

Aurkezpenaren eskema

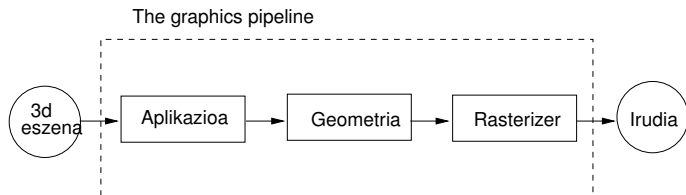
- 1 Sarrera
- 2 Geometria urratsa
- 3 Diskretizatio urratsa (rasterizer)

Bibliografia

- OpenGL Architecture Review Board, Dave Shreiner, Mason Woo, Jackie Neider, and Tom Davis. *OpenGL(R) Programming Guide : The Official Guide to Learning OpenGL(R), Version 1.4 (5th Edition)*. Addison-Wesley Professional, 2005. ISBN 0-321-33573-2.
- David H. Eberly. *3D Game Engine Design : A Practical Approach to Real-Time Computer Graphics (The Morgan Kaufmann Series in Interactive 3D Technology)*. Morgan Kaufmann, 2000. ISBN 1-55860-593-2.
- James D. Foley, Andries van Dam, Steven K. Feiner, John F. Hughes, and Richard L. Phillips. *Introduction to Computer Graphics*. Addison-Wesley Professional, 1993. ISBN 0-201-60921-5.
- Tomas Moller, Eric Haines, and Tomas Akenine-Moller. *Real-Time Rendering (2nd Edition)*. AK Peters, Ltd., 2002. ISBN 1-56881-182-9.

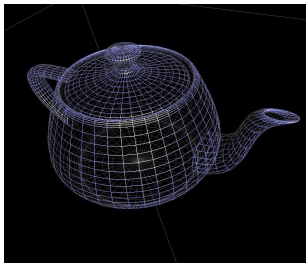
The graphics rendering pipeline

- Pipeline: 3D eszenetarik irudiak sortzen dituen “motorra”
- Hiru urrats kontzeptual
 - Aplikazioa (Prozesatzaile nagusian exekutatua)
 - Geometria
 - Diskretizazioa (*Rasterizer*)



Primitibak

- Primitibak: puntuak, zuzenak, triangeluak, ...
- Gainazalak hurbilpena dira, primitibez osatuak

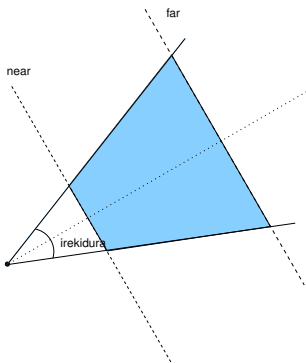


Eszenak

- Argazkia ateratzeko, kamara behar da
 - Kamara birtuala
 - Erabakiko du zer joan behar duen irudira
- 3D eszena zera da
 - Geometria (zuzenak, triangeluak, kurbak eta gainazalak, ...)
 - Argi iturriak
 - Objektuetako materialen ezaugarriak
 - Testurak
- Primitiba geometrikoak
 - Adibidez, triangelu bat hiru erpinez osatua dago
 - Erpina definitzeko
 - 3Dtan adierazitako kokapena
 - normala, ...

Kamara birtuala

- Eszena hortik ikusiko da
- Definitzeko: kokapena, norabide-bektorea, “up vector”, irekidura (“field of view”, fov), plano gartua (“near plane”) eta urruneko plano (“far plane”)



Aplikazio-urratsa

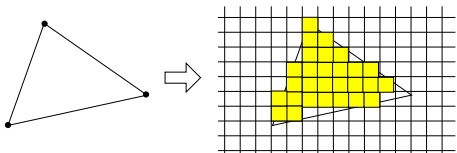
- CPUan exekutatzen da
 - Programaren logika
 - Eszenaren grafoa
 - ...
- Adibidez
 - Kolisioen antzematea
 - Abiadura teknikak
 - Animazioa
- Aplikazioak primitibak bidaliko dizkio hw. grafikoari

Geometria urratsa

- Sarrera datuen gainean eragiketa geometrikoak gauzatzen dira urrats honetan
- Ataza usuenak
 - Objektuak mugitu (matrize biderketa)
 - Kamara mugitu (matrize biderketa)
 - Erpinetan argien eragina kalkulatu
 - Pantailan proiektatu
 - Mugaketa (clipping)
 - Leihoaren mapaketa (laukiratzea)

Diskretizazioa (Rasterizer)

- Ez dakit euskarazko terminoa oso egokia den :-)
- Helburua: geometria-urratsetik ateratako primitibak marraztea
- Halaber, testurak eta beste pixel-mailako eragiketak eragin
- Ikustapena ere urrats honetan gauzatzen da



Laburbilduz

- Programatzaileak primitiba grafikoak bidaltzen dizkio motorre grafikoari, API baten bidez
 - OpenGL
 - Direct 3D
 - ...
- Geometria urratsean: erpinei dagozkien eragiketak
- Diskretizazioa: pixelei dagozkien eragiketak

Geometria urratsa. Eredu aldaketa.

