

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

Sbírka řešených zkouškových otázek

Zpracování digitální fotografie

Praha, 2025

https://github.com/knedl1k/A7B33DIF_exam



- 1 Jaké jsou rozdíly mezi analýzou obrazu (počítačovým viděním) na jedné straně a počítačovou grafikou na druhé straně? Uveďte dva příklady, které rozdíly demonstrují. 1
- 2 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? 1
- 3 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? 1
- 4 Lokální a globální zpracování. 1
- 5 Vysvětlete pojem spojitá obrazová funkce $f(x, y)$ nebo $f(x, y, t)$. Vysvětlete, co jsou parametry x, y, t . Uveďte několik příkladů reálných obrazových funkcí sejmutých s pomocí různých fyzikálních principů. Hodnota funkce f tedy bude odpovídat různým fyzikálním veličinám. 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 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. 2
- 8 Vysvětlete v souvislosti s digitálními obrazy význam pojmů 2
- 9 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. 4
- 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 $N \times N$ histo-

- gramu $h(i)$, $i = 0, \dots, 2b - 1$. Pro jaký histogram bude entropie největší? 4
- 11 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' . 4
- 12 K čemu slouží optická soustava (především objektiv) u fotoaparátu. Popište roli objektivu neformálně z fyzikálního hlediska. 4
- 13 Fungování objektivu fotoaparátu se obvykle na praktické úrovni vysvětluje teorií geometrické optiky. Za jakých předpokladů se může být zjednodušený model geometrické optiky použit? Podotýkám, že nejbližší další model v řadě složitějších fyzikálních modelů je model vlnové optiky. 4
- 14 Srovnajte na konceptuální úrovni z pohledu fotografování vlastnosti dírkové komory a objektivu složeného z čoček. 4
- 15 Vysvětlete pojem hloubka zaostření u optického objektivu. Jaký (obvykle ovladatelný) parametr objektivu umožňuje měnit hloubku zaostření? 4
- 16 Vysvětlete, co je přirozená vinětace. Projevuje se přirozená vinětace více u normálních objektivů nebo u širokoúhlých objektivů? 4
- 17 Vysvětlete, co je to radiální zkreslení objektivu. Jak se v sejmutém obraze projevuje a jak se opravuje? 4
- 18 Charakterizujte, co je barva. Souhrou jakých tří jevů vzniká u člověka barevný vjem. 4
- 19 Proč vidíme některé objekty barevně? Uvažujte např. jednu čerstvě ustřiženou červenou růži. Vysvětlete, proč vidíme stonek zeleně a květ červeně. 4
- 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). 4
- 21 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 rozshu od 0 do 1. 4
- 22 Vysvětlete, co je barevný metamerismus. Jaký je jeho význam pro vnímání barev člověkem? 4

- 23 Co je barevný prostor? Jak je definován? Uvažujte pro jednoduchost barevný prostor barevných senzorů v lidském oku. Nezapomeňte uvést souvislost s barevným metamerismem. 4
- 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. 4
- 25 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. 4
- 26 Vysvětlete, co je správa barev v digitální fotografii. Jaký je její praktický význam? Jaké jsou typické kroky k realizaci správy barev? 4
- 27 Co je barevná kalibrace počítačového monitoru? Proč a jak se monitory barevně kalibrují? 4
- 28 Vysvětlete pojem paletový barevný obrázek. K čemu a proč se barevné paletové obrázky používají? 4
- 29 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. 4
- 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. 4
- 31 Napište definiční vztah pro přímou a inverzní jednorozměrnou Fourierovu transformaci. Vyjádřete neformálně princip a význam Fourierovy transformace. 4
- 32 Jaká je asymptotická výpočetní složitost jednorozměrné Fourierovy transformace. Použijte značení „velké \mathcal{O} “ v závislosti na délce n vstupního diskrétního signálu (posloupnosti). 4
- 33 Vysvětlete, co je dvojrozměrná Fourierova transformace, její rozdíl od jednorozměrné (můžete definičním vzorcem nebo neformálně) a jak se používá ve zpracování obrazu. 4
- 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? 4
- 35 Jaká je výpočetní složitost diskrétní Fourierovy transformace pro dvojrozměrný 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 . 4

