

Képalkotó diagnosztikai eljárások:

- Soroljon fel néhány orvosi képalkotáson alapuló diagnosztikai eljárást, mely
 - Transzmissziós
 - Indukciós
 - Emissziósalkalmazásán alapul. Mire szolgálnak az egyes diagnosztikai eljárások?
- Adjon meg tipikus értékeket a képdiagnosztikai eljárások alapját képező képekről: képtartománybeli (területi) felbontás, intenzitás felbontás. Mekkora területnek felel meg egy pixel egy tipikus mammográfiás felvételen, egy mellkas röntgenfelvételen, egy mellkas CT-n és MRI-nél?
- Milyen frekvenciatartományba eső jellel végzik a mammográfiás, a CT vizsgálatokat és milyen energiájú fotonokkal végzik a vizsgálatot?
- Mit nevezünk duál energiás röntgenfelvételnek, milyen energiaértékekkel készülnek és milyen célt szolgálnak az ilyen felvételek? Milyen technikai megoldásokat ismer duál energiás felvételek készítésére?
- Adja meg a Beer-Lambert törvény összefüggését és értelmezze az összefüggést!
- Hogyan definiálják a HU (Hounsfield unit)-ot és milyen képalkotó diagnosztikai eljárásnál alkalmazzák?
- Mit nevezünk sugárkeményedésnek és mi a fizikai oka a jelenségnek. Milyen hatása van a sugárkeményedésnek a röntgen képalkotásra? Milyen módszerekkel lehet e hatást kompenzálni, csökkenteni?
- Mit nevezünk foto-elektromos kölcsönhatásnak? Mitől függ, hogy egy adott anyag, és egy adott foton között végbemegy-e ez a kölcsönhatás, vagy nem?
- Hogyan biztosítható, hogy egy MRI felvételnél a pozíció és a szövetek szerinti szelektivitás? Írja le röviden a szeptesztvastagság és a szeptesztpozíció meghatározásának az elvét!
- Mit nevezünk Larmor egyenletnek és milyen szerepe van az MRI képalkotásnál?

Digitális képek alkotása és tárolása:

- Mit jelent a fény kettős természete (hullámmozgás és kvantumelméleti megközelítés). A fénynek, mint elektromágneses sugárzásnak milyen tulajdonságait ismeri? Mitől függ egy foton energiája? Ez mit befolyásol orvosi képalkotás során?
- Ismertesse a fényérzékelés folyamatát! Hogyan működnek a félvezetők? Mit jelentenek az alábbi fogalmak: vegyértéksáv, vezetési sáv, tiltott sáv, lyuk, elektron, N típus, P típusú félvezető? Hogyan épülnek fel és hogyan működnek a fényérzékeny MOS kapacitások?
- Hogyan épülnek fel és hogyan működnek a CCD érzékelők? Mit nevezünk szcintillációnak és mikor van rá szükség? Hogyan működnek és hogyan épülnek fel a látható fotonoknál nagyobb energiájú fotonokra (pl. UV, röntgen, gamma sugarak) érzékeny detektorok?
- Hogyan működik a Graphics Interchange Format alapú képtárolás? Ismertesse a Portable Network Graphics formátum során alkalmazott tömörítési eljárás főbb lépéseit!
- Ismertesse a Joint Photographic Experts Group formátum tömörítő eljárásának főbb lépéseit. Milyen melléktermékeket okozhat ez a fajta tömörítő eljárás?

- Ismertesse a DICOM szabvány képtárolásának főbb jellemzőit, valamint a szabvány általánosabb jellegét!

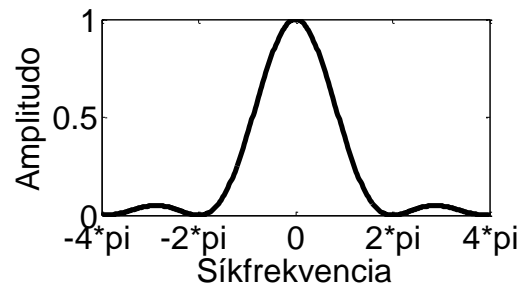
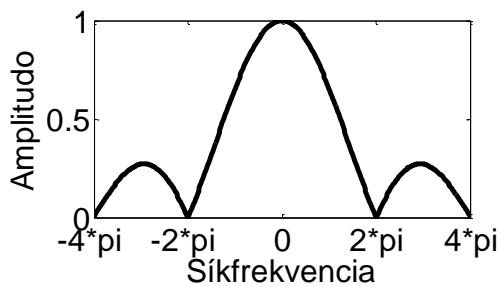
Lineáris időinvariáns rendszerek / képképzés metrikái:

