

10.1 Odhad degradácie obrazu

Uviedli sme, že pri rekonštrukcii vychádzame z predpokladu, že poznáme pôvodný obraz bez poškodenia. To vo väčšine prípadov nie je pravda. Často ale dokážeme modelovať spôsob, akým došlo k poškodeniu (degradácii), alebo poznáme charakter šumu, ktorým bol obraz znehodnotený. Ak dokážeme nájsť matematický model degradácie obrazu, potom na jeho rekonštrukciu môžeme použiť inverzný postup – spätne sa vrátiť k originálu.

Degradáciu môžeme odhadnúť viacerými spôsobmi. Napríklad [Lim90]

- **zo samotného degradovaného obrazu** – ak dokážeme v obraze identifikovať oblasť, kde je **úroveň jasu** aspoň približne **rovnomerná** (napríklad obloha), potom **z fluktuácií úrovne jasu v tejto oblasti** získame

výkonovú spektrálnu hustotu alebo

funkciu hustoty pravdepodobnosti náhodného šumu na pozadí

- ak dokážeme identifikovať **oblasť v degradovanom obraze, ktorého pôvodný obrazový signál poznáme**; napr. v prípade rozmazania obrazu môžeme odhadnúť funkciu zahmlenia $b(n_1, n_2)$, kde závislosť degradovaného obrazu od pôvodného je približne vyjadrená konvolúciou obrazovej funkcie a funkcie zahmlenia:

$$g(n_1, n_2) = f(n_1, n_2) * b(n_1, n_2) \quad (10.1)$$

- **na základe analýzy príčin vzniku degradácie**; (príklad: zahmlenie obrazu spôsobené pohybom pri expozícii snímky) [GoWi87]

Rozmazanie obrazu spôsobené pohybom pri expozícii snímky môžeme v analógovej spojitej oblasti opísať nasledovne

$$g(x, y) = \frac{1}{T} \int_{t=-T/2}^{T/2} f(x - x_0(t), y - y_0(t)) dt \quad (10.2)$$

kde $x_0(t)$ a $y_0(t)$ reprezentujú horizontálny a vertikálny posun obrazu $f(x, y)$ v čase t a T je doba trvania expozície. Vo frekvenčnej oblasti po aplikácii Fourierovej transformácie vyjadríme rovnicu (10.2) nasledovne

$$G(\Omega_x, \Omega_y) = \int_{x=-\infty}^{\infty} \int_{y=-\infty}^{\infty} g(x, y) e^{-j\Omega_x x} e^{-j\Omega_y y} dx dy$$

$$= \int_{x=-\infty}^{\infty} \int_{y=-\infty}^{\infty} \left[\frac{1}{T} \int_{t=-T/2}^{T/2} f(x-x_0(t), y-y_0(t)) dt \right] \cdot e^{-j\Omega_x x} e^{-j\Omega_y y} dx dy \quad (10.3)$$

kde $G(\Omega_x, \Omega_y)$ je Fourierova transformácia $g(x, y)$. Zjednodušením predchádzajúceho vzťahu dostaneme

$$G(\Omega_x, \Omega_y) = F(\Omega_x, \Omega_y) B(\Omega_x, \Omega_y) \quad (10.4a)$$

kde

$$B(\Omega_x, \Omega_y) = \frac{1}{T} \int_{t=-T/2}^{T/2} e^{-j\Omega_x x_0(t)} e^{-j\Omega_y y_0(t)} dt \quad (10.4b)$$

Zo vzťahu (10.4) je zrejmé, že zahmlenie obrazu spôsobené pohybom pri expozícii snímky môžeme popísať konvolúciou originálneho obrazu $f(x, y)$ s funkciou zahmlenia $b(x, y)$.

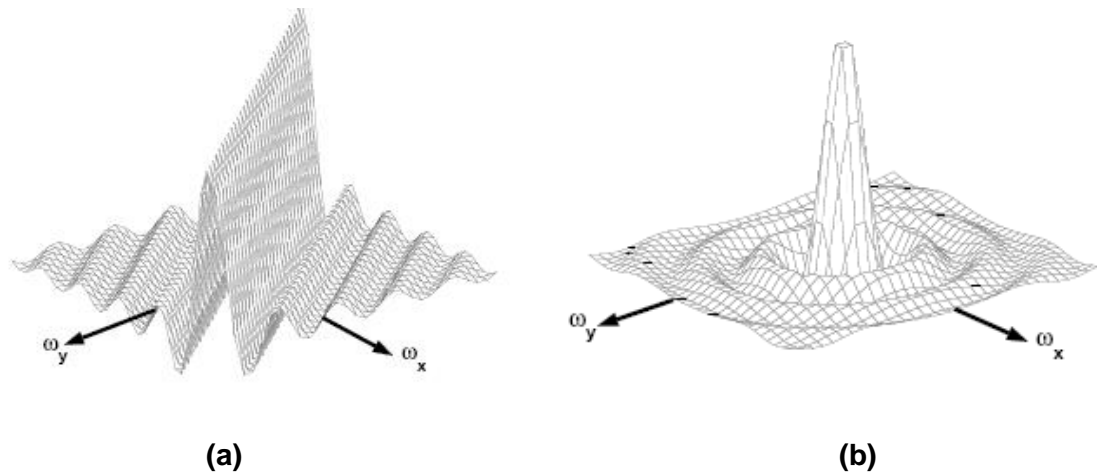
Funkcia zahmlenia vo frekvenčnej oblasti má typický dolnopriepustný charakter. V prípade expozície snímky bez pohybu je $x_0(t)=0$ a $y_0(t)=0$, $B(\Omega_x, \Omega_y)=1$ a $g(x, y)=f(x, y)$. V prípade lineárneho pohybu v smere osi x je $x_0(t)=kt$ a $y_0(t)=0$. Potom sa $B(\Omega_x, \Omega_y)$ redukuje na

$$B(\Omega_x, \Omega_y) = \frac{\sin \frac{\Omega_x}{2} kT}{\frac{\Omega_x}{2} kT} \quad (10.5)$$

Podobným spôsobom môžeme tiež modelovať diskretný obraz $g(n_1, n_2)$

$$g(n_1, n_2) = f(n_1, n_2) * b(n_1, n_2) \quad (10.6)$$

kde $B(\omega_1, \omega_2)$ je diskrétna Fourierova transformácia (DFT) zahmlenia $b(n_1, n_2)$ a je upravenou verziou zápisu (10.4b). Ďalšími degradáciami, ktoré dokážeme určiť z popisu ich vzniku, sú napríklad rôzne zrnienia v obraze alebo zahmlenie spôsobené limitovanou difrakciou optiky.



Obr. 10.3: Fourierova transformácia funkcie rozmazania obrazu (a) lineárny pohyb, (b) rozostrený obraz –nesprávne zaostrené šošovky [GoWi87]