110111

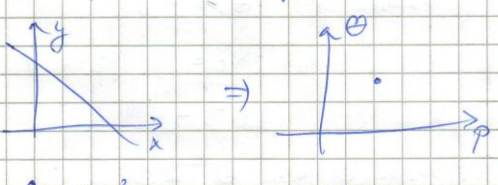
0.9 0.1

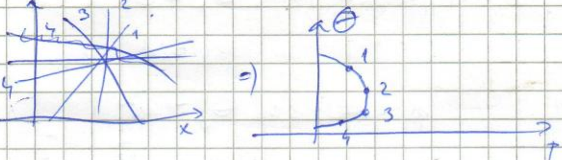
[0.5 -1 0.5]

0.5 -0.5 0 1 -0.5 0

47. Višemodalni histogram ima više od dva globalna maksimuma. Slika tada sadrži nekoliko dominantnih nivoa amplitude. Ako je razdioba unaprijed poznata lako je odrediti pragove, u suprotnom slika se segmentira raznim iterativnim metodama. Tomita je razvio rekurzivnu metodu gdje se u prvom koraku slika pragom dijeli u dvije regije. U drugom koraku se računa histogram za svaku od regija i ako je histogram bimodalan, regija se ponovno dijeli u dva dijela. Ako je histogram unimodalan regija se ne dijeli. Procedura se ponavlja sve dok ne ostanu samo unimodalni histogrami

48. HT se koristi za detekciju linija u slici. Pravac se može opisati jednadžbom $x\cos\theta + y\sin\theta = \rho$, gdje je ρ udaljenost pravca od ishodišta, a θ kut nagiba. HT pravca je točka u koordinatnom sustavu (ρ, θ). Familija pravaca koji prolaze kroz jednu točku se preslikava u skup točaka koji leže na sinusoidi.





Ako imamo 3 kolinearne točke onda pravac na kojem one leže ima parametre sjecišta triju sinusoida

ALGORITAM:

1) Inicijaliziraj Houghovo polje na nulu $A(\rho, \varrho) = 0$

2) za svaku točku (j, k) u slici za koju je $F(j, k) = 1$

3) za $p = 0$ do $p < p_{max}$

4) $\rho = x_k \cos\theta_p + y_j \sin\theta_p$

5) Kvantiziraj dobiveni ρ na najbližu vrijednost ϱ

6) $A(\rho, \varrho) = A(\rho, \varrho) + 1$

Rezultat HT je polje brojača $A(\rho, \varrho)$. Ako slika sadrži liniju onda će Houghovo polje imati lokalni maksimum na mjestu koje odgovara parametrima pravca ρ_ϱ, θ_p

GRANIČNE SKALARNE TRANSFORMACIJE

51. Pristup se sastoji od dva koraka:

1) 1-D funkcija se izvede iz 2-D granice objekta

2) dobivena 1-D funkcija se opiše nekom metodom

na ovaj način se 2-D oblik indirektno predstavi opisom 1-D izvedene funkcije

1-D funkcija može se izvesti na nekoliko načina:

1) kut tangente u ovisnosti o duljini luka ili središnjeg kuta

2) kompleksna funkcija $x(t)+jy(t)$ gdje je t duljina luka

3) udaljenost od težišta oblika do točaka na granici

4) udaljenost od težišta oblika do značajnih točaka

52. Gramatika je uređena četvorka $G = (N, T, P, S)$ gdje je N skup nezavršnih znakova, T skup završnih znakova, P skup pravila, a S početni simbol. Jezik $L(G)$ je skup rečenica generiranih gramatikom G. Rečenice imaju 2 svojstva:

1) svaka rečenica se sastoji samo od završnih simbola

2) svaka rečenica se može izvesti iz S primjenom pravila P.

Prvo se na sliku primjenjuju tehnike ekstrakcije značajki granice za izdvajanje raznih tipova linija, krivulja i uglova. Izdvojene značajke koje treba prepoznati se zatim zapišu u obliku niza

$$S = s_1, s_2, \ldots, s_n$$

Element niza može biti element lančanog koda, stranice poligonalne aproksimacije ili luk

U sljedećem koraku oblik se pretražuje pomoću dane gramatike. Gramatika može biti deterministička ili stohastička. Mana je da se oblik mora prvo kodirati da bi se mogao pretraživati gramatikom.

