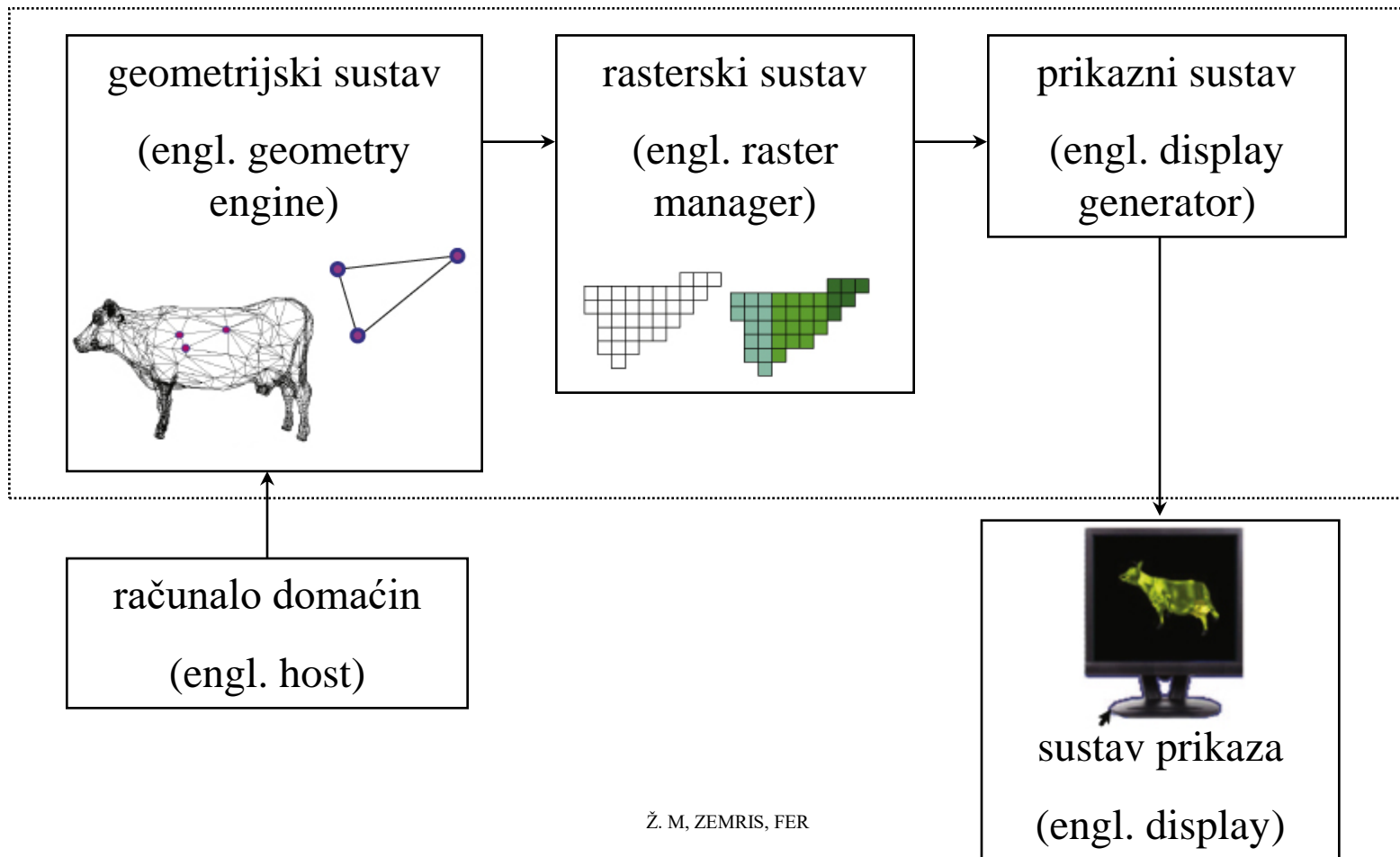


1. Grafički protočni sustav i grafički podaci

1.1. Grafički protočni sustav - funkcijska dekompozicija

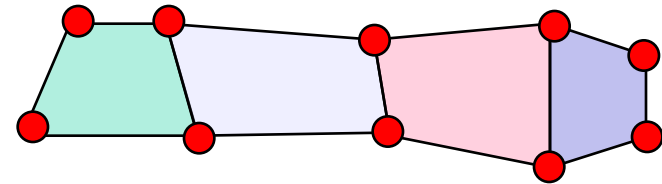
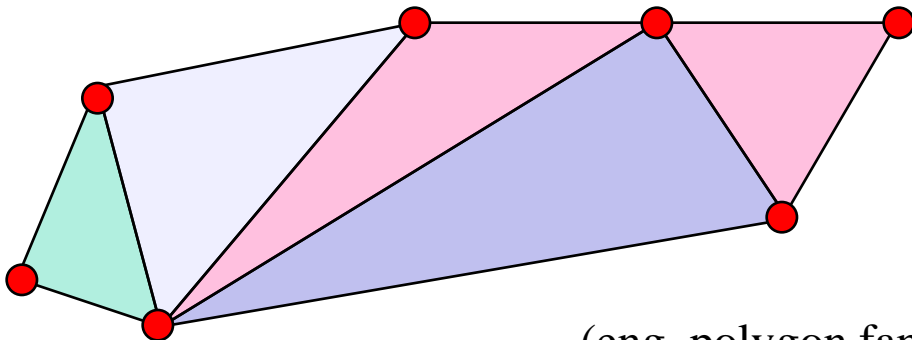
(logička razina koja se preslikava na fizičku razinu)



1.1.1. GEOMETRIJSKI SUSTAV

Operacije na vrhovima (broj vrhova se ne mijenja, operacije per-vertex)

- funkcija (T&L – transformation & lighting, projekcija)
 - geometrijske transformacije (vrhova, normale)
 - translacija, rotacija, promjena mjerila (skaliranje)
 - transformacija u neki koordinati sustav (objekta, kamere projekcije)
 - prijenos/ promjena koordinata teksture
 - proračun osvjetljenja u trodimenzijskom prostoru
 - proračun boje
 - projekcija
- možemo koristiti fiksnu funkcionalnost OpenGL-a ili možemo napisati svoj sjenčar vrhova (vertex shader)



(eng. polygon fan, strips)

– svojstva i funkcionalnost

- vrhovi imaju attribute (x, y, z - koordinatu, boju, karakteristike osvjetljenja ili teksture, vektor normale) koji protočno dolaze u geometrijski sustav u kojem se mijenjaju neke od vrijednosti
- programirljivost
 - osnovna funkcionalnost je sjenčar vrhova (engl. vertex shader)
