

České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta elektrotechnická

# Sbírka řešených zkouškových otázek

Zpracování digitální fotografie

Praha, 2025

[https://github.com/knedl1k/A7B33DIF\\_exam](https://github.com/knedl1k/A7B33DIF_exam)



# Obsah

	Strana
1 Jaké jsou rozdíly mezi analýzou obrazu (počítačovým viděním) na jedné straně a počítačovou grafikou na druhé straně?	1
2 Interpretace obrazu - pomocí teorie formálních jazyků	1
3 Interpretace obrazu - matematické vyjádření	1
4 Lokální a globální zpracování.	1
5 Spojitá obrazová funkce	2
6 Co je to kvantování obrazu? Jak a v jakém zařízení se kvantování realizuje? Kolik kvantizačních úrovní zhruba rozliší u monochromatického obrazu člověk? Co je v obraze patrné, když je kvantizačních úrovní méně, než by mělo být?	2
7 Digitalizace dvojrozměrného obrazu	2
8 Vysvětlete v souvislosti s digitálními obrazy význam pojmů	3
9 Shannonova (též informační) entropie	3
10 I když nic nevíme o interpretaci obrazových dat, můžeme měřit informační obsah obrazu Shannonovou entropií. Uvažujte šedotónový obraz. Ukažte, jak spočítat entropii jasových úrovní obrazy se $2b$ stupni šedi obrazu o rozměru $N \times N$ histogramu $h(i)$ , $i = 0, \dots, 2b - 1$ . Pro jaký histogram bude entropie největší?	3
11 Pořizování 3D obrazu modelem dírkové kamery	4
12 K čemu slouží optická soustava (především objektiv) u fotoaparátu. Popište roli objektivu neformálně z fyzikálního hlediska.	4
13 Geometrická optika	4
14 Srovnejte na konceptuální úrovni z pohledu fotografování vlastnosti dírkové komory a objektivu složeného z čoček.	4
15 Hloubka zaostření	5
16 Vysvětlete, co je přirozená vinětace. Projevuje se přirozená vinětace více u normálních objektivů nebo u širokoúhlých objektivů?	5
17 Radiální zkreslení objektivu	5
18 Charakterizujte, co je barva. Souhrou jakých tří jevů vzniká u člověka barevný vjem.	5
19 Proč vidíme některé objekty barevně	5

20	Když charakterizujeme barvu z fyzikálního hlediska, představujeme si viditelnou část barevného spektra vlnových délek elektromagnetického záření získaného např. rozkladem bílého světla pomocí hranolu (pokus I. Newtona). Napište rozsah vlnových délek (od do) v nanometrech [nm], které lidské oko vidí. Uveďte čtyři barvy viditelného spektra uspořádané vzestupně podle jejich vlnových délek. (Nápověda: vzpomeňte si na barvy v duze).	6
21	Senzory pro barevné vidění v lidském oku	7
22	Vysvětlete, co je barevný metamerismus. Jaký je jeho význam pro vnímání barev člověkem?	7
23	Barevný prostor	7
24	Jak a proč vznikl barevný prostor CIE XYZ? Vysvětlete, co je barevný trojúhelník a nakreslete ho. Jaký je význam souřadných os barevného trojúhelníka $x, y$ ? Co jsou spektrální barvy a kde jsou umístěny v barevném trojúhelníku? Nezapomeňte zmínit souvislost s metamerismem.	8
25	Barevný rozsah zařízení	8
26	Vysvětlete, co je správa barev v digitální fotografii. Jaký je její praktický význam? Jaké jsou typické kroky k realizaci správy barev?	8
27	Barevná kalibrace počítačového monitoru	8
28	Vysvětlete pojem paletový barevný obrázek. K čemu a proč se barevné paletové obrázky používají?	8
29	Příklad - vztah pro vyhlazování histogramu	9
30	Jakými metodami předzpracování obrazu zvýšíte kontrast šedotónového obrazu pro pozorovatele, máte-li k dispozici právě tento jediný obraz. Uveďte alespoň dvě kvalitativně odlišné metody. Vysvětlete stručně princip těchto metod.	9
31	Definice přímé a inverzní jednorozměrné Fourierovy transformace	9
32	Jaká je asymptotická výpočetní složitost jednorozměrné Fourierovy transformace. Použijte značení „velké $O$ “ v závislosti na délce $n$ vstupního diskrétního signálu (posloupnosti).	9
33	Dvojměrná Fourierova transformace	9
34	Vyjádřete větu o konvoluci, tj. jak je konvoluce vyjádřena ve Fourierově transformaci. Pro jednoduchost uvažujte jednorozměrný případ. K čemu se věta o konvoluci využívá?	10
35	Výpočetní složitost diskrétní Fourierovy transformace	10
36	K urychlení diskrétní Fourierovy transformace byl před více než padesáti lety navržen algoritmus rychlé Fourierovy transformace (FFT). Jaký je jeho princip? Jsou nějaká omezení na velikost vstupního 2D obrazu?	10
37	Shannonova věta o vzorkování	10

38	Proč se lineární ortogonální integrální transformace s výhodou používají pro reprezentaci signálu a obrazů (např. Fourierova, kosínová, metoda hlavních směrů)? Uveďte dva příklady týkající se digitální fotografie.	11
39	Předzpracování obrazu	11
40	Charakterizujte dvojrozměrnou konvoluci. K čemu se dvojrozměrná konvoluce používá v digitálním zpracování obrazu?	11
41	Metody předzpracování obrazu	11
42	Vysvětlete princip jasových korekcí (obvykle se používají k odstranění systematických vad při snímání obrazu), když se uvažuje multiplikativní model poruchy. Vyjádřete matematicky.	12
43	Homogenní souřadnice pro vyjádření afinních geometrických transformací	12
44	Vysvětlete myšlenku ekvalizace histogramu. K čemu se ekvalizace histogramu používá ve zpracování obrazu?	12
45	Proč ekvalizovaný histogram diskrétního obrazu není plochý	12
46	Obecně formulovaná transformace jasové stupnice $T$ nahradí vstupní jas $p$ novým jasnem $q = T(p)$ . Předpokládejme obvyklý 8 bitový šedotónový obraz. Bude počet jasových úrovní ve výstupním obraze vždy stejný, jako ve vstupním obraze? Vysvětlete a uveďte příklady.	12
47	Použití ekvalizace histogramu na šedotónový obrázek	12
48	Geometrická transformace a vlíčovací body	13
49	Aproximace hodnoty obrazové funkce při geometrických transformacích diskrétních obrazů	13
50	Vysvětlete princip interpolace jasu po geometrické transformaci metodou nejbližšího souseda a lineární interpolací.	14
51	Filtrace náhodného aditivního šumu v obraze	14
52	Lze filtrovat šum v obraze obyčejným průměrováním z např. 21 vzorků, aniž by byl obraz po filtraci rozmazaný? Pokud ano, jak?	14
53	Příklad filtrační maska	14
54	Uvažujte filtraci šumu v obraze realizovanou konvolucí s maskou rozměru $11 \times 11$ , která aproximuje gaussovský filtr. Jedná se o lineární operaci?	15
55	Metody předzpracování obrazu pro zvýšení kontrastu	15
56	Co je a jak se matematicky popisuje hrana v obrazové funkci $f(x, y)$ ?	15
57	Hranový element	15
58	Pro hledání hran v obrazové funkci $f(x, y)$ se někdy používá Laplaceův operátor $\nabla^2 f(x, y)$ . Napište vzorec, kterým je definován pro spojitou obrazovou funkci $f(x, y)$ .	16

59	Určování polohy hrany jako průchod druhé derivace obrazové funkce	16
60	Díky jakým vlastnostem použitých operací lze trik použít u Marrova přístupu k detekci hran?	16
61	Princip ostřední obrazu	16
62	Kompres dat (včetně obrazů) se může opírat o snížení redundance dat a případně o snížení irelevance dat. Vysvětlete oba pojmy. Uvedte po jednom příkladu na snížení redundance a na snížení irelevance v kompresi obrazů. Vysvětlete stručně podstatu příslušných kompresních metod.	17
63	Ztrátová a bezetrátová komprese	17
64	Pro stanovení redundance při kompresi obrazových dat se používá Shannona (též informační) entropie. Uvažujte monochromatický obraz s histogramem $h(i)$ , $i = 1, \dots, 255$ . Vypočtete odhad entropie. Jak spočtete redundanci, když je každý pixel obrazu reprezentován $n$ bity?	17
65	Huffmanovo kódování	17
66	Při kompresi dat se pro odstranění redundance v kódování používá Huffmanovo kódování, které je za určitých podmínek optimální. Za jakých podmínek? Metodu kódování lze ještě vylepšit, když se místo Huffmanova kódování použije aritmetické kódování. Jak se musí podmínky změnit? Čím se aritmetické kódování liší od Huffmanova kódování?	18
67	Kompres JPEG a blokový efekt	18
68	Jaký je rozdíl mezi ztrátovými a bezetrátovými metodami komprese obrazu? Uvedte princip ztrátových i bezetrátových metod. Uvedte jeden příklad bezetrátové a ztrátové komprese.	18
69	Kompresní metody specializované na obrazy	18
70	Definujte kompresní poměr dvěma způsoby, a to na základě redundance a na základě úspory paměti.	19
71	Princip ztrátové komprese obrázku pomocí lineárních integrálních transformací	19
72	Kompres JPEG se využívá kosinovou transformaci. Nechť má obraz $n$ řádků a $n$ sloupců. Jaká je časová výpočetní složitost kosinové transformace z definice a v rychlé algoritmické úpravě pro tento obraz (její princip se shoduje s FFT)?	19
73	Úloha segmentace obrazu	19
74	Co je to fotografie? Jaká znáte zařízení k pořízení fotografií?	19
75	Objev fotografie	20
76	Co je to Camera Obscura? Na jakých principech je založena? Jaké je její stáří dle nejstarších popisů?	20
77	První dochovaná fotografie	20

