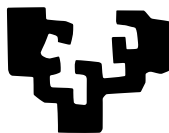


eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

Objektuak 3D marrazteko aplikazioa

Garikoitz Artola Obando

UPV/EHU

1 Azalpenak

Helburua testura duten objektuak marraztuko dituen aplikazioa sortzea da. Objektuak, egitura zehatz bat du. Bere egitura, `obj.h` fitxategian definituta dago. Bi taula osatu egingo ditu. Taula bat erpinez (vertices) osatuta egongo dena eta taula bat poligonoena (faces). Taula bakoitzetik bere kopuru maximoa izango du. Objektuaren puntu altuena (`point3 max`) eta puntu baxuena (`point3 min`) izango du.

Poligo bat triangeluz osatutako aurpegi bat da. Bere egituren erpin kopurua, poligonoa osatzen duen erpinaren lista bat, bektore normala eta bektore normala kameraren ikuspegian izango ditu.

Erpin bat aldiz, bere (x, y, z) koordenatuez gain, testurako zein puntu dagokion adierazteko, (u, v) testura-koordenatuak egokitu zaizkio. Beraz, erpin bakoitzak 5 datu izango ditu: $x, y, z \in (500, 500)$ eta $u, v \in (0, 1)$. Gainera, bere bektore normala eta bektore normala kameraren ikuspegian ere izango du.

Objektua argiztatzeko funtsezko diren `color3` konstanteak: `rgb`, `Ka` (materiala kolorearen ingurunea), `kd` (material kolorearen zabaltzea), `ks` (material kolorearen sekular eta `ns` (material kolorearen sekularren exponentziala).

Azkenik, Objektua matrizez osatutako lista bat izango dugu. Hasieran, matrize identitatea izango du.

Erabiliko den testura selfi.ppm fitxategian egongo da, ppm formatua duen fitxategia behar du izan, eta aplikazioak hasieran kargatuko du.

Bestalde, zer marraztu behar den adierazteko, aplikazioak testu fitxategi batetik irakurriko du marraztu beharreko objektuen informazioa; OBJ fitxategi batek datu hauek izan ditzake: erpinaren datuak, modu libreko kurbaren/gainazalaren atributuak, elementuak, forma libreko kurbak/gainazal-adierazpenak, gainazalen arteko konektibitatea modu librean, taldekatzea eta atributuen informazioa bistaratzea/ematea. Elementu ohikoenak erpin geometrikoak, testura koordenatuak, erpin normalak eta aurpegi poligonalak dira.

2 Algoritmoak

2.1 Marraztu algoritmoa

Kodeak objektu horien proiektzioa eta bistaratzea konfiguratzen du, eredu-ikusmen aldaketak aplikatzen ditu, argiztapen-kalkuluak egiten ditu eta, azkenik, objektuak pantailan marrazten ditu. Gainera, hainbat konfigurazio eta aukera erabiltzen dira, hala nola proiektzio mota, objektuen presentzia, Gouraud argiztapena eta linea eta bektoreen bistaratzea. Algoritmoa teknika hauek erabiltzen ditu:

- OpenGL Rendering: OpenGL grafikoen programazio-interfazea erabiltzen du kodeak errederizazio-eragiketak egiteko.

- Proiektzioaren konfigurazioa: glOrtho funtzioa erabiltzen da proiektzio-matrizea konfiguratzeke, proiektzio ortografikoaren eta perspektibaren artean hautatuz, proiektzio aldakorraren balioaren arabera.

- Modelview-en eraldaketak: modelview ikusmeneko eraldaketak aplikatzen dira modelview kalkulatu funtzioaren bidez objektuak espazioan kokatu eta orientatzeko.

- Argiztapena: Argiaren posizioa eta norabidea kalkulatu dira, eta argiaren norabideari lotutako bektoreak normalizatzen dira. Gouraud argiztapen-kalkuluak aplikatzen dira aukera gaituta badago (gouraud == 1).

