

3. Kitos svarbiausios BRDF savybės

Priklausomybė nuo bangos ilgio: daugumai medžiagų BRDF reikšmės priklauso nuo krentančios šviesos bangų ilgio, t.y. turi spektrinį pasiskirstymą. Paprastai kalbant, kiekviena medžiaga turi savo spalvą.

Abipusis kumas: sukeičiant krentančių ir atspindintų spindulių kryptis, nepakeičiamas BRDF dydis. Kai kurioje mokslineje literatūroje ši savybė tiksliau vadinama Helmholtz abipusiskumu (angl. Helmholtz reciprocity). Ji sako, kad vadinama Helmholtz abipusiskumu (angl. Helmholtz reciprocity). Ji sako, kad sukeitus vietas ω vektorių, BRDF apskaičiuotas rezultatas išliks nepakitęs.

Ši savybė yra ypač svarbi fizika pagrįstiems vaizdo generavimo algoritams kaip dvikryptis trasavimas. Nors ši sąlyga atrodo logiška ir lengvai įgyvendinama, tačiau kai kurie apšvietimo modeliai jos netenkina (vienas iš populiariausių Blinno-Phongo modelis).

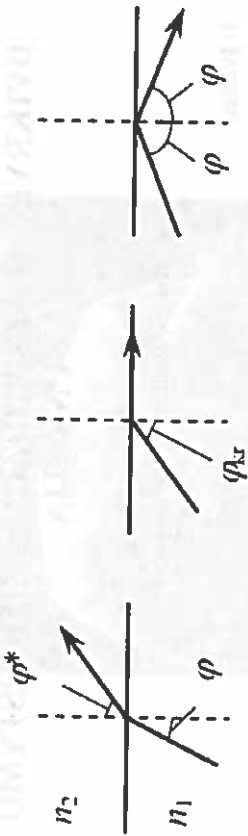
Energijos tvermės dėsnis: kad būtų tenkinamas energijos tvermės dėsnis, BRDF privalo užtikrinti, kad nuo paviršiaus taško x atspindėtos energijos kiekis nebūtų didesnis nei energijos kiekis, krentantis ant to taško.

Tai paprasčiausiai reiškia, kad neišmeta daugiau nei įeina, o iš fizikinio energijos tvermės desnio reiškia, kad energija iš niekur neatsiranda ir niekur nedingsta. Kai kurios BRDF funkcijos laikosi šio desnio, tačiau vis tiek fizika nepagrįsti, nes energija prarandama ties tam tikrais kampais (t.y. sugertis tampa nepagrįstai didelė, pvz., modifikuotose (Blinno) Phongo modeliuose ties statmenais kampais). Ši savybė yra svarbiausia fizika pagrįstiems vaizdų generavimo algoritams, kurie skaičiuoja daugkartinius šviesos atspindžius (pvz., trasavimas). Tačiau net ir aplinkose, kuriose nebūtina (algoritiškai) įgyvendinti šią sąlygą, ji vis tiek neturėtų būti pažeista, nes taip sukuriamas natūralusis vaizdas. Iš tiesų fizika pagrįstų modelių savybės naudojamos ir srityse, kur realumas nėra svarbiausias tikslas, kaip kad žaidimai ir animaciniai filmai.

Anizotropija: jei BRDF yra simetriška pagal paviršiaus normalę ir naudojant apskritimo analogiją, ji priklauso tik nuo ω_i ir ω_r vertikalių projekcijų komponentų, θ_i ir θ_r , ir nuo azimuto kampų skirtumo $|\phi_i - \phi_r|$. Tokios BRDF funkcijos yra vadinamos izotropinėmis. BRDF funkcijos, kurios keičia reikšmę paviršių suktant aplink paviršiaus normalę yra vadinamos anizotropinėmis. Kai kurios medžiagos parodo anizotropinį atspindį, pvz., dažnai minimas šepetiu subraižytas metalas.

Praktinis parametrizavimas: gerai suprojektuotoms BRDF funkcijoms paprastai reikia nedidelio skaitaus parametru, kad būtų apibūdintas paviršiaus vaizdas. Žodžio „praktinis“ reikšmė šiuo atveju labai priklauso nuo konteksto. Kai kurioms programoms gali reikėti parametru, pagrįstų fizika ar matavimais. Kitose srityse intuityvūs parametrai, kurie lengvai nustatomi, yra labiau tinkami. Dauguma programų, kurios realioju laiku generuoja vaizdą, yra linkusios į antrąją kategoriją.

Skaitinių efektyvumas: čia keliamas klausimas, kiek daug resursų (laiko ir atminties) yra reikalinga apskaičiuoti BRDF dydį ir ką gauname iš savo



1 pav. Šviesos sąveika su paviršiumi: šviesos spindulių absorbcija, šviesos perdėjimas ir šviesos spindulių atspindys

BRDF apibūrinama sekanciai:

$$f_r(x, \omega_i, \omega_r) = \frac{dL_r(x, \omega_r)}{dE_i(x, \omega_i)} = \frac{dL_r(x, \omega_r)}{L_i(x, \omega_i) \cos \theta_i d\omega_i} \quad (1)$$

čia: ω_i – neigiamas šviesos krypties vektorius;

ω_r – atspindėtos šviesos krypties vektorius;

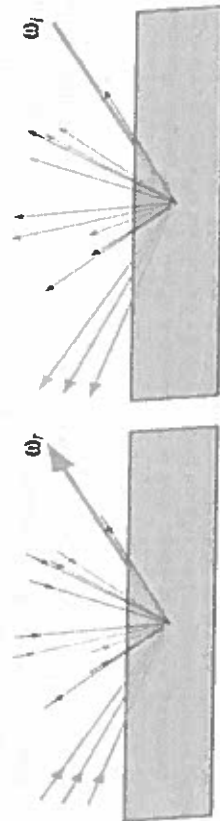
L – spindesio vektorius;

E – apšvieta;

θ_i – kampas tarp neigiamas šviesos krypties vektoriaus tarp ω_i ir paviršiaus normalės;

x – dviejų dimensijų dydis, nusakantis vietą objekto paviršiuje.

BRDF prasmę galima paaiškinti dviem būdais. Pagal pirmą teiginį, BRDF grąžina atspindėtų ir išsklaidytų spindulių reliatyvų pasiskirstymą visomis atspindžio kryptimis nuo paviršiaus pasirinktam šviesos spinduliui, krentančiam tam tikra kryptimi (2 pav.). Antroji – tam tikrai pasirinktai žiūrėjimo kryptiai, BRDF grąžina šviesos reliatyvų kiekį kiekvienos iš ateinančių šviesos kryptų išeinančiai šviesai gauti. Paprastai tarant, BRDF nusako, kiek šviesos spindulių energijos yra atspindima, kai šviesos spindulys sąveikauja su objekto paviršiumi [2, 3].



2 pav. BRDF paaiškinimas naudojant stebėjimo krypties vektorių (kairėje) arba krentančios šviesos spindulį (dešinėje)