

7. Iluminarea suprafețelor

7.1. Suport teoretic

OpenGL permite iluminarea obiectelor într-o scenă pentru a crea diferite efecte. Suprafețele, datorită fenomenului de reflexie difuză împrăstie lumina în mod egal în toate direcțiile. Acesta este motivul pentru care în cazul reflexiei difuze nu contează poziția punctului de vizualizare. În plus, anumite materiale, în special cele foarte lucioase, prezintă și fenomenul de reflexie speculară. În acest caz contează poziția punctului de vizualizare. Reflexia speculară și reflexia difuză diferă și prin faptul că în primul caz lumina este reflectată în totalitate iar în al doilea caz, în funcție de culoarea materialului, se absorb o parte din unde.

În OpenGL, deoarece se folosește modelul de culoare RGB, lumina este împărțită în trei componente: componenta roșie, componenta verde și cea albastră. Astfel, culoarea sursei de lumină este caracterizată de „cantitățile” de lumină roșie, verde și albastră pe care le emite, iar materialul suprafețelor este caracterizat de procentajul componentelor roșu, verde și albastru care sunt reflectate în diferite direcții.

Intensitatea reflectată are trei componente:

- componenta de reflexie ambientală;
- componenta de reflexie difuză;
- componenta de reflexie speculară.

Lumina ambientală iluminează în mod egal toate obiectele din scenă. Ea este utilă atunci când nu există nici o sursă de lumină, sau atunci când anumite zone ale corpurilor nu sunt vizibile deoarece sunt ascunse față de sursa de lumină.

Intensitatea luminoasă într-un punct se calculează după formula:

$$I_r = k_a \cdot I_a + \frac{1}{d + d_0} \left[k_{rd} \cdot I_d (\vec{N} \cdot \vec{L}) + k_s \cdot I_s (\vec{V} \cdot \vec{R})^n \right]$$

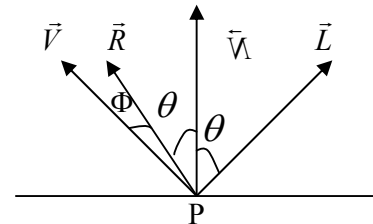


Fig. 1

unde : - I_r este intensitatea reflectată calculată într-un punct;

- I_a, I_{rd}, I_s reprezintă componentele intensității luminii ambientale, difuze și speculară;
- k_a, k_{rd}, k_s reprezintă coeficienții de reflexie ambientală, difuză, speculară;
- d reprezintă distanța punctului P față de sursă, se obține din poziția sursei (x, y, z, w), $w = 1$ indică sursă pozițională, $w = 0$ indică sursă direcțională aflată la infinit;
- \vec{N} reprezintă perpendiculara în punctul P, pe suprafață;
- \vec{L} reprezintă direcția sursei de lumină;
- \vec{R} reprezintă direcția razei reflectate;
- \vec{V} reprezintă direcția punctului de vizualizare;
- n este o constantă de material și are valori ridicate pentru suprafețe lucioase și valori mici pentru suprafețe mate.

Pentru o mai bună înțelegere a tuturor mărimilor necesare modelării iluminării unui obiect se dă tabelul:

	Material	Sursă	Modelare corp
GL_AMBIENT	k_{aR}, k_{aG}, k_{aB}	I_{aR}, I_{aG}, I_{aB}	\vec{N}
GL_DIFFUSE	k_{dR}, k_{dG}, k_{dB}	I_{dR}, I_{dG}, I_{dB}	
GL_SPECULAR	k_{sR}, k_{sG}, k_{sB}	I_{sR}, I_{sG}, I_{sB}	
	n	d	
		\vec{L}	

Fig. 2

Parametrii din tabel pentru sursa de lumină se specifică prin funcția `glLight()`. Parametrii de material din tabel se specifică prin funcția `glMaterial()`.

OpenGL are 8 surse de lumină, dintre care doar sursa 0 are setări implicite, celorlalte le dăm proprietățile cu `glLight()`. În general, sursa de lumină nu se colorează ci doar materialul folosind `glColorMaterial()`. În general, culoarea obiectului se stabilește din coeficienții de reflexie difuză.

```
glEnable(GL_LIGHTING); //activare iluminare
glEnable(GL_LIGHT 0); // activare sursa 0.
```

Pentru a putea furniza coeficientul de reflexie difuză folosind funcția `glColor()`, se fac următoarele 2 setări:

```
- glColorMaterial(GL_FRONT, GL_DIFFUSE); // culoarea este
  dată de coeficientul de reflexie difuză
- glEnable(GL_COLOR_MATERIAL);
```

Pentru redarea iluminării OpenGL are nevoie de normalele la suprafețe pe care le furnizăm cu `glNormal3f(x, y, z)`. Normalele se specifică pentru fiecare vârf în corpul `glBegin()/glEnd()` în care se modelează obiectele. În cazul în care utilizatorul modelează propriul obiect iluminat, de exemplu un triunghi, trebuie să se furnizeze normalele înainte de definirea vârfurilor. Pentru suprafețele spline sau Beziér, OpenGL determină automat normalele dacă facem setarea:

```
glEnable(GL_AUTO_NORMAL);
```

7.2. Desfășurarea lucrării

Aplicația 1. Se dă sursa `teaamb.c`. Programul afișează trei cești de ceai, cu aceeași sursă de lumină, dar cu diferite valori pentru coeficienții de reflexie pentru lumina ambientală.

