A close-up photograph of a GPU heat spreader. The heat spreader is a dark, rectangular metal plate with a brushed metal finish, mounted on a green printed circuit board (PCB). The plate is secured by four screws at its corners. The text "OpenGL 3" is printed in white on the plate, with the "O" being a stylized circle. The heat spreader is surrounded by a dense array of copper-colored heat fins. The background shows the green PCB with various components and traces.

OpenGL 3

Paruošė: Algirdas Noreika

Kaunas 2008

OpenGL 3

- Specifikacijos apžvalga pristatyta *Siggraph 2007* konferencijoje, rugpjūtyje
- Numatomas API efektyvumo padidinimas
- Iš esmės keičiama bazė. Iš procedūrinio modelio pereinama į objektinį.
- Projektas dar žinomas kaip *Long Peak*
- Papildomai buvo numatoma:
 - *Long Peak Reloaded*: 2-3 mėn po OpenGL 3 specifikacijos išleidimo
 - *Mount Evans*: 3-5 mėn po OpenGL 3 specifikacijos išleidimo



OpenGL 3 - *Long Peak*

- Tikslai:
 - Dar labiau priartėti prie aparatinės dalies (*hardware*)
 - Pašalinti bereikalingus API sluosnius
 - Pritaikyti šiuolaikinei kompiuterinės grafikos įrangai
 - Paskutinį kartą tai buvo padaryta 1992-ais
 - Pagerinti veikimą (*performance*)
 - Optimizuoti kritines vietas
 - Srautinė (*streamlined*) API
 - Supaprastinti programų kūrimą
 - Sumažinti perteklinį kodą
 - Didinti panaudojimo efektyvumą
 - Supaprastinti tvarkyklių (*drivers*) kūrimą
 - Kad pasiekti aukštesnę realizacijos kokybę



OpenGL 3 - Long Peak

- Žvilgsnis iš viršaus:
 - Senojo funkcionalumo eliminavimas
 - Procedūrinė sąsaja (*Begin/End*)
 - T&L (*Texturing & Lighting*) ir tekstūravimo funkcijų naudojimas
 - Viršūnių masyvai (kliento pusė)
 - Žymėjimas (*selection*)
 - Informacijos gražinimas (*feedback*)
 - Būsenų įvertinimo priemonės (*evaluators*)
 - Akumuliacijos buferis (*accumulation buffer*)



OpenGL 3 - Long Peak

- Žvilgsnis iš viršaus:
 - Perdirbtas objektų modelis
 - Pastovumas - veikimo efektyvumui užtikrinti
 - Nuorodos(*handles*) į objektus priklauso nuo realizacijos
 - Lankstus resursų paskirstymas (*sharing*)
 - Būsenų grupės
 - Kontekstas (*context*) yra jungčių tarp objektų rinkinys (*bind points*)
 - Būsenos blokų keitimas (*swap state vectors*)



OpenGL 3 - Long Peak

- Objektai - Meta-Klasės
 - Būsenos objektai
 - Nemodifikuojami (*immutable*)
 - Paskirstomi (*sharable*)
 - Pavyzdžiai: Format, Shader, Program
 - Duomenų objektai
 - Nemodifikuojama struktūra, modifikuojami (*mutable*)
 - Paskirstomi (*sharable*)
 - Pavyzdžiai: Buffer, Image