78	Jaké techniky byly užívány v období prvních 50 let existence fotografie?	20
79	Vznik fotoaparátu na kinofilm	20
80	Kdy se objevují první barevné fotografie? Popište roky a okolnosti vynálezů technik Autochrom, Kodachrome, barevný proces negativ-pozitiv, instantní fotografie.	20
81	První dvouoká a jednooká zrcadlovka	21
82	Stereofotografie, holografie. Kdo a kdy je objevil? Kdy a kdo prvně užil tyto technologie: měření světla za objektivem, automatické zaostřování, PhotoCD?	21
83	Vznik prvních digitálních fotoaparátů	21
84	Jmenujte čtyři významné světové autory 19. století a jejich dílo.	21
85	Čtyři významní světoví autoři 20.-21. století	21
86	Jmenujte čtyři významné české autory 19.-20. století a jejich dílo.	21
87	Čtyři významní čeští autoři 20.-21. století	22
88	Co je to „Autorský zákon“? Co upravuje § 1?	22
89	Právo autorské: dílo, autor, spoluautoři, vznik práva	22
90	Osobnostní práva § 11. Majetková práva § 12, § 26, § 27.	22
91	Volné užití díla, bezúplatné zákonné license	22
92	Ochrana práva autorského, Díl 5.	23
93	Licenční smlouva, výhradní license, třetí osoba, odměna, omezení licence, odstoupení od smlouvy, školní dílo	23
94	Jmenujte čtyři fotografické styly a jejich představitele z 19. století.	23
95	Fotografické styly 20. století	23
96	Kdo je Ryszard Horowitz? Popište zrod Adobe Photoshop 1.0.	24
97	Složení/kvalita světla	24
98	Vysvětlete pojem množství světla a možnosti jeho regulace ve fotografii.	24
99	Přístroje a metody měření světla	24
100	Vysvětlete následující pojmy: Osvětlení x Osvětlování. Světelná: Realita x Konstrukce x Kombinace. Světlo: Přímé x Nepřímé x Rozptýlené.	25
101	Vnímání a užití světla	25
102	Co je to kompozice? Kompozice v hudbě a tanci. Kompozice ve výtvarném umění. Kompozice v psaném slově.	25
103	Kompozice	25

104	Jaké jsou názvy základních kompozičních schémat?	25
105	Symetrie, asymetrie	25
106	Vysvětlete následující kompoziční schémata: dekompozice, konvence psaní a čtení, pohybující se objekt.	26
107	Egyptský trojúhelník, zlatý řez	26
108	Nakreslete a popište význam následujících situací z hlediska lidského vnímání: 1 bod na úsečce, 1 bod na ploše, 2 body na ploše, linie a bod na ploše, křivka a bod na ploše.	26
109	Skladba fotografie	26
110	Vyjmenujte základní principy skladby ve fotografii.	26
111	Skladebný princip role	26
112	Vysvětlete skladebný princip kontrastu a princip symetrie.	27
113	Skladebný princip rytmu a princip těžiště	27
114	Vysvětlete skladebný princip prostoru a možnosti jeho vytváření v klasické tradiční fotografii („obrana vůči zploštění z 3D do 2D“).	27
115	Skladebný princip rámu obrazu	27
116	Vysvětlete pojem „stavba fotografie“.	27
117	Ovlivnění fotografického procesu	27
118	Vysvětlete následující pojmy: informativní fotografie, emotivní fotografie.	28
119	Fotografie jako sdělovací systém	28
120	Vysvětlete pojmy: objektivita fotografie, subjektivita fotografie.	28
121		28
122	Objasněte pojem teorie sdělování (autor → sdělení/dílo → divák) z finančního pohledu: Autora sdělení → Distributora/uživatele sdělení → Příjemce sdělení.	28
123	Objasněte tři stupně ne/vědomého hodnocení fotografií: 1. Technická úroveň. 2. Obsahová úroveň. 3. Formální úroveň.	28
124	Objasněte pojmy: Fotografie = Sdělení/Zpráva (Kdo? Co? Kdy? Kde? Proč? Jak?)	28
125	Objasněte třídění fotografie dle námětu / dle obsahu. Jmenujte tradiční malířské / fotografické žánry.	28
126	Objasněte základní třídění fotografií a vzájemné kombinace.	29
127	Objasněte psychologické aspekty příjmu a užití fotografického sdělení: Vnímání. Pozornost.	29

128	Objasněte psychologické aspekty příjmu a užití fotografického sdělení: Emoce a city. Motivace. Zájmy.	29
129	Objasněte psychologické aspekty příjmu a užití fotografického sdělení: Paměť. Myšlení. Učení.	29
130	Vysvětlete pojem „Teorie absolutní fotografie“.	29
131	Jmenujte příklady uplatnění fotografie ve vědě a technice. Uvedte a zdůrazněte limity.	29
132	Vysvětlete: Možnosti užití a zneužití fotografie. Manipulace s virtuálním obrazem v počítači. Pokles společenské prestiže fotografie jako „objektivního sdělovacího systému“. Negativní vliv reklamy na fotografii.	29
133	Nastíňte budoucí vývoj fotografie	29



# 1 Jaké jsou rozdíly mezi analýzou obrazu (počítačovým viděním) na jedné straně a počítačovou grafikou na druhé straně?

Uveďte dva příklady, které rozdíly demonstrují.

Počítačová grafika vytváří obrazy z digitálních modelů, jako když navrhujete postavu do videohry. Počítačové vidění naopak analyzuje existující obrazy, aby z nich získalo informace, například když chytrý telefon rozpozná obličej na fotce. Jsou to tedy opačné procesy - grafika jde od popisu k obrazu, vidění od obrazu k popisu.

## 2 Interpretace obrazu - pomocí teorie formálních jazyků

Interpretace (porozumění) obrazu lze matematicky vyjádřit s využitím přístupu teorie formálních jazyků jako zobrazení: pozorovaná obrazová data  $\rightarrow$  model teorie. Modelem teorie je konkrétní svět, v němž „teorie“ platí. Jedné „teorii“ může odpovídat více různých světů. Interpretaci lze chápat také jako zobrazení: syntax  $\rightarrow$  sémantika. Při interpretaci je využívána sémantika, tj. znalost o konkrétním světě. V analýze obrazů počítačem obvykle chápeme, že obrazy představují určité objekty. Uveďte dva praktické příklady úloh zpracování obrazu, v nichž je interpretace využívána. Jak je interpretace v těchto úlohách konkrétně využita?

Rozpoznávání textu (OCR): Počítač vidí obrázky, na kterém jsou pixely tvořící písmena (syntax). Díky znalosti abecedy a slov (sémantika) je interpretuje jako konkrétní slova, třeba z naskenované stránky.

Detekce dopravních značek: Kamera auta vnímá barvy a tvary na silnici (syntax). Pomocí uložených informací o dopravních značkách a jejich významu (sémantika) interpretuje tyto tvary jako například „zákaz vjezdu“, což autu umožní správně reagovat.

## 3 Interpretace obrazu - matematické vyjádření

Zpracování signálu a nižší úroveň digitálního zpracování obrazu typicky neinterpretuje zpracovávaná data. Vysvětlete (nejlépe v matematickém vyjádření), co to je interpretace.

Co interpretace při zpracování obrazů na jednu stranu přináší a čím použití metod omezuje?

## 4 Lokální a globální zpracování.

- Diskutujte stručně rozdíl mezi lokálním a globálním přístupem v analýze obrazu. Uveďte výhody a nevýhody obojího.
  - globální analýza obrazu:  
Dívám se na obraz jako na celek, vidím vše najednou, a jako celek ho analyzuji. Při tomhle pohledu vidím ho jako celek, jako lidi tak analyzujeme co je na obraze zobrazeno, nedíváme se ale na detaily.
  - lokální analýza obrazu:  
Obraz analyzuji v různých lokálních oknech, tímto způsobem analyzuji obraz stroje. Při lokální analýze může být dost těžké zjistit, co je na obraze jako celek vyzobrazeno, zase ale vidíme detaily co by nám jinak unikly.
- Uveďte se stručným komentářem dva příklady lokálních operací<sup>1</sup>:  
Bodová retuš, tj. např. mazání pih, lokální zesvětlení/ztmavení, cenzura nějakých elementů (rozostření obličeje, rozpixelování textu).

- Uvedte se stručným komentářem dva příklady globálních operací<sup>1</sup>:  
White-balance (curves, úprava barev), otáčení obrazu, ořezávání (změna formátu obrazu).

## 5 Spojitá obrazová funkce

Vysvětlete pojem spojitá obrazová funkce  $f(x, y)$  nebo  $f(x, y, t)$ . Vysvětlete, co jsou parametry  $x, y, t$ . Uvedte několik příkladů reálných obrazových funkcí sejmutých s pomocí různých fyzikálních principů. Hodnota funkce  $f$  tedy bude odpovídat různým fyzikálním veličinám.

Spojitá obrazová funkce, popisovaná jako  $f(x, y)$  pro statické obrazy nebo  $f(x, y, t)$  pro dynamické scény, je matematický model reálného světa. Parametry  $x$  a  $y$  představují spojitě prostorové souřadnice v rovině obrazu, zatímco  $t$  reprezentuje čas. Hodnota samotné funkce  $f$  pak odpovídá intenzitě určité fyzikální veličiny, která je v daném bodě měřena. Například u klasické fotografie je to **jas**, u termovize **teplota**, u rentgenového snímku **míra pohlcení záření** tkání, nebo u dat ze sonaru **vzdálenost** od senzoru.

## 6 Co je to kvantování obrazu? Jak a v jakém zařízení se kvantování realizuje? Kolik kvantizačních úrovní zhruba rozliší u monochromatického obrazu člověk? Co je v obraze patrné, když je kvantizačních úrovní méně, než by mělo být?

