
Hybridní zobrazovací algoritmy

© 1996-2001 Josef Pelikán
KSVI MFF UK Praha

e-mail: Josef.Pelikan@mff.cuni.cz

WWW: <http://cgg.ms.mff.cuni.cz/~pepca/>

Klasické zobrazování

- ➔ **rekurzivní sledování paprsku** ($L[D|S]S_M^*E$):
 - + lesklé odrazy a lomy světla na cestě k pozorovateli
 - + výpočet stínů v každém pixelu (distribuovaná verze zvládne i plošné světelné zdroje)
 - přesný výpočet nepřímého osvětlení je příliš náročný
- ➔ **radiační metoda** (LD^*E):
 - + nepřímé osvětlení (i vícenásobné difusní odrazy světla) a měkké stíny
 - špatná reprezentace drobných detailů (absence vysokofrekvenční informace)

Vícekové metody

- ◆ kombinace **radiačních metod** (difusní odrazy) a **sledování paprsku** (lesklé odrazy)
 - většinou se tyto dva přístupy střídají (algoritmus se dělí na jednotlivé “průchody” nebo kroky)
- ➔ **radiační přístup** řeší (nepřímé) difusní osvětlení: \mathbf{D}^*
- ➔ **sledování paprsku** počítá lesklé odrazy: $\mathbf{S}_{[M]}^*$
 - navíc se používá pro finální průchod (zobrazení)

Operátory šíření světla

Rozložení operátoru odrazu na dvě části:

$$\mathbf{L} = \mathbf{e} + \mathbf{T}\mathbf{L}$$

$$\mathbf{L} = \mathbf{e} + (\mathbf{T}_D + \mathbf{T}_S) \mathbf{L}$$

Difusní složka světla \mathbf{d} :

$$\mathbf{d} = \mathbf{L} - \mathbf{T}_S \mathbf{L}$$

Řešení zobrazovací rovnice:

$$\mathbf{L} = \mathbf{d} + \mathbf{T}_S \mathbf{d} + \mathbf{T}_S^2 \mathbf{d} + \dots = \mathbf{T}_S^\infty \mathbf{d}$$

Výpočet difusní složky:

$$\mathbf{d} = \mathbf{e} + \mathbf{T}_D \mathbf{T}_S^\infty \mathbf{d}$$

Princip hybridních metod

$$\mathbf{d} = \mathbf{e} + \mathbf{T}_D \mathbf{T}_S^\infty \mathbf{d}$$

$$\mathbf{L} = \mathbf{T}_S^\infty \mathbf{d}$$

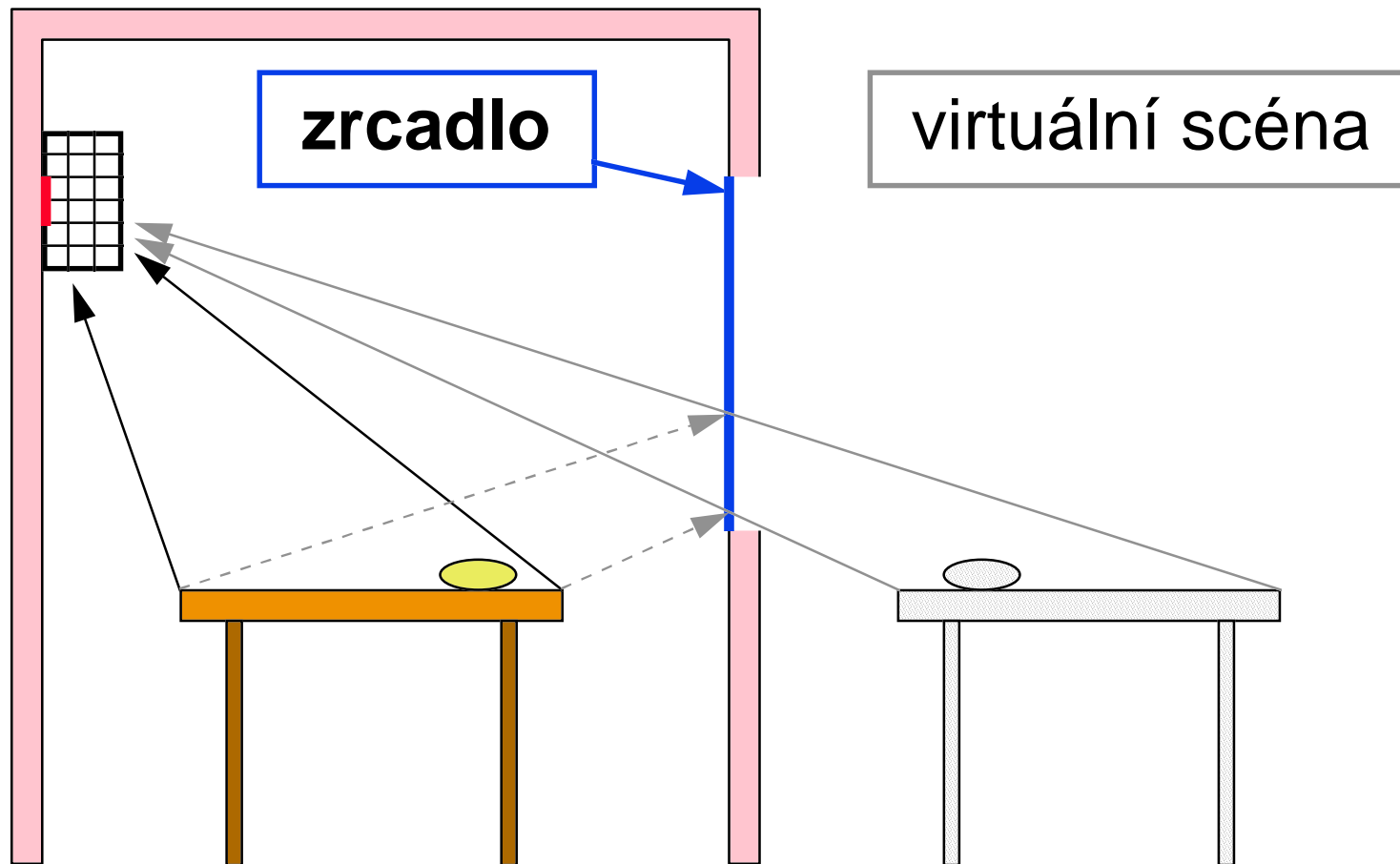
Obecně hybridní metody počítají \mathbf{d} pomocí
radiačních algoritmů a lesklé složky obsahu-
jící \mathbf{T}_S^∞ pomocí sledování paprsku.

$\mathbf{T}_D \mathbf{T}_S^\infty$... zobecněný konfigurační faktor

Jednoduchá dvoukroková met.

- 1 klasická radiační metoda: \mathbf{LD}^*
 - výpočet osvětlení na všech ploškách scény
 - tento krok není závislý na pozici pozorovatele
- 2 zobrazení sledováním paprsku: $\mathbf{S}_M^* \mathbf{E}$
 - nepočítají se stínovací paprsky \Rightarrow velká rychlost
 - místo světelného modelu se používá **předem spočítaná radiosita**
 - tento krok závisí na úhlu pohledu

“zrcadlový” konfigurační faktor



Další dvoukrokové algoritmy

- ◆ v prvním radiačním kroku se používají **zobecněné konfigurační faktory**
 - jinak se tento krok neliší od běžné radiační metody
- ➔ **zrcadlové konfigurační faktory** (Wallace '87)
 - zrcadla mohou být pouze rovinná
 - virtuální scény se na polokrychli promítají předem
- ➔ výpočet zobecněných konf. fakt. **sledováním paprsku**
 - i křivá zrcadla; Monte Carlo sledování paprsku

Tříkroková metoda (Shirley '90)

- 1 **propagace světla** ze zdrojů (“photon-tracing”):