- Na multiplikativní a aditivní konstanty se nebude brát zřetel. 4
- 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? 4
- 37 Formulujte Shannonovu (též Nyquistovu, Kotelnikovu) větu o vzorkování pro jednodušší případ jednorozměrného signálu. Vysvětlete (stačí neformálně, obrázek pomůže), jak se věta o vzorkování dokazuje (náповěda: frekvenční spektra). 4
- 38 Proč se lineární ortogonální integrální transformace s výhodou používají pro reprezentaci signálu a obrazů (např. Fourierova, kosínová, metoda hlavních směrů)? Uvedte dva příklady týkající se digitální fotografie. 4
- 39 Charakterizujte předzpracování obrazu. Co je vstupem a výstupem předzpracování obrazu. K čemu předzpracování obrazu slouží? Uvedte tři příklady použití metod předzpracování. 4
- 40 Charakterizujte dvojrozměrnou konvoluci. K čemu se dvojrozměrná konvoluce používá v digitálním zpracování obrazu? 4
- 41 Roztřídte metody předzpracování obrazu do čtyř skupin podle velikosti zpracovávaného okolí právě zpracovávaného pixelu. U každé skupiny uveďte alespoň jeden příklad. 4
- 42 Vysvětlete princip jasových korekcí (obvykle se používají k odstranění systematických vad při snímání obrazu), když se uvažuje multiplikativní model poruchy. Vyjádřete matematicky. 4
- 43 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. (náповěda: vzpomeňte si na jazyk pro popis stránky PostScript). 4
- 44 Vysvětlete myšlenku ekvalizace histogramu. K čemu se ekvalizace histogramu používá ve zpracování obrazu? 4
- 45 Vysvětlete, proč ekvalizovaný histogram diskrétního obrazu není obvykle plochý? V ideálním případě bychom to očekávali. 4
- 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. 4
- 47 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. 4

- 48 Geometrická transformace a vlíčovací body 4
- 49 Při geometrických transformacích diskrétních obrazů je nutné aproximovat hodnotu obrazové funkce $f(x, y)$. Proč? Uvedte alespoň dvě metody pro takovou aproximaci (nejlépe obrázkem, vzorcem, ...). 7
- 50 Vysvětlete princip interpolace jasu po geometrické transformaci metodou nejbližšího souseda a lineární interpolací. 7
- 51 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 σ ? Vysvětlete, jaký je statistický princip poklesu šumu (náповěda: centrální limitní věta). 7
- 52 Lze filtrovat šum v obraze obyčejným průměrováním z např. 21 vzorků, aniž by byl obraz po filtraci rozmazaný? Pokud ano, jak? 7
- 53 Na obrázku je výřez obrazové funkce. Tučně je ohraničeno okolí, ve kterém se má vypočítat filtrovaná hodnota, tj. filtrační maska. Vypočtete filtrované hodnoty (a) při vyhlazování obyčejným průměrováním a (b) mediánovou filtrací pro právě zpracovávaný pixel ležící ve středu filtrační masky. 7
- 54 Uvažujte filtraci šumu v obraze realizovanou konvolucí s maskou rozměru 11×11 , která aproximuje gaussovský filtr. Jedná se o lineární operaci? Zkuste své rozhodnutí matematicky zdůvodnit. 7
- 55 Jakými metodami předzpracování obrazu zvýšíte kontrast obrazu pro pozorovatele, máte-li k dispozici právě tento jediný obraz. Uvedte alespoň dvě možnosti. 7
- 56 Co je a jak se matematicky popisuje hrana v obrazové funkci $f(x, y)$? Definiční vzorec pro hranu uveďte pro spojitý i digitalizovaný obraz. 7
- 57 Co je to hranový element (angl. edgel)? K čemu se v analýze obrazů hranový element používá? 7
- 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? 7
- 59 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. 7
- 60 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. Díky jakým vlastnostem použitých operací lze trik použít? 7

