

What is the Open Graphics Library?

Co je OpenGL?

OpenGL (for “Open Graphics Library”) is a software interface to graphics hardware.

The interface consists of a set of several hundred procedures and functions that allow a programmer to specify the objects and operations involved in producing high-quality graphical images, specifically color images of three-dimensional objects.

OpenGL („Open Graphics Library“) je softwarové rozhraní pro grafický hardware.

Rozhraní se skládá z několika set procedur a funkcí, které umožňují programátorovi specifikovat objekty a operace směřující k produkci nejvyšší kvality grafického vzhledu, konkrétně barevné obrázky v tří-dimenzionálních objektech.

As a software interface for graphics hardware, OpenGL's main purpose is to render two- and three-dimensional objects into a frame buffer. These objects are described as sequences of vertices (which define geometric objects) or pixels (which define images). OpenGL performs several processing steps on this data to convert it to pixels to form the final desired image in the frame buffer.

Jako softwarové rozhraní pro grafický hardware, je hlavním účelem OpenGL ukládat dva- a trojrozměrné objekty do vyrovnávací paměti snímků. Tyto objekty jsou popsány jako posloupnosti vrcholů (které určují geometrické objekty) nebo pixely (které definují obrázky). OpenGL provede několik kroků zpracování těchto dat, aby je převést na pixely k vytvoření konečného požadovaného obrázku ve vyrovnávací paměti.

This section explains some of the concepts inherent in OpenGL.

Tato část vysvětluje některé pojmy související s OpenGL.

Primitives and Commands

Primitivy a příkazy

OpenGL draws *primitives*—points, line segments, or polygons—subject to several selectable modes. Modes can be controlled independently of each other, i.e. setting one mode does not affect whether other modes are set. Primitives are specified, modes are set, and other OpenGL operations are described by issuing commands in the form of function calls.

OpenGL kreslí primitivně – body, úsečky nebo mnohoúhelníky – objekty k několika volitelným režimům. Režimy lze ovládat nezávisle na sobě, tj. jeden mód nemá vliv na to, jak je nastaven jiný mód. Primitiva jsou určena, módy jsou nastaveny a další operace OpenGL jsou popsány vydáním příkazů v podobě volání funkcí.

Primitives are defined by a group of one or more *vertices*. A vertex defines a point, an endpoint of a line, or a corner of a polygon where two edges meet. Data (consisting of vertex coordinates, colors, normals, texture coordinates, and edge flags) is associated with a vertex, and each vertex and its associated data are processed independently, in order, and in the same way. The only exception to this rule is if the group of vertices must be *clipped* so that a particular primitive fits within a specified region; in this case, the vertex data may be modified and new vertices created. The type of clipping depends on which primitive the group of vertices represents.

Primitiva jsou definována skupinou jedné nebo více vrcholů. Vrchol definuje bod, koncový bod linky, nebo roh polygonu, kde se dvě hrany stýkají. Data (skládající se z vrcholu souřadnic, barvy,

normály, texturovací souřadnice, a okraj vlajky) jsou spojena s vrcholem, a každý vrchol a související údaje jsou zpracovávány nezávisle, po pořádku, a stejným způsobem. Jedinou výjimkou z pravidla je, pokud skupina vrcholů musí být **oříznuta** tak, že určitá primitiva zapadnou do určitého regionu; v tomto případě, mohou být vertex data změněna a mohou být vytvořeny nové vrcholy. Typ oříznutí závisí na tom, která primitivní skupina vrcholů je prezentována.

Commands are always processed in the order in which they are received. Each primitive is drawn completely before any subsequent command takes effect. It also means that state-querying commands return data that is consistent with a complete execution of all previously issued OpenGL commands.

Příkazy jsou vždy zpracovány v pořadí, v jakém byly doručeny. Každé primitivum je kompletně zpracováno, protože nabývá účinnosti před dalším příkazem. To také znamená, že stav-dotazování příkazů vrátí data, která jsou v souladu s kompletní realizací všech dříve vydaných příkazů OpenGL.

Procedural versus Descriptive

Procedurální versus Popisná

OpenGL provides fairly direct control over the fundamental operations of two- and three-dimensional graphics. This includes specification of such parameters as transformation matrices, lighting equation coefficients, antialiasing methods, and pixel update operators. However, it does not provide a means for describing or modeling complex geometric objects. Thus, the OpenGL commands issued specify how a certain result should be produced (what procedure should be followed) rather than what exactly that result should look like.

OpenGL poskytuje poměrně přímou kontrolu nad základními operacemi dvou- a tří-rozměrné grafiky. To zahrnuje specifikace parametrů, například transformace matice, osvětlení koeficientů rovnice, metody vyhlazování hran a pixel aktualizace operátorů. Nicméně, to neposkytuje prostředky pro popis nebo modelování složitých geometrických objektů. Proto OpenGL vydané příkazy upřesňuje, jak má být dosaženo určitého výsledku (jaký postup by měl být dodržován), spíše než to, jak přesně by měl výsledek vypadat.

