

Příklady otázek PB009/jaro 2009

Upozornění: Otázky mohou být formulovány jinými slovy, požadovat vysvětlení problému obrázkem, nebo naopak komentování daného obrázku.

Nelze spoléhat na prosté opsání odpovědí z minulých let.

- Vysvětlíte rozdíl mezi analýzou a syntézou obrazu a vizualizací.
- Blokové schéma rastrového displeje, vysvětlení barevné palety. Co znamená barevný režim 256/16 bitů ?
- Popište princip CRT a LCD displejů, jejich klady a zápory. Na jakém principu pracují projektory s technologií DMD/DLP ?

Interpolátory

- Princip a rozdíl mezi 2 základními algoritmy pro rasterizaci čárových primitiv. Vysvětlíte na příkladu úsečky $[0,0] [x_1,y_1]$.
- Obecné schéma algoritmu DDA a jeho varianta pro rasterizaci úsečky.
- Jaké kritérium používá Bresenhamův algoritmus pro volbu kroku při kreslení úsečky ? Vysvětlíte pomocí obrázku, zformulujte algoritmus. Proveďte první dva kroky rasterizace a uveďte hodnoty chybového členu pro úsečku $[0,0] [3,1]$.
- Jaké kritérium používá Bresenhamův algoritmus pro volbu kroku při kreslení kružnice ? Vysvětlíte pomocí obrázku, zformulujte algoritmus. Proveďte první dva kroky rasterizace a uveďte hodnoty chybového členu pro kružnici se středem v počátku a poloměrem $R=5$. Rasterizaci odstartuje z bodu $[0,R]$ ve směru CW (clock-wise).
- Z jakých vztahů vychází DDA algoritmus pro kresbu kružnice ? Zformulujte algoritmus. Jaké záludnosti je nutné zvážit při jeho implementaci ? Jaká podmínka musí platit, aby nedošlo ke kreslení spirály ?
- Na jakém principu je založen High Precision DDA pro kresbu kružnice ? Jaké operace používá ?
- Který algoritmus pro kreslení kružnice obsahuje pouze porovnání a přičítání 2 a 4 ? Na základě čeho byl odvozen ? Nakreslete, uveďte vztahy a vysvětlíte.
- Kresba elipsy v základní poloze, kritérium středního bodu, odvození. Zformulujte algoritmus pro kresbu 1.kvadrantu elipsy.

Vyplňování

- Hraniční vyplňování a přebarvování pomocí semínkového vyplňování: Vysvětlíte a

porovnejte naivní algoritmus semínkového vyplňování a algoritmus řádkového semínkového vyplňování. Uveďte příklady postupu vyplňování pro oba algoritmy. Očíslujte postupně obarvované pixely.

- Rasterizace trojúhelníků krokováním hran a Pinedův algoritmus. Vysvětlete princip, zformulujte algoritmy.
- Definice vnitřních bodů oblasti vymezené obecným (i sebe protínajícím se) polygonem ? Jaké druhy testů se používají ? Naznačte princip testování vnitřního bodu oblasti.
- Vysvětlete algoritmus řádkového vyplňování se seznamem aktivních hran. Načrtněte obrázek, zformulujte algoritmus. Jaké údaje obsahuje pracovní záznam pro hranu ? Na příkladu hranice ve tvaru W ukažte vyplnění a změny seznamů při zpracování řádek v oblasti vnitřního klínu. Jak se rozhodne parita v místě napojení hran ?
- Vysvětlete hranové a plotové paritní vyplňování ? Zformulujte algoritmy. Kdy má smysl tyto algoritmy použít ?

