

## 3. 1 Digitálny obraz – vlastnosti

Súradnice  $(x, y)$  jednotlivých vzoriek digitálneho obrazu sú **celé čísla** a zároveň **amplitúda** v jednotlivých bodoch nadobúda **celočíselné hodnoty**.

**Obrazový prvok**, **obrazový bod** alebo **pixel** („picture element“) je prvok poľa, vzorka obrazu.

Ak pracujeme s 3D obrazom alebo s videom (dynamický obraz), jednotlivé hodnoty označujeme ako **voxel** ("volume element").

Pred procesom digitalizácie najskôr musíme zvoliť hodnoty

**N** a **M** – rozmery poľa a

**L** – počet diskretných hodnôt intenzity jasu, ktoré môže obrazová funkcia nadobúdať

V číslicovom spracovaní obrazu sú zaužívané hodnoty, ktoré sú mocninou dvoch

$$N = 2^n, \quad M = 2^k, \quad L = 2^m$$

**Dynamický rozsah vizuálneho systému** - v skutočnosti pomer maximálnej merateľnej intenzity (saturácia) k minimálnej detekovateľnej intenzite. Vrchná hranica –saturácia, spodná hranica – citlivosť senzora.

**Kontrast obrazu** - rozdiel v intenzitách medzi najvyššou a najnižšou úrovňou intenzity.

Počet bitov **b** potrebných na reprezentáciu obrazu:

$$b = N \times M \times m$$

Typické hodnoty

$N$  : 256, 512, 525, 625, 1024, 1035

$M$  : 256, 512, 768, 1024, 1320

Úrovne jasu  $L$  : 2, 64, 256, 1024, 4096( $2^{12}$ ), 16384 ( $2^{14}$ )

**Tab. 3.1** Veľkosti obrazu v bitoch pre rôzne rozmery obrazov

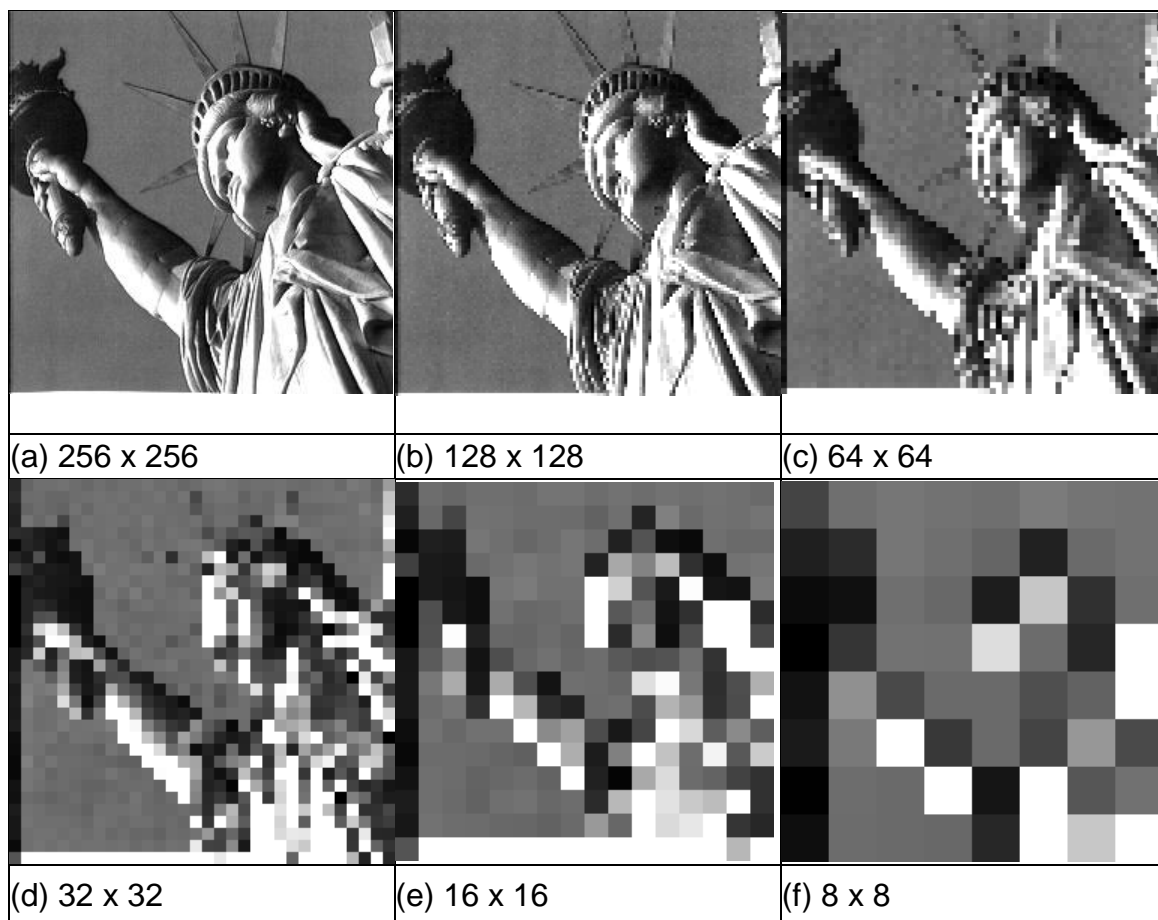
$N/k$	1 ( $L = 2$ )	2 ( $L = 4$ )	3 ( $L = 8$ )	4 ( $L = 16$ )	5 ( $L = 32$ )	6 ( $L = 64$ )	7 ( $L = 128$ )	8 ( $L = 256$ )
32	1,024	2,048	3,072	4,096	5,120	6,144	7,168	8,192
64	4,096	8,192	12,288	16,384	20,480	24,576	28,672	32,768
128	16,384	32,768	49,152	65,536	81,920	98,304	114,688	131,072
256	65,536	131,072	196,608	262,144	327,680	393,216	458,752	524,288
512	262,144	524,288	786,432	1,048,576	1,310,720	1,572,864	1,835,008	2,097,152
1024	1,048,576	2,097,152	3,145,728	4,194,304	5,242,880	6,291,456	7,340,032	8,388,608
2048	4,194,304	8,388,608	12,582,912	16,777,216	20,971,520	25,165,824	29,369,128	33,554,432
4096	16,777,216	33,554,432	50,331,648	67,108,864	83,886,080	100,663,296	117,440,512	134,217,728
8192	67,108,864	134,217,728	201,326,592	268,435,456	335,544,320	402,653,184	469,762,048	536,870,912

