

# Iluminarea scenelor

Mihai-Sorin Stupariu

Sem. I, 2024 - 2025

# Modele de iluminare - generalități

Un model de iluminare face referire la:

- (a) elemente luate în considerare
- (b) parametri corespunzători elementelor de la (a)
- (c) modul în care sunt “agregate” elementele de la (a)

# Modelul Phong de iluminare

$$\begin{aligned}
 \text{color} = & \text{emission} + \text{ambient}_{\text{light model}} * \text{ambient}_{\text{material}} + \\
 & \sum_{i=0}^{N-1} \text{attenuation factor}_i \cdot \text{spotlight effect}_i \cdot \\
 & (\text{ambient term} + \text{diffuse term} + \text{specular term})_i,
 \end{aligned}$$

RGB  
sau  
RGBA

termenul legat de emisie  
 termen ambiental, independent de existenta unor surse de lumina (1)

unde  $N$  este numărul surselor de lumină.

$N$  termeni, fiecare pt. o sursă de lumină

Ecuatia (1) este implementată în shader (de vârfuri sau de fragment).

# Termenul de emisie și termenul ambiental

- ▶ *Emission*: este ceea ce “emite” vârful respectiv (util pentru surse de lumină).

# Termenul de emisie și termenul ambiental

- ▶ *Emission*: este ceea ce “emite” vârful respectiv (util pentru surse de lumină).
- ▶ *Ambiental*: nu există surse de lumină, este doar efectul unei luminozități de fond.

## Termenul de emisie și termenul ambiental

- ▶ *Emission*: este ceea ce “emite” vârful respectiv (util pentru surse de lumină).
- ▶ *Ambiental*: nu există surse de lumină, este doar efectul unei luminozități de fond.
- ▶  $\text{ambient}_{\text{light model}} * \text{ambient}_{\text{material}}$ . **Operația \* este dată de înmulțirea pe componente.**
- ▶ Exemplu:

$$(0.2, 0.4, 0.8) * (0.6, 0.7, 0.5) = (0.12, 0.28, 0.4)$$

Pentru o sursă de lumină  $i$

attenuation factor <sub>$i$</sub>  · spotlight effect <sub>$i$</sub>  ·

(ambient term + diffuse term + specular term) <sub>$i$</sub>

## (i) Componenta ambientală

Termenul ambiental corespunzător unei surse de lumină este

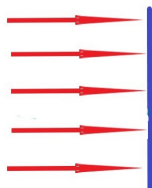
$$\text{ambient term} = \text{ambient}_{\text{light}} * \text{ambient}_{\text{material}}.$$

Teoretic,  $\text{ambient}_{\text{light}}$ ,  $\text{ambient}_{\text{material}}$  sunt coduri RGB(A). Practic, este posibil ca acestea să fie și scalari.

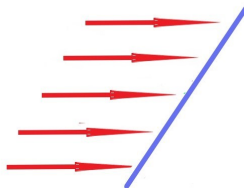


## (ii) Reflexia difuză (diffuse term)

Are legătură cu geometria scenei, lumina reflectată depinde și de incidența luminii asupra obiectelor.



Ob.1

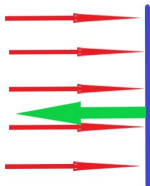


Ob.2

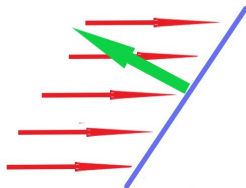
Relevant: unghiul dintre direcția incidentă a luminii și suprafață, de fapt dintre direcția incidentă a luminii și **normala** (în fiecare punct) la suprafață.

## (ii) Reflexia difuză (diffuse term)

Are legătură cu geometria scenei, lumina reflectată depinde și de incidența luminii asupra obiectelor.



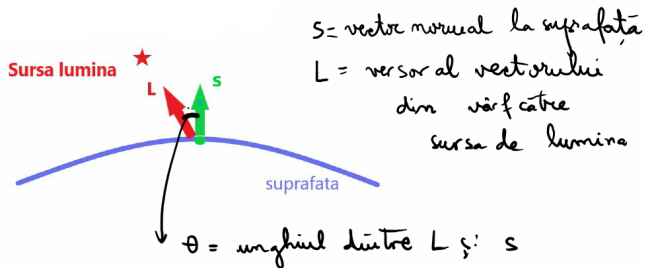
Ob.1



Ob.2

Relevant: unghiul dintre direcția incidentă a luminii și suprafață, de fapt dintre direcția incidentă a luminii și **normala** (în fiecare punct) la suprafață.

## (ii) Reflexia difuză (diffuse term)



Lumina reflectată este legată de  $\cos \theta$

$$\cos \theta = \frac{\langle L, S \rangle}{\|L\| \cdot \|S\|} = \langle L, S \rangle = L \cdot S = \text{dot}(L, S)$$

(produs scalar)

$L, S$ : vectori de normă 1

... apoi se realizează în m. cu diffuse

## (ii) Reflexia difuză (diffuse term)

Reflexia difuză pentru o sursă de lumină este descrisă de

$$\text{diffuse term} = \begin{cases} (\mathbf{L} \cdot \mathbf{s}) \cdot \text{diffuse}_{\text{light}} * \text{diffuse}_{\text{material}}, & \text{dacă } \mathbf{L} \cdot \mathbf{s} > 0 \\ 0, & \text{dacă } \mathbf{L} \cdot \mathbf{s} \leq 0, \end{cases}$$

unde  $\mathbf{L}$  este vectorul unitar orientat de la vârf la sursa de lumină (în cazul surselor direcționale este opusul direcției acesteia, normat), iar  $\mathbf{s}$  este normala la suprafață în vârfurile considerate. Cazul  $\mathbf{L} \cdot \mathbf{s} < 0$  corespunde situației în care sursa de lumină este în spatele obiectului.