- kao izlaz sjenčara vrhova minimalno je potreban `gl_Position`
- paralelizam (MIMD, [SIMD](#)) <http://www.youtube.com/watch?v=fKK933KK6Gg>
- uklanjanje stražnjih poligona (engl. back face culling) potrebna je informacija o povezanosti vrhova

– opcionalni sjenčari:

– sjenčar geometrije (engl. geometry shader) omogućuje stvaranje novih primitiva unutar protočnog sustava Npr. od dužine napravimo poligon kod volumnih sjena ([primjer](#) p-togl / hair)

– sjenčar teselacije – popločivanja (engl. tessellation shaders) Npr. kod terena trokuti blizu promatrača se podijele na nova četiri trokuta

http://www.realtimerendering.com/erich/udacity/exercises/unit3_tessellation_demo.html

1.1.2 RASTERSKI SUSTAV

Funkcija

- pretvorba u diskretne koordinate u prikaznoj memoriji (eng. scan-convert)
- uklanjanje neželjenih učinaka uslijed diskretizacije (eng. anti aliasing)
- sjenčar fragmenata (programirljivost engl. pixel shader – fragment shader) daje određivanje boje (osvjetljenje po pikslu), preslikavanje teksture
- kao izlaz sjenčara fragmenata minimalno je potreban `gl_FragColor`
- ispitivanje z-koordinate u Z-spremniku (uklanjanje skrivenih površina) - uz 2D koordinatu čuva se i podatak o udaljenosti od očišta