- Mi a $h(t)$ súlyfüggvényű LTI rendszer $s(t)$ gerjesztő jelre adott válasza (és a válaszfüggvény spektruma)? Mi az LTI rendszerek identifikációja során a feladat és ennek megvalósítása milyen módszerekkel lehetséges (adjon 3 példát az identifikáció megvalósítására, az egyes példák esetén térjen ki az adott módszer realizálhatóságára is)?
- Mit definiál egy képképző rendszer esetén a Point Spread Function (PSF) és a Modulation Transfer Function (MTF), ezek milyen kapcsolatban állnak a képképző rendszer súlyfüggvényével, illetve átviteli függvényével. Formálisan ismertesse az általános képképzés (3D objektumból 2D projekcióba képző) megfigyelési modelljét (interpretálja a modell tagjainak a jelentését)!
- Lineáris, eltolás invariáns képképző rendszerek esetén definiálja az effektív felbontás fogalmát! Hogyan mérhető a rendszer súlyfüggvényének (PSF) ismeretében? Adjon példát foton fluxusának mérésén alapuló képképző rendszerek (pl. konvencionális fényképezőgép, röntgen detektor, stb.) esetén az effektív felbontás meghatározására (milyen fantomokkal / vizsgálóbrákkal történik a mérés)! Mi az effektív felbontáson, mint metrikán alapuló minősítés legjelentősebb hiányossága?
- Definiálja a jel/zaj viszony (SNR) fogalmát (általános jelfeldolgozási szemszögből). Képek esetén mi az SNR definíciója? Definiálja a kontraszt/ zaj arányt (CNR) és részletesen fejtse ki, hogy képek esetén hogyan számítható. Alkalmazható-e a CNR nemlineáris rendszerek minősítésére (válaszát indoklással támassza alá)?
- Milyen valószínűségi folyamattal modellezhető a foton sugárzás folyamata. Definiálja az inherens zaj fogalmát. Ideális detektor által rögzített kép jel / zaj aránya (SNR) hogyan viszonyul a felületét érő sugárzás jel / zaj arányához (SNR), és mi a pontos értéke, ha a detektor egy érzékelőelemébe átlagosan Q foton csapódik?
- Definiálja a zaj teljesítmény spektrum (NPS), a normalizált zaj teljesítmény spektrum (NNPS), illetve a zaj ekvivalens kvantum (NEQ) fogalmát mind saját szavával, mind formálisan! Ezen mérőszámok szerinti összehasonlításnál milyen megkötéssel kell élnünk a vizsgálósugárzás dóziséra (fotonjainak számára)? Mi a Detektált kvantum hatékonyság (DQE) formális definíciója és interpretációja (ez utóbbit elég szövegesen megadni)?

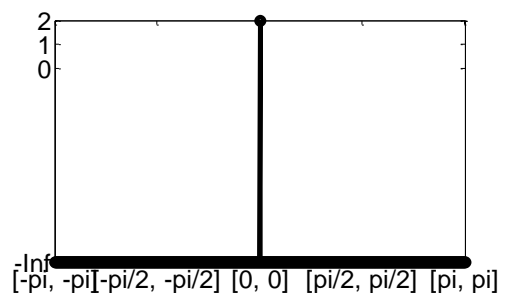
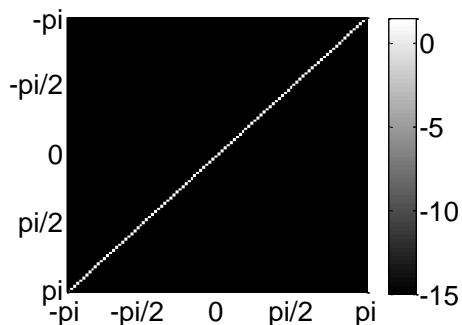
Fourier analízis:

- Származzassa az $x(t)$ egyváltozós folytonos jel, végtelen pontban $1/\Delta t$ frekvenciával mintavettjének DTFT spektrumát $X_s(\omega)$ $X(\omega)$ függvényeként. Segítségül a Dirac fésű ($\sum_i \delta(x-i \cdot \Delta x)$) spektruma $\frac{2\pi}{\Delta x} \cdot \sum_i \delta(\omega-i \cdot 2\pi/\Delta x)$, Δx az egymással szomszédos mintavételek távolságát, míg ω a diszkrét körfrekvenciát jelöli. Mikor beszélünk alul-mintavételezésről, ez hogyan torzítja a mintavett kép spektrumát, illetve hogy nevezik az átlapolódásból keletkező fals mintázatot? Hogyan lehet az átlapolást elkerülni? Mondja ki a Nyquist-Shannon mintavételi törvényét!