- Co je to kvantování obrazu? Jak a v jakém zařízení se kvantování realizuje?  
Jde o diskretizaci barev, digitální kamara, např., diskretizuje spojitě spektrum barev, které vnímáme, aby je mohla uložit do bitů v paměti. Dělá to tím způsobem že barvě ze spektra přiřadí nejbližší barvu z palety.
- Kolik kvantizačních úrovní zhruba rozliší u monochromatického obrazu člověk?  
Člověk rozliší okolo 16 úrovní šedi.
- Co je v obraze patrné, když je kvantizačních úrovní méně, než by mělo být?  
Když je úrovní málo, tak je výsledný obraz plný jednobarevných ploch, vypadá podobně jako vrstevnice na mapě.

## 7 Digitalizace dvojrozměrného obrazu

Uvažujte digitalizaci dvojrozměrného obrazu. Zde se stejně jako při digitalizaci jednorozměrného signálu stanovuje vzdálenost ekvidistantních vzorků podle Shannonovy věty o vzorkování. Pro dvojrozměrné obrazy je potřebné navíc ke stanovení vzdálenosti mezi vzorky (což se řeší podobně jako u jednorozměrného signálu) vyřešit další záležitost. Jakou? Jak se záležitost typicky řeší a jaké výhody či nevýhody tato řešení mají? Poznamenávám, že se neptám na kvantování.

Při digitalizaci dvojrozměrného obrazu je kromě vzdálenosti vzorků nutné vyřešit jejich geometrické uspořádání, tedy zvolit typ vzorkovací mřížky.

---

<sup>1</sup>nejsem si úplně jist co se tímto myslí ale rozumím této otázce ve smyslu úpravy obrazů

Nejčastěji se používá čtvercová mřížka, a to především pro její snadnou technickou realizaci a přímou kompatibilitu s hardwarem (senzory, displeje) i algoritmy (např. Fourierova transformace). Její klíčovou nevýhodou je však nejednoznačnost při měření vzdáleností a sousednosti, protože diagonální soused pixelu je dál než jeho přímý soused (tzv. problém metriky).

Teoreticky výhodnější hexagonální mřížka tento problém řeší, jelikož v ní má každý pixel všechny sousedy ve stejné vzdálenosti. V praxi se ovšem téměř nevyužívá kvůli nedostatku hardwarové podpory a větší složitosti při implementaci standardních operací.

## 8 Vysvětlete v souvislosti s digitálními obrazy význam pojmů

- a) prostorové rozlišení;
- b) spektrální rozlišení;
- c) radiometrické rozlišení;
- d) časové rozlišení.

## 9 Shannonova (též informační) entropie

Napište definiční vzorec Shannonovy (též informační) entropie. Vysvětlete veličiny ve vzorci. K čemu se Shannonova entropie používá? Uvažujte šedotónový obraz. Uveďte alespoň dvě použití Shannonovy entropie v digitálním zpracování obrazu.

Shannonova entropie kvantifikuje průměrnou informační hodnotu, nejistotu nebo složitost dat, jako je například obraz. V digitálním zpracování obrazu se používá především k hodnocení obsahu obrazu a jako teoretický základ pro kompresi dat.

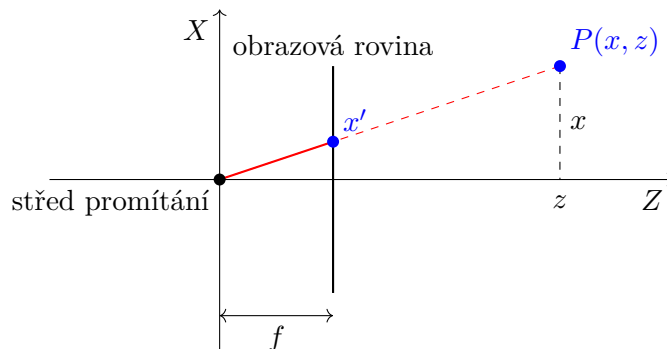
$$H = - \sum_{i=0}^{N-1} p_i \log_2(p_i), \quad (1)$$

kde  $p_i$  je pravděpodobnost výskytu  $i$ -té úrovně šedi v obraze a  $N$  je celkový počet úrovní šedi (typicky 256). Entropie  $H$  je vyjádřena v **bitech na pixel** a měří průměrné množství informace, které nese jeden pixel. Vysoká hodnota entropie znamená, že obraz je vizuálně složitý, obsahuje mnoho detailů a jeho úrovně šedi jsou rozloženy rovnoměrně, nízká entropie může znamenat třeba i opakující se vzory.

## 10 I když nic nevíme o interpretaci obrazových dat, můžeme měřit informační obsah obrazu Shannonovou entropií. Uvažujte šedotónový obraz. Ukažte, jak spočítat entropii jasových úrovní obrazy se $2b$ stupni šedi obrazu o rozměru $N \times N$ histogramu $h(i)$ , $i = 0, \dots, 2b - 1$ . Pro jaký histogram bude entropie největší?

## 11 Pořizování 3D obrazu modelem dírkové kamery

Při pořizování obrazu trojrozměrného (3D) světa kamerou se geometrie zobrazení reprezentuje modelem dírkové kamery (tj. perspektivní projekcí), ve kterém se 3D bod  $(x, y, z)$  promítne do obrazové roviny jako  $(x', y')$ . Nakreslete odpovídající obrázek (stačí o dimenzi menší, tj. plošný). Předpokládejte, že znáte 3D souřadnice  $(x, y, z)$ , ohniskovou vzdálenost  $f$ , tj. vzdálenost obrazové roviny od středu promítání. Odvoďte vztah pro  $x'$ .



Z podobnosti trojúhelníků plyne, že poměr jejich odpovídajících stran musí být stejný, tedy

$$\frac{x'}{f} = \frac{x}{z} \quad (2)$$

$$x' = x \frac{f}{z} \quad (3)$$

## 12 K čemu slouží optická soustava (především objektiv) u fotoaparátu. Popište roli objektivu neformálně z fyzikálního hlediska.

.

## 13 Geometrická optika

Fungování objektivu fotoaparátu se obvykle na praktické úrovni vysvětluje teorií geometrické optiky. Za jakých předpokladů se může být zjednodušený model geometrické optiky použít? Podotýkám, že nejbližší další model v řadě složitějších fyzikálních modelů je model vlnové optiky.

Zjednodušený model geometrické optiky lze použít za předpokladu, že vlnová délka světla je zanedbatelně malá ve srovnání s rozměry optických prvků, se kterými interaguje.

Tato klíčová podmínka ( $\lambda \ll d$ ) umožňuje ignorovat vlnové jevy, jako je ohyb (difrakce) a interference.

## 14 Srovnejte na konceptuální úrovni z pohledu fotografování vlastnosti dírkové komory a objektivu složeného z čoček.

.

## 15 Hloubka zaostření

Vysvětlete pojem hloubka zaostření u optického objektivu. Jaký (obvykle ovladatelný) parametr objektivu umožňuje měnit hloubku zaostření?

Hloubka ostrosti (ano, takto se to správně jmenuje) je rozsah vzdáleností ve snímané scéně, který se na výsledné fotografii jeví jako přijatelně ostrý. Nejde tedy o jedinou rovinu, ale o celou „zónu ostrosti“ před i za zaostřeným objektem. Hlavním ovladatelným parametrem objektivu pro změnu hloubky ostrosti je **clona** (aperture), jejíž velikost se udává **clonovým číslem** (f-number).

- Nízké clonové číslo (např.  $f/1.8$ , „otevřená clona“) znamená malou hloubku ostrosti. Ostrý je jen hlavní objekt, zatímco pozadí a popředí jsou rozmazané (využití u portrétů).
- Vysoké clonové číslo (např.  $f/16$ , „zavřená clona“) znamená velkou hloubku ostrosti. Ostrá je velká část scény od popředí až po horizont (využití v krajinářské fotografii).

## 16 Vysvětlete, co je přirozená vinětace. Projevuje se přirozená vinětace více u normálních objektivů nebo u širokoúhlých objektivů?

.

## 17 Radiální zkreslení objektivu

Vysvětlete, co je to radiální zkreslení objektivu. Jak se v sejmutém obraze projevuje a jak se opravuje?

Radiální zkreslení je běžná optická vada objektivu, která způsobuje, že rovné linie ve skutečnosti se na fotografii zobrazí jako zakřivené. Tento efekt je nejvýraznější směrem k okrajům snímku, zatímco střed obrazu zůstává téměř neovlivněn.

Oprava probíhá digitálně aplikací matematické transformace, která je inverzní k danému zkreslení. Na základě předem známých kalibračních koeficientů pro konkrétní objektiv se pixely v obraze přesunou na své správné, nezkrácené pozice, čímž se zakřivené linie opět narovnájí.

## 18 Charakterizujte, co je barva. Souhrou jakých tří jevů vzniká u člověka barevný vjem.

.

## 19 Proč vidíme některé objekty barevně

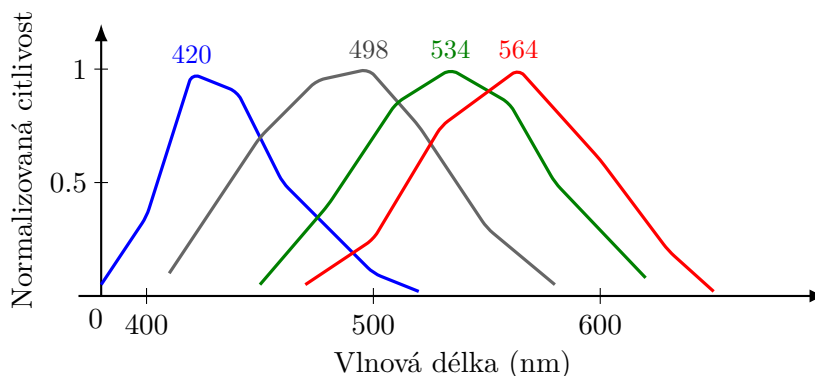
Proč vidíme některé objekty barevně? Uvažujte např. jednu čerstvě ušříženu červenou růži. Vysvětlete, proč vidíme stonek zeleně a květ červeně.

Barevné vidění objektů je výsledkem interakce světla s jejich povrchem. Běžné bílé světlo (např. sluneční) obsahuje celé spektrum barev. Povrch objektu následně některé vlnové délky tohoto světla pohltí a jiné odrazí. Naše oko zachytí tyto odražené vlnové délky a mozek je interpretuje jako příslušné barvy. Objekt tedy nemá barvu sám o sobě, ale pouze odráží určitou část světla, které na něj dopadá.