How OpenGL processes data

Jak OpenGL zpracovává data

The simplified version of the Graphics Pipeline Process (OpenGL Block Diagram) excludes a number of features like blending, VBOs (Vertex Buffer Objects) and logic ops (logical operators)

Zjednodušená verze Graphics Pipeline Process (Blokové schéma Open GL) vylučuje řadu funkcí, jako je míchání, VBO (Vertex Buffer Objects) a logické ops (logické operátory)

- A transform and lighting pipeline = transformace a osvětlení linky
- Z-buffering = Z-buffering
- Texture mapping = texturování
- Alpha blending = Alpha blending

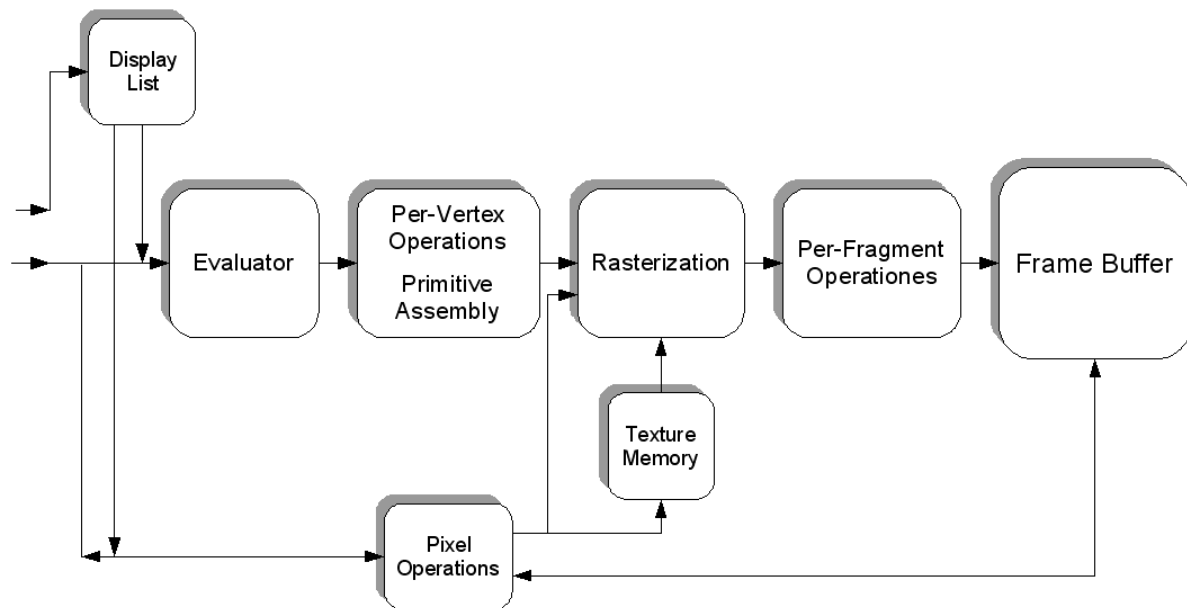


Fig. 1 OpenGL visualization programming pipeline

Obr. 1 OpenGL blokové schéma

A brief description of the process in the graphics pipeline could be:

Stručný popis procesu ve schématu grafiky:

1. **Evaluation**, if necessary, of the polynomial functions which define certain inputs, like NURBS (Non-uniform rational B-spline) surfaces, approximating curves and the surface geometry.
Hodnocení, pokud je to nezbytné, polynomické funkce, které definují určité vstupy, jako jsou NURBS (Non-jednotná racionální B-spline) povrchy, přibližit křivky a geometrie povrchu.
2. **Vertex operations**, transforming and lighting them depending on their material. Also clipping non visible parts of the scene in order to produce the viewing volume.
Vrcholové operace, transformace a osvětlení je v závislosti na jejich materiálu. Také výstřižek nejsou viditelné části scény za účelem výroby prohlížení objemu.
3. **Rasterization** or conversion of the previous information into pixels. The polygons are represented by the appropriate color by means of interpolation algorithms.
Rastrování či konverzi z předchozích informací do obrazových bodů. Polygony jsou zastoupeny příslušnou barvou pomocí interpolace algoritmů.
4. **Per-fragment operations**, like updating values depending on incoming and previously stored depth values, or color combinations, among others.
Per-fragment operace, jako je aktualizace hodnot v závislosti na přichozích a dříve uložených hodnotách nebo kombinace barev, mezi ostatními.
5. Lastly, fragments are inserted into the **Frame buffer**.
Nakonec jsou fragmenty uloženy do vyrovnávací paměti.