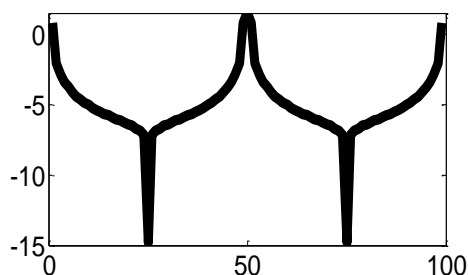
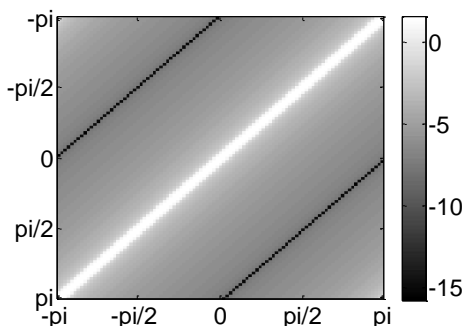
- Definiálja formálisan a mintavételezett jel rekonstrukciójának a folyamatát (emlékeztetőül a DTFT spektrum periodikus). Mi a feltétele a mintavételezés előtti jel torzítás nélküli rekonstruálhatóságának. Milyen követelménynek kell megfelelnie az interpolációs kernelnek, ha a mintavett jel szélétől eltekintve vissza akarjuk állítani a mintavételezés előtti folytonos jelet (tehát hiba nélkül akarunk interpolálni), és ennek lehetőségét a mintavételezés nem zárja ki? Az alábbi ábrák a Nearest Neighbour (0-ad rendű tartó) és a lineáris interpolációs (első rendű interpoláció) kernelek spektrumának amplitúdóját ábrázolják a síkfrekvencia függvényében. Ezek alapján az NN, illetve a lineáris kernellel történő interpoláció alkalmazása a rekonstruált jel milyen torzulását eredményezi? (Segítség: Mindkét ábrára rajzolja be az ideális interpolációs kernel spektrumának ampl.-ját)



- Mi okozza a spektrum(frekvencia) szivárgás jelenségét? Definiálja a véges hosszú (N elemű), mintavételezett $x[k]$ jel megfigyelési ekvivalensét ($x_\infty[k]$)! Milyen kapcsolatban áll egymással $x[k]$ DFT és $x_\infty[k]$ DTFT spektruma? Milyen módszert ismer a spektrumszivárgás hatásának redukálására? Értelmezze az előbb kért módszer „működését” idő / képtartományban.
- Képtérben hogy néz ki az alábbi ábrán látható amplitúdó spektrumú kép (Folytonos Fourier transzformációt alkalmaztunk)? A baloldali ábra a folytonos spektrum amplitúdójából képzett logaritmikus skálájú intenzitáskép, mely főátlójának intenzitásprofilját a jobboldali ábra mutatja.



Ugyanezen kép 2D diszkrét Fourier Transzformáltjának az amplitúdója az alábbi két ábrán látható (az ábrák értelmezése megegyezik az előző két ábrával). Milyen jelenség figyelhető meg az ábrán? Hogyan kompenzálható az torzulás?



- Formálisan definiálja a 2D diszkrét Fourier Transzformációt. Adjon $\Theta(N^3)$ komplexitású algoritmust a transzformált előállítására, amennyiben $N \times N$ méretű az input intenzitáskép (segítségül nem az FFT-re gondolunk, és azt nem is fogadjuk el válaszként). Mi a half complex ábrázolás lényege, a Fourier transzformáció mely tulajdonságát használja ki a spektrum ezen ábrázolási módja? Tegyük fel, hogy $g[k], f[k]$ két 1D, véges mintavételezett jel. Definiálja $DFT^{-1}\{DFT\{g\} \circ DFT\{k\}\}$ jelet diszkrét időtartományban, \circ az elemenkénti szorzást jelöli.
- Közelítőleg helyesen ábrázolja az Alul-áteresztő, Felül-áteresztő, illetve Sáváteresztő szűrések súlyfüggvényeit (időtartományban), illetve átviteli függvényük amplitúdóját (frekvenciatartományban)!

Inverz probléma:

- Értelmezze a 2D inverz probléma megfigyelési modelljét: $g = h * f + \eta$. Mit jelölnek az egyes változók, értékükre milyen feltétel adható meg? Korrigálható-e a fenti modellel pozíciófüggő PSF (válaszát indokolja)?
- Definiálja a direkt dekonvolúció átviteli függvényét! Mi az eljárás által becsült kép spektruma, ha F jelöli a torzítatlan kép, H jelöli a valódi PSF, N a megfigyelési zaj, míg H' az általunk becsült PSF (mely alapján végezzük a dekonvolúciót) spektrumát? A becsült spektrum értelmezésével mondja ki a direkt módszer alkalmazásának legfőbb hátrányát (feltehetjük, hogy $H - H' \approx 0$ minden síkfrekvencián), adjon módszert a probléma korrekciójára!
- Hasonlítsa össze a csonkolt dekonvolúciót a direkt dekonvolúcióval! Mely problémákat képes a csonkolt dekonvolúció kiküszöbölni és mely hiányosságokat nem?
- Hasonlítsa össze formálisan (átviteli függvényük szerint) a Wiener inverz szűrést a csonkolt dekonvolúcióval!. Hogyan interpretálható az átviteli függvény pirossal kiemelt tagja? Hogyan és hol jelenik meg a Wiener inverz szűrés, és a csonkolt dekonvolúció átviteli függvényében a zaj kezelése? Értelmezze az ε paraméter hatását. Segítségül a képtartománybeli megfigyelési modell formálisa: $g = h * f + n$, a két inverz szűrési átviteli függvényei:

$$H_{(u)}^{Winer} = \frac{1/H_{(u)}}{1 + \frac{\mathbf{E}\{|N_{(u)}|^2\}}{\mathbf{E}\{|F_{(u)}|^2\}}}, \quad H_{(u)}^{Truncated} = \begin{cases} 1/H_{(u)} & \|H_{(u)}\| > \varepsilon \\ 0 & \|H_{(u)}\| < \varepsilon \end{cases}$$