$$\mathbf{L}\mathbf{S}_{[M]}^*$$

– výpočet sledováním paprsku

- 2 **progresivní radiační metoda: $[\mathbf{L}]\mathbf{D}^*$**

– konfigurační faktory se počítají vrháním paprsku

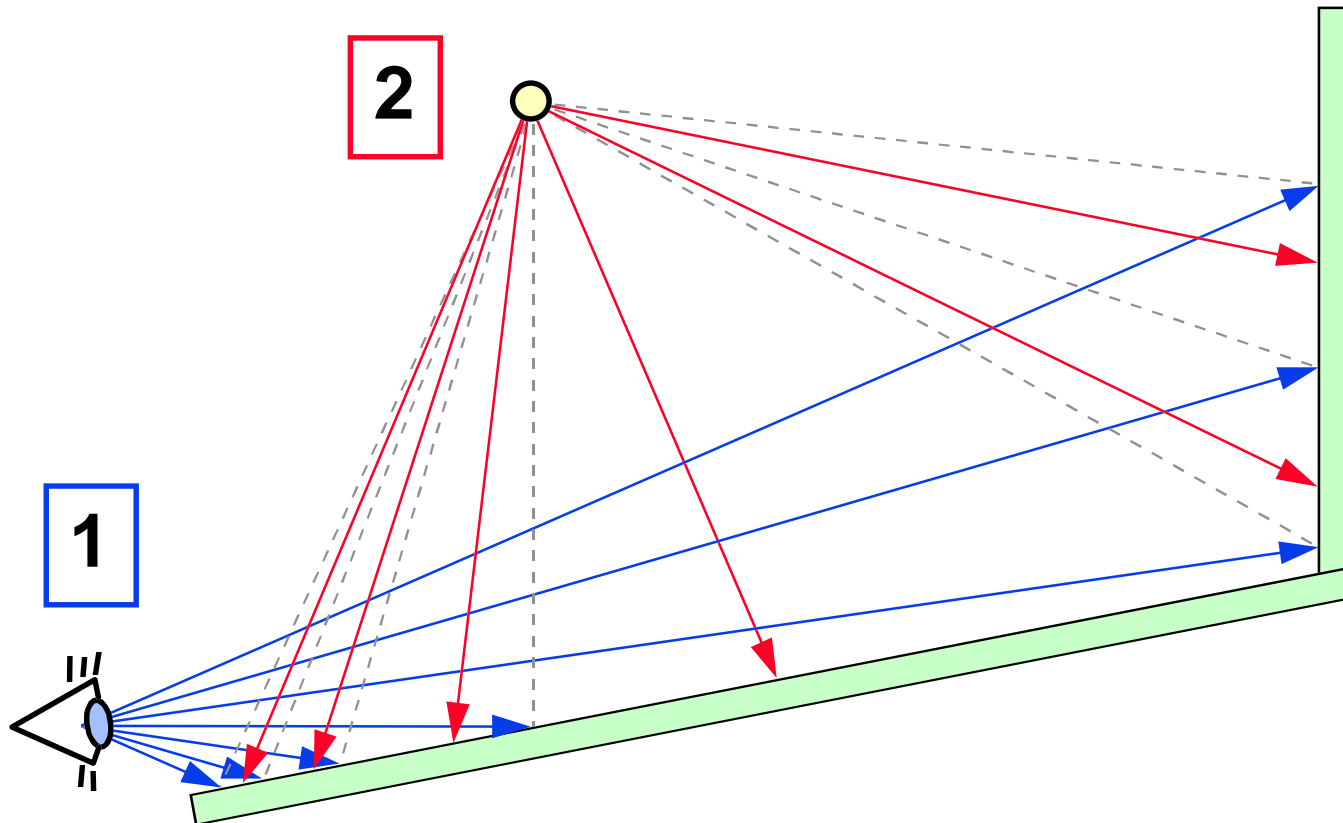
- 3 **zobrazení scény sledováním paprsku: $[\mathbf{L}]\mathbf{S}_{[M]}^*\mathbf{E}$**

- ◆ **uvažované světelné dráhy: $\mathbf{L}\mathbf{S}_{[M]}^*\mathbf{D}^*\mathbf{S}_{[M]}^*\mathbf{E}$**

Tříkroková metoda (Heckbert '90)

- 1 vzorkování **primární důležitosti** ve scéně
 - vrhání paprsků z oka do scény
 - odhad hustoty vzorkování pro závěrečnou projekci (rozdělení scény na oblasti pokryté rovnoměrně světelnými paprsky v druhém kroku)
- 2 “**light tracing**”: **LS***
 - vrhání paprsků ze světelných zdrojů (podle důležitosti spočítané v prvním kroku)
- 3 zobrazení scény **sledováním paprsku**

Primární důležitost (potenciál)



Multikroková metoda (Chen '91)

