

- Digitalna obrada slike – podvrgavanje numeričkih reprezentacija objekata seriji operacija s ciljem postizanja željnog rezultata. Slika je na ulazu i izlazu
- Digitalna analiza slike – proces koji iz slike dobiva nešto različito od slike s ciljem dobivanja (ekstrakcije) informacija iz slike. Slika je samo na ulazu
- Razumijevanje slike – proces zaključivanja o stanju okoline (objekata) prikazanih na slici. Ne slikovni podaci na ulazu i izlazu.
- Problemi:
 - Digitalna obrada
 - Predstavljanje i modeliranje slike
 - Poboljšanje slike
 - Obnavljanje slike
 - Rekonstrukcija slike iz projekcije
 - Kompresija slike
 - Analiza slike
 - Ekstrakcija značajki slike
 - Segmentacija slike
 - Analiza teksture
 - Analiza oblika
 - Analiza pokreta
 - Registracija slika
 - Razumijevanje slike
 - Računalni vid
 - Upravljanje robotom
- Dirac
 - $\iint_{-\infty}^{\infty} f(s, t) \cdot \delta(x - s, y - t) ds dt = f(x, y)$
 - $\lim_{\epsilon \rightarrow 0} \iint \delta_{\epsilon}(x, y) dx dy = 1$
 -
- Kronecker
 - $\sum_{i=-\infty}^{\infty} \sum_{j=-\infty}^{\infty} x(i, j) \cdot \delta(m - i, n - j) = x(m, j)$
 - $\sum_{i=-\infty}^{\infty} \sum_{j=-\infty}^{\infty} \delta(i, j) = 1$
- Pravokutni signal
 - $rect(x) = \begin{cases} 1, & |x| \leq 0,5 \\ 0, & |x| > 0,5 \end{cases}$
- Sinc funkcija
 - $sinc(x) = \frac{\sin \pi x}{\pi x}$
- Češalj funkcija
 - $comb(x) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(x - n)$
- Linearnost sustava
 - $L[a \cdot x(m, n) + b \cdot y(m, n)] = a \cdot L[x(m, n)] + b \cdot L[y(m, n)]$
- 2-D Furierova transformacija
 - $F(\xi_1, \xi_2) = \iint_{-\infty}^{\infty} f(x, y) e^{-j2\pi(x\xi_1 + y\xi_2)} dx dy$
 - $f(x, y) = \iint_{-\infty}^{\infty} F(\xi_1, \xi_2) e^{j2\pi(x\xi_1 + y\xi_2)} d\xi_1 d\xi_2$
 - Svojstva:
 - Rotacija : $f(\pm x, \pm y) \leftrightarrow F(\pm \xi_1, \pm \xi_2)$
 - Linearnost: $a \cdot f(x, y) + b \cdot g(x, y) \leftrightarrow a \cdot F(\xi_1, \xi_2) + b \cdot G(\xi_1, \xi_2)$
 - Separabilnost: $f(x) \cdot g(y) \leftrightarrow F(\xi_1) \cdot F(\xi_2)$
 - Skaliranje: $f(a \cdot x, b \cdot y) \leftrightarrow \frac{F(\xi_1/a, \xi_2/b)}{|a \cdot b|}$

