Orvosi képdiagnosztika minta ZH **Név**……………………………………………..

Neptun kód……………………………………

1. Ismertesse a JPEG alapú képtömörítés lépéseit! Mi az egyes lépések motivációja, melyek rendelkeznek hangolható paraméterrel? Taglalja, hogy ezen paraméterek értékének függvényében hogyan módosul a tárolt kép! Milyen tipikus hibák fordulhatnak elő a tömörítés hatására, és ezek elkerülése érdekében milyen megfontolásokat javasol? Értelmezze a feladat alján megfogalmazott összefüggést (mit ír le, mi az u, v, $\alpha(u,v)$ változók interpretációja)! Milyen mérnöki megfontolások állnak ezen összefüggés alkalmazása mögött? (**9 pont**)

$$f(u,v)=\alpha(u,v)\cdot\cos\left[\frac{(2x+1)u\cdot\pi}{16}\right]\cdot\cos\left[\frac{(2y+1)v\cdot\pi}{16}\right]$$

2. Adott egy foton számláló röntgen detektor, melyet az alábbi egyszerűsített modell ír le. A detektor egy CCD lap és egy szcintillátor réteg soros kaszkádja. A szcintillátor a felületét érő fotonok 70%-át alakítja a CCD által érzékelhetővé, mely zaja fehér, eltolt Poisson eloszlású: $\lambda=50$ foton / pixel kvantumú, a beérkező jellel korrelálatlan, várható értéke 0. További zajhatások (pl. termikus zaj, kiolvasási, stb.) nem terhelik a rendszert. A szcintillátor felületét Q=5000 röntgen foton / pixel éri. Adja meg a detektor detektálási kvantumhatékonyság jellemzőjét a fentebb specifikált esetben! Mekkora az imént ismertetett felvételi elrendezés esetén a zaj ekvivalens kvantumja a rögzített képnek? Milyen a rögzített kép jel/zaj viszonya, illetve mit tudunk a szcintillátor felületét elérő sugárzás inherens jel/zaj viszonyáról? Ha figyelembe vennénk, hogy a detektor érzékelőelemeinek fizikai kiterjedése is véges (ellentétben az eddigi impliciten feltett infinitezimális mérettől és a sugárforrás PSF-je sem egy Dirac-delta), abban az esetben melyik leíró hogyan módosulna? **(10 pont)**

$$NNPS(u,v)=NPS(u,v)/A^2,\qquad NEQ(u,v)=MTF^2(u,v)/NNPS(u,v),\qquad DQE(u,v)=NEQ(u,v)/Q,$$
$$\left(X\sim P(Q)\right)\rightarrow\left(\sigma\{X\}=\sqrt{Q}\right),\qquad \left(X\sim P(\boldsymbol{\lambda}),\ Y\sim P(\mathbf{v}),\ \mathrm{p}(X,Y)=\mathrm{p}(X)\,p(Y)\right)\rightarrow\left(X+Y\sim P(\boldsymbol{\lambda}+\mathbf{v})\right)$$

3. Tegyük fel, hogy röntgenfoton alapú, fixált felvételi elrendezés (mind a sugárforrás, mind a vizsgált tárgy, mind a detektor jellemzői változatlanok a vizsgálat ideje alatt) esetén az (*x,y,z*) koordinátájú pontban mérhető intenzitása a röntgen sugárnak $\alpha_1,\alpha_2,\ldots,\alpha_n$ n különböző időpontban. A sugárforrást az (*x,y,z*) koordinátájú pont irányában elhagyó fotonok energia spektruma a vizsgálat ideje alatt végig változatlan (jelöljük $Q(E)$-vel). Továbbá feltételezhetjük, hogy a Beer-Lambert törvény által modellezett kölcsönhatások érvényesülnek csak a fotonok és a térfogat interakciója során. Maximum-Likelihood módszerrel végzett becsléssel adja meg, hogy mekkora lenne az (*x,y,z*)-ben mért intenzitás várható értéke és szórása, ha a sugárforrást elhagyó fotonok energiaspektruma $3\cdot Q(E)$-re módosul! **(10 pont)**

$$p(X=k)=\frac{\lambda^k\exp(-\lambda)}{k!};\quad p(X=k)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma}\exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2}(k-\mu)^2\right);\quad p(X=k)=\frac{1}{2b}\exp\left(-\frac{|k-\mu|}{b}\right);$$
$$std(X)=\sqrt{E(X^2)-E(X)^2};\quad \exp(x)=\sum_i\frac{1}{i!}x^i;\quad f^*=\arg\max_f\{P\{g|f\}\};\quad f^*=\arg\max_f\{P\{g|f\}\cdot P\{f\}\}$$