53. Matrica oblika – matrica čiji su elementi jednaki vrijednostima na presjecima radijalnih linija i kružnica. Metoda je invarijantna na translaciji, rotaciji i skaliranju

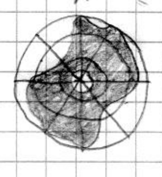
A – najudaljenija točka od težišta (centra koncentričnih kružnica)

linija OA je os polarnog koordinatnog sustava

kut pol. koo. sustava odgovara redovima, a radijus stupcima matrice

sa slajdova

$$\pi = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \rightarrow$$ POGREŠK U 6. REDU?



$$\pi = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

55. homogene koo

TRANSLACIJA

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix}$$

SKALIRANJE

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_x & 0 & 0 \\ 0 & s_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix}$$

ROTACIJA

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix}$$

translacija + rotacija

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix}$$

56. Rezultat ovisi o redoslijedu g. transformacija.

$T(2, 5)$

rotacija od $90°$ i translacija za $(2, 2)$ t_x t_y

$\theta = 90°$

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 \\ 5 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -5 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} -3 \\ 4 \\ 1 \end{bmatrix}$$

57. matrica afine transformacije u hom. koo.

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_1 & c_2 & c_0 \\ d_1 & d_2 & d_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix}$$

→ kvadratna matrica što omogućuje računanje inverzne matrice

$\Theta = 45°$ $\quad s_x = 2$ $\quad s_y = 0.5$

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\sqrt{2}}{2} & -\frac{\sqrt{2}}{2} & 0 \\ \frac{\sqrt{2}}{2} & \frac{\sqrt{2}}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}}_{\text{af. matrica}} \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix}$$

$\neq$

$$\begin{bmatrix} \sqrt{2} & -\sqrt{2} & 0 \\ \sqrt{2}/4 & \sqrt{2}/4 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$a_{12} = -\sqrt{2}$

$a_{21} = \frac{\sqrt{2}}{4}$

58. a. transf.: rotacija, translacija, skaliranje, linearno iskrivljenje

pomak $(3,4)$ rotacija $90°$ skaliranje $(2, \frac{1}{2})$

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_x & 0 \\ 0 & s_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \left(\begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \end{bmatrix} \right)$$

$$= \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 0.5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u+3 \\ v+4 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 0.5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -v-4 \\ u+3 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} -2v-8 \\ 0.5u+1.5 \end{bmatrix} \qquad \begin{matrix} t_x = 3 \\ t_y = 4 \end{matrix}$$

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_x & 0 & 0 \\ 0 & s_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u+3 \\ v+4 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} -v-4 \\ u+3 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} -2v-8 \\ 0.5u+1.5 \\ 1 \end{bmatrix}$$ ~~matrica afine transf.~~

$$\begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 3 \\ 0 & 1 & 4 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & -1 & -4 \\ 1 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 0 & -2 & -8 \\ 0.5 & 0 & 1.5 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$ → matrica afine transf. u homogenim koo.

19. $(t_x, t_y) = (1, 3)$

$(s_x, s_y) = (2, 0.5)$

$\Phi = 45^\circ$

$S(3, 5)$

Ne bi dobili isti rezultat da smo vršili transformacije drugačijim redoslijedom iz razloga što ne vrijedi svojstvo asocijativnosti za množenje matrica.

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sqrt{2}/2 & -\sqrt{2}/2 & 0 \\ \sqrt{2}/2 & \sqrt{2}/2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 3 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} \sqrt{2}/2 & -\sqrt{2}/2 & 0 \\ \sqrt{2}/2 & \sqrt{2}/2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u+1 \\ v+3 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} \sqrt{2}/2 & -\sqrt{2}/2 & 0 \\ \sqrt{2}/2 & \sqrt{2}/2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2u+2 \\ 0.5v+1.5 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} \sqrt{2}/2\,(2u+2) - \sqrt{2}/2\,(0.5v+1.5) \\ \sqrt{2}/2\,(2u+2) + \sqrt{2}/2\,(0.5v+1.5) \\ 1 \end{bmatrix}$$

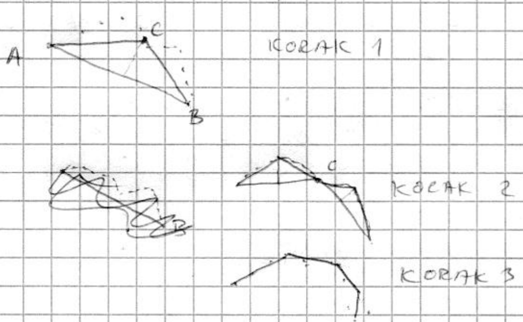
za točku $S(\underset{u}{3}, \underset{v}{5})$

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4\sqrt{2} - 2\sqrt{2} \\ 4\sqrt{2} + 2\sqrt{2} \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2\sqrt{2} \\ 6\sqrt{2} \\ 1 \end{bmatrix}$$

$S_D(2\sqrt{2}, 6\sqrt{2})$

60. Deformabilni modeli su krivulje ili površine definirane na domeni slike koje se raznim metodama pomiču prema željenom objektu na slici s ciljem da se što preciznije opiše taj objekt.