## (ii) Reflexia difuză (diffuse term)

- Comentariu legat de “vector spre sursa de lumină”. **Sursele de lumină:**

## (ii) Reflexia difuză (diffuse term)

- ▶ Comentariu legat de “vector spre sursa de lumină”. **Sursele de lumină:**
  - punctuale (bec, lanternă, etc.),

## (ii) Reflexia difuză (diffuse term)

- ▶ Comentariu legat de “vector spre sursa de lumină”. **Sursele de lumină:**
  - punctuale (bec, lanternă, etc.),
  - direcționale (Soare, alte corpuri cerești) - de fapt orice sursă de lumină situată la o distanță foarte mare de scenă, în raport cu proporțiile scenei.

## (ii) Reflexia difuză (diffuse term)

- ▶ Comentariu legat de “vector spre sursa de lumină”. **Sursele de lumină:**
  - punctuale (bec, lanternă, etc.),
  - direcționale (Soare, alte corpuri cerești) - de fapt orice sursă de lumină situată la o distanță foarte mare de scenă, în raport cu proporțiile scenei.
- ▶ Dacă se lucrează cu vec4, atunci distincția se poate face la nivelul celei de-a patra componente:



## (ii) Reflexia difuză (diffuse term)

- ▶ Comentariu legat de “vector spre sursa de lumină”. **Sursele de lumină:**
  - punctuale (bec, lanternă, etc.),
  - direcționale (Soare, alte corpuri cerești) - de fapt orice sursă de lumină situată la o distanță foarte mare de scenă, în raport cu proporțiile scenei.
- ▶ Dacă se lucrează cu vec4, atunci distincția se poate face la nivelul celei de-a patra componente:
  - 1.0 pentru surse punctuale;

## (ii) Reflexia difuză (diffuse term)

- ▶ Comentariu legat de “vector spre sursa de lumină”. **Sursele de lumină:**
  - punctuale (bec, lanternă, etc.),
  - direcționale (Soare, alte corpuri cerești) - de fapt orice sursă de lumină situată la o distanță foarte mare de scenă, în raport cu proporțiile scenei.
- ▶ Dacă se lucrează cu vec4, atunci distincția se poate face la nivelul celei de-a patra componente:
  - 1.0 pentru surse punctuale;
  - 0.0 pentru surse direcționale.

## (ii) Reflexia difuză (diffuse term)

Dacă se lucrează cu vec3:

- sursă punctuală : poziția în  $\mathbb{R}^3$ . vec3 Light Pos

Light Pos

- vârful / fragment : vec3 Pos

Pos (Vârful / Fragment)

$$L = \frac{\text{Light Pos} - \text{Pos}}{\|\text{Light Pos} - \text{Pos}\|}$$

- sursă direcțională : direcția vec3 d

↓ ↓ ↓ d    ↑ -d

$$L = \frac{-d}{\|d\|}$$

## Coduri sursă

- ▶ 09\_01\_iluminare.cpp: aplicarea iluminării în cazul unui cub, modelul de iluminare este implementat în shader-ul de fragment.

## Coduri sursă

- ▶ `09_01_iluminare.cpp`: aplicarea iluminării în cazul unui cub, modelul de iluminare este implementat în shader-ul de fragment.
- ▶ `09_02_model_iluminare.cpp`: aplicarea iluminării în cazul unui cub, (i) modelul de iluminare este implementat atât în shader-ul de vârfuri cât și în shader-ul de fragment, (ii) normalele pot fi calculate atât la nivel de vârfuri, cât și la nivelul fețelor.

## Coduri sursă

- ▶ `09_01_iluminare.cpp`: aplicarea iluminării în cazul unui cub, modelul de iluminare este implementat în shader-ul de fragment.
- ▶ `09_02_model_iluminare.cpp`: aplicarea iluminării în cazul unui cub, (i) modelul de iluminare este implementat atât în shader-ul de vârfuri cât și în shader-ul de fragment, (ii) normalele pot fi calculate atât la nivel de vârfuri, cât și la nivelul fețelor.
- ▶ `09_03_iluminare_sfera.cpp`: aplicarea iluminării pentru sferă

## Coduri sursă

- ▶ `09_01_iluminare.cpp`: aplicarea iluminării în cazul unui cub, modelul de iluminare este implementat în shader-ul de fragment.
- ▶ `09_02_model_iluminare.cpp`: aplicarea iluminării în cazul unui cub, (i) modelul de iluminare este implementat atât în shader-ul de vârfuri cât și în shader-ul de fragment, (ii) normalele pot fi calculate atât la nivel de vârfuri, cât și la nivelul fețelor.
- ▶ `09_03_iluminare_sfera.cpp`: aplicarea iluminării pentru sferă
- ▶ Detalii despre codurile sursă se găsesc în fișierul [info\\_labs.pdf](#).