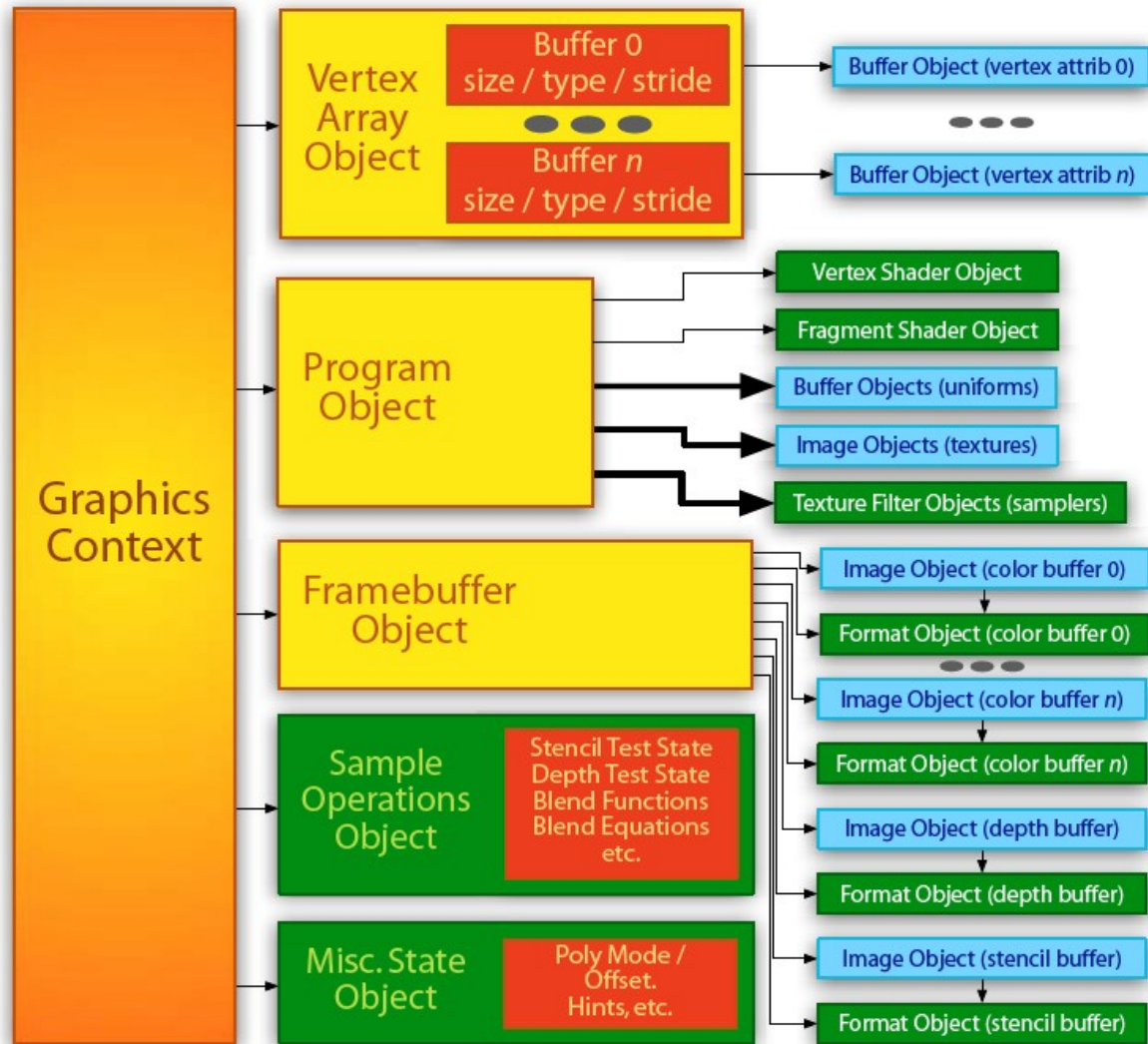


OpenGL 3 - Long Peak

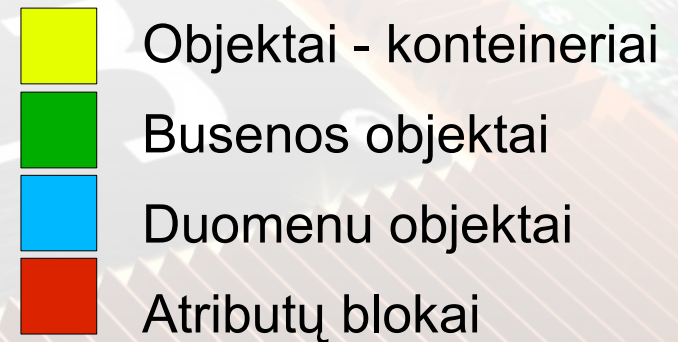
- Objektai - Meta-Klasės
 - Objektai konteineriai
 - Nemodifikuojamos prijungiamų objektų savybės
 - Modifikuojams prijungiamų objektų skaičius
 - Modifikuojamos būsenos
 - Nepaskirstomi (*unsharable*)
 - Pavyzdžiai: Vertex Array, Program Environment, Framebuffer