- Triangeluen marrazkia: Begiztak erabiltzen dira objektuen eta haien aurpegi gaineen (triangeluak) marrazkia egiteko. Ikuspen-baldintzak aplikatzen dira (ikusten_da) triangelu bat marraztu behar den zehazteko.

- Marrazketa gehigarria: lerroak, bektoreak eta Gouraud itzala marrazteko aukera ematen da, aukeren arabera (lerroak, bektoreak, gouraud).

- Hainbat objektu erabiltzea: kodeak hainbat objektu maneiatzen ditu, auxptr eta foptr egiturek irudikatuak. Gainera, berariazko kalkuluak egiten ditu, kamera (fkptr) edo objektu orokorrak diren.

2.2 Ikusten_da algoritmoa

Algoritmo horren helburua 3D (*optr*) objektu baten aurpegi jakin bat kamera baten ikuspegitik (*aukptr*) ikus daitekeen zehaztea da. Horretarako, kameraren kokapenean, aurpegietako normaletan, argiaren norabidean, oinarritutako kalkuluak erabiltzen dira, eta back culling teknikak aplikatzen dira (errenderizatu gabe) errendimendua hobetzeko. Algoritmoa eknika hauek erabiltzen ditu:

- Ganberaren bektorearen kalkulua (*vkamara*): kameraren bektorea kalkulatu da proiektzio motaren arabera (proiektzioa). Proiektzioa ortografikoa bada (proiektzioa == 1), kameraren norabidea zuzenean erabiltzen da proiektzio-matrizetik. Bestela, kameraren posiziotik *p1* erpinaren koordinatuak kenduz kalkulatu da norabidea.

- Argiaren eta *H* bektorearen kalkulua: Argiaren norabidea kalkulatu da *light_bektorea_cam* funtzioa erabiliz, eta, gero, *H* bektorea kalkulatu da *h_kalkulatu* funtzioaren bidez, kameraren bektorea eta argiaren norabidea erabiliz.

- Aurpegiko Normalaren eraldaketa (*optr* → *face_table[i].Ncam*): aurpegiko normala kameraren espaziora transformatzen da, eredu-ikuspegia (modelview) matrizea erabiliz.

- Kolorea ezartzea: objektuaren kolorea zuriz ezartzen da hautatutako objektua ez bada (*sel_ptr*), eta berdez objektua bada.

- Back-Face Culling egiaztatzea: Alderdi hori kamerarantz orientatuta dagoen ala ez jakiteko, “Back-face culling” egiaztatu behar da. Orientazioa zuzena ez bada (produktu eskalar negatiboa), ez da errenderizazioa egin behar, eta 1 itzuli behar da, baldin eta “Back_culling” gaituta badago.

- Emaiza-itzulera: 0 itzultzen da aurpegia ikusgarria bada, eta 1 alde batera uzten bada, Back-face culling delakoagatik.

2.3 Triangelua marrazteko algoritmoa

Algoritmoak beharrezko kalkulu eta eragiketa grafikoak egiten ditu hiru dimentsioko triangelu bat irudikatzeko, argiztapen- eta proiektzio-konfigurazioak kontuan hartuz, eta 2D pantaila batean marrazkia egiteko rasterizazio-teknikak aplikatuz. Algoritmoa teknika hauek erabiltzen ditu:

- Puntuen antolamendua: Triangeluaren erpinak (*p1*, *p2*, *p3*) koordinatuen arabera eta behar bezala irudikatzeko antolatzen dira.

- Model-View transformazioa: Modelo-ikuspegia (modelview) transformazioak aplikatzen zaizkie triangeluaren erpinei, hiru dimentsioko espazioan kokatzeko.

- Gouraud argiztapen-kalkulua: Gouraud argiztapen-aukera gaituta badago (*gouraud* == 1), triangeluaren erpin bakoitzeko argiaren intentsitatea kalku-

latzen da, argi-kalkulua funtzioa erabiliz.

Perspektiba-proiektzioa: proiektzioa perspektiba bada (proiektzioa = 0), perspektiba-proiektzioa egiten da triangeluaren erpinetan.