- 20 Když charakterizujeme barvu z fyzikálního hlediska, představujeme si viditelnou část barevného spektra vlnových délek elektromagnetického záření získaného např. rozkladem bílého světla pomocí hranolu (pokus I. Newtona). Napište rozsah vlnových délek (od do) v nanometrech [nm], které lidské oko vidí. Uvedte čtyři barvy viditelného spektra uspořádané vzestupně podle jejich vlnových délek. (Nápověda: vzpomeňte si na barvy v duze).

## 21 Senzory pro barevné vidění v lidském oku

Jaké senzory jsou v lidském oku pro barevné vidění? Nakreslete zhruba citlivost jednotlivých senzorů grafem, kde na vodorovné ose bude vlnová délka kvantifikovaná v nanometrech [nm] a na svislé ose relativní citlivost v rozšlu od 0 do 1.



Senzory pro barevné vidění v lidském oku jsou fotoreceptorické buňky zvané **čípky**, které se nacházejí v sítnici. Existují tři typy čípků (na grafu modrá, zelená, červená), z nichž každý je citlivý na jinou část světelného spektra, což nám umožňuje vnímat kompletní škálu barev.

Šedá křivka navíc zobrazuje citlivost **tyčinek**, druhého typu senzorů, které jsou mnohem citlivější na světlo a umožňují nám nebarevné vidění v šeru a tmě.

## 22 Vysvětlete, co je barevný metamerismus. Jaký je jeho význam pro vnímání barev člověkem?

.

## 23 Barevný prostor

Co je barevný prostor? Jak je definován? Uvažujte pro jednoduchost barevný prostor barevných senzorů v lidském oku. Nezapomeňte uvést souvislost s barevným metamerismem.

V podstatě jde o souřadnicový systém, kde má každá barva své přesné místo. Pro lidské oko je tento fundamentální barevný prostor definován odezvou jeho tří typů barevných senzorů - čípků (S, M, L). Každá barva, kterou jsme schopni vnímat, tak odpovídá jedinečné trojici hodnot (S, M, L) podle toho, jak silně je daným světlem každý typ čípku stimulován.

Barevný metamerismus je klíčový jev, kdy dva světelné zdroje s rozdílným fyzikálním spektrem vnímáme jako naprosto identickou barvu. K tomu dochází právě proto, že tyto dva fyzikálně odlišné signály dokáží v našich čípcích vyvolat úplně stejnou trojici odezev (S, M, L).

- 24 Jak a proč vznikl barevný prostor CIE XYZ? Vysvětlete, co je barevný trojúhelník a nakreslete ho. Jaký je význam souřadných os barevného trojúhelníka  $x, y$ ? Co jsou spektrální barvy a kde jsou umístěny v barevném trojúhelníku? Nezapomeňte zmínit souvislost s metamerismem.**
- .

## **25 Barevný rozsah zařízení**

Co znamená barevný rozsah určitého snímacího nebo zobrazovacího zařízení? Jak barevný rozsah souvisí s barevným trojúhelníkem? Srovnajte kvalitativně barevný rozsah kvalitního barevného filmu a rozsah levné barevné počítačové tiskárny.

Barevný rozsah je kompletní sada všech barev, kterou je dané zařízení schopno zaznamenat (film) nebo reprodukovat (tiskárna). Tento rozsah se vizualizuje jako barevný trojúhelník v diagramu všech lidským okem viditelných barev; čím větší je plocha tohoto trojúhelníku, tím více barev zařízení umí. Při srovnání má kvalitní barevný film mnohem větší barevný rozsah než levná barevná tiskárna. Film dokáže díky bohatým chemickým barvivům zachytit velmi syté a živé barvy, které se blíží realitě. Levná tiskárna je naopak omezena vlastnostmi a čistotou CMYK inkoustů, které nedokáží na papíře vytvořit tak syté odstíny, a její gamut je proto výrazně menší.

- 26 Vysvětlete, co je správa barev v digitální fotografii. Jaký je její praktický význam? Jaké jsou typické kroky k realizaci správy barev?**
- .

## **27 Barevná kalibrace počítačového monitoru**

Co je barevná kalibrace počítačového monitoru? Proč a jak se monitory barevně kalibrují?

Barevná kalibrace je proces nastavení monitoru tak, aby zobrazoval barvy co nejpřesněji a v souladu s definovaným standardem (např. sRGB). Cílem je zaručit přesnost a konzistenci barev, aby obrázek vypadal stejně na různých zařízeních a odpovídal tvůrčímu záměru. Monitory se kalibrují sondou, která se přiloží přímo na obrazovku. Tato sonda postupně měří sérii zobrazených barevných políček a porovnává je s tím, jaké by měly být podle standardu.

- 28 Vysvětlete pojem paletový barevný obrázek. K čemu a proč se barevné paletové obrázky používají?**
- .



## 29 Příklad - vztah pro vyhlazování histogramu

Zapište vztah pro vyhlazování histogramu  $h_i$ ,  $i = 0, \dots, 255$  pomocí klouzavého průměru pro okno o šířce  $2K + 1$  s reprezentativní hodnotou okna uprostřed.

$$h'(i) = \frac{1}{2K + 1} \sum_{j=i-K}^{i+K} h(j), \quad (4)$$

kde  $h'(i)$  je nová, vyhlazená hodnota histogramu v pozici  $i$ ;  $h(j)$  jsou původní hodnoty histogramu;  $2K + 1$  je celková šířka symetrického vyhlazovacího okna (např. pro  $K = 2$  je šířka okna 5).

Operace tedy nahradí každou hodnotu průměrem sebe sama a svých  $K$  levých a  $K$  pravých sousedů, čímž se potlačí šum a vyhladí lokální extrémy.

**30 Jakými metodami předzpracování obrazu zvýšíte kontrast šedotónového obrazu pro pozorovatele, máte-li k dispozici právě tento jediný obraz. Uveďte alespoň dvě kvalitativně odlišné metody. Vysvětlete stručně princip těchto metod.**

## 31 Definice přímé a inverzní jednorozměrné Fourierovy transformace

Napište definiční vztah pro přímou a inverzní jednorozměrnou Fourierovu transformaci. Vyjádřete neformálně princip a význam Fourierovy transformace.

$$F(\xi) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-2\pi i \xi t} dt \text{ (Přímá FT)} \quad (5)$$

$$f(t) = \int_{-\infty}^{\infty} F(\xi) e^{2\pi i \xi t} d\xi \text{ (Inverzní FT)} \quad (6)$$

Fourierova transformace funguje na principu rozkladu složitěho signálu ( $f(t)$ ) na součet jednoduchých sinusových vln o různých frekvencích ( $\xi$ ). Lze si to představit jako hudební sluch, který v komplexním akordu rozpozná jednotlivé tóny.

Význam: Výsledkem transformace je frekvenční spektrum ( $F(\xi)$ ), které nám ukáže, jaké frekvence jsou v původním signálu obsaženy a s jakou intenzitou.

**32 Jaká je asymptotická výpočetní složitost jednorozměrné Fourierovy transformace. Použijte značení „velké  $\mathcal{O}$ “ v závislosti na délce  $n$  vstupního diskrétního signálu (posloupnosti).**

## 33 Dvojměrná Fourierova transformace

Vysvětlete, co je dvojměrná Fourierova transformace, její rozdíl od jednorozměrné (můžete definičním vzorcem nebo neformálně) a jak se používá ve zpracování obrazu.

Dvojměrná Fourierova transformace (2D FT) je rozšíření 1D FT pro dvouměrná data, typicky obrazy. Místo rozkladu signálu na 1D sinusovky rozkládá celý obraz na součet 2D sinusových mřížek (gratings), které mají různou frekvenci (hustotu), amplitudu (kontrast) a orientaci.

Výsledné 2D frekvenční spektrum je v podstatě „mapa“ frekvencí v obraze. Střed spektra odpovídá nízkým frekvencím (pomalé změny barev, celkové tvary), zatímco body dále od středu reprezentují vysoké frekvence (ostré hrany, detaily, šum).

Hlavní využití 2D FT je pro filtrování obrazu ve frekvenční doméně. Je to často mnohem efektivnější a elegantnější metoda než prostorové konvoluce.

### 34 Vyjádřete větu o konvoluci, tj. jak je konvoluce vyjádřena ve Fourierově transformaci. Pro jednoduchost uvažujte jednorozměrný případ. K čemu se věta o konvoluci využívá?

.

### 35 Výpočetní složitost diskrétní Fourierovy transformace

Jaká je výpočetní složitost diskrétní Fourierovy transformace pro dvouměrný obraz o velikosti  $N \times N$  pokud byste v algoritmu použili přímo definiční vztah? Připomínám, že asymptotický odhad algoritmické složitosti se zapisuje formou  $\mathcal{O}(\cdot)$  kde se v argumentu v našem případě bude vyskytovat výraz obsahující  $N$ . Na multiplikativní a aditivní konstanty se nebude brát zřetel.

$$\mathcal{O}(N^2)$$

### 36 K urychlení diskrétní Fourierovy transformace byl před více než padesáti lety navržen algoritmus rychlé Fourierovy transformace (FFT). Jaký je jeho princip? Jsou nějaká omezení na velikost vstupního 2D obrazu?

.

### 37 Shannonova věta o vzorkování

Formulujte Shannonovu (též Nyquistovu, Kotelnikovu) větu o vzorkování pro jednodušší případ jednorozměrného signálu. Vysvětlete (stačí neformálně, obrázek pomůže), jak se věta o vzorkování dokazuje (nápodoba: frekvenční spektra).

Shannonova věta o vzorkování říká, že spojitý signál, který neobsahuje žádné frekvence vyšší než  $f_{max}$ , lze plně zrekonstruovat z jeho diskrétních vzorků, pokud byla vzorkovací frekvence  $f_s$  alespoň dvakrát větší než tato maximální frekvence.