- 61 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? 7
- 62 Komprese dat (včetně obrazů) se může opírat o snížení redundance dat a případně o snížení irelevance dat. Vysvětlete oba pojmy. Uveďte po jednom příkladu na snížení redundance a na snížení irelevance v kompresi obrazů. Vysvětlete stručně podstatu příslušných kompresních metod. 7
- 63 Vysvětlete, co je ztrátová a co bezztrátová komprese obrazu s využitím pojmů redundance a irelevance dat. 7
- 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? 7
- 65 Pro odstranění redundance při kódování v kompresi dat se používá Huffmanovo kódování. Uveďte jeho myšlenku. Je Huffmanovo kódování optimální? Za jakých podmínek? K čemu se používá? 7
- 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? 7
- 67 Komprese JPEG a blokovací efekt 7
- 68 Jaký je rozdíl mezi ztrátovými a bezztrátovými metodami komprese obrazu? Uveďte princip ztrátových i bezztrátových metod. Uveďte jeden příklad bezztrátové a ztrátové komprese. 10
- 69 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?). 10
- 70 Definujte kompresní poměr dvěma způsoby, a to na základě redundance a na základě úspory paměti. 10
- 71 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? 10
- 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 $\mathcal{O}(\cdot)$.	10
73 Formulujte úlohu segmentace obrazu (vstup, výstup, co má udělat?). Napište, na co se segmentace používá při zpracování digitálních fotografií.	10
74 Co je to fotografie? Jaká znáte zařízení k pořízení fotografií?	10
75 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?	10
76 Co je to Camera Obscura? Na jakých principech je založena? Jaké je její stáří dle nejstarších popisů?	10
77 Ze kterého roku pochází první dochovaná fotografie? Kdo je autorem?	10
78 Jaké techniky byly užívány v období prvních 50 let existence fotografie?	10
79 Kdo je autorem sloganu „Stiskněte spoušť, my uděláme to ostatní“. Popište vznik fotoaparátu na kinofilm? Jak se jmenuje tento přístroj a jeho vynálezce?	10
80 Kdy se objevují první barevné fotografie? Popište roky a okolnosti vynálezů technik Autochrom, Kodachrome, barevný proces negativ-pozitiv, instantní fotografie.	10
81 Kdy a kde byla zkonstruována první dvouoká zrcadlovka? Kdy a kde byla vyrobena první jednooká zrcadlovka?	10
82 Stereofotografie, holografie. Kdo a kdy je objevil? Kdy a kdo prvně užil tyto technologie: měření světla za objektivem, automatické zaostřování, PhotoCD?	10
83 Popište vznik prvních digitálních fotoaparátů: vynálezci, firmy, technologie, přístroje?	10
84 Jmenujte čtyři významné světové autory 19. století a jejich dílo.	10
85 Jmenujte čtyři významné světové autory 20.-21. století a jejich dílo.	10
86 Jmenujte čtyři významné české autory 19.-20. století a jejich dílo.	10
87 Jmenujte čtyři významné české autory 20.-21. století a jejich dílo.	10
88 Co je to „Autorský zákon“? Co upravuje § 1?	10
89 Předmět práva autorského: Dílo § 2, Autor § 5, Spoluautoři § 8. Vznik práva autorského § 9.	10
90 Osobnostní práva § 11. Majetková práva § 12, § 26, § 27.	10