Lerroen marrazkia: lerroen aukera gaituta badago (lerroak == 1), glBegin eta glEnd funtzioak dituen poligono gisa marrazten da triangelua.

Triangeluaren marrazkia: lerroen aukera gaituta ez badago, triangeluen rasterizazio-algoritmoa erabiltzen da triangelua kolore interpolatuekin betetzeko.

2.4 Argi kalkularen algoritmoa

Argi-kalkularen funtzioak objektu baten gainazalaren puntu jakin batean kalkulatu du argiztapena. Horretarako, kontuan hartzen da eszenako argi-iturri bakoitzerako argiztapen lausoa eta espekularra.

$$\text{Argiztatze kalkulua: } I = K_a I_a + \sum_{i=1}^n I_{li} [K_d(N_{li}) + K_s(N_{hi})^{n_s}]$$

3 Objektuaren balioak

Aplikazioa hasten denean, pantailan objektu batzuk kargatu egingo dira. Beraien ezaugarriak hauek dira:

3.1 Objektuak

Kamera, bere posizioa (150, 0, 0) da eta bere begiratze direkzioa (0, 0, -1) da. Objektuaren materiala shiny plastic da eta hauek dira bere ezaugarriak: Ka.r = 0.0, Ka.g = 0.3, Ka.b = 1.0, kd.r = 0.5922, kd.g = 0.0166, kd.b = 0.0, ks.r = 0.5974, ks.g = 0.2084, ks.b = 0.2084 eta ns = 100.2237;

x_wing, bere posizioa (-100, 0, 0) da. Objektuaren materiala greinish color da eta hauek dira bere ezaugarriak: Ka.r = 0.4, Ka.g = 0.8, Ka.b = 0.3, kd.r = 0.3, kd.g = 0.4, kd.b = 0.6, ks.r = 0.3, ks.g = 0.1, ks.b = 0.2 eta ns = 60.0;

r_falke, bere posizioa (100, 0, 0) da. Objektuaren materiala vibrant green da eta hauek dira bere ezaugarriak: Ka.r = 0.1, Ka.g = 1.0, Ka.b = 0.2, kd.r = 0.8, kd.g = 0.8, kd.b = 0.8, ks.r = 0.5, ks.g = 0.5, ks.b = 0.5 eta ns = 225.0;

Rammer_255, bere posizioa (0, 0, 0) da. Objektuaren materiala golden da eta hauek dira bere ezaugarriak: Ka.r = 0.8, Ka.g = 0.72, Ka.b = 0.0, kd.r = 0.8, kd.g = 0.6, kd.b = 0.4, ks.r = 0.9, ks.g = 0.8, ks.b = 0.5 eta ns = 80.0;

3.2 Argiak

Hasieran bere argi ingurunearen intentsitatea $I_{a.r} = 200.0$, $I_{a.g} = 75.0$, $I_{a.b} = 255.0$ da eta 4 argi mota desberdin izango ditu:

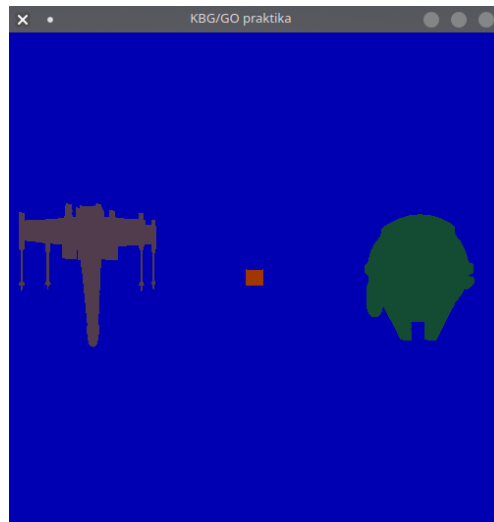


Figure 1: Ingurune grafikoa aipatutako objektuenkin

Eguzkia, bere posizioa $(400, 400, 400)$ da, bere argi intentsitatea $(200, 200, 200)$ da eta direkzioa $(0.1, 0.2, 0.7)$ da.

