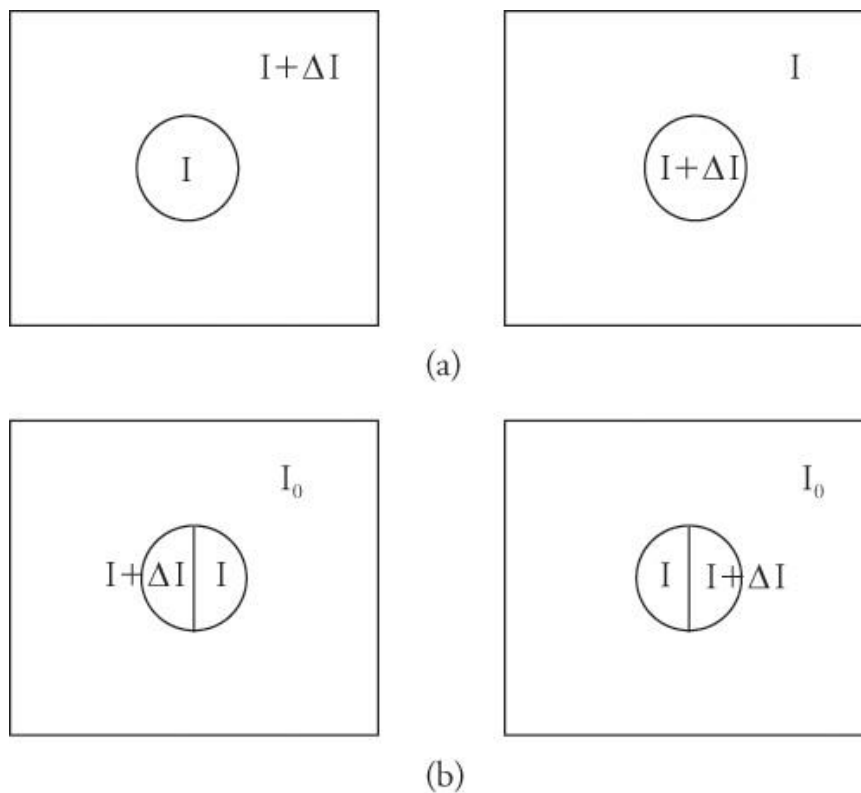


## 1.2. Citlivosť a adaptácia

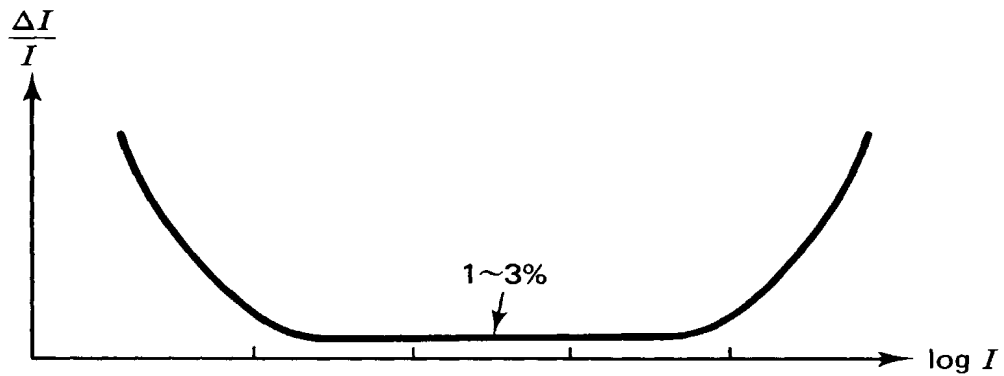
Ľudské oko je schopné vnímať a rozlišovať enormné množstvo a rozsah úrovní jasů. Ale ako sme uviedli, vnímanie zmien jasů nie je lineárne. Nevyhodnocujeme absolútne hodnoty jasů, ale skôr dokážeme zaznamenať rozdiel voči nominálnej hodnote (t. j. pomer 2 hodnôt jasů). Viditeľnosť tieňov na osvetlenom pozadí nie je daná absolútnou hodnotou jasů, ale rozdielom medzi dvomi intenzitami. Toto ilustruje nasledujúci pokus a jeho výsledky – tzv. Weberov zákon [GoW92].