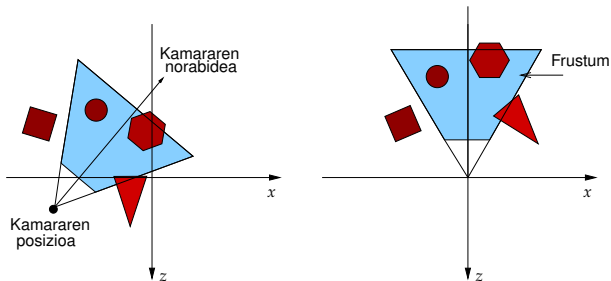
Eredu aldaketa

- Objektu geometrikoak beren “eredu espazioan” definitzen dira
- Objektuak mugitu, biratu, . . . eta “munduko espazioan” kokatu
- Adibidez: jatorrian $(0, 0, 0)$ eta bat erradioko esfera izanik
 - Mugitu, tamaina aldatu, etab. beste edozein tokitan ager dadin
- 4×4 matrizeen bidezko biderkaketak
- Matrizeak denboran zehar alda daitezke: animazioa

Geometria urratsa. Bista aldaketa.

Bista aldaketa

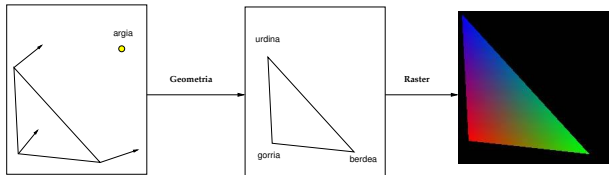
- Kamara objektuak izango balira mugi daitezke
- Bista aldaketa: kamara toki eta orientazio jakin batzuetan ipini
- Baina kasu honetan alderantzizko aldaketa eragin behar da



Geometria. Argiztatzea.

Argiztatzea

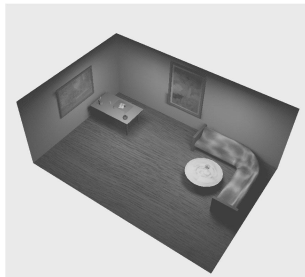
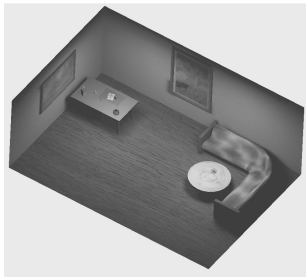
- Erpinetako “argiztapena” kalkulatu behar da
- Behar da
 - Argiztatze eredua



Geometria. Proiekzioak.

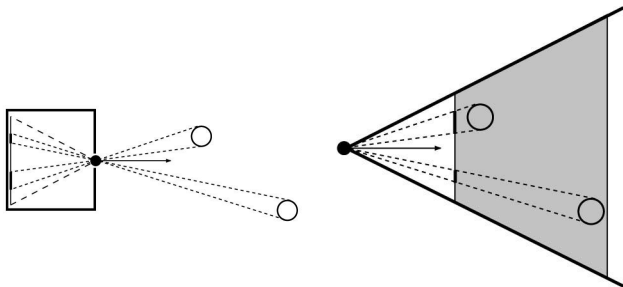
Proiekzioak

- 3D mundua 2Dko pantaila batean proiektatu behar da
- 2 modu
 - Ortogonalak
 - CAD/CAM aplikazioetan erabilia
 - Perspektiba
 - Gizakiok horrela ikusten dugu



Geometria. Proiekzioak.

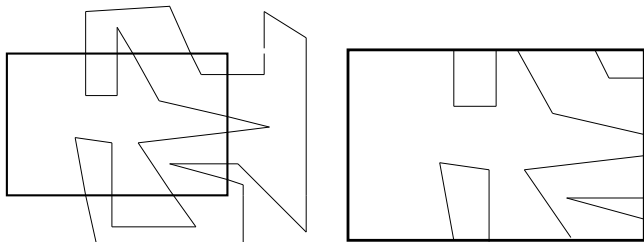
- Proiekzioa ere matrizeen arteko biderketarekin gauzaten da
- Gizakiok ikusteko burutzen den prozesuaren antzekoa



Geometria. Mugaketa (clipping)

Mugaketa

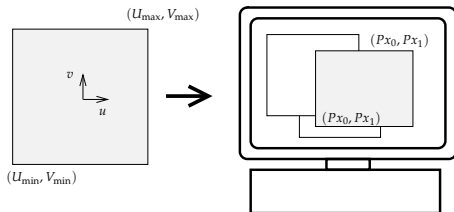
- Proiekzio ondoren, pantaila laukizuzena da (kuboa)
- Primitibak laukizuzenara mugatu behar dira (mugaketa)