- Hasonlítsa össze formálisan a maximum likelihood (ML) becslést a maximum a posterior (MAP) becsléssel (a két becslés mely valószínűségi sűrűségfüggvények maximumhelyét keresi)! Ismertesse a két eljárás büntetőfüggvényes interpretációját (hogyan származtatjuk a büntetőfüggvényeket a sűrűségfüggvényekből, azok milyen tagokra bonthatóak, és mi az

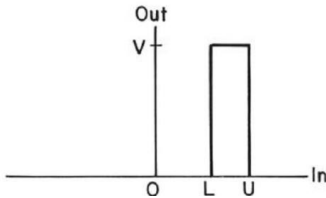
egyes tagok interpretációja). Milyen lehetőségek vannak a zaj kezelésére ML, illetve MAP becslés esetén?

- Pozitivitási kényszeres ML becslést realizál a Richardson Lucy algoritmus. Az eljárás a lentebb közölt egyenletet oldja meg iteratívan. Mi az egyes valószínűségek fizikai értelmezése, és pontosan hogy történik egy-egy iteráció során az eljárás által becsült valószínűség frissítése? Segítségül a torzítás megfigyelési modellje: $g = f * h + \eta$, ahol g a mért, torzított kép, f a torzító LTI rendszer bemenete, h a torzítás súlyfüggvénye (PSF), η az additív zaj). Az eljárás expliciten kezeli-e a zajos mérések problémáját, ha igen, hogyan?

$$P\{f_{(i)}\} = \sum_k \frac{P\{g_{(k)}|f_{(i)}\} \cdot P\{f_{(i)}\} \cdot P\{g_{(k)}\}}{\sum_j P\{g_{(k)}|f_{(j)}\} \cdot P\{f_{(j)}\}}$$

Képjavitás, előfeldolgozás:

- Egy hisztogram módosítás karakterisztikája az alábbi ábrán látható. A bemeneti kép függvényében hogyan definiálható a kimeneti kép? Definiálja egy kép hisztogramját! Mit csinál egy hisztogram kiegyenlítő eljárás?



- Mit jelent és milyen esetekben célszerű homomorfikus képfeldolgozást alkalmazni?
- Milyen jellegű képmódosítást eredményez a lentebb megadott mátrixú szűrővel történő képszűrés? Frekvenciatartományban hogyan végezhető el a szűrés? Adja meg a kernel frekvenciatartománybeli reprezentációját!

$$\mathbf{H} = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

- Mi a Karhunen-Loeve transzformáció, és milyen speciális tulajdonságai vannak? Adjon meg legalább két olyan alkalmazási területet, ahol a KLT-nek fontos szerepe lehet!
- Egy 1000 db 1024×1024 méretű képekből álló képkészletet szeretne tömöríteni. Hogyan alkalmazható a KL transzformáció képtömörítésre? Adja meg az algoritmus lépéseit!
- Definiálja a rank szűrést, illetve a medián szűrőt! Milyen képek esetén érdemes a mediánszűrést alkalmazni? Bizonyítsa be, hogy a mediánszűrés a rank szűrés egy speciális változata! Lineárisnak tekinthetőek a rank szűrések? Válaszát indokolja!
- Milyen képszűrő eljárásokat ismer, melyek alkalmazhatóak a képzaj redukálására? Ezek miben térnek el egymástól, és egyenként milyen előnyökkel és hátrányokkal rendelkeznek?
- Definiálja a Hough transzformációt! Ismertesse a transzformáció fontosabb lépéseit, milyen esetben érdemes használni és adott problémákat hogyan lehet megoldani a transzformáció alkalmazásával?
- Ismertesse az EM algoritmus alap gondolatát! Milyen problémák esetén érdemes ezt az eljárást alkalmazni?
- Értelmezze az alábbi összefüggéseket! Adja meg, hogy mi mit jelöl, és adja meg a definiált változók szöveges interpretációját!

$$E(s, \theta) = |I(x, y) * GD_{\sigma, \theta}(x, y)|, \quad GD_{\sigma}(x, y) = \frac{\partial G_{\sigma}(x, y)}{\partial x} = -\frac{x}{\sigma^2} G_{\sigma}(x, y),$$

$$GD_{\sigma, \theta}(x, y) = GD_{\sigma}(x', y') \text{ ahol } x' = x \cos \theta + y \sin \theta, \text{ és } y' = -x \sin \theta + y \cos \theta$$