**Otázka:** Koľko vzoriek a koľko úrovní jasu treba na „dobrú aproximáciu“ obrazu?

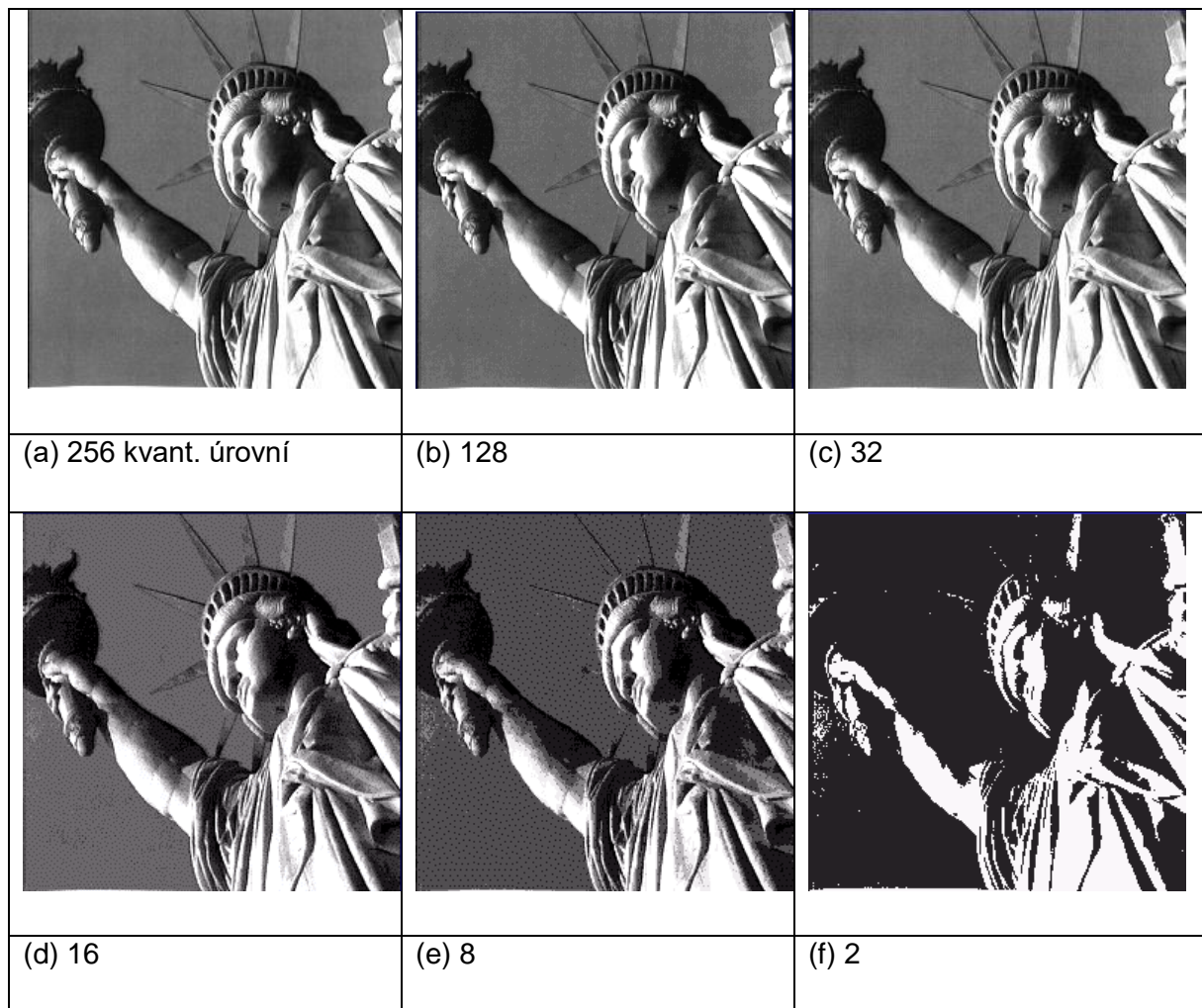
**Kvalita obrazu** je veľmi subjektívna a závisí od požiadaviek konkrétnej aplikácie (medicínske, satelitné snímky, TV a internet cez mobilné siete...).