- ◆ rozdělení cest šíření světla do několika **skupin**, **efektivní algoritmus** pro každou skupinu:
 - ➔ žádný nebo jeden **difusní odraz** (u zdroje světla): **L[D] S* E**
 - Monte Carlo path tracing
 - ➔ jeden **difusní odraz** uprostřed cesty: **L S⁺DS* E**
 - “**photon tracing**”: výpočet světelných map na difusních plochách
 - **Monte Carlo path tracing** do první difusní plochy

Multikroková metoda

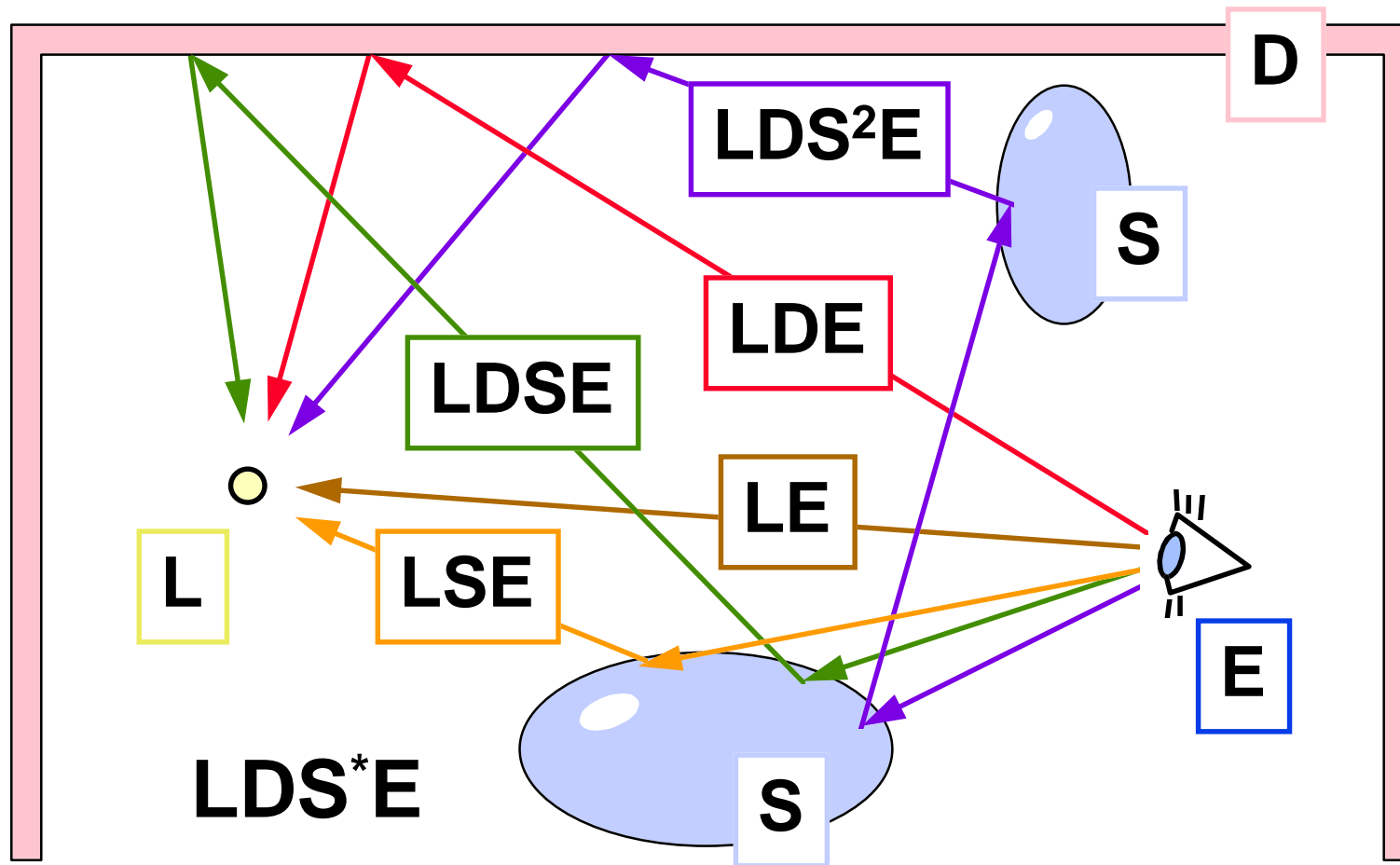
...