Ořezávání

- Při ořezávání úsečky obdélníkovým oknem se používá algoritmus Cohen-Sutherland. Jaká zlepšení přináší oproti klasické metodě „postupně ořízni úsečku podle všech hranic“ ? Nakreslete, zformulujte algoritmus a vysvětlete.
- Na jakém principu pracuje algoritmus Cohen-Sutherland s půlením intervalu ? Zformulujte algoritmus, nakreslete příklad a vysvětlete.
- Jakou úlohu řeší ořezávací algoritmus Cyrus-Beck ? Jaký test se používá pro zjištění polohy bodu vzhledem k hranici ? Vysvětlete stručně princip algoritmu.
- Pro ořezávání polygonů se používá algoritmus Sutherland-Hodgman. Vysvětlete princip, zakreslete celou sestavu a vysvětlete funkci jednoho bloku. Jaké případy řeší tento algoritmus chybně ? Nakreslete příklad.
- Vysvětlete princip algoritmu Weiler-Atherton na příkladu rozstřihání 2 překrývajících se trojúhelníků (Davidova hvězda).

Křivky

- Jak je definována parametrická interpolační křivka ? Vysvětlete a uveďte příklad po částech polynomiální křivky (např. lomené čáry), včetně příslušných definičních vztahů.
- Tečný a normálový vektor kružnice zadané v parametrickém tvaru v bodě $t=0.3$. Nakreslete obrázek, naznačte „orientaci“ křivky a zakreslete příslušné vektory. Uveďte jejich hodnoty.
- Pomocí Lagrangeových polynomů 2. stupně definujte interpolační polynomiální křivku, která prochází body P_0, P_1, P_2 postupně v časech $t_0=0, t_1=1, t_2=4$. Komentujte vlastnosti bázevých polynomů a zhodnoťte její použití pro interaktivní tvorbu křivek.
- Kubické křivkové segmenty lze určit různými podmínkami. Jaké geometrické podmínky se běžně používají v PG ? Uveďte příklady a pojmenování příslušných křivek, nakreslete

křivky a jejich geometrické podmínky.

- Co je to polynomiální báze ? Vysvětlete, uveďte 3 příklady. Vysvětlete požadavek na afinní invariantnost báze. Jak tento požadavek ovlivní způsob výpočtu křivky při afinní transformaci ?
- Čím je určena Hermite-Fergussonova kubika ? Napište obecný vzorec s geometrickými podmínkami a bázovými polynomy. Polynomy nemusíte rozepisovat, ale uveďte, jaké vlastnosti musí mít v počátečním a koncovém bodě křivky.
- Jak je definována obecná Bezierova křivka ? Uveďte základní vlastnosti. Z čeho vyplývají ?
- Nakreslete obrázek a napište definici Bezierovy křivky 2.stupně ve 2D. Rozepište přesně polynomy pro křivku určenou body $[4,1]$, $[2,4]$, $[2,5]$.
- Jak souvisí definice Bezierovy křivky s konstrukcí deCasteljau ? Nakreslete, vysvětlete.
- Nakreslete deCasteljau konstrukci bodu $P(1/3)$ na Bezierově křivce 4.stupně . Nakreslete tečný vektor v počátečním bodě křivky.
- Rozdělte pomocí deCasteljau konstrukce Bezierovu kubiku $B(t)$, $t \in [0,1]$ na 2 Bezierovy kubiky $B_1(t)$, $t \in [0,0.5]$, $B_2(t)$, $t \in [0.5,1]$. Nakreslete obrázek a vysvětlete.
- Jak převedete kubiku v reprezentaci Hermite na stejnou kubiku v reprezentaci Bezier ? Naznačte na obrázku, vysvětlete.
- Co jsou racionální Bezierovy křivky ? Jaké jsou jejich vlastnosti ? Z čeho vyplývají ? Které parametry ovlivňují tvar křivky ?
- Jak je definována parametrická a geometrická spojitost křivek ? Uveďte příklady C_1 a C_2 navázání 2 kubik Bezier-Bezier a Coons-Coons.
- Jak zajistíte hladké navázání 2 Bezierových kubik se spojitostí G_1 a C_1 ? Uveďte podmínky pro oba druhy spojitosti.
- Čím jsou určeny Coonsovy B-splajny ? Jaký význam mají vícenásobné řídicí body při skládání křivky po částech ? Kde se nachází výsledná křivka ?
- Znázorněte graficky kubiku definovanou jako B-splajn a zakreslete konverzi do reprezentace Bezier.
- Co jsou křivky NURBS ? Po částech skládaná křivka může být sestavena z polynomů různého stupně. Které parametry mají vliv na stupeň polynomu ?
- Jaké jsou vlastnosti NURBS báze ? Jak souvisí bázové polynomy s uzlovým vektorem ?
- Jaký je vztah mezi křivkou Bezier a NURBS ?
- Vysvětlete diferenční metodu výpočtu polynomiální parametrické křivky.

