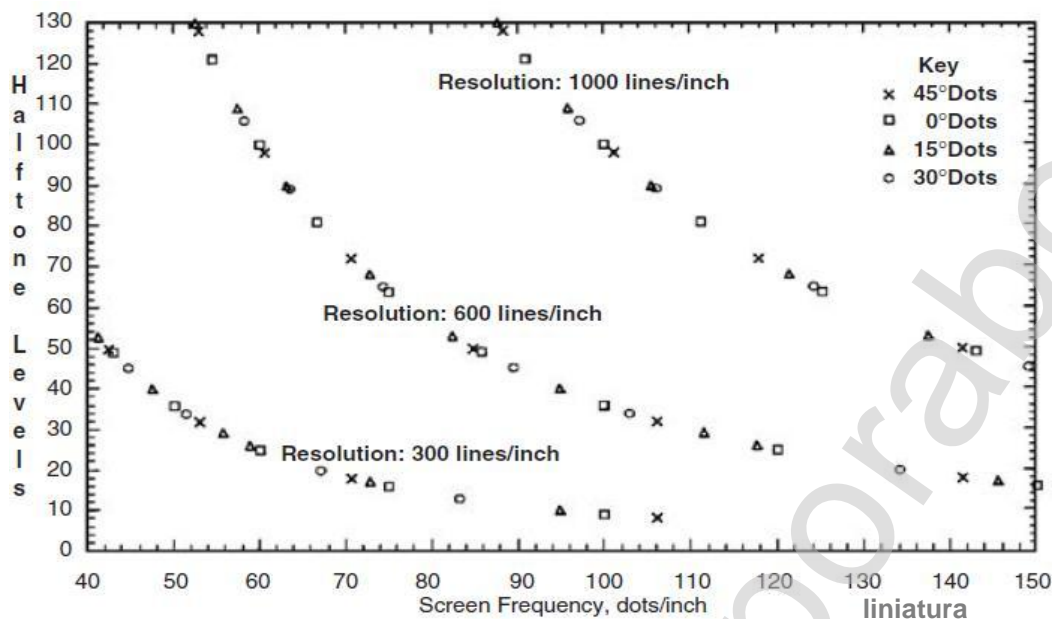
y	x = 10	11	12	13	14	15	16	17
0	100/0°	121/0°	144/0°	169/0°	196/0°	225/0°	256/0°	289/0°
1	101/5.7°	122/5.2°	145/4.8°	170/4.4°	197/4.1°	226/3.8°	257/3.6°	290/3.4°
2	104/11.3°	125/10.3°	148/9.5°	173/8.7°	200/8.1°	229/7.6°	260/7.1°	293/6.7°
3	109/16.7°	130/15.3°	153/14.0°	178/13.0°	205/12.1°	234/11.3°	265/10.6°	298/10.0°
4	116/21.8°	137/20.0°	160/18°	185/17.1°	212/15.9°	241/14.9°	272/14.0°	305/13.2°
5	125/26.6°	146/24.4°	169/22.6°	194/21.0°	221/19.7°	250/18.4°	281/17.4°	314/16.4°
6	136/31.0°	157/28.6°	180/26.6°	205/24.8°	232/23.2°	261/21.8°	292/20.6°	325/19.4°
7	149/35.0°	170/32.5°	193/30.3°	218/28.3°	245/26.6°	274/25.0°	305/23.6°	338/22.4°
8	164/38.7°	185/36.0°	208/33.7°	233/31.6°	260/29.7°	289/28.1°	320/26.6°	353/25.2°
9	181/42.0°	202/39.3°	225/36.9°	250/34.7°	277/32.7°	306/31.0°	337/29.4°	370/27.9°
10	200/45°	221/42.3°	244/39.8°	269/37.6°	296/35.5°	325/33.7°	356/32.0°	389/30.5°
11		242/45°	265/42.5°	290/40.2°	317/38.2°	346/36.3°		
12			288/45°	313/42.7°	340/40.6°	369/38.7°		

48



# CLUSTERED - V GRUČO STISNJENE PIKE

## RACIONALNO TANGENCIALNO RASTRIRANJE



Za dano ločljivost tiskalnika in željeno frekvenco rastriranja (liniatura), lahko najdemo nabor „približkov“ idelanim kotom. Ni pa mogoče, da bi vsaka od pik imela natančno enako frekvenco ali število sivinskih vrednosti.