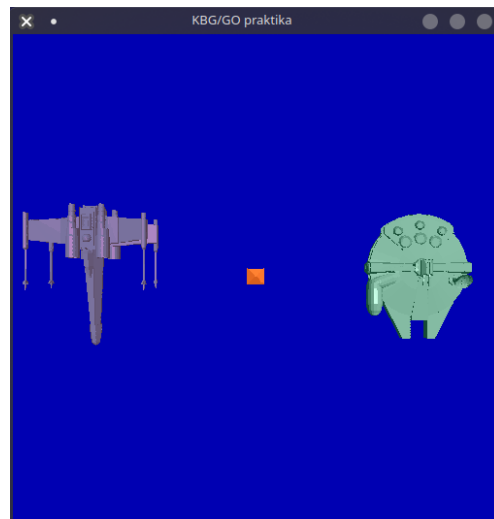


Figure 2: Ingurune grafikoa eguzkia bakarrik piztuta

Bonbilla, bere posizioa $(0, 200, 0)$ da, bere argi intentsitatea $(250, 50, 150)$ da eta direkzioa $(0, -1, 0)$ da.

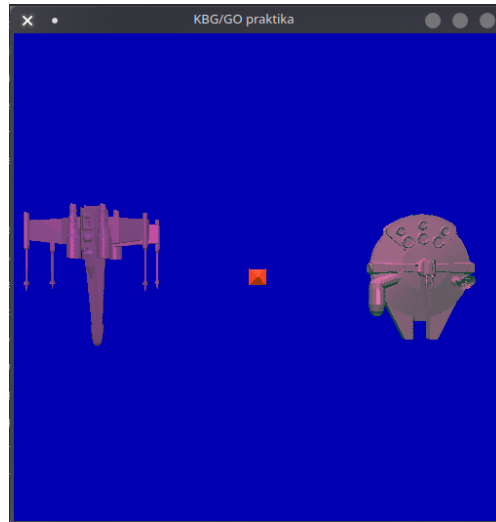


Figure 3: Ingurune grafikoa bonbila bakarrik piztuta

Objektuaren fokoa, bere posizioa $(selptr \rightarrow mptr \rightarrow m[3], selptr \rightarrow mptr \rightarrow m[7], selptr \rightarrow mptr \rightarrow m[11])$ da, bere argi intentsitatea $(75, 75, 75)$ da, fokoaren direkzioa $(0.1, 0.2, 0.7)$ da eta bere irekiera 25.75 da.

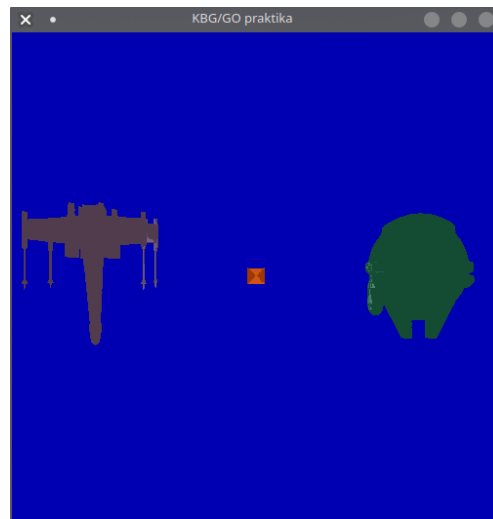


Figure 4: Ingurune grafikoa objektuaren fokoarekin bakarrik piztuta

Kameraren fokoa, bere posizioa ($selkptr \rightarrow mptr \rightarrow m[3]$, $selkptr \rightarrow mptr \rightarrow m[7]$, $selkptr \rightarrow mptr \rightarrow m[11]$) da, bere argi intentsitatea (155, 120, 75) da, fokoaren direkzioa (0.1,0.2,0.7) da eta bere irekiera 30 da.