<http://www.fsz.bme.hu/~szirmay/radiosit/z.html>

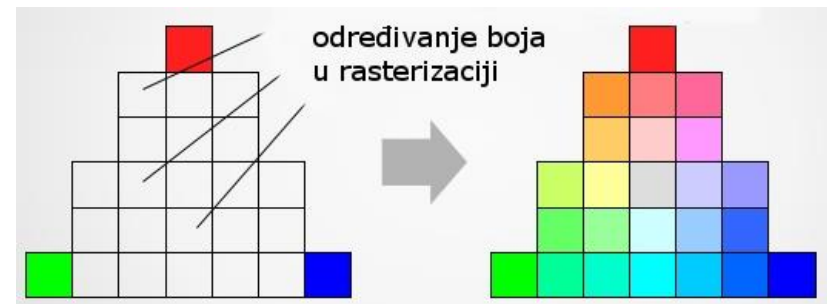
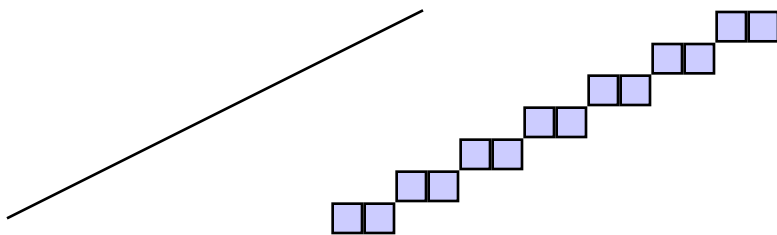
<http://orbides.org/apps/superslow.html>

- miješanje boja s različitim prozirnostima (eng. blending)
- omogućavanje prikaza atmosferskih učinaka (magla, dim ...)