Točke ~~[illegible]~~ rubova moguće je pronaći metodom interpolacije. Kontura se razbije u dijelove koji se interpoliraju. Za interpolaciju je moguće koristiti polinomske ili spline metode.



početne i završne točke su A i B

u svakom koraku traži se max pogreška i ako ona prelazi granicu segment se razbije na 2 segmenta

postupak se ponavlja dok se ne postigne željena točnost

63. $S(x,y) = \begin{bmatrix} 1 - 2 - 3 - 5 - 5 \\ 2 - 3 - 5 - 5 - 4 \\ 3 \quad 9 \quad 1 - 1 - 0 \\ 7 - 6 - 4 - 3 - 2 \\ 5 - 4 - 3 \quad 7 - 8 \end{bmatrix}$ → "nevidljiva veza"

segmentirana slika

1	2	3	5	5
2	3	5	5	4
3	9	1	1	0
7	6	4	3	2
5	4	3	7	8

3. komponente

65. Grupiranje s K srednjih vrijednosti

Neka je broj grupa K poznat i $u_k(n)$ centar k-te grupe u n-toj iteraciji. Inicijalno $u_k(0)$ se postavi na bilo koju vrijednost. U n-toj iteraciji odabere se jedan vektor x_i i dodijeli se grupi čijem je centru najbliži

$$x_i \in R_k \iff d(x_i, u_k(n)) = \min_{j=1,..k} \{ d(x_i, u_j(n)) \}$$

Zatim se ponovno izračunaju centri grupa kao vektori koji minimiziraju udaljenost za vektore iz pojedine grupe:

$$u_k(n+1) : \sum_{x_i \in R_k} d(x_i, u_k(n+1)) = \min_y \{ d(x_i, y) \} \quad , k=1,\dots,K$$

Postupak se ponavlja sve dok se položaj centara više ne mijenja.

66. Mjere sličnosti - koristimo da kvalitativno izrazimo sličnost između dviju slika

- npr. srednja kv. pogreška - vektori x_1 i x_2 su slični ako je D definiran kao

$$D = \sum_{i=1}^{n} (x_1(i) - x_2(i))^2$$

minimalan

- 2. primjer: normirana kroskorelacija - vektori x_1 i x_2 su slični ako je D definiran kao

$$D = \frac{x_1 \cdot x_2}{\|x_1\| \cdot \|x_2\|}$$

maksimalan

67. To je mean-shift segmentacija → segmentacija niske razine
→ segmentacija se temelji na grupiranju u prostoru značajki
→ koristi se npr. za segmentaciju slika lica

ALGORITAM
1) svaki piksel pozicioniraj u prostoru značajki (R, G, B, x, y)
2) za svaki piksel
3) odredi vektor srednjeg pomaka
4) pomakni se u prostoru značajki u smjeru vektora srednjeg pomaka
5) vrati se na 3 dok vektor ne iščezne
6) grupiraj sve piksele čije točke konvergiraju blizu

RAČUNANJE VEKTORA:

$$m(x) = \frac{\sum g(x_i - x) x_i}{\sum g(x_i - x)} - x$$

62. 1) Houghova transformacija
2) Praćenje granice
3) Interpolacija krivulja

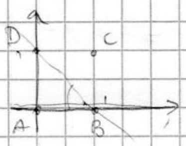
54. IZOMETRIJSKE TRANSFORMACIJE:

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & t_x \\ \sin\theta & \cos\theta & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R & t \\ 0^T & 1 \end{bmatrix} X$$

očuvani su: duljine, kutevi, površine

49. Zadatak

$$\rho = x_i \cos\theta_\rho + y_i \sin\theta_\rho$$



točka A:

$$\rho = 0 \cdot \cos\theta_\rho + 0 \cdot \sin\theta_\rho = 0$$

točka B (1, 0)

$\theta_1 = 0^\circ$ $\quad \theta_2 = 45^\circ$ $\quad \theta_3 = 90^\circ$

$\rho_1 = 1$ $\quad \rho_2 = \frac{\sqrt{2}}{2}$ $\quad \rho_3 = 0$

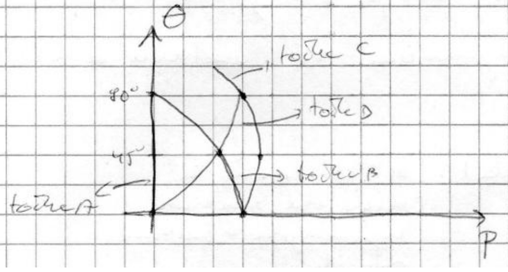
točka C (1, 1)

$\theta_1 = 0^\circ$ $\quad \theta_2 = 45^\circ$ $\quad \theta_3 = 90^\circ$

$\rho_1 = 1$ $\quad \rho_2 = \sqrt{2}$ $\quad \rho_3 = 1$

točka D (0, 1)

$\rho_1 = 0$ $\quad \rho_2 = \frac{\sqrt{2}}{2}$ $\quad \rho_3 = 1$



– u ovom slučaju imamo parove kolinearnih točaka (leže na istom pravcu) pa se dvije sinusoide sijeku u jednoj točki za svaki par