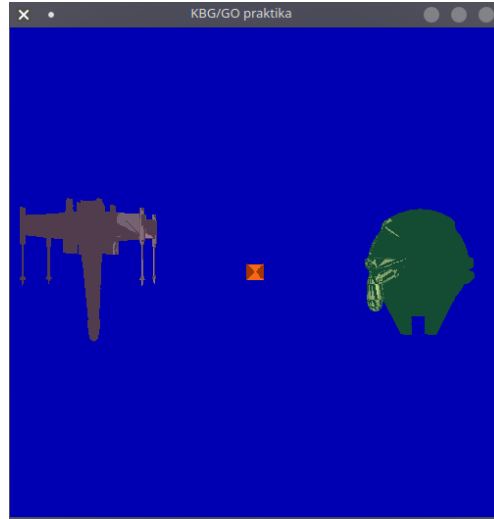


Figure 5: Ingurune grafikoa kamerare fokoarekin bakarrik piztuta

4 Interfazea

Erabiltzaileak hainbat aukera izango ditu, azken finean **teklatura** funtzioan adierazita daude erabiltzaileak erabil ditzakeen tekla:

- **f**: fitxategi berri bateko objektua kargatzeko balio du tekla honek. Erabiltzaileari fitxategiaren izena eskatuko dio eta fitxategi horretan definituta dauden poligonoak eta erpinak multzo berri batean kargatuko ditu. Fitxategi bakoitzeko objektu multzo bat osatzen dute, eta aplikazioak bi multzoen artean aukeratzen du: **sel ptr** edo **selk ptr** aldagaiak adierazten duena, hain zuzen ere. Objektu multzo berria kargatzen den bakoitzean multzo berri hori izango da aukeratuta geratuko den multzoa, bestalde, multzo horretako lehenengo objektua izango da objektuaren artean aukeratuta geratuko dena, hau da, **indexx** aldagaiak adieraziko duena.
- **TAB**: tekla honek aukeratuta dagoen triangelu-multzoa aldatzen du. Triangelu-multzoak kateatuta daude, lehenengotik hasi eta azkeneraino. Tekla hau sakatzean aukeratutako triangelu-multzoa aldatuko da, eta

aukeratuta zegoenaren hurrengoa izango da aukeratutako triangelu-multzo berria. Azkenaren hurrengoa berriz ere zerrendako lehenengoa izango da. Triangelu-multzoa aldatzeaz gain, multzo horretako lehenengo triangelua izango da aukeratuta geratuko den triangelua, hau da, **indexx** aldagaia ere aldatzen du.

- **Intro:** aukeratutako triangelua aldatzen du; horrela, tekla honek eragingo du aukeratutako triangelua hurrengoa izatea, baina aurretik aukeratuta zegoena azkena balitz, orduan lehenengo triangelua izango da aukeratua.
- **ESC:** aplikazioa bukatzen du.
- **l:** triangeluak marrazteko era aldatzen du, hau da, triangeluak bi erataraz marraz daitezke, alde batetik triangeluen mugak edo ertzak 6 bakarrik marraztuz, eta bestetik, triangeluen barne aldea beteta marraztuz. Bigarren erara testura ere kalkulatu behar zaio triangelu barneko puntu bakoitzari. Lehenengo era dagoeneko kodetuta dago, beraz, triangeluak ertz bidez marraztuta ikus daitezke ezer programatu gabe. Tekla honek era batetik bestera pasatzen du.
- **o:** Triangelu-multzoak osorik marrazteko edo triangelu-multzoan aukeratuta dagoen triangelua bakarrik marrazteko agintzen du tekla honek. Azken finean triangelu-multzoa objektu bezala hartu behar den ala ez esaten du tekla honek.
- **d:** triangelu-multzoak objektutzat hartzen badira, objektu denak ala bakarra marrazteko balio du tekla honek. Hau da, ez aukeratutako objektua bakarrik, baizik eta guztiak batera marrazteko eskaera da. Tekla berriz sakatzean denak marraztetik bakarra marraztera aldatuko da berriz ere.
- **r:** aldaketa mota aukeratzen du: biraketa eragingo da hemendik aurrera.
- **t:** aldaketa mota aukeratzen du: leku aldaketa eragingo da hemendik aurrera.
- **g:** aldaketarako erreferentzia-sistema aukeratzen du: aldaketa bi erreferentzia-sisteman eragin daiteke, alde batetik objektuaren erreferentzia-sisteman (lokalean) eta, bestetik, munduko erreferentzia-sisteman (globalean) biraketa eragingo da hemendik aurrera. Tekla honen bidez, sakatzen den bakoitzean, batetik bestera aldatuko da. Hasieran erreferentzia-sistema lokalean eragingo dira. Kamera aldatzen ari bagara tekla honek