➔ alespoň dva difusní odrazy: $L \underline{(D|S)^*} D S^* DS^* E$

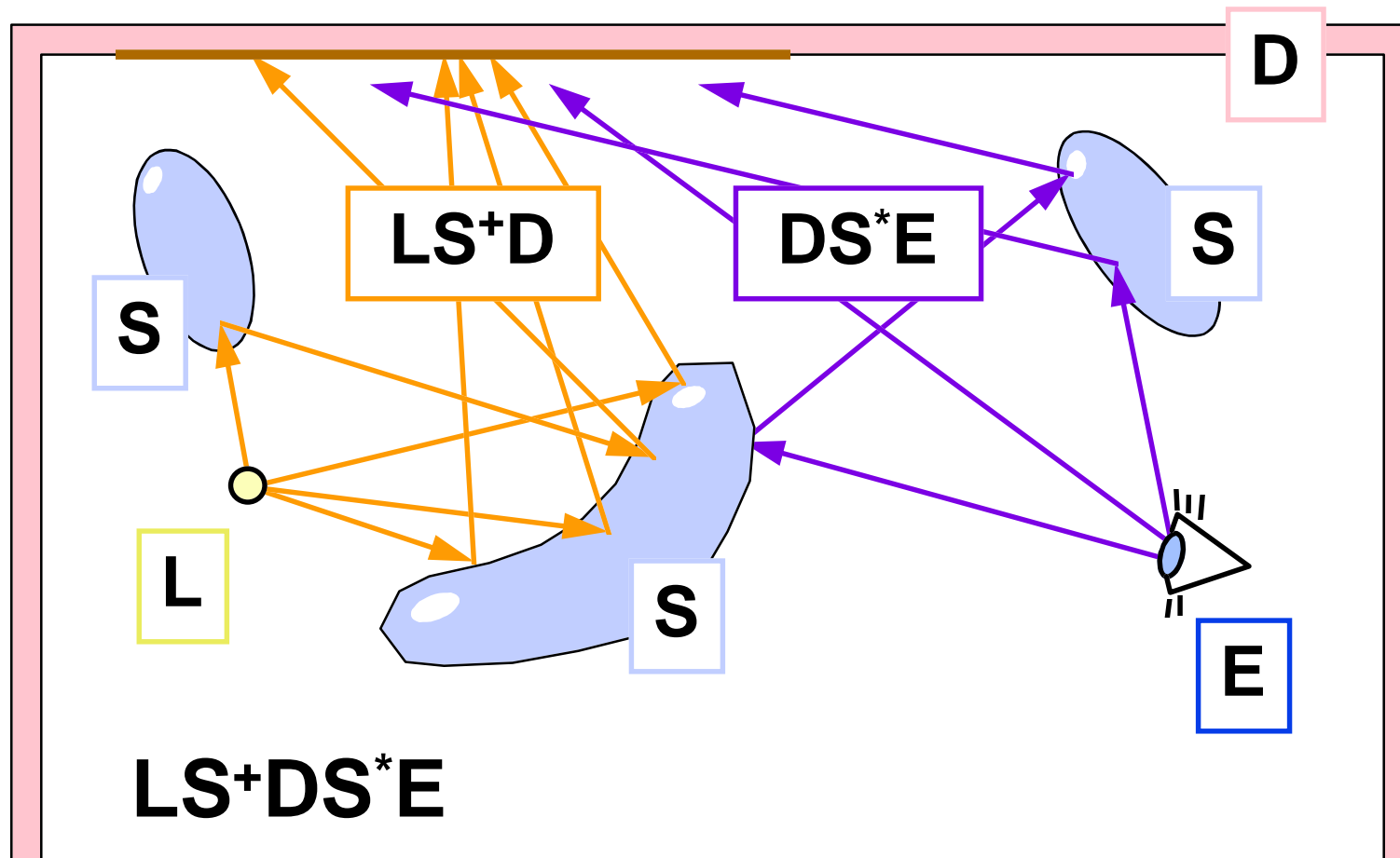
- progresivní radiální metoda
- zobecněné konfigurační faktory počítané sledováním paprsku
- Monte Carlo path tracing do druhé difusní plochy