OpenGL 3 - Long Peak

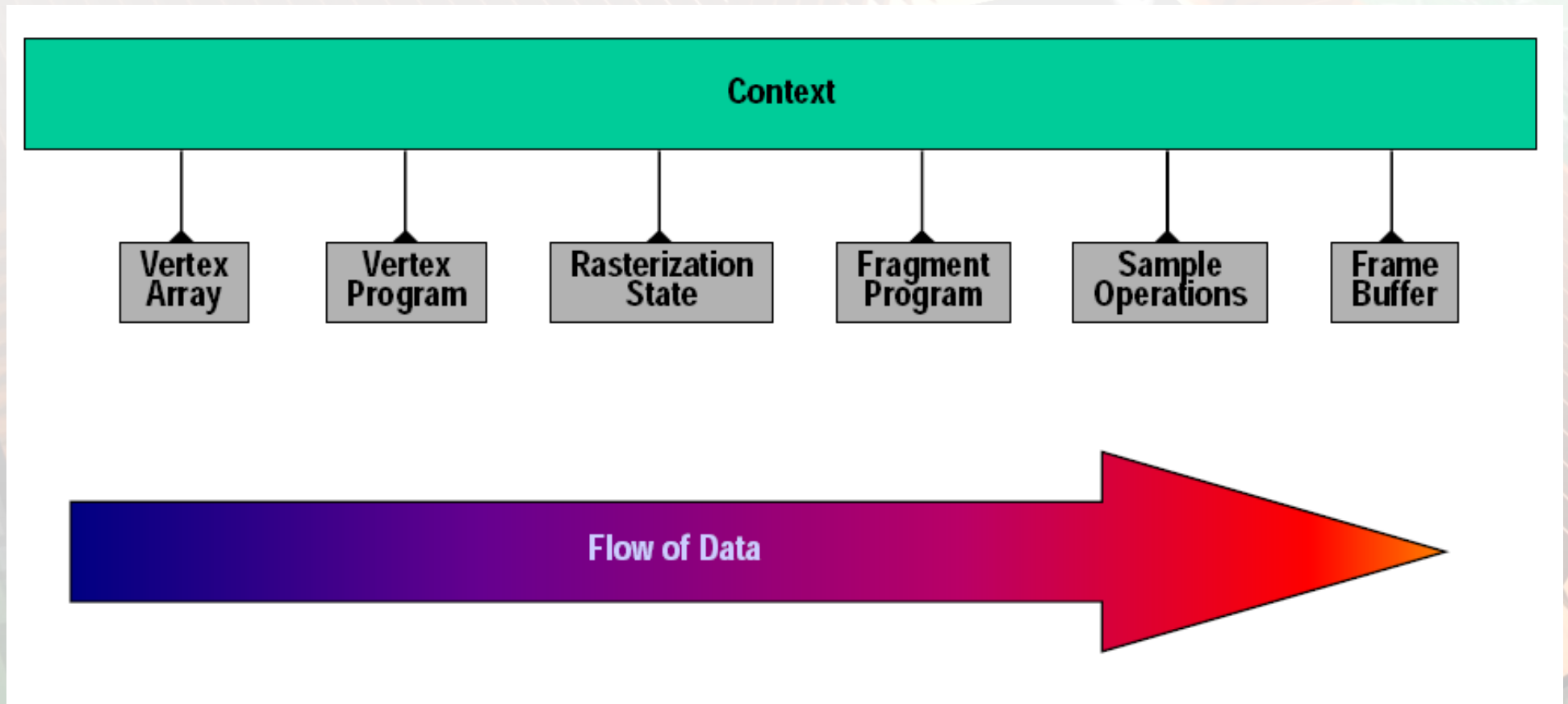


- Objektų sąryšio struktūros schema



OpenGL 3 - Long Peak

- Duomenų srauto schema



OpenGL 3 - Long Peak

- Objektų kūrimas:
 - Objektų šablonai (*templates*). Kliento pusė
 - Gražinamos nuorodos į nepilnai sukurtus objektus (*atomic creation*)

