

Informace o zkoušce z předmětu Počítačová grafika III (zimní semestr 2011/12)

Jaroslav Křivánek

10.1.2012

Obecné informace:

Zkouška bude ústní. Nejdříve si vylosujete dvě z níže uvedených otázek, na něž si pak písemně připravíte odpověď. Poté bude následovat rozprava, jejíž součástí bude i (maximálně desetiminutová) diskuze o jednom ze tří předem vybraných odborných článků souvisejících s realistickým zobrazováním. Svůj výběr článků mi musíte e-mailem oznámit nejpozději týden před zkouškou. Po článcích pátrejte zde: <http://kesen.realtimerendering.com/>.

Předpokladem úspěchu u zkoušky je: a) skutečné pochopení látky z přednášek a vybraných odborných článků, b) schopnost vysvětlit obsah vybraného článku v omezeném časovém prostoru. Druhý bod nepodceňujte – důležité je vysvětlit nejen „jak“, ale také „co“, „proč“ a „co za to“ (tj. dosažené výsledky). Obsah odborného článku byste měli být schopni kriticky zhodnotit.

Otázky:

1. **Radiometrie & fotometrie.** Vztah mezi radiometrickými a fotometrickými veličinami. Křivka poměrné spektrální světelné účinnosti. Model světla pro účely radiometrie, zářivá energie. Přehled radiometrických a fotometrických veličin.
2. **Radiometrické a fotometrické veličiny.** Zářivá/světlená energie, zářivý/světlený tok, ozáření/osvětlení, Lambertův kosinový zákon, intenzita vyzařování/světlení (luminozity), zářivost/svitivost, zář/jas a její vlastnosti. Příchozí a odchozí zář. Význam kosinového faktoru v definici záře.
3. **Světelné zdroje a jejich popis.** Bodový světlený zdroj, plošný světlený zdroj. Popis záření zdrojů radiometrickými veličinami. Vztah mezi zářivostí a tokem pro některé základní typy bodových zdrojů. Vztah mezi emitovanou září a tokem pro plošné zdroje. Ozáření plochy způsobené bodovým a plošným zdrojem světla. Promítnutý prostorový úhel.
4. **BRDF.** Definice, vlastnosti, význam. Hemisféricko-hemisférická a hemisféricko-směrová odrazivost, typy BRDF, různé přístupy modelování odrazivých vlastností materiálů. BTDF, BSDF, SVBRDF, BTF, BSSRDF.
5. **Základní BRDF modely.** Difúzní BRDF (odrazivost, podmínky zachování energie), BRDF pro ideální zrcadlový odraz a lom. Snellův zákon, totální odraz. BRDF popisující Phongův osvětlovací model – zajištění reciprocity a zachování energie.
6. **Lokální rovnice odrazu (OVTIGRE).** Popište veličiny, které se v rovnici vyskytují.
7. **Zobrazovací rovnice.** Odvození z rovnice odrazu. Rozdíl mezi rovnicí odrazu a zobrazovací rovnicí. Úhlová a plošná forma zobrazovací rovnice. Odvození radiozity ze zobrazovací rovnice.
8. **Řešení zobrazovací rovnice.** Vyjádření ZR v operátorové formě. Převedení na nekonečně-dimenzionální integrál: expanze, Neumannova řada, podmínky konvergence.
9. Odhad určitého integrálu **Monte-Carlo kvadraturou.** Primární / sekundární estimátor. Odvození nestrannosti a rozptylu primárního a sekundárního estimátoru. Rozdíl mezi estimátorem a jeho realizací. Porovnání s deterministickými kvadraturními vzorci (konvergence). Příklady estimátorů pro jednoduché integrály v zobrazování (odhad

irradiance, přímé osvětlení na ploše s obecnou BRDF).

10. **Kombinace MC estimátorů** („multiple importance sampling“). Obecný vzorec. Podmínky nestrannosti kombinovaného estimátoru. Vyrovnaná a maximální heuristika. Příklady použití v zobrazování. Proč to vlastně funguje tak dobře? V jakém případě kombinovaný estimátor nepomůže?
11. **Vlastnosti Monte Carlo estimátorů**. Nestranný a konzistentní estimátor. Střední kvadratická chyba, účinnost (eficience). Příklady nestranných, konzistentních a nekonzistentních estimátorů řešení zobrazovací rovnice.
12. **Metody snížení rozptylu MC estimátorů**. Řídicí funkce (control variates), vzorkování podle důležitosti (importance sampling), vzorkování po částech (stratified sampling – jittering), quasi-Monte Carlo metody. Definice diskrepance a její souvislost s chybou odhadu. Sekvence s nízkou diskrepancí.
13. **Generování vzorků z 1D a 2D diskrétního rozdělení** pravděpodobnosti. Vzorkování z mapy prostředí a použití v osvětlení scén obrazem („image-based lighting“).
14. **Generování vzorků z 1D a 2D spojitého rozdělení** pravděpodobnosti – transformace inverzní distribuční funkce, zamítací metoda. Vzorkování komponent BRDF.
15. **Algoritmus „path tracing“** jako rekurzivní řešení zobrazovací rovnice. Odvození, pseudokód.
16. **Optimalizace algoritmu „path tracing“**. Různé způsoby ukončení cest a jejich důsledky. Využití kombinovaného Monte Carlo estimátoru („multiple importance sampling“) pro výpočet přímého osvětlení.
17. Na příkladu v osvětlení scén obrazem („image-based lighting“) popište princip kombinovaného Monte Carlo estimátoru („multiple importance sampling“). Jaké vzorkovací strategie připadají v tomto případě v úvahu? Vysvětlete na tomto příkladě rozdíl mezi vyrovnanou („balance“) a maximální („maximum“) heuristikou pro MIS.
18. **Důležitost a dualita v zobrazování**. Měřicí rovnice. Veličina důležitosti. Propagace důležitosti scénou. Dualita důležitosti a radiance. Algoritmus „light tracing“ jakožto rekurzivní řešení rovnice propagace důležitosti.
19. **Formulace řešení zobrazovací rovnice jako integrálu přes prostor cest**. Algoritmy „path tracing“ a „light tracing“ (s a bez odhadu příští události, tj. explicitního napojování na zdroje světla / kameru) v této formulaci.
20. Algoritmus **„Bidirectional path tracing“**. Různé strategie pro vzorkování cest, jejich kombinace pomocí MIS. Praktická implementace. Porovnání s algoritmy „path tracing“, „light tracing“, a „photon mapping.“
21. Algoritmus **„Photon mapping“**. Co je jeho účelem? Jak svého účelu dosahuje? Jaké má výhody a nevýhody? Porovnání s algoritmy „path tracing“, „light tracing“, a „bidirectional path tracing.“
22. Algoritmus **„Irradiance caching“**. Co je jeho účelem? Jak svého účelu dosahuje? Jaké má výhody a nevýhody? Použití v kombinaci s algoritmem „photon mapping“.
23. **Syntéza zvuku pro počítačovou grafiku**. Fyzikální povaha zvuku a jeho vnímání, reprezentace zvuku, řetězec syntézy zvuku. Syntéza kontaktních zvuků, základy modální syntézy, modální model a způsoby jeho získání. Základy modální analýzy. Čím je způsoben zvuk tekoucí vody?