Matematicky to vyjadřuje podmínka:

$$f_s > 2f_{max} \quad (7)$$

Vzorkování signálu v čase způsobí, že se jeho původní frekvenční spektrum začne v doméně frekvencí **periodicky opakovat** s rozestupem rovným vzorkovací frekvenci  $f_s$ .

Pokud je podmínka splněna, tyto repliky spektra se nepřekrývají. Původní signál pak lze dokonale obnovit jednoduchým odfiltrováním základního spektra pomocí ideální dolní propusti.

Pokud podmínka splněna není, repliky se překryjí, dojde k nevratnému zkreslení spektra (jev zvaný aliasing) a signál již zrekonstruovat nelze.

### 38 Proč se lineární ortogonální integrální transformace s výhodou používají pro reprezentaci signálu a obrazů (např. Fourierova, kosínová, metoda hlavních směrů)? Uveďte dva příklady týkající se digitální fotografie.

### 39 Předzpracování obrazu

Charakterizujte předzpracování obrazu. Co je vstupem a výstupem předzpracování obrazu. K čemu předzpracování obrazu slouží? Uveďte tři příklady použití metod předzpracování.

Předzpracování obrazu je sada základních operací, které čistí a vylepšují obraz, aby byl vhodnější pro další zpracování nebo lidské pozorování. Vstupem i výstupem metod předzpracování je vždy obraz. Tyto operace typicky pracují na úrovni jednotlivých pixelů a jejich lokálního okolí, aniž by se snažily interpretovat, co se na obraze nachází.

Příklady použití:

- (a) odstranění šumu
- (b) zvýšení kontrastu
- (c) zvýraznění hran

### 40 Charakterizujte dvojrozměrnou konvoluci. K čemu se dvojrozměrná konvoluce používá v digitálním zpracování obrazu?

### 41 Metody předzpracování obrazu

Roztřídte metody předzpracování obrazu do čtyř skupin podle velikosti zpracovávaného okolí právě zpracovávaného pixelu. U každé skupiny uveďte alespoň jeden příklad.

Operace	Zpracované okolí	Příklad
Bodové	Jeden konkrétní pixel	Úprava jasu a kontrastu
Geometrická	Teoreticky pixel, prakticky malé okolí	Rotace, změna měřítka
Lokální	Malé definované okolí (3x3, 5x5..)	Konvoluční filtrace
Globální	Celý obraz	filtrace přes Fourierovu transformaci

Tabulka 1: Skupiny operací

- 42 Vysvětlete princip jasových korekcí (obvykle se používají k odstranění systematických vad při snímání obrazu), když se uvažuje multiplikativní model poruchy. Vyjádřete matematicky.
- .

43 Homogenní souřadnice pro vyjádření afinních geometrických transformací

Pro vyjádření afinních geometrických transformací obrazu se s výhodou využívají homogenní souřadnice. Vysvětlete, co jsou homogenní souřadnice. Jakou výhodu pro vyjádření afinních geometrických transformací přinášejí. (nápověď: vzpomeňte si na jazyk pro popis stránky PostScript).

Homogenní souřadnice jsou způsob, jak reprezentovat 2D bod  $(x, y)$  přidáním třetí, „umělé“ dimenze (obvykle s hodnotou 1), čímž vznikne 3D vektor  $(x, y, 1)$ .

Hlavní výhoda spočívá v tom, že v homogenních souřadnicích lze každou afinní transformaci - rotaci, škálování, zkosení a především posunutí - vyjádřit jako násobení jednotnou maticí  $3 \times 3$ .

- 44 Vysvětlete myšlenku ekvalizace histogramu. K čemu se ekvalizace histogramu používá ve zpracování obrazu?
- .

45 Proč ekvalizovaný histogram diskrétního obrazu není plochý

Vysvětlete, proč ekvalizovaný histogram diskrétního obrazu není obvykle plochý? V ideálním případě bychom to očekávali.

Není plochý, protože se počítá z diskrétních hodnot. Ideálně rovnoměrný by byl v případě spojitých dat (tedy ne přes sumu, nýbrž přes integrál).

- 46 Obecně formulovaná transformace jasové stupnice  $T$  nahradí vstupní jas  $p$  novým jasnem  $q = T(p)$ . Předpokládejme obvyklý 8 bitový šedotónový obraz. Bude počet jasových úrovní ve výstupním obraze vždy stejný, jako ve vstupním obraze? Vysvětlete a uveďte příklady.
- .

47 Použití ekvalizace histogramu na šedotónový obrázek

Uvažujte šedotónový obrázek. Ekvalizace histogramu se využívá pro zvýšení kontrastu lepším využitím jasové stupnice. Zvyšuje ekvalizace histogramu množství informace v obraze, pokud bychom množství informace měřili Shannonovou entropií? Vysvětlete a uveďte příklady.

Ano, prakticky ve všech případech ekvalizace histogramu zvyšuje množství informace v obraze, pokud ji měříme Shannonovou entropií. Důvodem je, že Shannonova entropie je matematicky maximální pro dokonale plochý (uniformní) histogram, kde mají všechny úrovně jasu stejnou pravděpodobnost výskytu. Cílem ekvalizace histogramu je právě transformovat původní, nerovnoměrný histogram tak, aby se tomuto ideálnímu plochému rozložení co nejvíce přiblížil.

Příklad: Vezměme si podexponovaný, nízkokontrastní snímek. Jeho histogram bude úzký a špičatý, soustředěný v tmavých tónech, a bude mít nízkou entropii. Po ekvalizaci se tyto hodnoty „roztáhnou“ přes celý dynamický rozsah, histogram se zploští a jeho entropie se tím zákonitě zvýší.

## 48 Geometrická transformace a vlíčovací body

Nechť je geometrická transformace (zahrnující změnu měřítka, rotaci, posun a zkosení) v rovině popsána afinním vztahem

$$x' = a_0 + a_1x + a_2y, \quad (8)$$

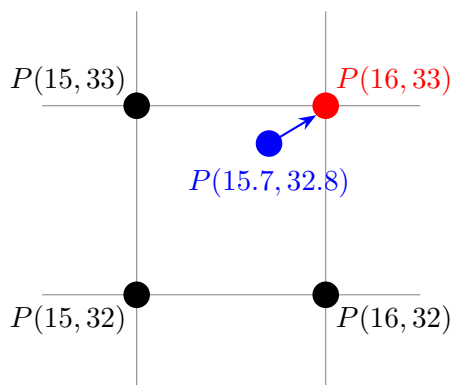
$$y' = b_0 + b_1x + b_2y. \quad (9)$$

- Kolik nejméně vlíčovacích bodů potřebujete znát, chcete-li spočítat koeficienty afinní transformace, viz rovnice (1).
- V praxi se obvykle použije více vlíčovacích bodů, což bude odpovídat přeurčené soustavě rovnic (1). Proč se používá nadbytečný počet vlíčovacích bodů?
- Jakou metodou se obvykle přeurčená soustava rovnic řeší?

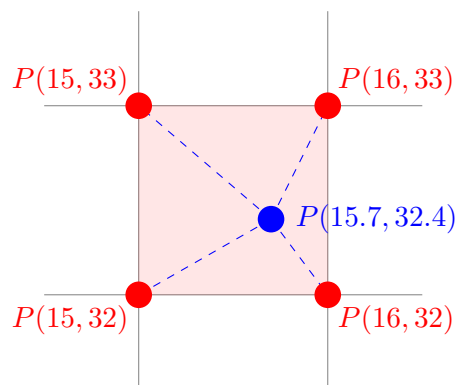
## 49 Aproximace hodnoty obrazové funkce při geometrických transformacích diskretních obrazů

Při geometrických transformacích diskretních obrazů je nutné aproximovat hodnotu obrazové funkce  $f(x, y)$ . Proč? Uveďte alespoň dvě metody pro takovou aproximaci (nejlépe obrázkem, vzorcem, ...).

Uvažujme příklad, kdy máme diskretní obraz. Ten má ale hodnoty definované jen pro celá čísla, jako (15, 32) nebo (16, 33). Hodnotu pro bod (15.7, 32.2) neznáme. Proto musíme jeho barvu či jas odhadnout z okolních bodů, jejichž hodnoty známe. Tento proces odhadu se nazývá interpolace.



Obrázek 1: Interpolace nejbližšího souseda



Obrázek 2: Bilineární interpolace

## 50 Vysvětlete princip interpolace jasu po geometrické transformaci metodou nejbližšího souseda a lineární interpolací.

.

## 51 Filtrace náhodného aditivního šumu v obraze

Uvažujte filtraci náhodného aditivního šumu v obraze. Odhad správné hodnoty se může počítat jako aritmetický průměr  $n$  zašuměných hodnot. Kolikrát se po filtraci zmenší hodnota šumu vyjádřená směrodatnou odchylkou  $\sigma$ ? Vysvětlete, jaký je statistický princip poklesu šumu (náповěda: centrální limitní věta).

Při zprůměrování  $n$  nezávislých zašumělých hodnot se směrodatná odchylka šumu  $\sigma$  zmenší  $\sqrt{n}$ -krát.

Statistický princip tohoto jevu vychází z pravidel pro práci s náhodnými veličinami a je úzce spjat s **Centrální limitní větou**. Když sčítáme nezávislé náhodné veličiny (jednotlivé hodnoty šumu), jejich **rozptyly** (variance) se sčítají, nikoli směrodatné odchylky. Rozptyl průměru z  $n$  měření je tedy  $n$ -krát menší než rozptyl jednoho měření. Vzhledem k tomu, že směrodatná odchylka je odmocnina z rozptylu, její pokles je  $\sqrt{n}$ . Průměrováním se tak náhodné kladné a záporné odchylky šumu efektivně „vyruší“ a odhadovaná hodnota se stále více blíží skutečné, nezašuměné hodnotě signálu.

## 52 Lze filtrovat šum v obraze obyčejným průměrováním z např. 21 vzorků, aniž by byl obraz po filtraci rozmazaný? Pokud ano, jak?

.