- Pomak: $f(x \pm a, y \pm b) \leftrightarrow e^{\pm j2\pi(a\xi_1 + b\xi_2)} \cdot F(\xi_1, \xi_2)$
 - Modulacija: $e^{\pm j2\pi(\mu_1 x + \mu_2 y)} \cdot f(x, y) \leftrightarrow F(\xi_1 \pm \mu_1, \xi_2 \pm \mu_2)$
 - Linearna konvolucija: $h(x, y) * f(x, y) \leftrightarrow H(\xi_1, \xi_2) \cdot F(\xi_1, \xi_2)$
 - Multiplikacija: $h(x, y) \cdot f(x, y) \leftrightarrow H(\xi_1, \xi_2) * F(\xi_1, \xi_2)$
- 2-D Z transformacija
 - $x(z_1, z_2) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(m, n) z_1^{-m} z_2^{-n}$
 - Za $z_{1,2} = e^{j\omega_{1,2}}$ dobijemo furierovu transformaciju
- Svojstva ortogonalnih transformacija
 - očuvanje energije – 1-D unitarna transformacija samo rotira vektor **u** u N-dimenzionalnom vektorskom prostoru (ne mijenja duljinu vektora)
 - raspodjela energije – većina ortogonalnih transformacija pakira veliki dio srednje energije u svega nekoliko koeficijenata
 - nekoreliranost koeficijenata transformacije – tendencija koeficijenata transformacije (elemenata vektora **v**) da su obično nekorelirani ako su elementi ulaznog vektora **u** korelirani
- 2-D DFT
 - $v(k, l) = \frac{1}{N} \sum_{m=0}^{N-1} \sum_{n=0}^{N-1} u(m, n) W_N^{km} W_N^{ln}, 0 \leq k, l \leq N - 1$
 - $u(m, n) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} \sum_{l=0}^{N-1} v(k, l) W_N^{-km} W_N^{-ln}, 0 \leq m, n \leq N - 1$
 - Gdje je $W_N = e^{-\frac{j2\pi}{N}}$
 - Svojstva:
 - Sva svojstva ista kao kod kontinuirane uz dodatak:
 - Periodičnost: $v(k, l) = v(k, l + N) = v(k + N, l) = v(k + N, l + N)$
 - Laplaceov operator: $\nabla^2 f(x, y) = \frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial y^2}$
 - Konjugirana simetrija: $|v(k, l)| = |v(-k, -l)|$
 - Linearna konvolucija: $(h * u)(m, n) = \sum_{i=0}^{\infty} \sum_{j=0}^{\infty} h(m - i, n - j) u(i, j)$
 - Cirkularna konvolucija:

$$(h \otimes u)(m, n) = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} h((m - i) \bmod N, (n - j) \bmod N) u(i, j)$$
- Diskretna kosinusna transformacija
 - $c(k, n) \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{N}}, & k = 0, 0 \leq n \leq N - 1 \\ \sqrt{\frac{2}{N}} \cos \frac{\pi(2n+1)k}{2N}, & 1 \leq k \leq N - 1, 0 \leq n \leq N - 1 \end{cases}$
 - Odlično pakiranje energije za jako kolinearne slike
 - Kompresija slike
- KL transformacija – optimalna za familiju slika s danim statističkim svojstvima
- Poboljšanje slike:
 - Operacije s pikselima (bezm memorijske operacije)
 - Osnovne transformacije:
 - Negativ: $v = f(u) = L - u$
 - Logaritmiranje: $v = c \log(1 + |u|)$
 - Exponenciranje: $s = cr^\gamma$, gdje je r ulazni intenzitet, s izlazni a c konstanta (gama korekcija)
 - Linearne transformacije po segmentima:
 - Rastezanje slike
 - Ograničavanje
 - Izdvajanje prozora
 - Modeliranje histograma
 - Aritmetičke i logičke operacije
 - Prostorne operacije (memorijske operacije)

- Prostorno usrednjavanje
 - Median filtar
 - Uklanjanje neoštirne
 - Linearno filtriranje
 - NP filtri – korisni za uklanjanje šuma i interpolaciju
 - VP filtri – korisni za ekstrakciju rubova i pooštrevanje
 - PP filtri – koriste za poboljšanje rubova uz prisutnost šuma
 - Interpolacija slike
- Sustav za akviziciju slike
 - Sustav za formiranje slike
 - Detektor slike
 - Sustav za registraciju (pamćenje) slike
- Degradacija slike
 - Optički slučaj ograničen difrakcijom
 - Horizontalno gibanje
 - Atmosferske turbulencije