Képszegmentálás

- Hogyan alkalmazhatóak a klaszterező eljárások képszegmentálásra?
- Hogyan tud ellenőrzött tanítású eljárással képszegmentálási feladatot megoldani? Adjon egy konkrét példát!
- Milyen statisztikai jellemzőt kell meghatározni egy ASM meghatározásánál? Adja meg az ASM felépítésének lépéseit! Milyen előnyei / hátrányai vannak az ASM alapú szegmentálásnak, és milyen körülmények között alkalmazható az eljárás?
- Milyen szerepe lehet a multirezolúciós technikának a képszegmentálási eljárásoknál? Részletezze az ASM eljárásnál a multirezolúciós megoldást!
- Milyen szerepe van a PCA eljárásnak az ASM/AAM szegmentálásnál? Ismertesse a PCA eljárás lényegét!
- Miben tér el az AAM eljárás az ASM eljárástól? Adja meg az AAM eljárás lépéseit!
- Mit jelent a Procrustes analízis és milyen szerepe van az ASM eljárásban?
- Egy szövettani metszeteket tartalmazó képalkotás szegmentálására van szükség. Alkalmazható-e az ASM eljárás szegmentálásra? Válaszát indokolja!

ACM Snake

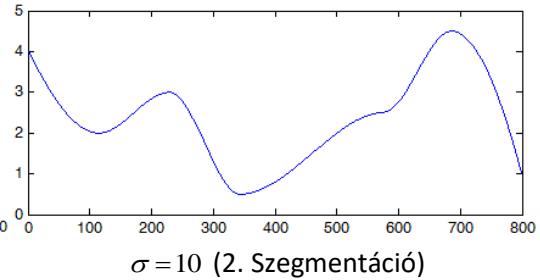
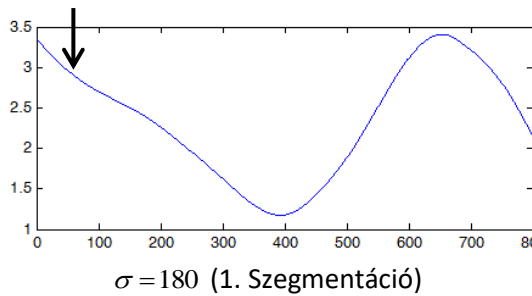
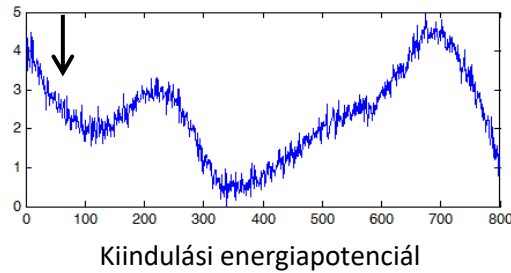
- Ismertesse formálisan a Snake futása során megvalósított optimalizálási feladatot az energiapotenciál ($E(\mathbf{x})$) felhasználásával. Mit tud mondani az optimalizálási probléma algoritmikus nehézségéről? Az $E(\mathbf{x}) = E_{\text{int}}(\mathbf{x}) + E_{\text{im}}(\mathbf{x}) + E_{\text{ext}}(\mathbf{x})$ energiapotenciál esetén mi az integrandus egyes tagjainak interpretációja? Az $E_{\text{int}}(\mathbf{x}) = \frac{1}{2} \int_{s=0}^1 \alpha(s) \cdot \left| \frac{\partial \mathbf{x}}{\partial s} \right|^2 + \beta(s) \cdot \left| \frac{\partial^2 \mathbf{x}}{\partial s^2} \right|^2 ds$ belső energia egyes tagjai milyen kényszereket gyakorolnak a szegmentáló görbe pontjaira? Amennyiben a többi energiatag értéke \mathbf{x} -től független skálár, abban az esetben milyen az optimalizáció végén előálló szegmentáló görbe?
- Legmeredekebb lejtő módszere esetén a Snake minimalizálandó energiafüggvények a megváltozását az alábbi összefüggés definiálja:

$$E(\mathbf{x}) + \delta E(\mathbf{x}) = E(\mathbf{x}) + \int_0^1 \left(\frac{\partial P}{\partial \mathbf{x}} - \alpha \cdot \mathbf{x}'' + \beta \cdot \mathbf{x}'''' \right) \cdot \delta \mathbf{x} ds.$$
 Oldja fel az \mathbf{x} , $\delta \mathbf{x}$, P , α , β jelöléseket!
 Mit tudunk a legmeredekebb lejtő által megválasztott $\delta \mathbf{x}$ irányáról, és mit a hosszáról? (Segítségül a görbe belső energiáját az alábbi összefüggés definiálja:

$$E_{\text{int}}(\mathbf{x}) = \frac{1}{2} \int_{s=0}^1 \alpha(s) \cdot \left| \frac{\partial \mathbf{x}}{\partial s} \right|^2 + \beta(s) \cdot \left| \frac{\partial^2 \mathbf{x}}{\partial s^2} \right|^2 ds .)$$
- Mi az Euler-Lagrange optimalizáció / feltétel alapötlete? Mondja ki a feltételt a Snake esetén! Amennyiben a Snake esetén teljesül a feltétel, akkor megtalálta az eljárás a globálisan minimális energiájú görbét? A kérdésre adott választ indokolja! Származzassa 1D diszkrét jelek esetén a Laplace szűrés, illetve a 4-edik derivált diszkrét közelítését.
- Magyarázza el a szemi-implicit minimalizáció alapötletét, és formálisan ismertesse a szemi-implicit minimalizáció egy-egy iterációját a Snake eljárás esetén (megelégünk a