4. Adjon $\Theta(N^3)$ komplexitású algoritmust 2D diszkrét Fourier transzformált előállítására, amennyiben *N×N* méretű az input intenzitáskép. 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. Formálisan definiálja $DFT^{-1}\{DFT\{g\}\circ DFT\{k\}\}$ jelet diszkrét időtartományban, $\circ$ az elemenkénti szorzást jelöli. **(7 pont)**

$$X(u,v)=\sum_{n,m=-\infty}^{\infty}x[n,m]\exp\{-j2\pi\cdot(u\cdot n+v\cdot m)\},\quad F_{u,v}=\sum_{m=0}^{M-1}\sum_{n=0}^{N-1}f[m,n]\exp\{-2\pi j\cdot(u\cdot m/M+v\cdot n/N)\}$$

5. Milyen formában jelentkezik a spketrumszivárgás dekonvolúciót esetén? Milyen jellegű artifaktok jelenhetnek meg hatására? Mely, az előadásokon ismertetett dekonvolúciós eljárások érzékenyek a jelenségre, miért? Hogyan redukálható a jelenség hatása? Melyik eljáráshoz tartoznak a feladat alatt megadott összefüggések? **(10 pont)**

$$H_{(u)}^{dir}=1/H_{(u)};\qquad H_{(u)}^{trunc}=\begin{cases}1/H_{(u)} & \left|H_{(u)}\right|\geq\varepsilon\\ 0 & 1/\left|H_{(u)}\right|>1/\varepsilon\end{cases};\qquad \mathrm{P}_{(r+1)}\{f_{(i)}\}=\sum_k\frac{\mathrm{P}\{g_{(k)}|f_{(i)}\}\cdot\mathrm{P}\{g_{(k)}\}}{\sum_j\mathrm{P}\{g_{(k)}|f_{(j)}\}\cdot\mathrm{P}_{(r)}\{f_{(j)}\}}\cdot\mathrm{P}_{(r)}\{f_{(i)}\};$$

$$H_{(u)}^{Winer}=\frac{H_{(u)}^*}{\left|H_{(u)}\right|^2+\mathrm{E}\left\{\left|N_{(u)}\right|^2\right\}/\mathrm{E}\left\{\left|F_{(u)}\right|^2\right\}};\qquad F_{(u)}^{opt}=\frac{H_{(u)}^*\cdot G_{(u)}}{\left|H_{(u)}\right|^2+\mathrm{E}\left\{\left|N_{(u)}\right|^2\right\}/\mathrm{E}\left\{\left|F_{(u)}\right|^2\right\}}$$

6. Soroljon fel a tárgy során taglalt zajszűrési eljárásokat! Milyen csoportokra bonthatók ezek a megközelítés? Milyen jellegű szűrést javasol additív, Gauss zaj és milyen jellegű szűrés adekvát impulzus zaj esetén? Tegyük fel, hogy egy olyan mérőeszközt használunk, mely által rögzített képet az alábbi összefüggés definiál: $I(x,y) = P(x,y) + \left(A(x,y) \sim \mathcal{N}\left(0, \lambda / P(x,y)\right)\right)$, ahol $\mathcal{N}(\mu, \beta)$ a μ várható értékű, β szórású Gauss eloszlást, míg $\sim$ a statisztikai mintavételezést jelöli. Javasoljon a probléma megoldására adaptív szűrést (használja ki, hogy $p\left(A(x,y) = i \middle| A(z,v), P(x,y)\right) \equiv p\left(A(x,y) = i \middle| P(x,y)\right) \quad \forall z \neq x, v \neq y$ -re), mely $\left\| P - F\{I\} \right\|_2^2$ minimalizálja, ahol $F\{\cdot\}$ a javasolt szűrés operátora! Megoldásában bazírozzon arra, hogy a természetes képek teljesítménysűrűség spektrumát az alacsony frekvenciás komponensek dominálják. (**14 pont**)