Many modern 3D accelerators provide functionality far above this baseline, but these new features are generally enhancements of this basic pipeline rather than radical revisions of it.

Open GL

http://jazyky.feld.cvut.cz/vyuka/A/Y04A2L/materials%20.pdf/Week%204_OpenGL.pdf

Mnoho moderních 3D akceleratorů poskytuje funkčnost daleko nad touto základní, ale tyto nové rysy jsou obecným vylepšením tohoto základu spíše než radikální revize.

Continued Innovation

Pokračující inovace

The OpenGL standard is constantly evolving. Formal revisions occur at periodic intervals, and extensions allowing application developers to access the latest hardware advances through OpenGL are continuously being developed. As extensions become widely accepted, they are considered for inclusion into the core OpenGL standard. This process allows OpenGL to evolve in a controlled yet innovative manner.

Standardní OpenGL se neustále vyvíjí. Formální revize probíhá v pravidelných intervalech a rozšíření umožní vývojářům aplikací přístup k nejnovějšímu hardware, přístupy přes OpenGL se neustále vyvíjejí. Rozšíření se stanou všeobecně přijímanými, jsou považovány za začlenění do základního standardu OpenGL. Tento proces umožňuje OpenGL vyvíjet se kontrolovaně ještě inovativním způsobem.

OpenGL Applications & Games

OpenGL aplikace a hry

OpenGL is the pervasive standard for 3D consumer and professional applications across all major OS platforms. A partial list for Windows, Linux and MacOS are available in the products section.

OpenGL je všudypřítomný standard pro 3D spotřebitele a profesionální aplikace napříč všemi hlavními OS platformami. Částečný seznam pro Windows, Linux a MacOS jsou k dispozici v sekci produkty.

Adapted from opengl.org website; <http://glprogramming.com/blue/ch01.html>; www.opengl.org; www.wikipedia.org;

A. Vocabulary

- 1 Review the text again to find the vocabulary items that match the definitions given below. Then fill in the blanks in the sentences that follow.

1 The point of interconnection between two systems or subsystems

Bod propojení mezi dvěma systémy nebo podsystémy

OpenGL has become the industry's most widely used and supported 2D and 3D graphics application programming xxx .

OpenGL se stal nejvíce používaným a podporovaným odvětvím 2D a 3D grafických aplikací programování xxx

- 2 To discard (an occluded part of a model or scene) rather than waste resources on rendering it
Aby se jich zbavil (zastínění části modelu nebo scény) spíše než plýtvat prostředky na které je činí

All primitives are xxxed to the boundaries of this xxxing rectangle; that is, primitives lying outside the xxx rectangle are not drawn.

Všechny primitivy jsou xxxed na hranice tohoto xxxing obdélníku; který je, primitivy leží mimo xxx obdélník nejsou vztaženy.

3 A precise request for information retrieval with database and information systems

Přesná žádost o vyhledávání informace s databáze a informačních systémů

The database admin switched on **xxx** logging for debugging purposes.

Databázový správce zapne xxx protokolování pro účely ladění.

4 Any technique that reduces the appearance of jagged edges in digital images caused by high-contrast borders between pixels

Jakákoli technika, která redukuje výskyt zubatých okrajů digitálních snímků způsobené vysokým kontrastem - hranice mezi pixely

xxx means removing signal components that have a higher frequency than is able to be properly resolved by the recording (or sampling) device.

xxx znamená odstranění složek signálu, které mají vyšší frekvenci, než je schopen správně vyřešit - nahrávání (nebo odběr vzorků) zařízení

5 To transform digital information in the form received from a repository into a display for giving an interpretation

Chcete-li transformovat digitální informace v podobě obdržené z úložiště do zobrazení pro interpretaci

OpenGL's main purpose is **xxx** two- and three-dimensional objects into a frame buffer.

OpenGL je hlavním účelem xxx dvou- a tří-rozměrných objektů do vyrovnávací paměti.

6 A channel (either physical or logical) by which information is transmitted sequentially (i.e. the first information in is the first information out)

Kanál (ať již fyzický nebo logický), kterým jsou informace přenášeny sekvenčně (tj. první informace dovnitř je první informací ven)

In the diagram, commands enter from the left and proceed through what can be thought of as a processing **xxx**.

V diagramu, příkazy jsou zadány zleva a pokračujte tím, co může být myšlenka jako zpracování xxx.

7 A video output device that drives a video display from a memory buffer containing a complete frame of data

Video výstup, který řídí zobrazení videa z vyrovnávací paměti, která obsahuje kompletní rám dat

The information in the **xxx** typically consists of color values for every pixel (a point that can be displayed) on the screen.

Informace v xxx typicky sestává z barevných hodnot pro každý pixel (bod, který může být zobrazen) na obrazovce.