Barvy

- Načrtněte diagram CIE-xy (1931). Kde je bílá barva, syté barvy ? Na dalším obrázku ukažte vztah mezi barevným prostorem CIE-xy a prostorem barev monitoru RGB.
- Virtuální barevný prostor XYZ, trichromatické spektrální průběhy, vztah k diagramu CIE-xy.
- Co je achromatické světlo ? Které předměty vnímáme jako bílé nebo černé ?
- Grassmanovy zákony a skládání barev.
- Vysvětlete Lambert-Beerův zákon a jeho důsledky v počítačové grafice.
- Vysvětlete barevné systémy RGB a CMY a jejich použití ? Uveďte příklady míchání barev. Převod RGB - CMYK.
- Zakreslete modely HSV a HLS. Popište význačná místa na modelech (bílá, černá, šedá, syté barvy aj.)
- Co je rekombinace barevných stimulů ? Vysvětlete princip a důsledky.
- Vysvětlete, proč je nevhodné zobrazovat důležitou informaci střídavě barvami z opačných okrajů viditelného spektra ?
- Vlastnosti systému vidění. Co jsou Machovy proužky ?

Rastrové obrazy

- Vysvětlete rozdíl mezi prahováním, náhodným prahováním a použitím rozptylovací matice. Co je vstupem a co je výstupem jednotlivých postupů ?
- Princip konvoluce. Jaký je rozdíl mezi integračními a derivačními konvolučními filtry ? Příklad integračního a derivačního konvolučního filtru.
- Vysvětlete použití a princip Floyd-Steinbergova algoritmu ? Porovnejte s metodou rozptylovací matice.
- Na jakém principu jsou založeny obrazové operátory Robertsův a Laplace ? Jak zpracuje Laplace pozitivní/negativní hrany a rampy ? Odhalí operátory v obraze obecně orientované hrany ?
- Rozptylovací matice se používá při úpravě obrazu dvojím způsobem. Uveďte principy obou způsobů a jejich vliv na velikost výsledného obrazu. Ukažte na jednoduchém příkladu.
- Jak se mění obraz při opakované aplikaci nízkopásmového konvolučního filtru ? Uveďte příklad tohoto filtru a vysvětlete, co je důsledkem jeho aplikace.
- Uveďte příklad derivačního filtru se zachováním "stejnoseměrné složky" v obraze a vysvětlete.
- Co je Sobelův operátor ? Uveďte příklad Sobelova operátoru včetně vztahu pro výpočet výsledné intenzity.

- Jaké operátory použijete pro směrové rozmazání obrazu a expanzi světlé plochy ?
- Co je histogram obrazu, ekvalizace pomocí histogramu ?

Lineární transformace

- Uveďte transformaci pro otočení objektu v homogenních souřadnicích kolem daného středu v rovině o daný úhel. Příslušné matice rozepište.
- Popište sadu transformací, pomocí kterých otočíte těleso v obecné poloze kolem jeho osy o daný úhel. Osa je dána dvojicí bodů. Jaký typ souřadnic použijete ?
- Popište sadu transformací, pomocí kterých zrcadlově převrátíte těleso podle dané roviny v prostoru. Rovina je dána bodem a normálovým vektorem.
- Jak sestavíte transformaci pro přepočet mezi dvěma lokálními souřadnými systémy zadanými trojicemi ortonormálních vektorů v 3D prostoru ? Oba souřadné systémy zaujímají určitou pozici ve světě s globálním souřadným systémem.
- Sestavte matici transformace otočení kolem osy dané bodem $[1,2,-1]$ a vektorem $[0,1,0]$ o 45 stupňů. Na obrázku ukažte, který směr otáčení volíte.