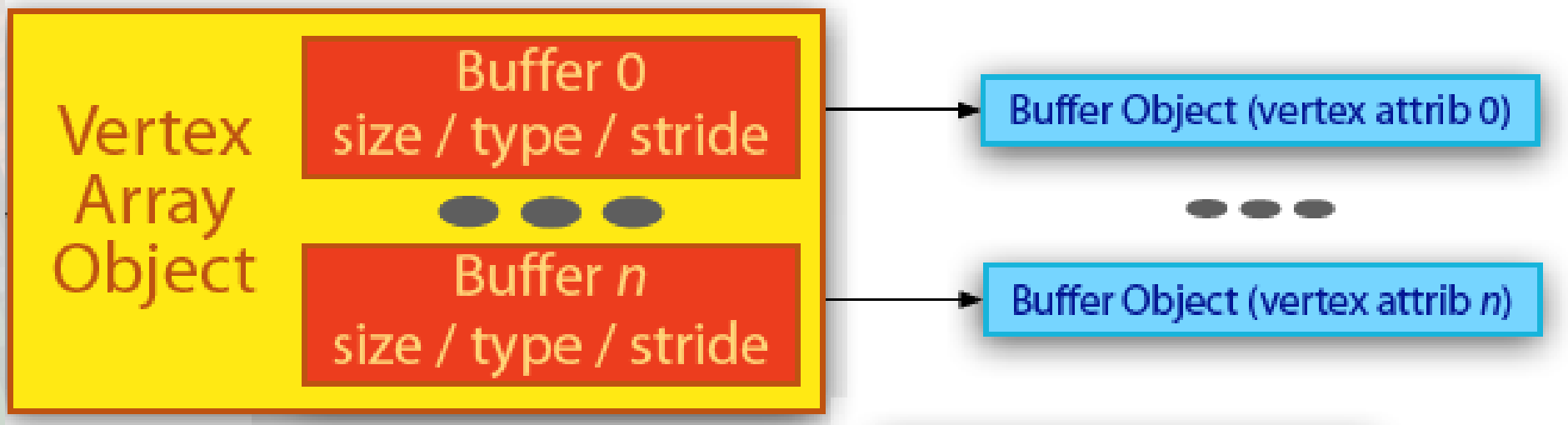
```
// Create a template for a widget object, initialized
// to the default state for the object type
widget_template = CreateTemplate(WIDGET_OBJECT);
// Override some of the defaults
TemplatePropertyt_i(widget_template, PROPERTY_X, x_value);
TemplatePropertyt_i(widget_template, PROPERTY_Y, y_value);
// Create the desired object, asynchronously
widget = CreateWidget(widget_template);
// widget is "baked" and ready to use
```



OpenGL 3 - Long Peak

- “Vertex Array Object”

- Attributų masyvų (*buffer objects*) inkapsuliacija
- Nemodifikuojamas duomenų tipas, dydis, žingsnis (*stride*)
- Modifikuojamas (mutable) jungimas (*attachment*) ir poslinkis (*offset*)



OpenGL 3 - Long Peak

- “Buffer Object”
 - Neformatuotas baitų masyvas
 - Nemodifikuojamas naudojimas ir dydis
 - Modifikuojamas turinys
 - Savyje gali talpinti viršūnių, ir pikselių duomenis, programos *uniform* kintamuosius

Buffer Object (vertex attrib 0)