<http://godel.hws.edu/xJava/other/Moire1.html>

http://cs.brown.edu/courses/cs123/demos/crawlies/crawlie_demo.html

<https://www.otakhi.com/public/mfdesigner/Scenes/Alien%20Spaceship>

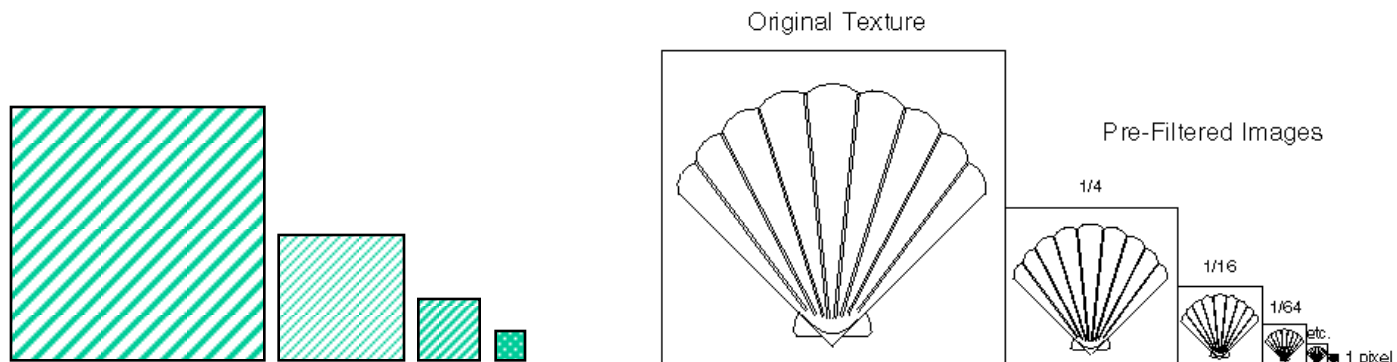


– primjeri funkcionalnosti

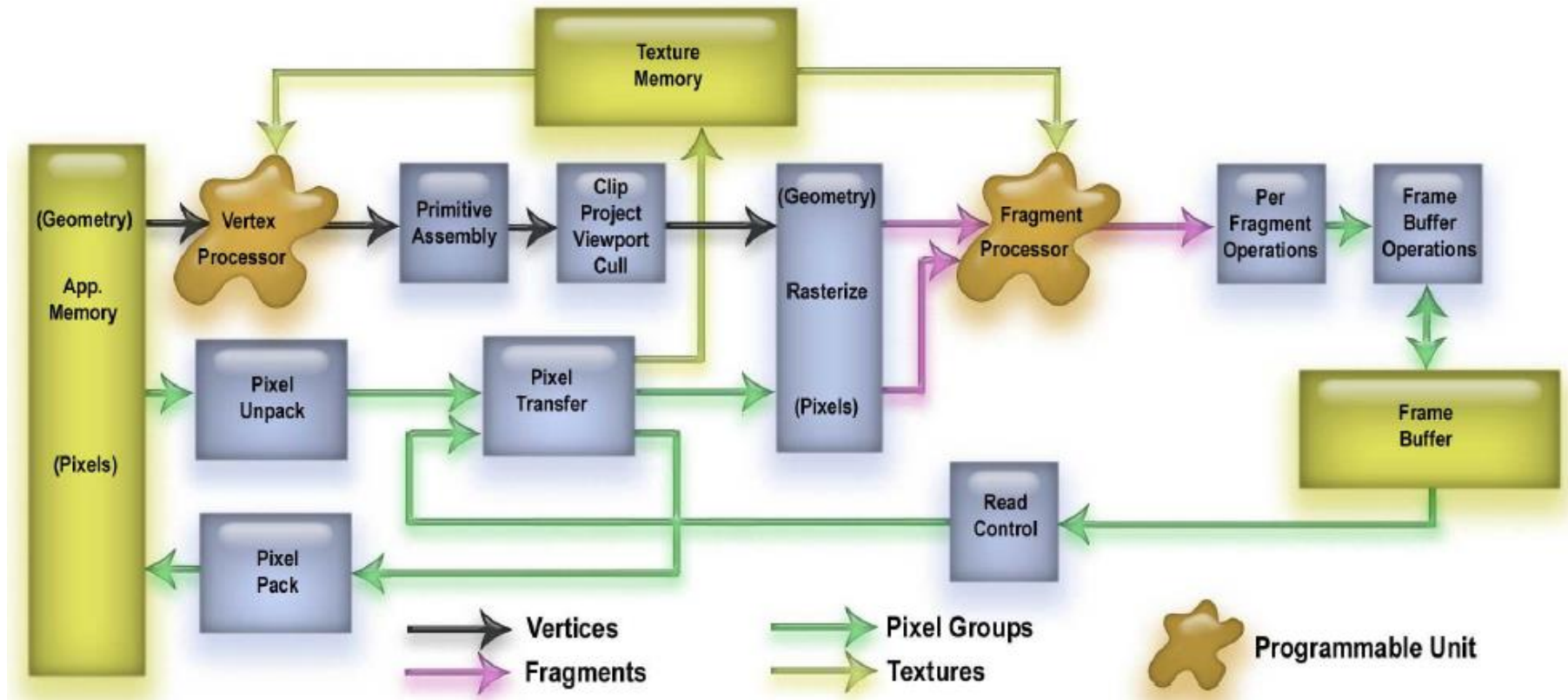
- ostvarivanje anti-aliasa povećanim uzorkovanjem (engl. Multi-sampled) MSAA, prikaz se ostvaruje u većoj efektivnoj razlučivosti npr. 4 puta, od razlučivosti konačnog prikaza (SSAA Super-sampled anti-aliasing=FSAA)
- adaptivni AA (engl. anti-aliasing), anizotropni filtri
- https://threejs.org/examples/#webgl_postprocessing_ssaa
- <http://www.imageprocessingbasics.com/image-sampling-and-aliasing/>
- vizualni učinci na teksturi (preslikavanje izbočina)
- postprocesiranje slike https://threejs.org/examples/webgl_postprocessing_advanced.html



- poželjna je upotreba memorije s preplitanjem među procesorima
Susjedni slikovni elementi se dohvaćaju u različitim procesnim jedinicama, tako da u obrađivanju jednog poligona sudjeluje više procesnih jedinica.
- HDR (engl. High Dynamic Range)
 - 10 - bita RGB, 12-bitu RGBA (68 10^9 boja) (min. 128 bita-pix)
 - 16 - bita fp, 32 - bita fp, za prikaz boje
- posebna jedinica za procesiranje teksture
 - perspektivna korekcija
 - MIP preslikavanje (eng. MIP mapping), određivanje adrese odgovarajuće teksture - (eng. texel) http://threejs.org/examples/webgl_materials_texture_manualmipmap.html



Primjer: Logički dijagram OpenGL 2.0



Grafički standard OpenGL od verzije 2.0. omogućava programiranje dvije ključne faza unutar grafičkog protočnog sustava.