91 Volné užití díla § 30, Bezúplatné zákonné licence § 31-35.	10
92 Ochrana práva autorského, Díl 5.	10
93 Licenční smlouva § 46, Ne/Výhradní licence § 47, Třetí osoba § 48, Odměna § 49, Omezení licence § 50, Odstoupení od smlouvy a zánik licence, Školní dílo § 60.	10
94 Jmenujte čtyři fotografické styly a jejich představitele z 19. století.	10
95 Jmenujte čtyři fotografické styly a jejich představitele z 20. století.	10
96 Kdo je Ryszard Horowitz? Popište zrod Adobe Photoshop 1.0.	10
97 Vysvětlete pojem složení/kvalita světla a možnosti jeho regulace ve fotografii.	10
98 Vysvětlete pojem množství světla a možnosti jeho regulace ve fotografii.	10
99 Popište přístroje a metody měření světla ve fotografii.	10
100 Vysvětlete následující pojmy: Osvětlení x Osvětlování. Světelná: Realita x Konstrukce x Kombinace. Světlo: Přímé x Nepřímé x Rozptýlené.	10
101 Vysvětlete následující pojmy: Vnímání a užití světla člověkem. Význam absorpce a odrazu světla předměty. Funkce stínu. Technická a výtvarná funkce světla.	10
102 Co je to kompozice? Kompozice v hudbě a tanci. Kompozice ve výtvarném umění. Kompozice v psaném slově.	10
103 Co je to kompozice? Ve fotografii? Ve filmu? Ve 3D grafice?	10
104 Jaké jsou názvy základních kompozičních schémat?	10
105 Vysvětlete následující kompoziční schemata: symetrie, asymetrie.	10
106 Vysvětlete následující kompoziční schémata: dekompozice, konvence psaní a čtení, pohybující se objekt.	10
107 Vysvětlete pojmy: egyptský trojúhelník, zlatý řez.	10
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.	10
109 Vysvětlete pojem „skladba fotografie“.	10
110 Vyjmenujte základní principy skladby ve fotografii.	10

111	Vysvětlete skladebný princip role.	10
112	Vysvětlete skladebný princip kontrastu a princip symetrie.	10
113	Vysvětlete skladebný princip rytmu a princip těžiště.	10
114	Vysvětlete skladebný princip prostoru a možnosti jeho vytváření v klasické tradiční fotografii („obrana vůči zploštění z 3D do 2D“).	10
115	Vysvětlete skladebný princip rámu obrazu (funkci rámu obrazu).	10
116	Vysvětlete pojem „stavba fotografie“.	10
117	Popište možnosti ovlivnění fotografického procesu, jeho stavby.	10
118	Vysvětlete následující pojmy: informativní fotografie, emotivní fotografie.	10
119	Vysvětlete větu: Fotografie jako jeden ze sdělovacích systémů, možnosti a hranice tohoto systému.	10
120	Vysvětlete pojmy: objektivita fotografie, subjektivita fotografie.	10
121	Vysvětlete pojem „Šmokův čtverec“. Diagonální přechod mezi realitou a abstrakcí (stylizace x naturalizace, individualizace x generalizace).	10
122	Objasněte pojem teorie sdělování (autor → sdělení/dílo → divák) z finančního pohledu: Autora sdělení → Distributora/uživatele sdělení → Příjemce sdělení.	10
123	Objasněte tři stupně ne/vědomého hodnocení fotografií: 1. Technická úroveň. 2. Obsahová úroveň. 3. Formální úroveň.	10
124	Objasněte pojmy: Fotografie = Sdělení/Zpráva (Kdo? Co? Kdy? Kde? Proč? Jak?)	10
125	Objasněte třídění fotografie dle námětu / dle obsahu. Jmenujte tradiční malířské / fotografické žánry.	10
126	Objasněte základní třídění fotografií a vzájemné kombinace.	10
127	Objasněte psychologické aspekty příjmu a užití fotografického sdělení: Vnímání. Pozornost.	10
128	Objasněte psychologické aspekty příjmu a užití fotografického sdělení: Emoce a city. Motivace. Zájmy.	10
129	Objasněte psychologické aspekty příjmu a užití fotografického sdělení: Paměť. Myšlení. Učení.	10

- 130 Vysvětlete pojem „Teorie absolutní fotografie“. 10
- 131 Jmenujte příklady uplatnění fotografie ve vědě a technice. Uveďte a zdůrazněte limity. 10
- 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. 10
- 133 Nastíňte budoucí vývoj fotografie 10

- 1 Jaké jsou rozdíly mezi analýzou obrazu (počítačovým viděním) na jedné straně a počítačovou grafikou na druhé straně? Uveďte dva příklady, které rozdíly demonstrují.
- 2 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?
- 3 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 metody omezuje?
- 4 Lokální a globální zpracování.
 - Diskutujte stručně rozdíl mezi lokálním a globálním přístupem v analýze obrazu. Uveďte výhody a nevýhody obojího.
 - Uveďte se stručným komentářem dva příklady lokálních operací.
 - Uveďte se stručným komentářem dva příklady globálních operací.

