

Évaluation d'une caméra infrarouge Correction rapide

1. Mise en place

a. $\emptyset_{Airy} = 1,22 \times \frac{\lambda}{\sin \alpha'_m} \leq 15 \mu m \forall \lambda \Rightarrow \sin \alpha'_m \geq 0,134 \ (\lambda = 1,65 \mu m)$

2. Évaluation du dispositif

a. u^4 : aberration sphérique du 3^{ème} ordre ; $u^3 \cos \varphi$: coma du 3^{ème} ordre – par rapport à mise au point paraxiale

b. Sur l'axe et au meilleur foyer, seulement de l'aberration sphérique : $\Delta(u, \varphi) = \frac{2\lambda}{6\sqrt{5}} \times \sqrt{5} \times (6u^4 - 6u^2 + 1)$ dans la base de Zernike.

c. $R_S \cong \exp\left(-\frac{4\pi^2}{\lambda^2} \sigma_D^2\right) = 24\%$ avec $\sigma_D^2 = C_8^2 + C_6^2 = (0,19\lambda)^2$ dans le champ et $R_S \cong \exp\left(-\frac{4\pi^2}{\lambda^2} \left(\frac{2\lambda}{6\sqrt{5}}\right)^2\right) = 42\%$ sur l'axe.

3. Fonction de Transfert Incohérente du dispositif optique

a. $\sigma_0 = \frac{2 \times \sin \alpha'_m}{\lambda_0} = 295 \text{ mm}^{-1}$

b. La FTM A prend des valeurs supérieures à la FTM en limite de diffraction au voisinage de la coupure dans la direction x, et ne peut donc correspondre à un système à pupille circulaire d'ouverture numérique 0,14 ; la FTM D est en limite de diffraction dans la direction y, ce qui ne correspond pas à une situation compatible avec la présence d'aberration sphérique et de coma.

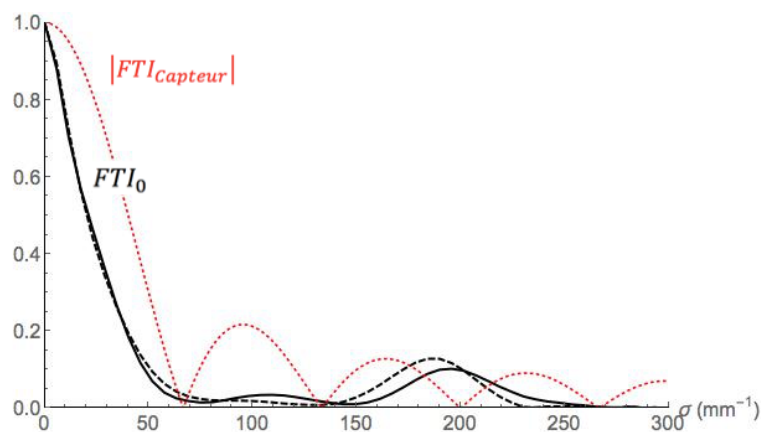
c. Le rapport de Strehl est égal au volume sous la FTM – normalisé à celui de la FTI en limite de diffraction. Avec la valeur de R_S calculée, c'est plus vraisemblablement la FTM B qui décrit le système étudié, la FTM C étant assez proche de celle d'un système en limite de diffraction.

4. Fonction de Transfert Incohérente du capteur

a. $\sigma_1 = \frac{1}{2p} = 25 \text{ mm}^{-1} \ll \sigma_0$

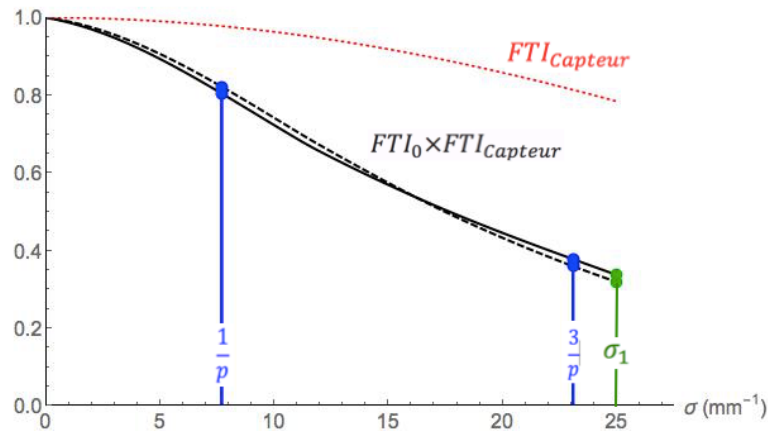
b. $FTI_{CMOS}(\sigma_x, \sigma_y) = \left(\frac{\sin[\pi a \sigma_x]}{\pi a \sigma_x}\right) \times \left(\frac{\sin[\pi a \sigma_y]}{\pi a \sigma_y}\right)$

c. $FTI_{CMOS}(\sigma_1, 0) = 78\%$ et $FTI_0(\sigma_1, 0) \cong 42\% \Rightarrow FTI_{C+so}(\sigma_1, 0) \cong 33\%$



5. Rendu d'une image

- a. $\frac{1}{p_M} = 7,7 \text{ mm}^{-1}$ et la mire rectangulaire ne comporte que des harmoniques impairs : seules les composantes à $7,7 \text{ mm}^{-1}$ et 23 mm^{-1} sont dans la bande de transmission du capteur. ($\sigma \leq \sigma_1$).



- b.
$$E_{Mire}(x) = \frac{1}{2} + \frac{2}{\pi} \times FTI_C\left(\frac{1}{p_M}, 0\right) \times FTI_0\left(\frac{1}{p_M}, 0\right) \sin\left[2\pi \frac{x}{p_M}\right] + \frac{2}{3\pi} \times FTI_C\left(\frac{3}{p_M}, 0\right) \times FTI_0\left(\frac{3}{p_M}, 0\right) \sin\left[6\pi \frac{x}{p_M}\right]$$

avec $FTI_C\left(\frac{1}{p_M}, 0\right) \times FTI_0\left(\frac{1}{p_M}, 0\right) \cong 98\% \times 82\% = 80\%$
et $FTI_C\left(\frac{3}{p_M}, 0\right) \times FTI_0\left(\frac{3}{p_M}, 0\right) \cong 81\% \times 46\% = 38\%$

En $x = p_M/4$, l'éclairement est

$$A = \frac{1}{2} + \frac{2}{\pi} \times FTI_C\left(\frac{1}{p_M}, 0\right) \times FTI_0\left(\frac{1}{p_M}, 0\right) - \frac{2}{3\pi} \times FTI_C\left(\frac{3}{p_M}, 0\right) \times FTI_0\left(\frac{3}{p_M}, 0\right)$$

et en $x = 3 p_M/4$ l'éclairement est

$$B = \frac{1}{2} - \frac{2}{\pi} \times FTI_C\left(\frac{1}{p_M}, 0\right) \times FTI_0\left(\frac{1}{p_M}, 0\right) + \frac{2}{3\pi} \times FTI_C\left(\frac{3}{p_M}, 0\right) \times FTI_0\left(\frac{3}{p_M}, 0\right)$$

soit $A = 0,93$ et $B = 0,07$; on en déduit que le contraste de l'image de la mire rectangulaire perçue par l'ensemble {optique + capteur} est $C = 86\%$.

En fait, ces positions ne correspondent pas exactement aux valeurs maximale et minimale de l'éclairement de la mire image, et on trouve plus exactement $C = 89\%$.