Fiksni protok za procesiranje vrhova (engl. *vertex processing*) i fragmenata (engl. *fragment processing*) se zamjenjuje programirljivim jedinicama.

Program

Naredbe

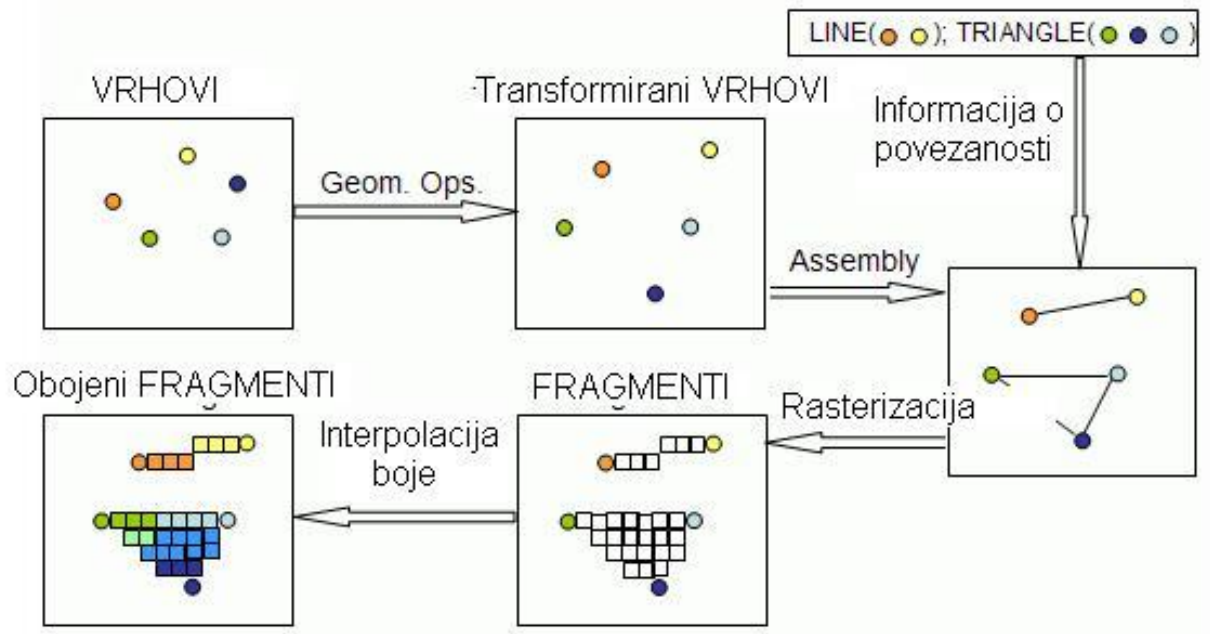
Geometrija

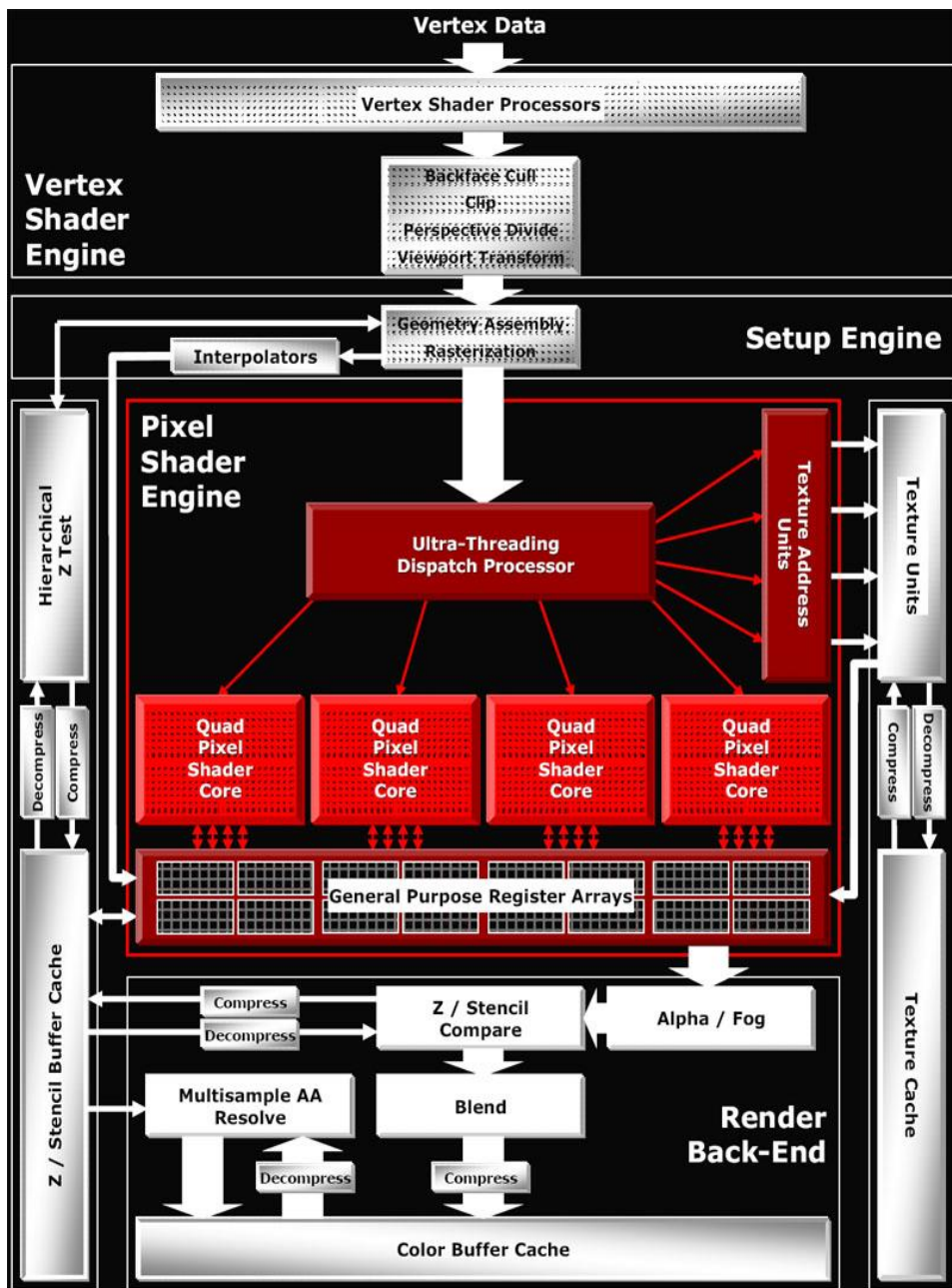
Rasterizacija

Fragmenti

Kompozicija

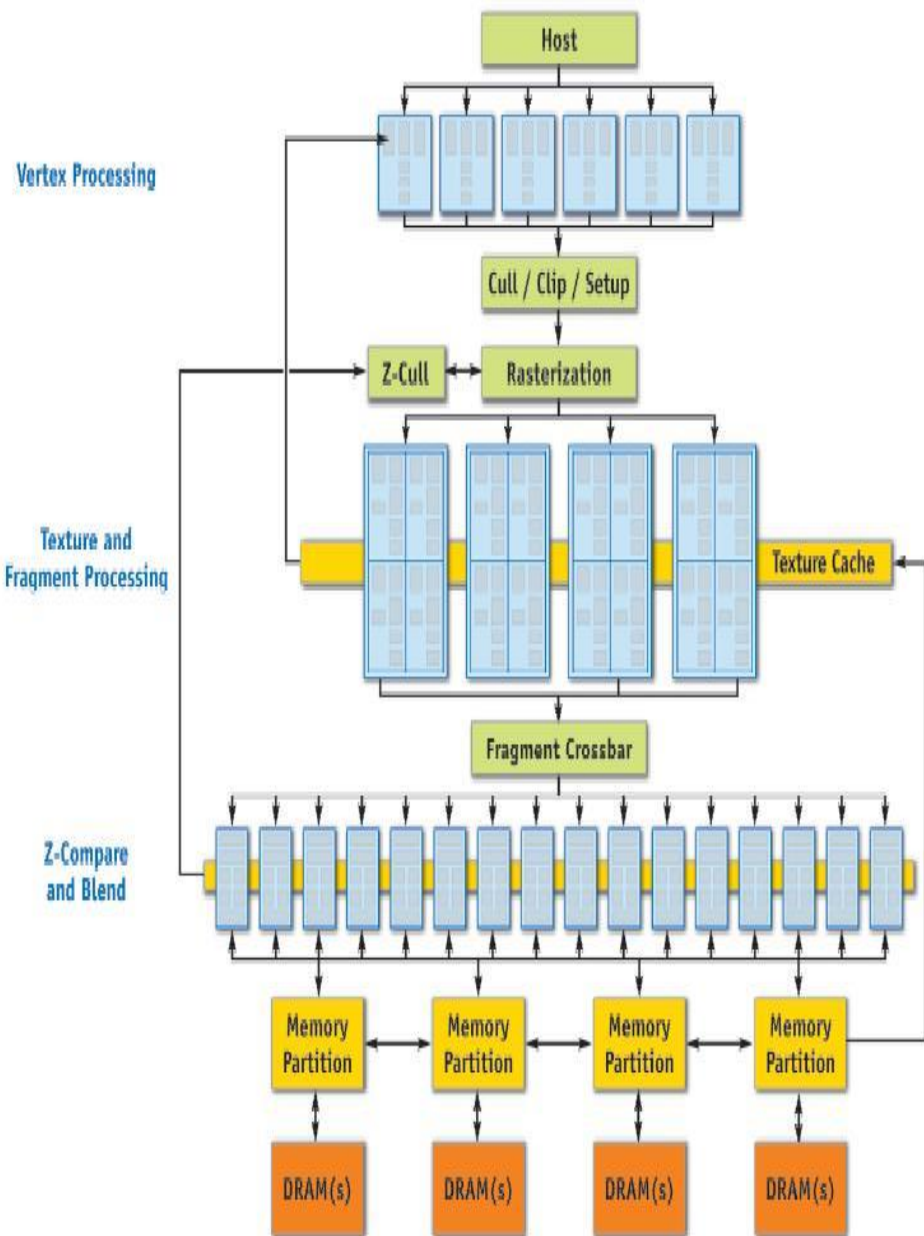