kamera kontrolatzeko modua aldatuko du, hau da, hegaldi moduan baldin bagaude analisi moduan (aukeratutako objektuari begira eta bere inguruan biraka) egotera pasatuko da, eta alderantziz, analisi moduan ari bagara hegaldi modura pasatu behar du.

- **x, y, eta z:** ardatz horietako baten arabera aldaketa eragiteko agintzen dute tekla hauek. Analisi moduan, aukeratutako objektuaren ardatzaren arabera eragingo dute tekla hauek.
- **X, Y, eta Z:** ardatz horietako baten arabera aldaketa eragiteko agintzen dute tekla hauek, baina alderantzizko norabidean. Analisi moduan, aukeratutako objektuaren ardatzaren arabera eragingo dute tekla hauek.
- **u:** azken aldaketa desegiteko agindua.
- **c:** tekla hau sakatu ondoren aldaketak aukeratutako objektuari eragin beharrean aukeratutako kamerari eragingo zaizkio. Sakatzen bada, aukeratutako argiari eragingo zaizkio. Berriz sakatzen bada, hasierako egoera bueltatuko da, hau da, objektuari aldatzea. Beraz, tekla hau sakatzen den bakoitzean aldatu beharreko elementua aldatzen da.
- **C:** kameraren arabera ikuspegia erakutsi beharrean aukeratutako objektuak ikusten duena erakustera pasako da. Berriz sakatzen bada, kamerak ikusten duena erakutsiko du.
- **n:** objektuaren normalak marrazteko agintzen du tekla honek. Aktibatu edo desaktibatu egingo du tekla sakatzen den bakoitzean. Aktibatuta dagoenean eta aukeratutako argiztatze arabera, erpinen bektore normala (Gouraud) ala poligonoen bektore normalak (Flat) marraztuko ditu. Hasieran normalak desaktibatuta egongo dira.
- **b:** atze-aurpegien ezabaketa eragiteko agintzen du tekla honek. Aktibatu edo desaktibatu egingo du tekla sakatzen den bakoitzean. Aktibatuta dagoenean atze aurpegirik ez da marraztuko, desaktibatuta dagoenean marraztu egingo dira, baina atze-aurpegiak gorritz marraztu beharko dira kasu horretan.
- **p:** proiektzio mota aldatzen du tekla honek. Perspektibadun ikuspegitik proiektzio paralelora, edota alderantziz, paralelotik perspektibazkora, aldatuko da tekla hau sakatzen den bakoitzean. Hasieran perspektibadun ikuspegian egongo da.

- **F**: argiztatze mota aldatzen du tekla honek. Flat argiztatzetatik Gouraud argiztatzerara, edota alderantziz, Gouraudtik Flatera, aldatuko da tekla hau sakatzen den bakoitzean. Hasieran Flat argiztatzea egongo da.
- **+**: argiak aldatzen ari bagara, eta argia foku motakoa bada, irekiera angelua handitu
- **-**: argiak aldatzen ari bagara, eta argia foku motakoa bada, irekiera angelua handitu
- **0**: eguzkia pizteko edo itzaltzeko agintzen du tekla honek.
- **1**: bonbilla pizteko edo itzaltzeko agintzen du tekla honek.
- **2**: aukeratutako objektuaren fokoa pizteko edo itzaltzeko agintzen du tekla honek.
- **3**: aukeratutako kameraren fokoa pizteko edo itzaltzeko agintzen du tekla honek.