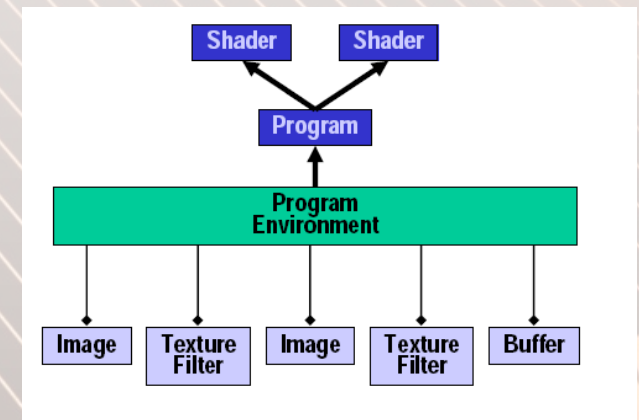
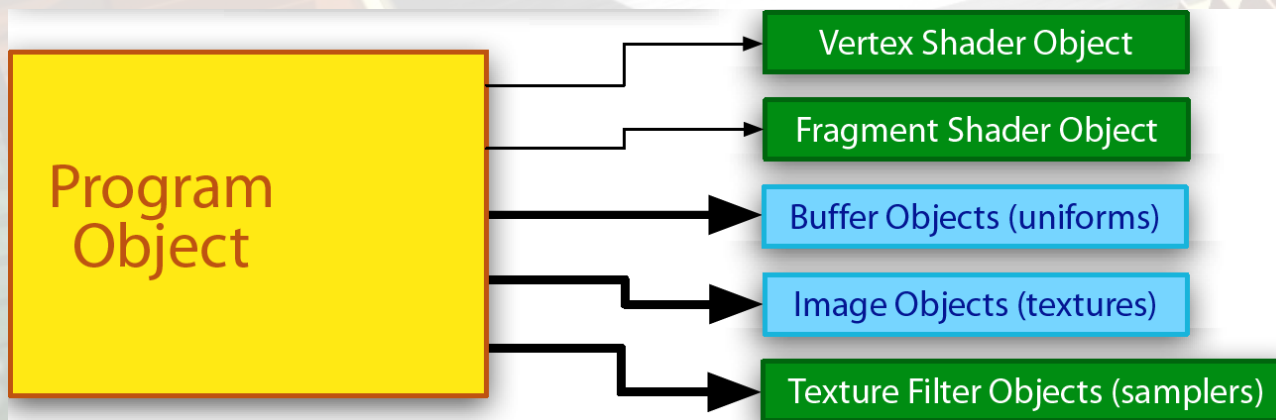
Buffer Objects (uniforms)

Image Objects (textures)



OpenGL 3 - Long Peak

- “Program Environment Object”
 - Nemodifikuojama nuoroda į “Program Object”
 - Nemodifikuojamas jungčių rinkinys (*attachment point*)
 - Inkapsuliuoja visas “Program” jungtis (*attachment*)
 - Automatiškai prijungia *complete state vector*



OpenGL 3 - Long Peak

- “Shader Object”
 - Nemodifikuojamas
 - Inkapsuliuoja sukompiliuotas paprogramės (*shader*) duomenis
 - Gali būti *complete* ir *incomplete* būsenos



OpenGL 3 - Long Peak

- “Program Object”
 - Nemodifikuojamas
 - Inkapsuliuoja vieną ar kelias apjungtas paprogrames (*shaders*)
 - Gali būti vieno ar kelių lygių



OpenGL 3 - Long Peak

- “Texture Filter Object”
 - Tekstūrų apdorojimo funkcionalumas (*TexParameter*)
 - Nemodifikuojamas
 - Gali būti naudojamas su keliais “image object” arba atvirksčiai.

Texture Filter Objects (samplers)



OpenGL 3 - Long Peak

- “Image Object”
 - Atitinka “texture object” (*TexImage*)
 - Jungiasi prie “program environment object”
 - Pakeičia generavimo buferį (*render buffer*)
 - Kūrimo metu struktūra yra nemodifikuojama (*immutable*)
 - Fromatas
 - Dydis
 - Mip-map lygiai
 - Modifikuojamas turinys
 - Visada egzistuojantis objektas (*always valid*)

Image Objects (textures)



OpenGL 3 - Long Peak

- “Format Object”

- Nemodifikuojamas
- Vidinis formatas
 - Elemento tipas, dydis
- Galimybės
 - Naudojamas kaip tekstūros, generavimo buferis (*renderbuffer*)
 - Filtravimas, maišymas (*blending*)
 - Skirtingi tipai
- Apribojimai
 - Maksimalus dydis

Format Object (color buffer 0)

Format Object (color buffer n)

Format Object (depth buffer)

Format Object (stencil buffer)



OpenGL 3 - Long Peak

- “Rasterization Object”
 - Nemodifikuojamas būsenos objektas
 - Daugiakampių režimas
 - Glodžios (*smooth*) linijos
 - Daugiakampių / linijų raštai (*pattern*)
 - Linijos plotis
 - Taško dydis
 - Ateityje gali būti pakeistas paprogame (*shader*)



OpenGL 3 - Long Peak

- “Per-Sample Operation Object”