## 53 Příklad filtrační maska

Na obrázku je výřez obrazové funkce. Tučně je ohraničeno okolí, ve kterém se má vypočítat filtrovaná hodnota, tj. filtrační maska. Vypočítejte filtrované hodnoty při vyhlazování

- (a) obyčejným průměrováním,
- (b) mediánovou filtrací

pro právě zpracovávaný pixel ležící ve středu filtrační masky.

1	0	0	15	15
0	1	0	15	14
0	1	1	4	15
1	0	0	15	15
2	3	0	15	14

Obrázek 3: Výřez obrazové funkce

a) aritmetický průměr:  $\frac{0+1+0+15+0+1+1+4+15+0+0+15+0}{13} = \frac{52}{13} = 4$

b) medián: 0 0 0 0 0 0 1 1 1 4 15 15 15  $\rightarrow 1$

**54 Uvažujte filtraci šumu v obraze realizovanou konvolucí s maskou rozměru  $11 \times 11$ , která aproximuje gaussovský filtr. Jedná se o lineární operaci?**

Zkuste své rozhodnutí matematicky zdůvodnit.

**55 Metody předzpracování obrazu pro zvýšení kontrastu**

Jakými metodami předzpracování obrazu zvýšíte kontrast obrazu pro pozorovatele, máte-li k dispozici právě tento jediný obraz? Uveďte alespoň dvě možnosti.

- a) Ekvalizace histogramu - zvýšit kontrast úplným využitím jasové stupnice
- b) Kontrast lze též ovlivňovat nastavením režimu prolínání vrstvy

**56 Co je a jak se matematicky popisuje hrana v obrazové funkci  $f(x, y)$ ?**

Definiční vzorce pro hranu uveďte pro spojitý i digitalizovaný obraz.

**57 Hranový element**

Co je to hranový element (angl. edgel)? K čemu se v analýze obrazů hranový element používá?

Hranový element je bod v obraze, který byl detekován jako lokální součást hrany.

Používají se k zvýraznění, nebo detekci významných hran.

**58 Pro hledání hran v obrazové funkci  $f(x, y)$  se někdy používá Laplaceův operátor  $\nabla^2 f(x, y)$ . Napište vzorec, kterým je definován pro spojitou obrazovou funkci  $f(x, y)$ .**

Jsou vlastnosti Laplaceova operátoru směrově závislé?

**59 Určování polohy hrany jako průchod druhé derivace obrazové funkce**

Jakou výhodu přináší určování polohy hrany jako průchodu druhé derivace obrazové funkce nulovou hladinou? Napište, v jakých hranových detektorech se této výhody využívá a jak.

Určování polohy hrany pomocí průchodu druhé derivace nulou umožňuje její velmi přesnou lokalizaci na šířku jediného pixelu. Tato metoda je robustnější vůči šumu a poskytuje uzavřené hrany, což je výhodné pro další zpracování obrazu.

Této výhody využívá především Marr-Hildrethův detektor hran. Ten nejprve aplikuje na obraz filtr známý jako Laplaceův Gaussovy funkce (LoG), čímž dojde k vyhlazení a zároveň výpočtu druhé derivace. V takto zpracovaném obraze jsou pak hrany detekovány právě v místech, kde funkční hodnoty procházejí nulou.

**60 Díky jakým vlastnostem použitých operací lze trik použít u Marrova přístupu k detekci hran?**

Marrův přístup k detekci hran využívá hledání průchodu druhé derivace obrazové funkce nulou. Při výpočtu derivace se s výhodou pro potlačení vlivu šumu používá konvoluce (rozmazání) gaussovským filtrem  $g$ . Druhá derivace takové operace nechť je označena  $\nabla^2 d = \nabla^2(f * g) = (\nabla^2 f) * g = f * (\nabla^2 g)$ . Metoda využívá vtipný trik (obejde derivaci obrazové funkce  $f$ ). Prosím, abyste ho použili a pokračovali v předchozím odvození.

**61 Princip ostřední obrazu**

Představte si, že máte k dispozici již sejmutý digitální obraz. Vysvětlete princip ostření obrazu (neptám se globální úpravu jasové stupnice podle histogramu). Co je cílem ostření? V jakých situacích se ostření používá?

Cílem ostření je zvýšit vnímanou ostrost obrazu zvýrazněním hran a jemných detailů. Princip nejčastěji spočívá v použití tzv. neostře masky (unsharp masking), kdy se od originálního obrazu odečte jeho rozmazaná verze, čímž se izolují právě hrany. Tyto izolované hrany jsou následně zesíleny a přičteny zpět k původnímu obrazu, což vede ke zvýšení kontrastu v jejich okolí. Ostření se používá ke kompenzaci mírného rozmazání způsobeného optikou fotoaparátu, pohybem nebo pro vizuální zvýraznění detailů před tiskem či publikací.



**62 Komprese dat (včetně obrazů) se může opírat o snížení redundance dat a případně o snížení irelevance dat. Vysvětlete oba pojmy. Uvedte po jednom příkladu na snížení redundance a na snížení irelevance v kompresi obrazů. Vysvětlete stručně podstatu příslušných kompresních metod.**

### **63 Ztrátová a bezztrátová komprese**

Vysvětlete, co je ztrátová a co bezztrátová komprese obrazu s využitím pojmů redundance a irelevance dat.

- Bezeztrátová komprese odstraňuje z obrazu pouze statistickou redundanci, tedy nadbytečné informace, které lze popsat úsporněji. Například jednobarevné plochy.
- Ztrátová komprese dosahuje mnohem většího zmenšení dat tím, že kromě redundance odstraňuje i takzvanou irelevanci. Jedná se o obrazová data, jejichž ztráta je pro lidské oko jen těžko postřehnutelná, například velmi jemné barevné přechody.

**64 Pro stanovení redundance při kompresi obrazových dat se používá Shannonova (též informační) entropie. Uvažujte monochromatický obraz s histogramem  $h(i)$ ,  $i = 1, \dots, 255$ . Vypočtete odhad entropie. Jak spočtete redundanci, když je každý pixel obrazu reprezentován  $n$  bity?**

### **65 Huffmanovo kódování**

Pro odstranění redundance při kódování v kompresi dat se používá Huffmanovo kódování. Uvedte jeho myšlenku. Je Huffmanovo kódování optimální? Za jakých podmínek? K čemu se používá?

Hlavní myšlenkou Huffmanova kódování je přiřadit častěji se vyskytujícím symbolům kratší kódová slova a méně častým symbolům delší kódová slova. Tím se celková délka zakódovaných dat v průměru zmenší.

Ano, Huffmanovo kódování je optimální za podmínky, že se kóduje každý symbol samostatně a jeho pravděpodobnost výskytu je předem známá.

Používá se pro bezztrátovou kompresi, obvykle jako poslední krok třeba v **zip**, **jpeg**, **mp3**.

**66** Při kompresi dat se pro odstranění redundance v kódování používá Huffmanovo kódování, které je za určitých podmínek optimální. Za jakých podmínek? Metodu kódování lze ještě zlepšit, když se místo Huffmanova kódování použije aritmetické kódování. Jak se musí podmínky změnit? Čím se aritmetické kódování liší od Huffmanova kódování?

## **67 Komprese JPEG a blokový efekt**

- a) Vysvětlíte princip dnes hojně používané ztrátové metody komprese obrazu podle standardu JPEG?
- b) Při velkých kompresních poměrech jsou ve výsledku patrné čtverečky rozměru  $8 \times 8$ . Čím je tento tzv. blokový efekt způsoben? Proč se k takovému řešení přistoupilo?

a) Komprese JPEG funguje tak, že obraz nejprve rozdělí na malé bloky o velikosti  $8 \times 8$  pixelů. V každém bloku převede obrazová data na soubor frekvencí. Klíčovým krokem je kvantizace, při které se s velkou přesností zachovávají jen důležité (nízké) frekvence představující hrubé tvary a barvy, zatímco méně důležité (vysoké) frekvence popisující jemné detaily jsou zahozeny nebo silně zjednodušeny. Právě v tomto kroku dochází ke ztrátě dat, ale zároveň k výraznému zmenšení velikosti souboru.

b) Blokový efekt je způsoben tím, že každý blok  $8 \times 8$  pixelů je komprimován zcela samostatně, bez ohledu na své okolí. Protože sousední bloky o sobě „neví“, vznikají na jejich hranicích viditelné, ostré přechody, které tvoří onu typickou čtvercovou síť. Přistoupilo se na to z výpočetních důvodů.

**68** Jaký je rozdíl mezi ztrátovými a bezztrátovými metodami komprese obrazu? Uveďte princip ztrátových i bezztrátových metod. Uveďte jeden příklad bezztrátové a ztrátové komprese.

## **69 Kompresní metody specializované na obrazy**

Metody komprese se používají i pro jednorozměrné signály. I obraz je možné reprezentovat jako jednorozměrný signál, což například uděláme, když obraz zazipujeme (použije se algoritmus LZW pracující se slovníkem). U kompresních metod specializovaných na obrazy můžeme dosáhnout vyšší komprese. Proč? Pro vysvětlení použijte pojem redundance dat. (Odpověď dává také odpověď na přirozenou otázku: Čím se liší komprese obrázků od komprese signálů?).

Kompresní metody specializované na obrazy dokáží využít prostorovou redundanci dat, což obecně metody neumí. To znamená, že fakt, že sousední pixely mají velmi často podobnou barvu a jas.

**70** Definujte kompresní poměr dvěma způsoby, a to na základě redundance a na základě úspory paměti.

**71** Princip ztrátové komprese obrázku pomocí lineárních integrálních transformací

Vysvětlete princip ztrátové komprese obrázků pomocí lineárních integrálních transformací. Vyjmenujte dvě takové metody a naznačte jejich princip. Proč se pro obrazy používají jiné metody komprese než pro posloupnosti?

- a) Diskrétní kosinová transformace - Obraz se nejprve rozdělí na malé bloky (typicky  $8 \times 8$  pixelů) a na každý z nich se samostatně aplikuje DCT.
- b) Vlnková transformace - Na rozdíl od DCT, která pracuje s pevnými bloky, vlnková transformace analyzuje celý obraz najednou v různých úrovních rozlišení.