◆ uvažovány jsou všechny cesty světla:
 $L (D|S)^* E$

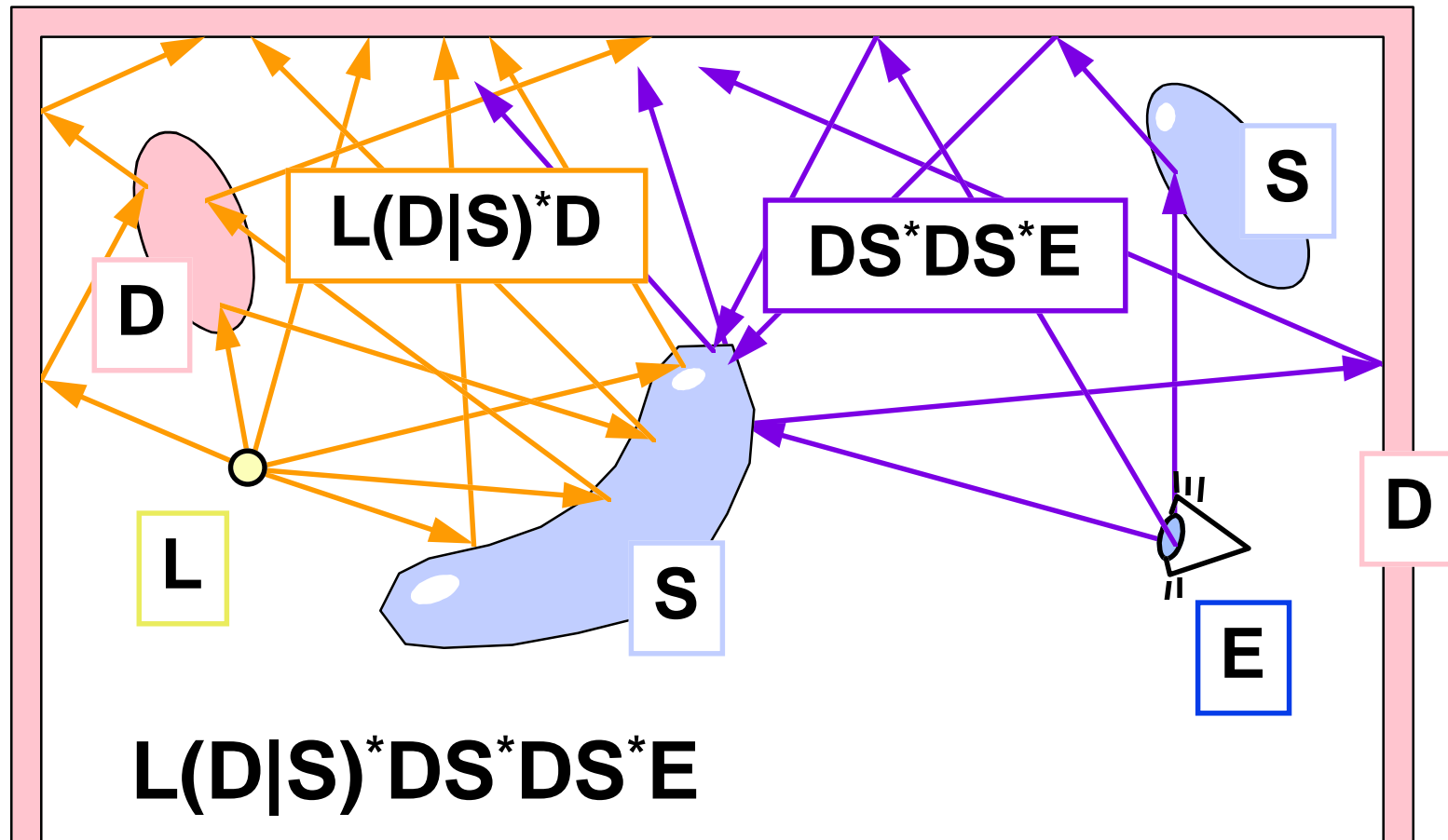
Přímé osvětlení (path tracing)



Difusní odraz (photon tracing)



Nepřímé osvětlení (radiační m.)



Konec

Další informace:

- **A. Glassner: *Principles of Digital Image Synthesis***, Morgan Kaufmann, '95, 1044-1052
- **F. Sillion, C. Puech: *Radiosity and Global Illumination***, Morgan Kaufmann, '94, 149-181
- **S. E. Chen, H. Rushmeier, G. Miller, D. Turner: *A progressive multi-pass method for global illumination***, Computer Graphics, vol.25, #4, July 1991, 165-174