Cerințe:

- Să se elimine sursa și să rămână doar iluminarea dată de lumina ambientală;
- Să se elimine lumina ambientală și să se lase doar sursa;
- Să se modifice poziția sursei de lumină;

- Să se modifice culoarea obiectelor prin modificarea coeficientului de reflexie ambientală.



Fig. 3

Aplicația 2. Se dă sursa `cone.c`. Programul demonstrează utilizarea iluminării în OpenGL. Se desenează un con și o sferă cu material de culoarea gri. Obiectul este iluminat de o singură sursă de lumină. Colorați conul și sfera distinct.

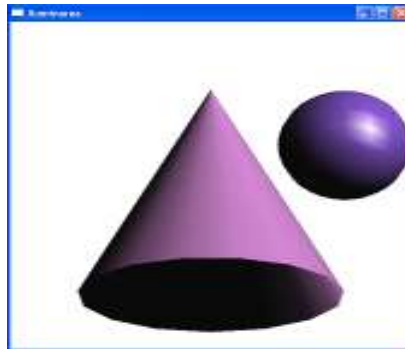


Fig. 4

Aplicația 3. Se dă sursa `material.c`. Programul demonstrează utilizarea modelului de iluminare OpenGL pentru setarea caracteristicilor de material. Sunt desenate mai multe sfere cu caracteristici de material diferite. În prima coloană sferele nu au reflexie speculară, în a doua coloană sferele au reflexie speculară dar sunt mate, în a treia coloană este reflexie speculară pentru materiale lucioase, iar în a patra coloană obiectele sunt emise. De asemenea, în prima linie obiectele sunt iluminate doar de sursă, în a doua linie există pe lângă lumina sursei și o lumină ambientală, iar în linia a treia lumina ambientală este colorată (nu este albă).

Să se urmărească setările de material corespunzătoare fiecărei sfere.

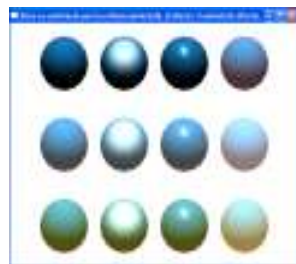


Fig. 5

Aplicația 4. Se dă sursa `colormat.c`. După inițializare programul va fi în modul `ColorMaterial`. Apăsarea tastelor R, G, B va conduce la modificarea culorilor pentru reflexia difuză prin modificarea parametrilor funcției `glColor()`. Fiind făcută setarea pentru furnizarea coeficienților de reflecție difuză prin `glColor()` culoarea se modifică deși obiectul este iluminat.

În aplicația 2 să se facă modificările necesare astfel încât culoarea conului și a sferei să poată fi modificată din funcția `glColor()`.



Fig. 6

Aplicația 5. Se dă sursa `movelight.c`. Programul demonstrează modul de modificare al poziției sursei de lumină utilizând funcțiile de transformare geometrică (translație sau rotație). Poziția sursei de lumină este setată cu funcția `glLight()` după apelarea transformării geometrice. Poziția de vizualizare nu este modificată. Se desenează un tor cu material de culoare gri. Obiectul este iluminat de o singură sursă de lumină.

Interacțiune: prin apăsarea butonului stâng al mouse-ului transformarea de modelare se modifică prin înmulțirea cu matricea de rotație cu 30 grade. Scena este redesenată cu torul în noua poziție de coordonate reale. Rotația este izolată pentru tor, nu și pentru cub. Cubul reprezintă poziția sursei de lumină.

Să se rotească sursa în jurul axei y.



Fig. 7

Aplicația 6. Iluminați cubul din laboratorul 5 prin determinarea în mod corespunzător a normalelor la suprafețele acestuia. Normalele în vârfuri se determină ca medie aritmetică a normalelor poligoanelor care se întâlnesc în vârful respectiv.

$$N = \frac{N_1 + N_2 + N_3}{3}$$

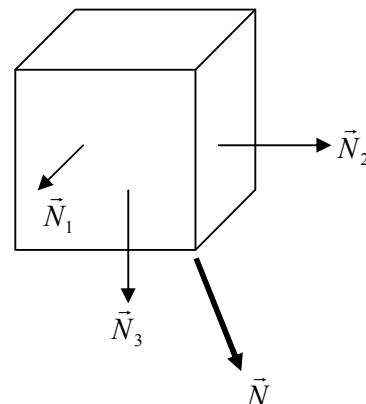


Fig. 8