differenciálegyenlet diszkretizáltjával, nem szükséges a pentadiagonális mátrix felírása). Segítségül a módszerrel Snake esetén az $\partial P / \partial \mathbf{x}^{(t)} - \alpha \cdot \mathbf{x}^{(t)} + \beta \cdot \mathbf{x}^{(t-1)} = -\delta t \cdot (\mathbf{x}^{(t)} - \mathbf{x}^{(t-1)})$ egyenlet megoldását keressük, ahol $\mathbf{x}' = \partial \mathbf{x} / \partial s$ és $\mathbf{x}(s)$ definiálja a Snake kontúrját s „helyen”.

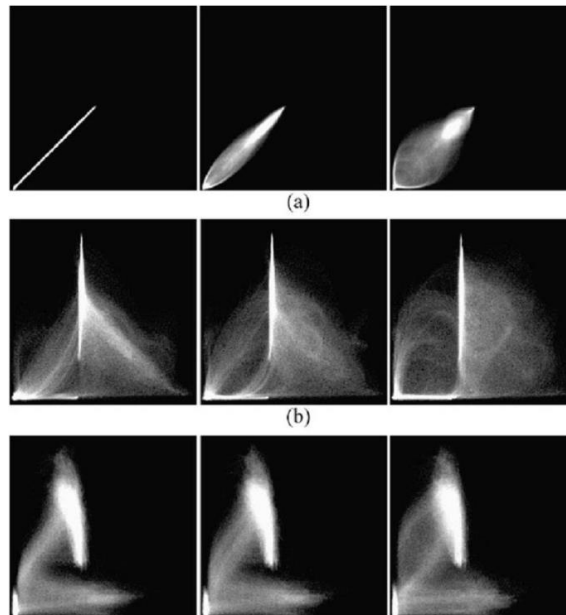
- Hogyan jelentkezik a lokális optimum probléma a Snake szegmentáló eljárás esetén. Milyen módszereket ismer a probléma kezelésére? Mi az ú.n. kétfázisú szegmentáció lényege (gondoljon az esettanulmányra)? A mellékelt ábrák segítségével magyarázza el az energi függvény/ energiapotenciál multiscale Gaussal történő elmosásán alapuló többlépéses szegmentálás lényegét:



Fekete nyíllal jelöljük a Snake minimalizációjának kiindulási állapotát. Jelölje be, hogy az első szegmentáció leállításának az állapotát, és a 2. Szegmentáció indulásának és leállításának a helyét. Az ábrák és saját ismeretei alapján interpretálja σ paraméter érték megválasztását.

Regisztrációs eljárások:

- Mi a regisztráció célja és milyen fő eljárás családokat lehet megkülönböztetni?
- Mit jelent a merev regisztráció, és milyen elemi torzító műveletek hatását lehet vele adekvátan kompenzálni?
- Mi az affin és mi a projektív transzformáció?
- Hogyan alkalmazható a korreláció tétel merev regisztráció esetén?
- Adottak az következő oldal tetején látható együttes hisztogramok. Különböző oszlopok különböző pontosságú regisztrációhoz kapcsolódnak. Mely oszlop esetén lehet a legkisebb a regisztrációs hiba? A táblázat melyik sora tartozik olyan regisztrációs problémához, mely során ugyan olyan modalitással készült képeket regisztráltunk, és mely tartozik különböző modalitások fúziójához? Mit lehet leolvasni még az együttes hisztogramokról?



Rekonstrukciós eljárások:

- Ismertesse a röntgen tomográfia alapjait, értelmezze az általánosított Beer-Lambert törvényt

(segítségül: $\mathbf{I}_{(x_0,y_0)} = \int_{E_{\min}}^{E_{\max}} I_0(E) \cdot \exp\left\{-\int_{P(x_0,y_0)} \mu(E,\mathbf{x}) d\mathbf{x}\right\} dE$), mondja ki az egyszerűsített Beer-

Lambert törvényt (monokróm energiaspektrumú sugárforrás esete). Ezen modellek alapján milyen eloszlással modellezhető az inherens zaj? Definiálja folytonos esetben a rekonstrukciót, mint lineáris inverz feladatot (az egyszerűsített Beer-Lambert törvényből kiindulva). Mondjon példát olyan hatásokra, melyeket nem modellez az egyszerűsített Beer-Lambert törvény!

- Ismertesse a számítógépes tomográfia (CT) alapjait (2D eset): Radon transzformáció, szinogram, Fourier vetítősík tétel, szűrt visszavetítés alapötlete, Fan-beam geometria és a rekonstrukció visszavezetése a párhuzamos sugaras esetre, Cone-beam geometria és a Cone-beam artifact.
- Szűrt visszavetítés „származtatása” (elegendő az intuitív változat) (segítség: gondoljon a Fourier vetítősík tételre), spektrumtartományban mondja ki, hogy mikor lehetséges az ideális rekonstrukció! Szűrt visszavetítés implementációja, magas frekvenciás zajérzékenység problémájának kezelése.