Prikaz





ATI Radeon

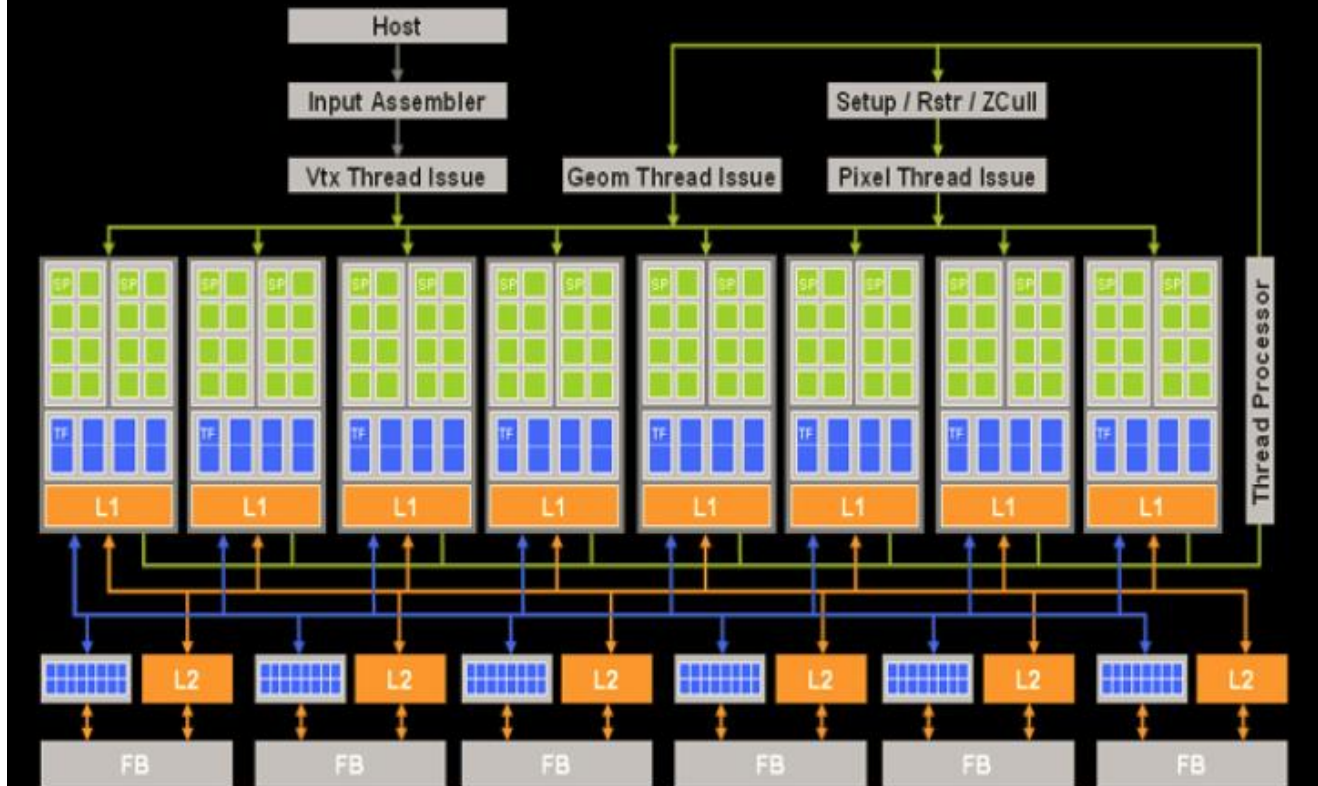
Ž. M. ZEMRIS, FER



NVIDIA GeForce

GeForce 8800 replaces the pipeline model

- The future of GPUs is programmable processing
- So – build the architecture around the processor



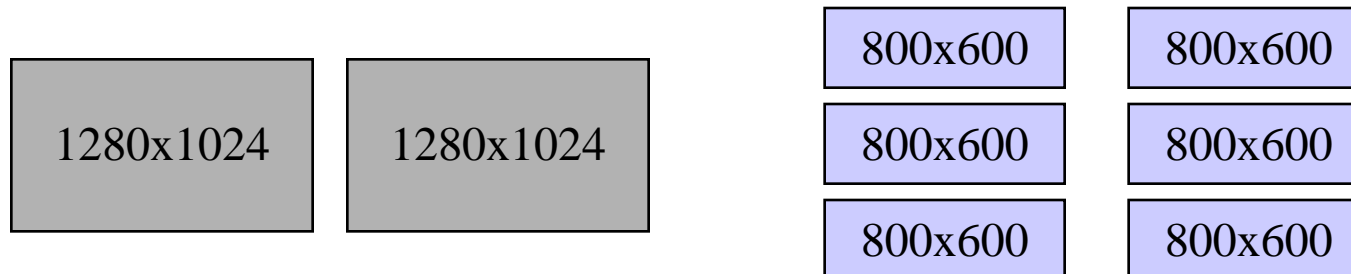
1.1.3. SUSTAV PRIKAZA

– funkcija

- prijenos prikazane slike iz prikazne memorije FB na prikaznu jedinicu
 - različite razlučivosti i frekvencije osvježavanja
 - preplitanje linija prikaza (eng. interlace)
- pretvorba u signal potreban za prikaznu jedinicu
 - preko DAC u analogni oblik
 - u digitalnom obliku DVI, HDMI

– poželjna svojstva

- više kanala prikaza (2, 4, 6 ..) - određivanje kanala prikaza (eng. display channels)
- različiti ulazno-izlazni video zapisi (VHS, PAL, NTSC, HDTV 1920x1080)



Primjer:

- prijenos prikazane slike (različiti standardi izlaza – VGA, DVI, HDMI) rezolucije – VGA, QHD, UHD Ultra High Definition (4K), 8K, 16K, omjeri slike, frekvencije 60 Hz, 200 Hz, više slika – naočale, Oculus