Na **obr. 1.6** sú znázornené dve pomôcky použité na skúmanie efektu adaptácie oka na zmeny jasů. Obidva pokusy (a) aj (b) sú založené na ukázaní jednej z dvoch pomôcok osobe, ktorá má rozhodnúť, ktorá z dvoch intenzít sa zdá jasnejšia. Pomôcka k pokusu sa zvolí náhodne z dvoch dostupných možností. Výsledok experimentu môže slúžiť na získanie závislosti minimálneho badateľného prírastku intenzity jasů  $\Delta I$  od hodnôt intenzít  $I$  (**Obr. 1.7(a)**) alebo na získanie závislosti minimálneho badateľného prírastku intenzity jasů  $\Delta I$  vzhľadom na intenzitu  $I$  na pozadí s intenzitou  $I_0$ .

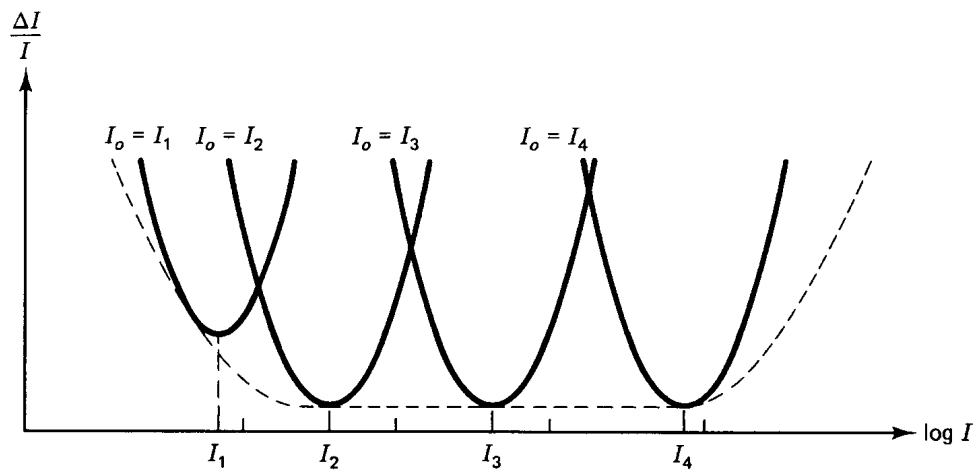
Pozorovateľ má určiť, k akej zmene došlo. Pri každom pokuse je náhodne vybratá jedna z 2 pomôcok.



**Obr. 1.6** Pomôcky na vyhodnotenie citlivosti ĽVS na rozdiel v intenzite svetla (a) voči pozadiu: dva komplementárne obrazy;  $I$  je konštantné a  $\Delta I$  sa postupne mení; (b) dvoch oblastí ( $I$  a  $\Delta I$ ) voči konštantnému pozadiu  $I_0$ , [GoW92].



(a)