- Definiálja a röntgen képalkotás általános megfigyelési modelljét (mind diszkrét, mind folytonos esetben). Ismertesse a Kaczmarz iteráció (Gordon ART) alapötletét, mitől függ az esetleges konvergencia sebessége? Milyen esetekben konvergens és mely esetekben nem az az eljárás? Mi a limit hurok viselkedés lényege? Értelmezze a térfogatbecslő frissítési

összefüggését: $\mathbf{f}^{(k+1)} = \mathbf{f}^{(k)} + \left(\mathbf{H}_{(i,:)} \cdot \mathbf{f}^{(k)} - \mathbf{g}_{(i)}\right) \frac{\mathbf{H}_{(i,:)}^T}{\mathbf{H}_{(i,:)} \cdot \mathbf{H}_{(i,:)}^T}$

- Hasonlítsa össze az SART, az SIRT, és a Gordon ART és a Multiplikatív ART rekonstrukciós eljárásokat. Mi a különböző változatokban a közös, és mi az, ami eltérő. Segítségül a Gordon

ART térfogatbecslő frissítési összefüggése: $\mathbf{f}^{(k+1)} = \mathbf{f}^{(k)} + \left(\mathbf{H}_{(i,:)} \cdot \mathbf{f}^{(k)} - \mathbf{g}_{(i)}\right) \frac{\mathbf{H}_{(i,:)}^T}{\mathbf{H}_{(i,:)} \cdot \mathbf{H}_{(i,:)}^T}$, míg a

Multiplikatív ART esetében: $\mathbf{f}^{(k+1)} = \mathbf{f}^{(k)} \cdot \left(1 - \mu \cdot \left(1 - \frac{\mathbf{g}_{(j)}}{\mathbf{H}_{(j,:)} \cdot \mathbf{f}^{(k)}} \right) \right)$. Interpretálja a két megadott

összefüggést!

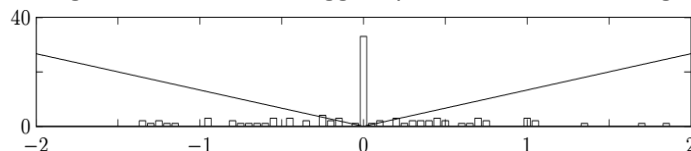
- Ismertesse a PET (pozitron emissziós tomográfia) alapú képalkotás alapelvét! Ismertesse a felvételkedés menetét, felvételi elrendezést, rekonstrukció bementének előállítását! Mi a Line of Response (LOR) jelentése, mutasson példát valós, szórt és random LOR szerinti beütésekre. Miért alkalmazunk impulzus-előválasztásos (beütések idejét adja vissza) detektort? Hasonlítsa össze SNR szempontjából a klasszikus röntgen projekciókkal a PET-es „projekciókat”. Mit becsül a PET-es rekonstrukció és mit egy CT? Mi a PET/CT modalitás alapötlete?
- Ismertesse az EM eljárások alapelvét! Interpretálja és ismertesse az ML-EM iterációjának alapelvét, illetve az egyes iterációk összefüggéseit.

Segítségül az Expectation lépés: $p^{(k+1)}(b|d) = p(d|b) \cdot x^{(k)}(b) / \left(\sum_{b'} p(d|b') \cdot x^{(k)}(b') \right)$,

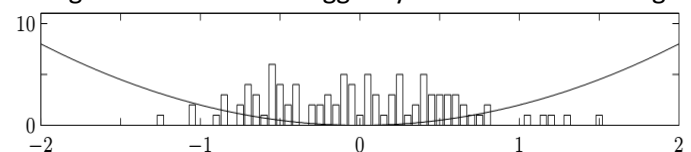
Maximization lépés: $x^{(k+1)}(b) = \arg \max_x \{ p^{(k+1)}(y|x) \} (b) = \frac{\sum_d y(d) \cdot p^{(k+1)}(b|d)}{\sum_d p(d|b)}$. Frissítés

iterációja (elvégezve a behelyettesítést): $x^{(k+1)}(b) = x^{(k)}(b) \cdot \sum_d \left(\frac{y(d)}{\sum_{b'} x^{(k)}(b') \cdot p(d|b')} \cdot \frac{p(d|b)}{\sum_{d'} p(d'|b)} \right)$