Promítání

- Jaké druhy lineárních rovnoběžných projekcí se používají v praxi ? Charakterizujte, případně vysvětlíte pomocí obrázku.
- Sestavte transformační matici pro dimetrii.
- Sestavte promítací matice pro kabinetní a kavalírské promítání. Osa z se promítá pod úhlem 30° .
- Jak sestavíte matici pro obecnou kolmou projekci (průmětna v obecné poloze v prostoru).
- Uveďte transformaci, která řeší úlohu perspektivního promítání pro situaci: *pozorovatel v počátku, průmětna kolmá na osu z protíná osu z ve vzdálenosti d* .
- Popište sadu transformací, které řeší úlohu perspektivního promítání pro situaci: kamera v obecné pozici v prostoru se známou orientací (bod a 3 ortonormální vektory), rovinná průmětna v prostoru kolmá na hlavní osu kamery ve vzdálenosti d od jejího referenčního bodu.
- Jednotné projekce vycházejí z určité geometrické situace. Zakreslete a vysvětlíte význam jednotlivých parametrů. Příklad nastavení parametrů pro kosoúhlé promítání.

Modely 3D těles

- Co je "solid modeling" ? Co je jeho výsledkem ?
- Jaké jsou obecné požadavky na reprezentaci těles pro použití v počítačové grafice ? Vysvětlíte.
- Jaké modelovací postupy se používají pro tvorbu a úpravy těles ?

- Jakým způsobem zobrazíte voxelový model, hraniční model a CSG model ? Uved'te základní postupy charakteristické právě pro daný model.
- Uved'te 3 základní modely prostorových těles, charakteristické datové struktury. Princip a rozdíly ukažte na tělese „hranol s válcovým žlábkem“.
- Co je Eulerova rovnost ? K čemu slouží Eulerovy operátory ? Pro jaký model se používají ? S použitím mvsf, mev a mef ukažte jejich použití na příkladu konstrukce čtyřstěnu.
- Co obsahuje a k čemu se používá datová struktura „okřídlená hrana“ ? Pro jakou třídu těles. Které informace se používají při transformacích a modelování ?
- Vysvětlete CSG reprezentaci. Jaké prvky obsahuje, jak se řeší běžné modelovací operace a geometrické transformace ? Co lze použít v listech CSG stromu ? Co znamená „prořezávání CSG stromu“ ?
- Uved'te souvislosti jednotlivých prostorových modelů ve vztahu k zobrazování, vzájemné převody, přímé zobrazování ...

Viditelnost

- Zformulujte základní algoritmy v prostoru objektů a v prostoru obrazu, vysvětlete princip a rozdíly. Uved'te příklady algoritmů v obou kategoriích.
- Zformulujte malířův algoritmus, vysvětlete princip a základní kroky. Pro jaký model scény se používá ?
- Co je BSP ? Algoritmus pro řešení viditelnosti pomocí BSP. Jak reorganizujete BSP, když pozorovatel mění pozici ?
- Watkinsonův algoritmus řádkové viditelnosti používá několikeré třídění vyhodnocovaných plošek. Zformulujte algoritmus, uveďte, o která třídění se jedná a v jakém pořadí se zpracovávají. Algoritmus souvisí s jedním algoritmem pro vyplňování - se kterým ?
- Vysvětlete princip řešení viditelnosti pomocí paměti hloubky. Uved'te algoritmus. Jaké třídění plošek se zde používá ? Zjednodušené varianty algoritmu.
- Jak pracuje algoritmus "vrhání paprsku" ? Pro jaké modely se používá ?
- Jak lze řešit viditelnost CSG modelů přímo (bez převodu do hraniční reprezentace) ? Vysvětlete princip, uveďte algoritmus a ukažte na jednoduchém příkladě (rozdíl dvou těles).