- 5 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 sejmутých s pomocí různých fyzikálních principů. Hodnota funkce f tedy bude odpovídat různým fyzikálními veličinám.
- 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?
- 7 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? Poznávám, že se neptám na kvantování.
- 8 Vysvětlete v souvislosti s digitálními obrazy význam pojmů
- a) prostorové rozlišení;
 - b) spektrální rozlišení;
 - c) radiometrické rozlišení;
 - d) časové rozlišení.

- 9 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.
- 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 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' .
- 12 K čemu slouží optická soustava (především objektiv) u fotoaparátu. Popište roli objektivu neformálně z fyzikálního hlediska.
- 13 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.
- 14 Srovnejte na konceptuální úrovni z pohledu fotografování vlastnosti dírkové komory a objektivu složeného z čoček.
- 15 Vysvětlete pojem hloubka zaostření u optického objektivu. Jaký (obvykle ovladatelný) parametr objektivu umožňuje měnit hloubku zaostření?
- 16 Vysvětlete, co je přirozená vinětace. Projevuje se přirozená vinětace více u normálních objektivů nebo u širokoúhlých objektivů?
- 17 Vysvětlete, co je to radiální zkreslení objektivu. Jak se v sejmutém obraze projevuje a jak se opravuje?
- 18 Charakterizujte, co je barva.⁴ Souhrou jakých tří jevů vzniká u člověka barevný vjem.

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

- 49 Při geometrických transformacích diskrétních obrazů je nutné aproximovat hodnotu obrazové funkce $f(x, y)$. Proč? Uvedte alespoň dvě metody pro takovou aproximaci (nejlépe obrázkem, vzorcem, ...).
- 50 Vysvětlete princip interpolace jasu po geometrické transformaci metodou nejbližšího souseda a lineární interpolací.
- 51 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 σ ? Vysvětlete, jaký je statistický princip poklesu šumu (nápověda: centrální limitní věta).
- 52 Lze filtrovat šum v obraze obyčejným průměrováním z např. 21 vzorků, aniž by byl obraz po filtraci rozmazaný? Pokud ano, jak?
- 53 Na obrázku je výřez obrazové funkce. Tučně je ohraničeno okolí, ve kterém se má vypočítat filtrovaná hodnota, tj. filtrační maska. Vypočtete filtrované hodnoty (a) při vyhlazování obyčejným průměrováním a (b) mediánovou filtrací pro právě zpracováváný pixel ležící ve středu filtrační masky.
- 54 Uvažujte filtraci šumu v obraze realizovanou konvolucí s maskou rozměru 11×11 , která aproximuje gaussovský filtr. Jedná se o lineární operaci? Zkuste své rozhodnutí matematicky zdůvodnit.
- 55 Jakými metodami předzpracování obrazu zvýšíte kontrast obrazu pro pozorovatele, máte-li k dispozici právě tento jediný obraz. Uvedte alespoň dvě možnosti.
- 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 Co je to hranový element (angl. edgel)? K čemu se v analýze obrazů hranový element používá?
- 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?

2. Při velkých kompresních poměrech jsou ve výsledku patrné čtverečky rozměru 8×8 . Čím je tento tzv. blokovací efekt způsoben? Proč se k takovému řešení přistoupilo?

- 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 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?).
- 70 Definujte kompresní poměr dvěma způsoby, a to na základě redundance a na základě úspory paměti.
- 71 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?
- 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 Formulujte úlohu segmentace obrazu (vstup, výstup, co má udělat?). Napište, na co se segmentace používá při zpracování digitálních fotografií.
- 74 Co je to fotografie? Jaká znáte zařízení k pořízení fotografií?
- 75 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?
- 76 Co je to Camera Obscura? Na jakých principech je založena? Jaké je její stáří dle nejstarších popisů?
- 77 Ze kterého roku pochází první dochovaná fotografie? Kdo je autorem?

1. 10 letech,
2. 25 letech,
3. 50 letech,
4. 100 letech.