2 Match the definitions.

- | | |
|------------|---|
| 1 a raster | A a point in 3D space, usually given in terms of its x-, y-, and z-coordinates
bod v 3D prostoru, obvykle daný v podmínkách jeho x-, y- a z- souřadnicemi |
| 2 a normal | B the joining line between two vertices of a polygon
spojnice mezi dvěma vrcholy mnohoúhelníku |

Open GL

http://jazyky.feld.cvut.cz/vyuka/A/Y04A2L/materials%20.pdf/Week%204_OpenGL.pdf

- | | | | |
|---|-----------|---|---|
| 3 | a vertex | C | a line or vector that is perpendicular to another line, surface, or plane
<i>čára nebo vector, která je kolmá na jinou linku, povrch nebo rovinu</i> |
| 4 | pervasive | D | complicated
<i>komplikovaný, složitý</i> |
| 5 | an edge | E | a mixture of two or more things
<i>směs ze dvou nebo více věcí</i> |
| 6 | complex | F | penetrating or affecting everything
<i>penetrace nebo postihující vše</i> |
| 7 | a blend | G | that by which something is done; a tool, device, or strategy to achieve st.
<i>být něco uděláno; nástroj, zařízení nebo strategie pro dosažení něčeho</i> |
| 8 | a means | H | a series of bits that represents a rasterized graphic image, each pixel being represented as a group of bits
<i>série bitů, které reprezentují rastrováný grafický obrázek, každý pixel je reprezentován skupinou bitů</i> |
| 9 | bitmap | I | a bitmap image, consisting of a grid of pixels, stored as a sequence of lines
<i>bitmapový obrázek, skládající se z mřížky pixelů jako sekcí řádků</i> |

1 2 3 4 5 6 7 8 9

3 Look up the definitions to the given terms in the dictionary using the verbs: to refer to; is known as; to represent.

Podívejte se na definice uvedených pojmů do slovníku na užití pomocí sloves: odkazovat se na; je známý jako; reprezentovat.

texture *struktura*

interpolation *in the mathematical subfield of numerical analysis*
interpolace

interpolation *or Inbetweening or tweening in the context of computer animation*
vložení

baseline *základní linka, čára*

execution *provedení*

B. Content comprehension

1 Describe briefly the process in the graphics pipeline.

2 Form one important sentence from each paragraph (9).

3 Answer the following questions and discuss them.

- | | | |
|---|---|----------------------|
| 1 | What does OpenGL mean? | (paragraph 1) |
| 2 | What do primitives mean? | (paragraphs 3 and 4) |
| 3 | How are commands processed? Is each primitive drawn before or after any subsequent command? | (paragraph 5) |

- 4 Why is OpenGL fundamentally procedural rather than descriptive? (paragraph 6)
- 5 What are the benefits of OpenGL? (paragraphs 1, 8, 9)

C. Homework

Translate into Czech

- 1 The entire machine slowed down during the execution of the virus checker.
Celý stroj zpomalil během provádění antivirové ochrany.
- 2 A **framebuffer** is a video output device that drives a video display from a memory buffer containing a complete frame of data.
Vyrovňovací paměť je video výstup, který řídí zobrazení videa z vyrovnávací paměti, obsahuje kompletní snímek dat.
- 3 **Alpha blending** is a convex combination of two colors allowing transparency effects.
Alfa blending je konvexní kombinací dvou barev umožňující efekty průhlednosti.
- 4 **Transform** is the task of converting spatial coordinates, which in this case involves moving three-dimensional objects in a virtual world and converting the coordinates to a two-dimensional view.
Transformace je úlohou konverze prostorových souřadnic, což v tomto případě zahrnuje pohybování tří-dimenzionální objekty ve virtuálním světě a převod souřadnic do dvou-dimenzionálního pohledu.
- 5 **Clipping** means drawing things that might be visible to the viewer.
Ořezání znamená výkres věcí, které by mohly být viditelné pro diváka.
- 6 **Lighting** is the task of taking light objects in a virtual scene, and calculating the resulting color of the surrounding objects as the light falls upon them.
Osvětlení je úlohou přijmout světelné objekty ve virtuální scéně a vypočítat výsledné barvy okolních objektů, podle toho, jaké světlo na ně padá.
- 7 **Z-buffering** is the management of image depth coordinates in 3-D graphics, which is one solution to the visibility problem referring to the problem of deciding which elements of a rendered scene are visible, and which are hidden.
Z-buffer je řízení hloubky obrazu souřadnice v 3-D grafice, která je jedním z řešení ke zviditelnění problému s odkazem na výsledek problému, které prvky poskytované scény jsou viditelné, a které jsou skryté.

D. Presentation tips

Show how the OpenGL works by using a short video.