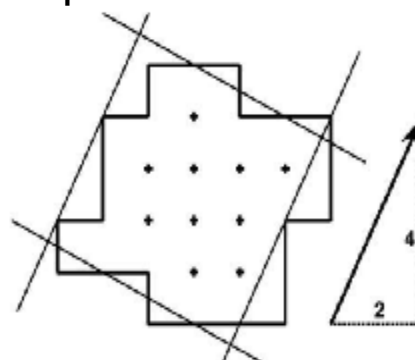
49

# CLUSTERED - V GRUČO STISNJENE PIKE

## RACIONALNO TANGENCIALNO RASTRIRANJE

Primer izračuna parametrov pri racionalnem tangencialnem rastriranju > dovolj je, da poznamo racionalni tangencialni vektor in ločljivost tiskalnika:

- § kot:  $\alpha = \arctan (y / x) = 63,4^\circ$
- § površina rastrske celice:  $A = x^2 + y^2 = 20$
- § stopnje sivin =  $A + 1 = 21$
- § dolžina vektorja:  $z = \sqrt{A} = 4,47$
- § liniatura = naslovna ločljivost /  $z = 134 \text{ lpi}$
- § stopnja sivin =  $1 + (\text{naslovna ločljivost} / \text{liniatura})^2$
- § potrebna ločljivost = liniatura \*  $\sqrt{A} = 600 \text{ dpi}$



50

# DIZAJNIRANJE RASTRA V PRAKSI

## VIRI ŠUMA

- q vir največjega šuma na sliki > okolica rastrske pike
- q bela površina TM in polno obarvana površina znotraj rastrske pike > redko problem
- q problem predstavlja različen obseg posameznih rastrskih pik. Najboljši način za zmanjšanje šuma je dizajniranje z minimalnim razmerjem > dot edge-to-area.

To zagotovimo z okroglimi:

- q pikami v svetlih delih in
- q površinami (praznimi prostori TM) v temnih delih (posamezni piksli – priveski na pikah so problem!).

51

# DIZAJNIRANJE RASTRA V PRAKSI

## VIRI ŠUMA - motenj

- q Šum pike (Dot noise) – zelo fin šum posledica nepravilnih robov posamezne rastrske pike
- q Rozete
- q Neenakomernost (Mottle) – večinoma posledica interakcije neenakomerne površine TM in samega rastriranja – lahko se še bolj poudari neenakomernost TM
- q Progavost (streaks) – pogosto posledica nečistoč na optičnem delu, neenakomerno nabijanje, neenakomerna LED osvetlitev, EP
- q Moire (sprememba barve - color shift) – nizko-frekvenčne interakcije rastra zaradi majhnih sprememb v frekvenci rastriranja in kotu rastra (dvo- in tro- barvni moire).

52

# DIZAJNIRANJE RASTRA V PRAKSI

## MIGRACIJA CENTRA RASTRSKE PIKE – AM

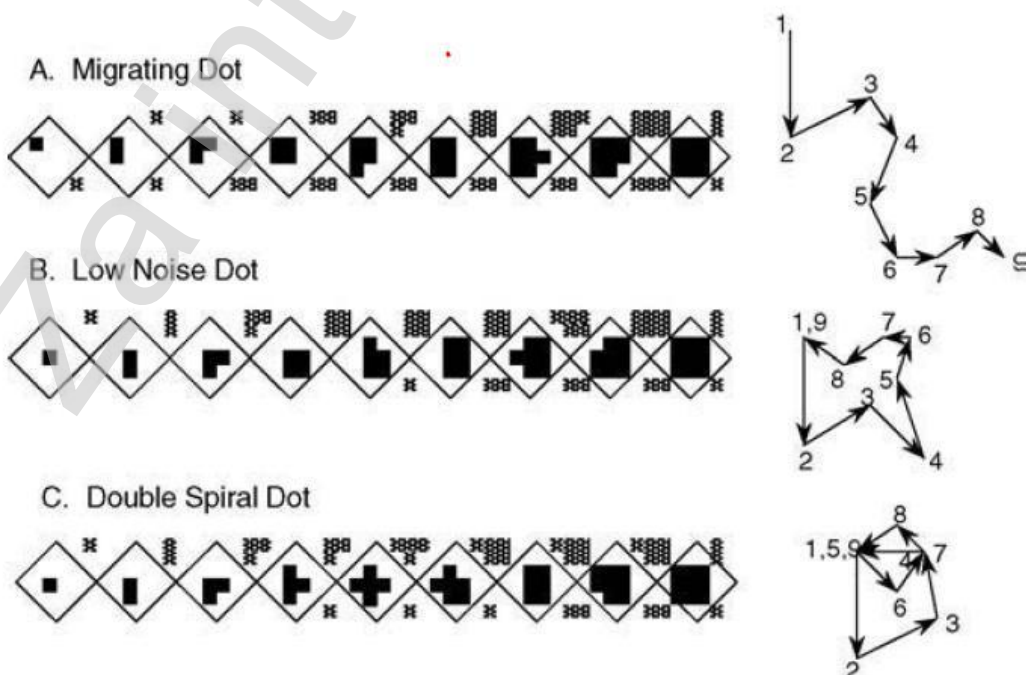
Rastrska pika mora biti oblikovana na način, da se povečuje enakomerno in ohranja center težnosti.