Plochy

- Jaké definice ploch se používají v PG ? Proč je explicitní rovnice $z=f(x,y)$ nevhodná pro modelování 3D scén ?
- Jak je definována přímková plocha ? Nakreslete příklad. Konstrukce přímkové plochy při navázání dvou plátů na daných okrajích.

- Jak vytvoříte Hermitovský plát mezi dvěma okrajovými křivkami ? Co musí být zadáno ? Uveďte příklad navázání dvou plátů na daných okrajích.
- Uveďte obecný zápis parametrického plátu pomocí „mapy plochy“. Ukažte několik příkladů takto definovaných ploch.
- Pomocí jakých parametrů je definován 12-ti vektorový plát? Jejich význam ukažte na obrázku, uveďte příslušnou mapu plochy. Čím jsou tvořeny povrchové křivky $P(\text{konst},v)$ nebo $P(u,\text{konst})$? Navázání dvou plátů v daném okraji.
- Jak je definován 16-ti vektorový plát ? Význam parametrů ukažte na obrázku, uveďte příslušnou mapu plochy. Navázání dvou plátů v daném okraji.
- Jak je definován obecný Bezierův plát ? Jaké má vlastnosti, z čeho vyplývají ? Navázání dvou plátů v daném okraji.
- Jak je definován trojúhelníkový Bezierův plát ? Jaké má vlastnosti, z čeho vyplývají ?
- Bilineární a bikubické Coonsovy plochy, implicitní a explicitní definice, odlišnosti.
- Jak je definována bikubická B-spline plocha ? Nakreslete ukázkou. Spojité navázání plátů v jednom parametrickém směru.
- Jak je definována racionální B-spline plocha (NURBS) ?

Světelné modely

- Zakreslete geometrickou situaci, která je základem úlohy při výpočtu lokálního osvětlení. Jak se liší výpočet osvětlení beze stínů a se stíny.
- Jednoduché modely lokálního osvětlení používají 3 druhy světla. Jaké jsou tyto druhy, čím je určena **barva** a **velikost** jednotlivých složek světla ?
- Vysvětlete Phongův model zrcadlového odrazu světla. Zakreslete geometrickou situaci a uveďte vzorec pro výpočet světla v bodě na povrchu tělesa.
- Napište vzorec pro výpočet lokálního světla, který uvažuje osvětlení z více světelných zdrojů a útlum světla podle vzdálenosti světelného zdroje. Zakreslete geometrickou situaci.
- Jak se zjednoduší výpočet lokálního osvětlení, pokud předpokládáme světelné zdroje v nekonečnu a rovnoběžné promítání ?
- Vysvětlete metody konstantního a hladkého stínování s interpolací barvy a normály. Porovnejte principy a použitelné světelné modely.
- Jaký význam mají skutečné a pomocné hrany při řešení lokálního osvětlení ? Nakreslete a vysvětlete.
- Nakreslete postup zpracování 3D dat při stínování Gouraud a využití Z-buffer.

Globální osvětlovací modely

- Princip metody sledování paprsku. Uveďte a vysvětlete algoritmus. Z čeho se skládá vypočtená barva pixelu ? Jakým způsobem omezíte hloubku rekurze ?
- Které druhy výpočtu jsou nejnáročnější při rekurzivním sledování paprsku ? Jak lze sledování paprsku zobrazit CSG model ?
- Které parametry a veličiny radiozitivní úlohy vyjadřují vlastnosti těles, uspořádání scény a aktivní zdroje světla ? Zformulujte základní soustavu a označte uvedené parametry.
- Co vyjadřuje konfigurační faktor v radiozitivní úloze ? Proč je obtížné řešit jeho výpočet analyticky ? Nusseltova analogie, princip výpočtu konfiguračního faktoru pomocí polokrychle.
- Reflexní mapy, princip a použití.
- Jaký je rozdíl mezi přímým a inverzním nanesením textury ?
- Co jsou hrbolaté (bump) textury ?