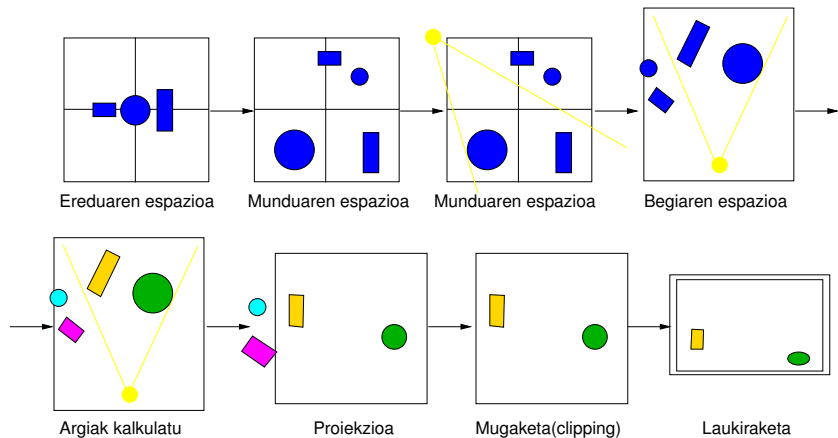
Geometria. Laukiraketa

Laukiratzea

- Mugaketa ondoren, primitibak “pantailako espaziora” pasa behar dia (laukizuzena izan behar ez duena)
- Primitiben pantailako koordinatuak (gehi z sakonera) “diskretizazio” urratsera heltzen dira.
- Leku-aldaketa eta tamaina-aldaketa.



Geometria. Laburbilduz



Diskretizatioa (rasterizer)

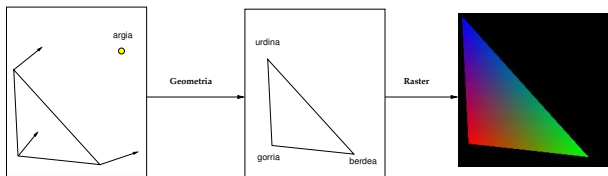
- Lerro-konbertsioak
 - Erabaki zein pixel dagoen primita baten barruan
- Testuren esleipena
 - Poligonoetan irudiak erantsi
- Poligionaren interpolazioa
- Ikuspena: Z-buffer
- “Double buffer”
- ...

Diskretizazioa. Lerro-konbertsioa

- Poligonoaren erpinak geometria urratsetik datoz
- Erabaki zein pixel dagozkion primitiba bati
 - Edo zuzen bati, edota puntu bati
- Pixel mailako eragiketak burutu
 - Interpolazioa
 - Testura mapaketa
 - Z-buffer
 - ...

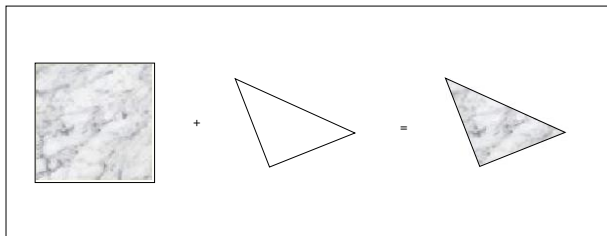
Diskretizazioa. Interpolazioa

- Poligonoan zehar koloreak interpolatu
 - Itzalpen (shading) ereduak: *gouraud*, *phong*



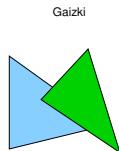
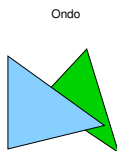
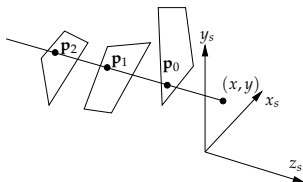
Diskretizatioa. Testurak

- Irudiak objektuetan “itsatsi”
- Erabilpen anitz
 - Errealismoa handitu
 - Bump mapping
 - Islak simulatu
 - Argiak gorde
 - ...



Diskretizazioa. Ikuspena

- Pantailako pixel batean hainbat objektu proiektatzen da
- Perspektiba gauzatu ondoren, objektu gertuen z osagaia urrunekoena baino txikiagoa da (OpenGL)
- Irudian p_0 da objektu gertuena



Diskretizatioa. Z-buffer

- *Z-buffer*-ak arazoa konpontzen lagunden du
 - Pixel bakoitzaren sakonera (z) gorde
 - Triangelu bat marrazterakoan, kalkulatu barruko pixel bakoitzeko sakonera
 - Alderatu pixelaren z osagaia *Z-buffer*-ek duenarekin
 - Triangeluarena txikiagoa bada, ordezkatu pixela (eta *Z-buffer*-a)
 - Bestela, ez egin ezer

Edozein ordenetan marraz daitezke primitibak

Diskretizatioa. Double-buffering

- Monitorea irudia bat-batean erakusten du
 - Freskatze-frekuentzia (70-100 Hz)
- Hurrengo irudiko primitibak marrazterakoan
 - flickering
- Hobeto da bi buffer-ekin lan egitea
 - Batak uneko irudia dauka
 - Bestean hurrengo irudiko datuak doaz
 - Halako batean, buffer-ak elkar-trukatzen ditugu