- q migracijska pika – povzroči zmanjšanje kakovosti slike
- q spiralna rast pike – povzroči nizek šum pike, je nesimetrična
- q dvojna spiralna pika – bolj simetrična, a povzroča večji vizualni šum zaradi „priveskov“ – posameznih elementarnih točk na robu pike

53

# DIZAJNIRANJE RASTRA V PRAKSI

## VIRI ŠUMA - migracija centra rastrske pike - AM

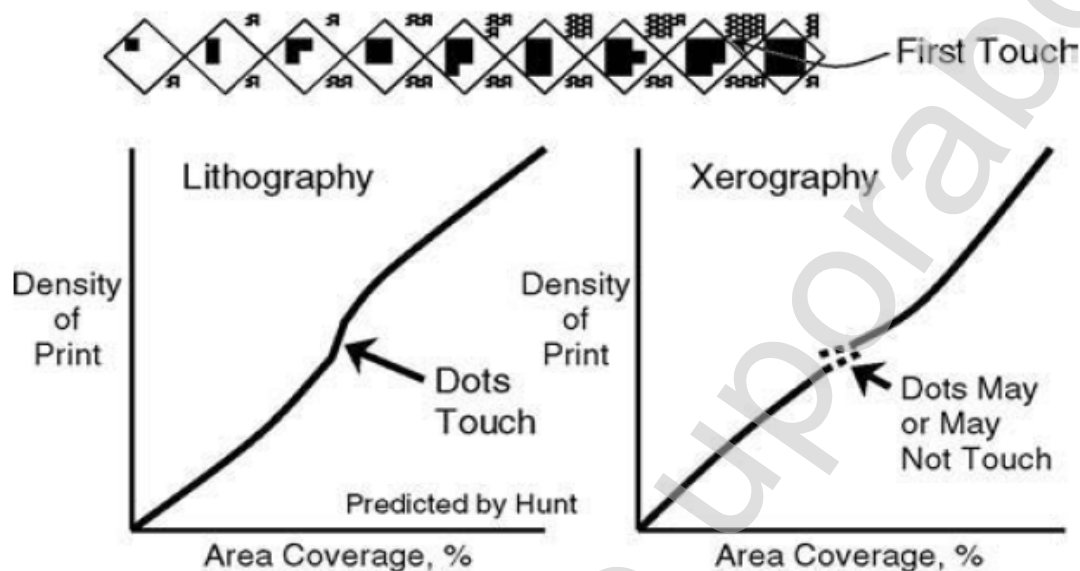


54

# DIZAJNIRANJE RASTRA V PRAKSI

## STIK RASTRSKIH PIK - AM

Dizajniranje točke prvega stika pik (pri 50 %) je težavno. EP – opazen skok in povečanje šuma – posledica ostrih robov 50 % rastrske pike in nepredvidljive narave EP (neenakomerno nabijanje, prenos tonerja ...) – problem ohranjanja simetričnosti pik v svetlih in temnih delih.



55

# DIZAJNIRANJE RASTRA V PRAKSI

## STIK RASTRSKIH PIK - AM

Prikaz dveh načinov stikanja pri enakem kotu in enaki frekvenci rastriranja.

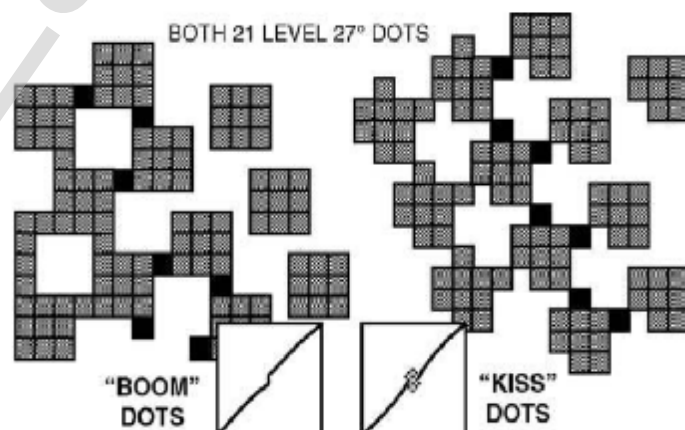
„Boom dots“ – trden stik – stikanje z nizkim šumom

„Kiss dots“ – stikanje z velikim šumom – stikanje ogljišč

Priporočilo za rastriranje:

q visoko-frekvenčno (z malo sivinskimi nivoji) – Kiss dots,

q nizko-frekvenčno (z več sivinskimi nivoji) – Boom dots.