**72** Komprese JPEG se využívá kosinovou transformaci. Nechť má obraz  $n$  řádků a  $n$  sloupců. Jaká je časová výpočetní složitost kosinové transformace z definice a v rychlé algoritnické úpravě pro tento obraz (její princip se shoduje s FFT)?

Pro zápis složitosti použijte formalismus  $\mathcal{O}(\cdot)$ .

**73** Úloha segmentace obrazu

Formulujte úlohu segmentace obrazu (vstup, výstup, co má udělat?). Napište, na co se segmentace používá při zpracování digitálních fotografií.

Segmentace obrazu je proces, který rozděljuje digitální obraz na několik smysluplných, nepřekrývajících se oblastí neboli segmentů. Cílem je zjednodušit obraz a seskupit pixely, které k sobě patří, aby bylo možné dále analyzovat jen konkrétní objekty.

- **Vstup:** digitální obraz
- **Cíl:** Najít a ohraničit souvislé oblasti v obraze. Pixely uvnitř jednoho segmentu by si měly být co nejvíce podobné (např. barvou, texturou), zatímco sousední segmenty by se měly co nejvíce lišit.
- **Výstup:** Maska nebo mapa segmentů. Je to obraz stejné velikosti jako vstup, kde hodnota každého pixelu neudává barvu, ale identifikační číslo segmentu, do kterého patří.

Vyžívá se třeba na výběr objektů pomocí „kouzelné hůlky“, rozmazání pozadí...

**74** Co je to fotografie? Jaká znáte zařízení k pořízení fotografií?

## **75 Objev fotografie**

Jaké byly důvody objevu fotografie? Kdy, kde a kým byl vyhlášen objev fotografie? Který současný stát by mohl dodnes těžit z patentových práv, kdyby se osvíceně neodhodlal věnovat tento objev celému lidstvu?

Byla potřeba uchovat data bez nutnosti překreslování.

Objev fotografie (konkrétně daguerrotypie) byl slavnostně vyhlášen jménem Louise Daguerre v Paříži na zasedání Akademie věd 19. srpna 1839. Z patentových práv by tak dodnes mohla těžit Francie, která vynález od jeho tvůrců odkoupila.

## **76 Co je to Camera Obscura? Na jakých principech je založena? Jaké je její stáří dle nejstarších popisů?**

.

## **77 První dochovaná fotografie**

Ze kterého roku pochází první dochovaná fotografie? Kdo je autorem?

Z roku 1826 od francouzského vědce Joseph Nicéphore Niépce.

## **78 Jaké techniky byly užívány v období prvních 50 let existence fotografie?**

.

## **79 Vznik fotoaparátu na kinofilm**

Kdo je autorem sloganu „Stiskněte spoušť, my uděláme to ostatní“? Popište vznik fotoaparátu na kinofilm? Jak se jmenuje tento přístroj a jeho vynálezce?

Autorem sloganu je George Eastman, zakladatel firmy Kodak.

Leica s Oskarem Barnackem v roce 1925 představila první skutečně úspěšný a kvalitní fotoaparát používající kinofilm.

## **80 Kdy se objevují první barevné fotografie? Popište roky a okolnosti vynálezů technik Autochrom, Kodachrome, barevný proces negativ-pozitiv, instantní fotografie.**

.

## 81 První dvouoká a jednooká zrcadlovka

Kdy a kde byla zkonstruována první dvouoká zrcadlovka? Kdy a kde byla vyrobena první jednooká zrcadlovka?

První

## 82 Stereofotografie, holografie. Kdo a kdy je objevil? Kdy a kdo prvně užil tyto technologie: měření světla za objektivem, automatické zaostřování, PhotoCD?

.

## 83 Vznik prvních digitálních fotoaparátů

Popište vznik prvních digitálních fotoaparátů: vynálezci, firmy, technologie, přístroje?

- první prototyp digitální fotoaparát - 1975, Kodak
- první digitální fotoaparát - 1981, Sony
- první komerční fotoaparát - 1988, Fuji
- první digitální zrcadlovka - 1991, Kodak

## 84 Jmenujte čtyři významné světové autory 19. století a jejich dílo.

.

## 85 Čtyři významní světoví autoři 20.-21. století

Jmenujte čtyři významné světové autory 20.-21. století a jejich dílo.

1. Henri Cartier-Bresson - reportážní fotografie
2. Yousuf Karsh - portréty významných osobností
3. Richard Avedon - ženy, akty
4. Helmut Newton - módní časopisy

## 86 Jmenujte čtyři významné české autory 19.-20. století a jejich dílo.

.

## 87 Čtyři významní čeští autoři 20.-21. století

Jmenujte čtyři významné české autory 20.-21. století a jejich dílo.

1. František Drtikol - fotografie tanečnic, akty
2. Jan Saudek - akty
3. Josef Koudelka - fotografie ze srpna '68, reportáž
4. Josef Sudek - zátiší

## 88 Co je to „Autorský zákon“? Co upravuje § 1?

.

## 89 Právo autorské: dílo, autor, spoluautoři, vznik práva

Předmět práva autorského: Dílo § 2, Autor § 5, Spoluautoři § 8. Vznik práva autorského § 9.

Dílo, které je předmětem ochrany autorského práva je § 2 definováno jako jakkoli vnímatelné dílo, které je výsledkem jedinečné tvůrčí činnosti fyzické osoby.

Autorem je fyzická osoba, která dílo vytvořila, nebo v případě souborných děl (resp. databází) uspořádala či vybrala, což je ale nutno činit „tvůrčím způsobem“, protože jinak by šlo o autora, ale plagiátora.

Ze zákona vyplývá, že spoluautorství je možné pouze ve stejném oboru lidské činnosti (spoluautoři tedy nejsou např. fotograf a spisovatel, protože jde o dvě různá autorská díla, která mohou být spojena v majetkových, ale nikoli osobnostních právech).

Právo vzniká při tvorbě díla, při stisknutí spouště. Kontinentální a v poslední době i anglo-americké právo přiznává vznik tohoto práva automaticky se vznikem díla, tzn. autor nemusí nic dělat a právo samovolně vzniká při vzniku díla.

## 90 Osobnostní práva § 11. Majetková práva § 12, § 26, § 27.

.

## 91 Volné užití díla, bezúplatné zákonné licence

Volné užití díla § 30, Bezúplatné zákonné licence § 31-35.

Za užití díla podle tohoto zákona se nepovažuje užití pro osobní potřebu fyzické osoby, jehož účelem není dosažení přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu, nestanoví-li tento zákon jinak. Do práva autorského tak nezasahuje ten, kdo pro svou osobní potřebu zhotoví záznam, rozmnoženinu nebo napodobeninu díla.

Zákon pomocí tzv. bezúplatných zákonných licencí také řeší, za jakých okolností a kdo může omezit autorská práva, přičemž je velmi důležité, že zákon říká, že tak lze činit pouze v jím určených případech. Ty musí být vždy prováděny pouze v odůvodnitelné míře.

Dalším případem bezúplatné zákonné licence je tzv. katalogová licence, která umožňuje použít dílo, pro propagaci výstavy či prodeje, bez souhlasu autora (§ 32), i zde je nutno uvádět všechny náležitosti jako u citací.

## **92 Ochrana práva autorského, Díl 5.**

### **93 Licenční smlouva, výhradní licence, třetí osoba, odměna, omezení licence, odstoupení od smlouvy, školní dílo**

Licenční smlouva § 46, Ne/Výhradní licence § 47, Třetí osoba § 48, Odměna § 49, Omezení licence § 50, Odstoupení od smlouvy a zánik licence, Školní dílo § 60.

Pokud autor poskytuje někomu jinému (nabyvateli) právo dílo užít, pak tak činí pomocí licence. Je zde smluvním stranám dáвана značná volnost a vyjma samotné písemné licence není vyžadována smlouva písemná.

Zjednodušeně lze říci, že nevýhradní licence umožňuje dále vykonávat veškerá práv spojených s dílem, taková licence nemusí mít písemnou formu. Naopak písemná forma je vyžadována u licence výhradní, ta autorovi neumožňuje dále vykonávat práva, k nimž udělil výhradní licenci.

Není-li dále stanoveno jinak, musí být ve smlouvě dohodnuta výše odměny nebo v ní musí být alespoň stanoven způsob jejího určení.

License může být omezena na jednotlivé způsoby užití díla; způsoby užití díla mohou být omezeny rozsahem, zejména co do množství, místa nebo času.

Nevyužívá-li nabyvatel výhradní licenci vůbec nebo využívá-li ji nedostatečně a jsou-li tím značně nepříznivě dotčeny oprávněné zájmy autora, může autor od smlouvy odstoupit. Autor může písemně odstoupit od smlouvy, jestliže jeho dosud nezveřejněné dílo již neodpovídá jeho přesvědčení a zveřejněním díla by byly značně nepříznivě dotčeny jeho oprávněné osobní zájmy.

Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výtvarného díla jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše. Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

### **94 Jmenujte čtyři fotografické styly a jejich představitele z 19. století.**

### **95 Fotografické styly 20. století**

Jmenujte čtyři fotografické styly a jejich představitele z 20. století.

1. Piktorialismus - František Drtikol
2. Surrealismus - Jindřich Štyrský

3. Autochrom - Bratři Lumiérové
4. Humanistická - Henri Cartier-Bresson

## 96 Kdo je Ryszard Horowitz? Popište zrod Adobe Photoshop 1.0.

.

## 97 Složení/kvalita světla

Vysvětlete pojem složení/kvalita světla a možnosti jeho regulace ve fotografii.

Různé světelné zdroje mají různou barvu, kterou mozek automaticky koriguje, ale fotoaparát ji zaznamenává přesně.

- Teplé světlo (oranžové): Svíčka, žárovka, východ/západ slunce.
- Neutrální světlo (bílé): Polední slunce, studiový blesk.
- Studené světlo (namodralé): Stín za jasného dne, zatažená obloha.