- Operacijos su fragmentais
- Nemodifikuojama būseną
 - Alfa testas
 - Gylio testas
 - Šablono (*stencil*) testas
 - Maišymo (*blend*) / Loginės operacijos
- Modifikuojama būseną
 - Alfa reikšmės
 - Šablono reikšmės
 - Maišymo spalva
- Ateityje gali būti pakeistas paprogame (*shader*)

Sample
Operations
Object

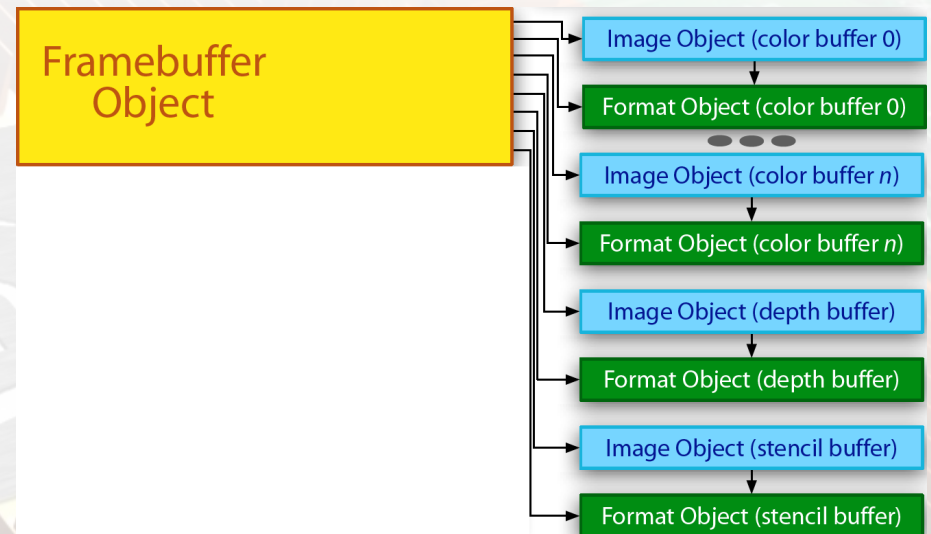
Stencil Test State
Depth Test State
Blend Functions
Blend Equations
etc.



OpenGL 3 - Long Peak

- “Framebuffer Object”

- Nemodifikuojama būseną
 - Prijungimo formatai
- Modifikuojama būseną
 - Prijungti objektai
 - Piešimo buferis / Skaitymo buferis
 - Žirklių (*scissor*) stačiakampis
 - Dimensijos
- Prijungimo metu objektas visada egzistuoja (*always valid*)
 - Neegzistuoja įvairūs tikrinimai vaizdų generavimo metu, nes visi atributai nustatomi objekto kūrimo metu.



OpenGL 3 - Long Peak

- Vaizdų generavimas
 - Ne-procedūrinė API sąsaja
 - Duomenų masyvai serverio (*hardware*) pusėje

```
void DrawArrays( enum mode, const int *first, const  
sizei *count, sizei primCount, sizei instanceCount );
```

```
void DrawElements( enum mode, const sizei *count, const  
sizeiptr *indices, sizei primCount, sizei  
instanceCount );
```



OpenGL 3 - Long Peak

- Kiti objektai
 - “Save / Restore Objects”
 - PushAttrib / PopAttrib
 - Būsenos vektoriaus inkapsuliacija
 - “Pack / Unpack Objects”
 - Serverio operacijos
 - Duomenų srautų suspaudimas
 - “Sync / Query Objects”
 - “Fences”
 - “Occlusion queries”



OpenGL 3 Long Peak Reloaded

- Numatomi papildymai:
 - Atributų indeksų poslinkis
 - Sukompiliuotų paprogramių (*shaders*) saugojimas (*cache*)
 - CopySubBuffer funkcija duomenims kopijuoti tarp “buffer object”
 - Display List funkcionalumas



OpenGL Mount Evans

- Pritaikyta moderniausiai kompiuterinės grafikos aparatinei įrangai
 - OpenGL 2.x pritaikyti GPU išnaudos tik dalį “Mount Evans” galimybių
- OpenGL 3 galimybių papildymas
 - Geometrijos paprogramės (*geometry shaders*)
 - Darbas su sveikais skaičiais
 - Naujas “buffer object” pritaikymas:
 - transformuotos viršūnės, tekstūros ir paprogramių parametrai (*uniforms*)