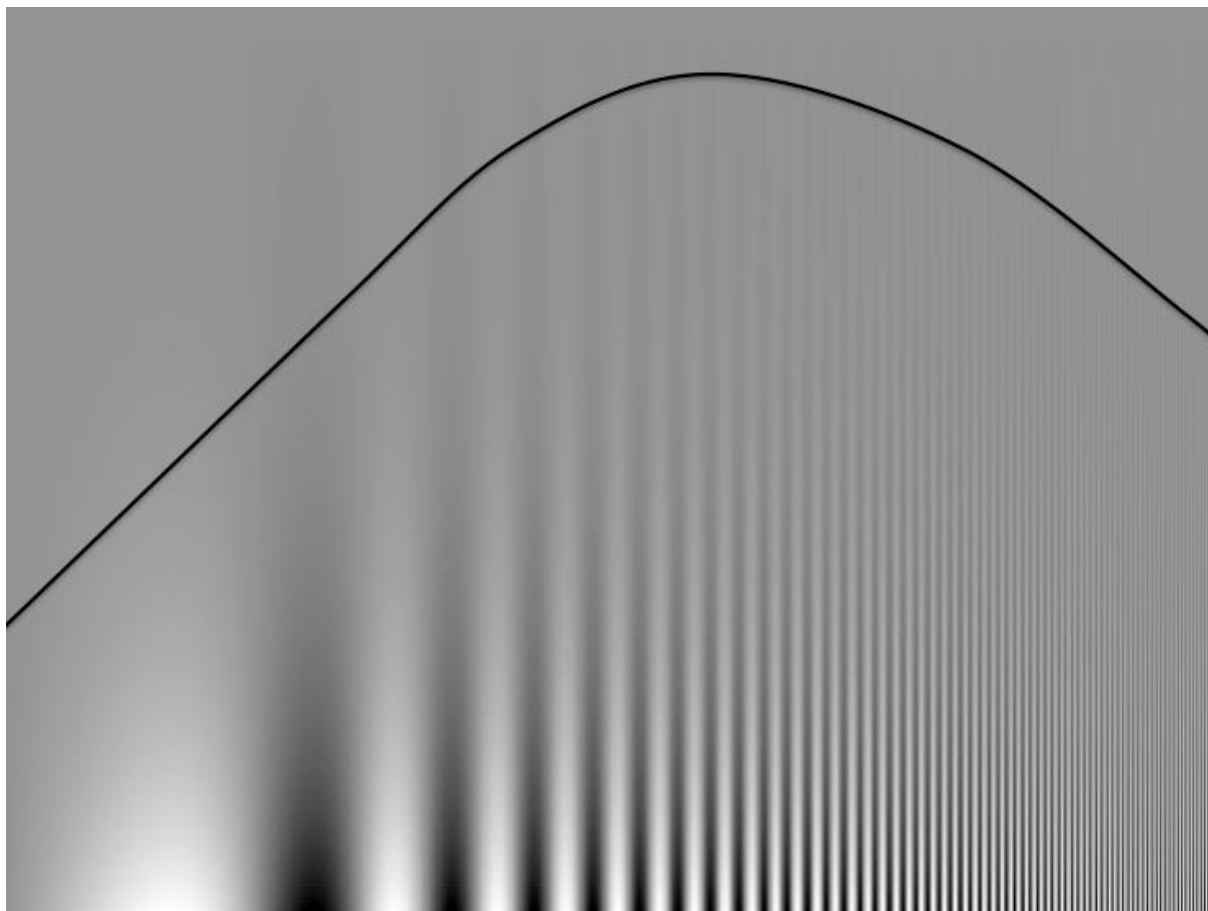
(b)

**Obr.1.7 (a)** Graf závislosti  $(\Delta I/I)$ . Prírastok  $\Delta I$  reprezentuje minimálnu badateľnú zmenu v intenzite jasu. Tento vzťah je známy ako **Weberov zákon**. Citlivosť na zmenu jasu je veľmi vysoká v širokom rozsahu hodnôt (približne:  $\text{LOG } I$  ( $10^{-2}$  -  $10^4$ )). Pre nižšie a vyššie hodnoty  $\log(I)$  pozorovateľova citlivosť na intenzitu klesá, [GoW92].

**(b)** Graf závislosti  $(\Delta I/I)$  od hodnôt intenzít  $I$  a  $I_0$ . Ak sa intenzity  $I$  a  $I_0$  rovnajú, pomer  $(\Delta I/I)$  je rovnaký ako na predchádzajúcom obrázku (bodkovaná čiara). Ak sa intenzity  $I$  a  $I_0$  nerovnajú, pomer  $(\Delta I/I)$  rastie oproti prípadu rovnosti  $I=I_0$ . To znamená, že pozorovateľova citlivosť na intenzitu klesá.

## Citlivosť LVS na kontrast

je schopnosť rozlíšiť rôzne hodnoty jasů, t. j. rozoznať objekty, ktoré nie sú príliš kontrastné - neodlišujú sa veľmi navzájom, resp. od svojho pozadia. **Obr.1.8** ilustruje vnímanie človeka. Krivka na obrázku vyjadruje citlivosť, s akou sme schopní rozlišovať susedné odlišné hodnoty jasů pri meniacej sa priestorovej frekvencii (hrúbka a hustota čiernych a bielych čiar).