Tvrdost světla - popisuje charakter přechodů mezi světlem a stínem.

- Tvrdé světlo: Pochází z malého, přímého zdroje (např. přímé slunce v poledne, holý blesk). Vytváří ostré, jasně ohraničené stíny a vysoký kontrast.
- Měkké světlo: Pochází z velkého, rozptýleného (difúzního) zdroje (např. zatažená obloha, světlo z okna na sever, blesk se softboxem). Vytváří jemné, pozvolné stíny.

Regulovat lze přímo ve fotoaparátu pomocí clony, expozice, ISO, či vyvážení bílé. Také lze regulovat přímo prostředím - zatáhnout zaclonu, ztlumit světlo...

## 98 Vysvětlete pojem množství světla a možnosti jeho regulace ve fotografii.

.

## 99 Přístroje a metody měření světla

Popište přístroje a metody měření světla ve fotografii.

Světlo ve fotografii se měří přístrojem zvaným expozimetr, který je buď integrovaný přímo ve fotoaparátu, nebo se používá jako samostatné externí zařízení. Interní expozimetr nejčastěji měří světlo odražené od fotografované scény, což je pohodlná, ale méně přesná metoda. Externí ruční expozimetry naproti tomu umožňují měřit světlo dopadající na scénu, což zaručuje přesnější výsledky nezávislé na barvě objektu. Cílem obou metod je stanovit správné hodnoty clony, expozičního času a ISO pro dosažení technicky správně exponovaného snímku.



## **100 Vysvětlete následující pojmy: Osvětlení x Osvětlování. Světelná: Realita x Konstrukce x Kombinace. Světlo: Přímé x Nepřímé x Rozptýlené.**

.

## **101 Vnímání a užití světla**

Vysvětlete následující pojmy: Vnímání a užití světla člověkem. Význam absorpce a odrazu světla předměty. Funkce stínu. Technická a výtvarná funkce světla.

Vnímání je subjektivním odrazem objektivní reality v našem vědomí prostřednictvím receptorů a umožňuje základní orientaci v prostředí. Člověk světlo užívá jak prakticky - abychom viděli, tak výtvarně, abychom s ním něco vytvořili.

Absorpce světla je fyzikální jev, při němž dochází k zeslabování intenzity záření. To znamená, že světelná energie se mění na jiné formy energie prostředí. Odraz světla je jev, při kterém se světlo vrací do původního prostředí.

Stín je oblast, kde přímé světlo nezasahuje kvůli překážce mezi zdrojem světla a povrchem. Stín může být použit k vytvoření hloubky a kontrastu ve vizuálním umění

Technická funkce světla spočívá v poskytnutí dostatečného osvětlení pro viditelnost a orientaci. Výtvarná funkce světla spočívá ve vytváření atmosféry a estetického dojmu pomocí barev, stínů a kontrastů.

## **102 Co je to kompozice? Kompozice v hudbě a tanci. Kompozice ve výtvarném umění. Kompozice v psaném slově.**

.

## **103 Kompozice**

Co je to kompozice? Ve fotografii? Ve filmu? Ve 3D grafice?

Kompozice je způsob uspořádání, řazení a skládání různých prvků do jednoho celku. Ve fotografii se kompozice týká umístění objektů na fotografii a jejich uspořádání ve hledáčku. Ve filmu se kompozice týká uspořádání scén a postav v rámci celého filmu. Ve 3D grafice se kompozice týká uspořádání objektů, barev a světla v 3D scéně.

## **104 Jaké jsou názvy základních kompozičních schémat?**

.

## **105 Symetrie, asymetrie**

Vysvětlete následující kompoziční schemata: symetrie, asymetrie.

Symetrie je skladebný princip, který znamená pravidelné rozmístění prvků kolem středu nebo kolem některé osy.

Asymetrie je opak symetrie a znamená rozložení kontrastních kompozičních prvků tak, aby jejich celková skladba působila vyváženě.

## **106 Vysvětlete následující kompoziční schémata: dekompozice, konvence psaní a čtení, pohybující se objekt.**

.

## **107 Egyptský trojúhelník, zlatý řez**

Vysvětlete pojmy: egyptský trojúhelník, zlatý řez.

Zlatý řez je poměr, který se v umění a fotografii pokládá za ideální proporci mezi různými délkami. Zlatý řez vznikne rozdělením úsečky na dvě části tak, že poměr větší části k menší je stejný jako poměr celé úsečky k větší části.

Při jednoduché konstrukci tvaru pyramidy, pokud nemáme k dispozici přesné rozměry v poměru k originálním stavbám, lze využít tzv. Egyptský (pravoúhlý) trojúhelník podle zásady zlatého řezu - poměr stran tohoto pravoúhlého trojúhelníku je 3:4:5.

## **108 Nakreslete a popište význam následujících situací z hlediska lidského vnímání: 1 bod na úsečce, 1 bod na ploše, 2 body na ploše, linie a bod na ploše, křivka a bod na ploše.**

.

## **109 Skladba fotografie**

Vysvětlete pojem „skladba fotografie“.

Skladba fotografie představuje uspořádání obsahových prvků ve snímku, tedy jednotlivých objektů, vlastně figur a znaků, příp. symbolů a struktur.

## **110 Vyjmenujte základní principy skladby ve fotografii.**

.

## **111 Skladebný princip role**

Vysvětlete skladebný princip role.

Každý prvek plní v obraze určitou úlohu, má jistý význam a hraje určitou roli. Prvky působí svým významem, účinkem a umístěním vůči ostatním prvkům a vůči rámu obrazu. Podle role, jakou mají

prvky v obraze dělíme na prvky hlavní, vedlejší, rušivé a zmatečné. Fotograf musí určit, jaké prvky na snímek patří a jaké ne.

## **112 Vysvětlete skladebný princip kontrastu a princip symetrie.**

.

## **113 Skladebný princip rytmu a princip těžiště**

Vysvětlete skladebný princip rytmu a princip těžiště.

Princip rytmu v kompozici je založen na pravidelném opakování nebo střídání podobných prvků. Podobně jako v hudbě, kde rytmus tvoří opakující se údery, ve vizuálním umění (fotografie, malba, design) vytváří rytmus opakování linií, tvarů, barev nebo tónů.

Princip těžiště říká, že každá správná kompozice by měla mít jeden hlavní bod zájmu (dominantní prvek), který jako první přitáhne pozornost diváka. Toto "těžiště" funguje jako vizuální kotva, kolem které je postaven zbytek obrazu. Není to nutně geometrický střed snímku - naopak, často bývá umístěno mimo něj (např. podle pravidla třetin).

## **114 Vysvětlete skladebný princip prostoru a možnosti jeho vytváření v klasické tradiční fotografii („obrana vůči zploštění z 3D do 2D“).**

.

## **115 Skladebný princip rámu obrazu**

Vysvětlete skladebný princip rámu obrazu (funkci rámu obrazu).

Princip rámu obrazu, často nazývaný „rám v rámu“, je kompoziční technika, při které se využívají prvky přímo ve fotografované scéně k vytvoření vnitřního, přirozeného orámování hlavního motivu. Nejedná se tedy o fyzický rám pověšeného obrazu, ale o kreativní využití popředí nebo okolí scény k posílení celkového vizuálního sdělení.

## **116 Vysvětlete pojem „stavba fotografie“.**

.

## **117 Ovlivnění fotografického procesu**

Popište možnosti ovlivnění fotografického procesu, jeho stavby.

Volba techniky, výběr lokace, volba kompozice, světlo, postprodukce, rekvizit, aranžování...

**118 Vysvětlete následující pojmy: informativní fotografie, emotivní fotografie.**

.

**119 Fotografie jako sdělovací systém**

Vysvětlete větu: Fotografie jako jeden ze sdělovacích systémů, možnosti a hranice tohoto systému.

Je to způsob, jakým můžeme předávat informace a sdělovat myšlenky a emoce. Fotografie může zachytit vizuální podobu předmětu nebo osoby, ale nemůže zachytit zvuk nebo vůni.

**120 Vysvětlete pojmy: objektivita fotografie, subjektivita fotografie.**

.

**121 Šmokův čtverec**

Vysvětlete pojem „Šmokův čtverec“. Diagonální přechod mezi realitou a abstrakcí (stylizace x naturalizace, individualizace x generalizace).

**122 Objasněte pojem teorie sdělování (autor → sdělení/dílo → divák) z finančního pohledu: Autora sdělení → Distributora/uživatele sdělení → Příjemce sdělení.**

.

**123 Objasněte tři stupně ne/vědomého hodnocení fotografií: 1. Technická úroveň. 2. Obsahová úroveň. 3. Formální úroveň.**

.

**124 Objasněte pojmy: Fotografie = Sdělení/Zpráva (Kdo? Co? Kdy? Kde? Proč? Jak?)**

.

**125 Objasněte třídění fotografie dle námětu / dle obsahu. Jmenujte tradiční malířské / fotografické žánry.**

.

- 126 Objasněte základní třídění fotografií a vzájemné kombinace.
- .
- 127 Objasněte psychologické aspekty příjmu a užití fotografického sdělení: Vnímání. Pozornost.
- .
- 128 Objasněte psychologické aspekty příjmu a užití fotografického sdělení: Emoce a city. Motivace. Zájmy.
- .
- 129 Objasněte psychologické aspekty příjmu a užití fotografického sdělení: Paměť. Myšlení. Učení.
- .
- 130 Vysvětlete pojem „Teorie absolutní fotografie“.
- .
- 131 Jmenujte příklady uplatnění fotografie ve vědě a technice. Uveďte a zdůrazněte limity.
- .
- 132 Vysvětlete: Možnosti užití a zneužití fotografie. Manipulace s virtuálním obrazem v počítači. Pokles společenské prestiže fotografie jako „objektivního sdělovacího systému“. Negativní vliv reklamy na fotografii.
- .
- 133 Nastíňte budoucí vývoj fotografie

V následujících:

1. 10 letech,
2. 25 letech,

3. 50 letech,
4. 100 letech.

.