OpenGL Mount Evans

- OpenGL 3 galimybių papildymas
 - Tekstūrų masyvai
 - Nauji formatai:
 - Slankaus kablelio gylio buferiai ir tekstūros
 - sRGB generavimo buferiai (*renderbuffers*)
 - Paskirstomos eksponentinės tekstūros (*shared exponent textures*)
 - Supakuoti (packed) slankaus kablelio generavimo buferiai ir tekstūros
 - Objektų atvaizdų generavimas iš vieno šaltinio (*instanced rendering*)
 - Per-DrawBuffer maišymo(*blending*) kontrolė



OpenGL Mount Evans

- Geometrijos programės (geometry shaders)
 - Naujas GLSL programavimo lygis
 - Tarp viršūnių ir fragmentų paprogramių
 - Gali sukurti naujas viršūnes arba keisti primityvo tipą
 - Pvz.: taškai gali tapti trikampaiais
 - Paprogramei pasiekiamos visos viršūnės
 - Gali gauti informaciją apie kaimynines viršūnes
 - Bazinė specifikacija:
 - http://www.opengl.org/registry/specs/EXT/geometry_shader4.txt



OpenGL Mount Evans

- Darbas su sveikais skaičiais
 - Paprogramėse (*shader*) atsiras sveiko skaičiaus formatai ir operacijos
 - attribute, varying, temporary, sampler
 - integer tipo vektoriai
 - loginiai operatoriai
 - Vidinis integer tipo tekstūros formatai
 - 16bit, 32bit
 - Integer tipo generavimo formatai
 - piešimas, tekstūros, generavimo buferiai (renderbuffers)
 - Iš duomenų apdorojimo sekos pašalinamas normalizavimas
 - Bazinė specifikacija:
 - http://www.opengl.org/registry/specs/EXT/texture_integer.txt
 - http://www.opengl.org/registry/specs/EXT/gpu_shader4.txt



OpenGL Mount Evans

- Naujas “Buffer Object” panaudojimas
 - Tekstūros
 - Tekselių duomenys (skirtingam panaudojimui) saugomi “buffer object”
 - Naudinga didelėms 1D paieškos lentelėms (*lookup tables*)
 - Transformuot viršūnių informacija
 - “Buffer” objektas gali būti panaudojamas viršūnių geometrijos transformacijos saugoti.
 - Ne vaizdinės informacijos saugojimas ir apdorojimas GPU



OpenGL Mount Evans

- Naujas “Buffer Object” panaudojimas
 - Paprogramių (*shaders*) uniform kintamieji
 - Uniform kintamieji gali būti saugomi “buffer” objektuose
 - Naudinga dažnai keičiant tarpusavyje uniform kintamųjų rinkinius
 - Bazinė specifikacija:
 - http://www.opengl.org/registry/specs/EXT/texture_buffer_object.txt
 - http://www.opengl.org/registry/specs/EXT/bindable_uniform.txt
 - http://www.opengl.org/registry/specs/NV/transform_feedback.txt



OpenGL Mount Evans

- Tekstūrų masyvai
 - Naujas teksūrų tipas kai vienodų dimensijų tekstūros saugomos masyve
 - Naudinga padidinant teksūrų keitimo efektyvumą vaizdų generavimo metu.
 - 1D ir 2D paveikslėlių masyvai
 - Atskiri paveikslėliai adresuojami pagal vieną tekstūros koordinatę: [0, layer-1]
 - Galimybė prijungti atskirus sluoksnius prie FBO
 - Apribojimai
 - Tarpsluoksninių filtrų nebuvimas
 - Mip-map iš anksto sudalinami sluoksniais
 - Bazinė specifikacija:
 - http://www.opengl.org/registry/specs/EXT/texture_array.txt



Kas toliau ?

- Numatomi pakeitimai GLSL kalboje
- Nauji praplėtimai (*extensions*)



Nuorodos

- <http://www.opengl.org/pipeline/>
- http://www.khronos.org/library/detail/siggraph_2007_opengl_birds_of_a_feather_bof_presentation/
- <http://www.cgex.lt>