56

# DIZAJNIRANJE RASTRA V PRAKSI

V preteklosti so bile predstavljene mnoge rešitve in tehnike za izboljšanje frekvenčne reprodukcije - FM, vendar je kljub drugačnim napovedim njena uporaba omejena na IJ in zahtevnejše reprodukcije v ofsetu.

Ulichney je leta 1988 dodal »blue noise«, da bi izboljšal »črvivo« strukturo reprodukcije in tako začel s stohastičnim rastriranjem.

## MASKA MODREGA ŠUMA:

q omogoča oblikovanje všečne (pleasing), kakovostne reprodukcije.

Raztros pik je :

q ne povsem pravilen in

q ne povsem naključen

Razporeditev pik mora zadostiti kriteriju, ki je opisan v frekvenčni domeni slike.

57

## MODRI ŠUM

q obstaja veliko vrst šuma > poimenujemo z barvami (beli, modri, zeleni ...)

q gre za podobnost med furierovim frekvenčnim in elektromagnetnim spektrom vidne svetlobe

### BEL ŠUM

q naključni šum, ki ima enakomerno frekvenco podobno kot bela svetloba

### MODRI ŠUM

q je visokofrekvenčni šum, ki sovпада z modro svetlobo

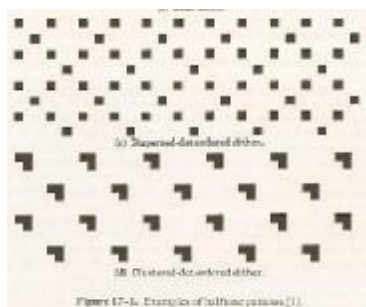
### ROŽNAT ŠUM

q je nasprotje modrega šuma in ima nizkofrekvenčni šum

**Ključni za doseganje kakovostne reprodukcije je modri (zeleni) šum!**

58

# MODRI ŠUM



**Ključna za doseganje kakovostne reprodukcije je modri šum!**

Pri vsaki tonski stopnji se to število piksov razporedi na način končnega izgleda modrega šuma.

Rastriranje na osnovi iteracijskega / SBM rastriranja omogoča kreiranje rastra brez moirea > metode v raziskovanju zelo aktualne.



59

# MODRI ŠUM

## KREIRANJE MODREGA ŠUMA

Najprej se razporedi nekaj pik po beli površini TM, da se le ta v grobem prekrije na način ne popolnoma enotne razporeditve. Nato se z dodatnimi, pikami zapolnejo bližnja prosta mesta, ki predstavljajo centre največjih preostalih prostih vrzeli med že pozicioniranimi pikami – na način stohastičnega raztrosa.

Najpogosteje se izvaja tovrstno rastriranje in optimizacija razporeditve rastrskih pik s t. i. iteracijskim/SBM - search-based methods rastranjem.

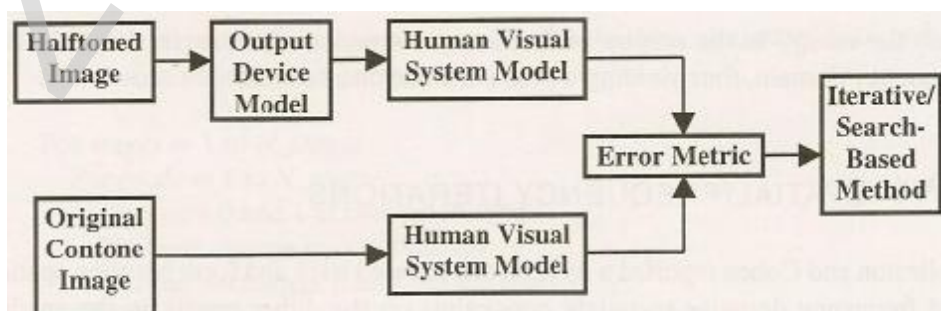


Figure 17-2. A schematic diagram of the framework for iterative/search-based methods [17].

60

# MODRI ŠUM

## KREIRANJE MODREGA ŠUMA

Na splošno so maske zelo velike (128 x 128, 256 x 256) - makrorastri". Oblikovani so z uporabo iteracijskih in SBM metod.

Posamezni raster velikosti 128 x 128 npr. vključuje 16384 pikslov in omogoča prav tako kreiranje 16385 sivinskih stopenj.

Oko ne razloči več kot cca. 200 sivinskih vrednosti, zato je le to smiselna omejitev.

Pri vsaki tonski stopnji se to število piksov razporedi na način končnega izgleda modrega šuma.

Rastriranje na osnovi iteracijskega/SBM rastriranja omogoča kreiranje rastra brez moirea, zato so tovrstne metode trenutno v raziskovanju zelo aktualne.