**Rozlíšenie** (počet vzoriek) nepriamo vyjadruje mieru zachovania detailov na obraze.

S veľkosťou obrazu sa priamo úmerne zvyšuje výpočtová náročnosť a nároky na prenos a ukladanie dát.



**Obr. 3.10** Vplyv zmeny vzorkovania obrazu na jeho kvalitu



**Obr. 3.11** Vplyv zmeny kvantovania úrovní jasu obrazu na jeho kvalitu

**Zmena vzorkovania** – zmena priestorového rozlíšenia na obraze (**Obr. 3.10**).

**Zmena kvantovania** – zmena počtu bitov, ktoré použijeme na reprezentáciu úrovní jasu v bodoch obrazu pri zachovaní priestorového rozlíšenia (môže byť lineárne alebo nelineárne) (**Obr. 3.11**). V praxi má vzorkovanie obmedzenú presnosť vyplývajúcu napríklad z kvality optických komponentov vizuálneho systému.

Pri zmene (znižovaní) počtu kvantizačných úrovní ochádza k degradácii obrazu, ktorú nazývame **kvantizačný šum**:

S klesajúcim počtom rôznych úrovní jasu sa na obraze objavujú (zvlášť vo veľkých homogénnych oblastiach) pruhy s odlišným jasom.

Na tzv. **falošné kontúry**, ktoré vznikajú skokovou zmenou jasu, je ľudské oko veľmi citlivé. Kvantizačný šum je pomerne výrazný od 16 kvantizačných úrovní nižšie.

**Ojektívne:** s rastúcimi hodnotami  **$N$**  a  **$m$**  sa bude zvyšovať kvalita obrazu.

Z hľadiska subjektívneho hodnotenia — mierny pokles počtu kvantizačných úrovní môže priniesť subjektívne zlepšenie kvality obrazu. Dôvodom je pokles parametra  $m$ , čo spôsobí vo všeobecnosti zvýšenie kontrastu na obraze.



**Obr. 3.12** Ilustrácia kvantizačného šumu pre rôzny počet kvantizačných úrovní – zreteľné „mapy“ s odlišnou hodnotou jasu sú viditeľné hlavne na veľkých homogénnych plochách (napr. na ramene Leny).

Obrazy (Obr. 3.10 a 3.11) znázorňujú **nezávisle** vplyv zmeny vzorkovania a kvantizácie. Ale tieto dva procesy **navzájom veľmi úzko súvisia.**

Aj **množstvo detailov na obraze** má vplyv na subjektívne vnímanie pri meniacom sa rozlíšení.

Na obraze s malým množstvom detailov potrebujeme na dosiahnutie porovnateľnej kvality viac kvantizačných úrovní ako na obraze s veľkým množstvom detailov.

**Na reprezentáciu obrazu s veľkým množstvom detailov nám stačí malý počet kvantizačných úrovní!**



**Obr. 3.13** Ilustrácia obrazu (a) s malým množstvom detailov, (b) so stredným množstvom detailov, (c) s pomerne veľkým množstvom detailov

Sekvencia krokov od tvorby obrazu až po získanie obrazu sa nazýva **videnie na nízkej úrovni**. Zahŕňa extrakciu základných vlastností obrazu, napr. nespojitosti v intenzite obrazu.

Robotické a mechatronické aplikácie vyžadujú zložitejšie, „inteligentné videnie“ - **videnie na vysokej úrovni**, napríklad klasifikácia predmetov v prostredí.