**Obr.1.8** Citlivosť LVS na kontrast. Os x: priestorová frekvencia, os y: kontrast, [GoW92]

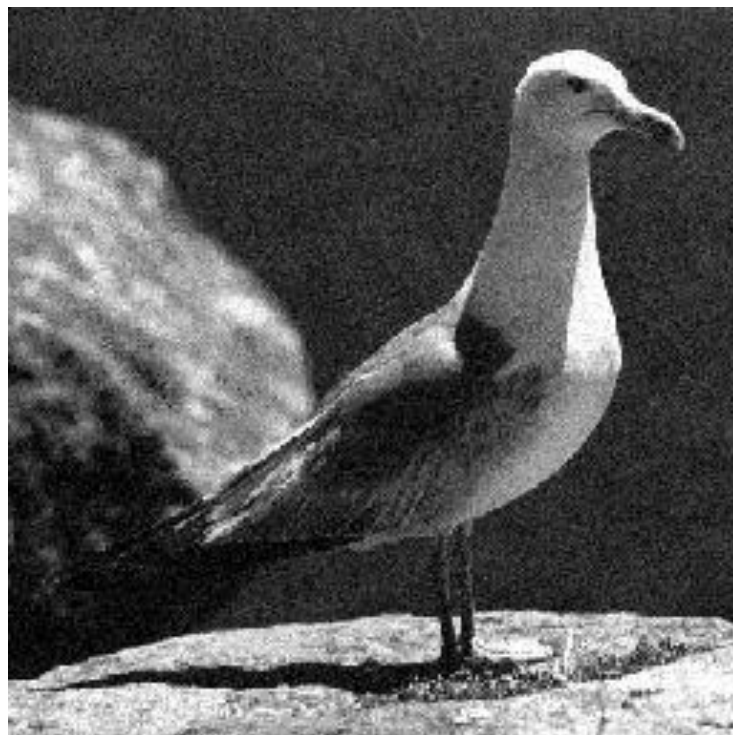
## Citlivosť na biely šum s rovnomerným rozdelením hustoty pravdepodobnosti

Ak máme obraz degradovaný bielym šumom s rovnomerným rozdelením hustoty pravdepodobnosti (**Obr.1.9**), rovnaká úroveň šumu je viditeľnejšia v tmavšej oblasti obrazu, menej viditeľná je vo svetlejšej oblasti. Rovnaká

úroveň šumu je viditeľnejšia na pozadí s rovnomernou intenzitou a menej viditeľná v oblastiach obsahujúcich hrany [Lim90].

Ak pridáme náhodný šum rovnakej úrovne do obrázka, je oveľa zreteľnejší na homogénnom pozadí ako v oblastiach s veľkými zmenami kontrastu. Podľa typu obrázka je šum menej viditeľný v oblastiach s hranami a drobnými detailmi, než v homogénnych oblastiach. Dokonca aj šum v tmavých oblastiach, ktoré obsahujú hrany, je menej viditeľný ako šum vo svetlých oblastiach s rovnomerným rozložením intenzity.

Túto skutočnosť vystihuje lokálna charakteristika odstupu signálu od šumu (SNR). Ak uvažujeme lokálny SNR ako pomer rozptylu signálu k rozptylu šumu v danej oblasti pri rovnakej úrovni šumu, je pomer SNR menší v oblastiach s rovnomerným rozložením jasů (čomu zodpovedá malý rozptyl) ako v regiónoch s vysokým kontrastom. Iný, no súvisiaci pohľad na vec, poskytuje priestorové maskovanie. Vo vysoko kontrastných oblastiach je úroveň signálu vysoká, čo vedie k lepšiemu zamaskovaniu šumu.



**Obr.1.9** Obráz degradovaný bielym šumom s rovnomerným rozdelením hustoty pravdepodobnosti