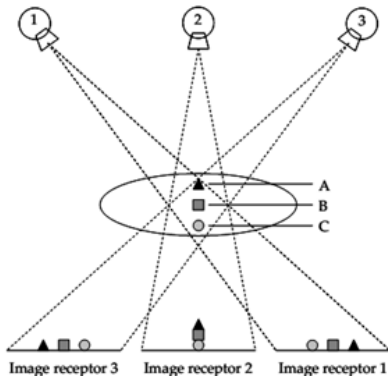
- Ismertesse formálisan a Maximum A Posteriori (MAP) becslésen alapuló térfogat rekonstrukciót formálisan (segítségül az projekciós modell: $\mathbf{g} = \mathbf{H} \cdot \mathbf{f} + \boldsymbol{\eta}$)! Mi a kapcsolat a valószínűségi felírás és a büntetőfüggvényes felírás között? Miben különbözik és miben hasonlít a MAP becslés az ML becsléshez? Mi indokolja rekonstrukciók esetén a MAP becslésen alapuló modell alapú rekonstrukciós eljárások alkalmazását? Interpretálja az alábbi (büntetőfüggvénnyel definiált) MAP becslést: $\Phi_{Likelihood}(\mathbf{f}) = 1/2 \cdot (\mathbf{g} - \mathbf{H} \cdot \mathbf{f})^T \cdot \boldsymbol{\Sigma}^{-1} \cdot (\mathbf{g} - \mathbf{H} \cdot \mathbf{f})$, $\Phi_{Prior}(\mathbf{f}) = \alpha \cdot \mathbf{f}^T \cdot (\mathbf{D}^T \mathbf{D}) \cdot \mathbf{f}$. Milyen megfigyelési zajt és milyen priort feltételezünk?
- Mi a compressive sensing alap gondolata? Mondjon egy olyan példát, ami szemlélteti általánosan is az alkalmazhatóságát! Rekonstrukciós problémák esetén hogyan alkalmazható? Mi az élőző regularizáció / teljes variancia minimalizáció lényege? Hasonlítsa össze az alábbi két esetet: $\Phi_{Prior}(\mathbf{f}) = \alpha \cdot \|\mathbf{D} \cdot \mathbf{f}\|_2^2$, $\Phi_{Prior}(\mathbf{f}) = \alpha \cdot \|\mathbf{D} \cdot \mathbf{f}\|_1$. Az ábrák segítségével hasonlítsa össze a gradiens L1 és L2 norma minimalizáció alapú regularizációk viselkedését! L1 regularizáció büntetőfüggvénye, és a rekonstrukció gradiensek eloszlása:



L2 regularizáció büntetőfüggvénye és a rekonstrukció gradiensek eloszlása:



- Ismertesse a lineáris tomoszintézis felvételi elrendezést, mely másik, röntgen alapú képalkotó modalitás speciális változata? Ismertesse a SAA (shift and add) eljárás alapötletét a mellékelt ábra alapján (mi lesz az A, a B, illetve a C szelet képe)? Mi a MITS (Mátrix inverziós tomoszintézis) alapötlete (segítségül a SAA-nek is u.e. megfigyelés adja az alapötletét). A MITS által megvalósított dekonvolúciót miért frekvenciatérben végezzük el? Milyen járulékos és kezelendő problémákat okoz a frekvenciatérbeli dekonvolúció?



Diagnosztika módszerei

- Definiálja a kétosztályos osztályozás problémáját. Mit nevezünk veszteségfüggvénynek? Mit mond ki a tapasztalati kockázat minimalizálásának az elve? Hogyan alkalmazzuk ezt az elvet gyakorlati problémamegoldás során? Mit nevezünk VC dimenzióknak? Egy N dimenziós pontokat lineárisan szeparáló függvénykészletnek mi a VC dimenziója?
- Csoportosítsa a nemlineáris szeparálást lehetővé tevő osztályozókat! Mondjon konkrét példákat is az osztályozókra, illetve nevezzen meg olyan eljárásokat, módszereket, mely alkalmas lehet ilyen osztályozók tanítására.
- Mi a lineáris diszkrimináns analízis (LDA)? Értelmezze az osztályozás kritériumfüggvényét! Hogyan alkalmazható a Fischer diszkrimináns analízis nemlineárisan szeparálható problémák esetén? Egy lineáris osztályozási probléma esetén mit jelent, ha a probléma alul- és mit ha túlhatározott? Mit jelent a probléma kondicionáltsága?
- Milyen szélsőérték keresési módszereket ismer? Mi különbözteti meg egymástól az elsőrendű, illetve a másodrendű módszereket? Mi a Levenberg-Marquardt és mi a konjugált gradiens módszer alapötlete?
- Mi az SVM célfüggvénye? Mi az abban alkalmazott regularizáció geometriai interpretációja? Milyen optimalizáló eljárással tanítható az SVM? Mi a kernel trükk?
- Milyen osztályozási problémák esetén kényszerülünk jellemzők definiálására, kiválasztására? Hogyan automatizálható ez a probléma? Milyen eljárásokat ismer jellemzők kiválasztására? Miért szükséges az irreleváns jellemzők osztályozás előtti eliminálása?
- Mi a mély neurális hálók felépítésének általános ismérvei? Mit nevezünk konvolúciós rétegnek? Milyen súlymódosító eljárással taníthatóak ezek az osztályozók? Alkalmazási szempontokat figyelembe véve hasonlítsa össze a mély neurális hálókat a klasszikus MLP osztályozókkal! Milyen előnyökkel és milyen hátrányokkal rendelkeznek ezek az eljárások (egymáshoz viszonyítva)?

- Mit nevezünk orvosi döntéstámogató (CAD) rendszernek? Milyen kritériumoknak támaszthatóak egy CAD-del szemben?