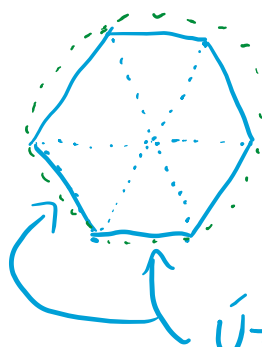


1. OpenGL (og WebGL) geta aðeins teiknað þríhyrninga. Útskýrið hvernig hægt væri að skilgreina fylltan sívalning eingöngu með þríhyrningum í þrívíðu rúmi. Rissið upp mynd af sívalningi og útskýrið hvernig hann væri myndaður úr þríhyrningum. Til að fá nokkuð góða nálgun á sívalningi hversu marga þríhyrninga haldið þið að þurfi (bara stærðargráður: tugi, hundruð, þúsundir, ...)? Rökstyðjið í nokkrum orðum.



Við skulum skoða top- & botnfletina sér og svo hliðina sér. Top- & botnfletina getum við myndað með þríhyrningum sem hafa allir sameiginlegan punkt í miðjum fletinum. Nálgunin á skífunni væri því marghyrningur. Hliðarflötinn er hægt að mynda með því að mynda lóðréttar rákir sem tengja saman útflæti marghyrninganna á toppnum/botninum. Hver lóðrétt rák er þá búin til úr 2 þríhyrningum.

Top-/Botnfletir



Rákir



Saman:



Útflæti/hliðar
marghyrningans

Ef við nálgum hringskífurnar á botninum og toppnum með n -víðum marghyrningi þá eru þríhyrningarnir okkar í sívalninginum um $4*n$ talsins. Nú fer það eftir stærð og staðsetningu sívalningsins hversu góða nálgun við krefjumst á honum, í einhverjum tilvikum gætum við t.d. krafist þess að hornin á skífunum séu jafn mörg og gráður í hringnum, þ.e. 360. Í því tilviki eru $360*4=1440$ þríhyrningar í sívalningnum. Oft á tíðum þarf samt kannski ekki að rendera þá alla.

Það má hins vegar taka það fram að þetta er ekki "fylltur" sívalningur í þeim skilningi að hann taki upp rúmmál. Hann er að sjálfsögðu bara útbúinn úr plönum sem taka ekki upp neitt rúmmál.

Ekki er nú samt víst að við þurfum svona marga þríhyrninga, kannski getum við vel sloppið með undir hundruð þríhyrninga og svo sett bara flott texture á sívalninginn. Þetta fer þó eftir því hvað við viljum gera með þetta módel.

2. Kynnið ykkur eitt af öflugustu grafíkkortunum fyrir borðtölvur í dag [Nvidia GeForce RTX 3090](#) (aðeins ítarlegri upplýsingar á [Wikipedia](#)) og finnið út eftifarandi gildi:
- a. Innri bandvidd (*memory bandwidth*), þ.e. flutninghraði milli grafíkminnis og GPU
 - b. Litahraði skjápunkta (*pixel fill rate*), þ.e. hversu marga skjápunkta er hægt að lita á sek.
 - c. Ytri bandvidd (*bus interface bandwidth*), þ.e. bandvidd tengibrautar (PCI-e 4.0, sjá t.d. [hér](#))
 - d. Hámarks skjáupplausn (*max digital resolution*) og hvaða sjónvarps/skjá staðall er það?
- a) Innri bandvidd er eitthvað aðeins mismunandi milli heimilda en tölurnar eru allar í kringum 1TB/s, kannski 930-960GB/s.
- b) Litahraði skjápunkta er mismunandi milli heimilda en í kringum 160-190GPixel/s
- c) Bus interface er á PCIe 4.0 x16 þannig að bandviddin er 31,5GB/s
- d) Hámarks skjáupplausn er 7680x4320 (stundum kallað 8K með nýju venjunni en 4K með gömlu venjunni). Þetta er þá HDR skjáupplausn og fer gegnum HDMI 2.1 staðalinn. DisplayPort 1.4a getur samt líka stutt svipaða upplausn en ekki víst að það styðji nógu hátt refresh rate (það styður kannski bara 30Hz í HDR). RTX 3090 kortin eru samt með 3 DisplayPort en aðeins stakt HDMI port.

3. Skoðið aðeins nýja grafíkforritasafnið [Vulkan](#) og nefnið helstu kosti þess umfram OpenGL (sjá t.d. líka á [Wikipedia](#)). Þetta eiga bara að vera 3-5 setningar, ekki ritgerð!

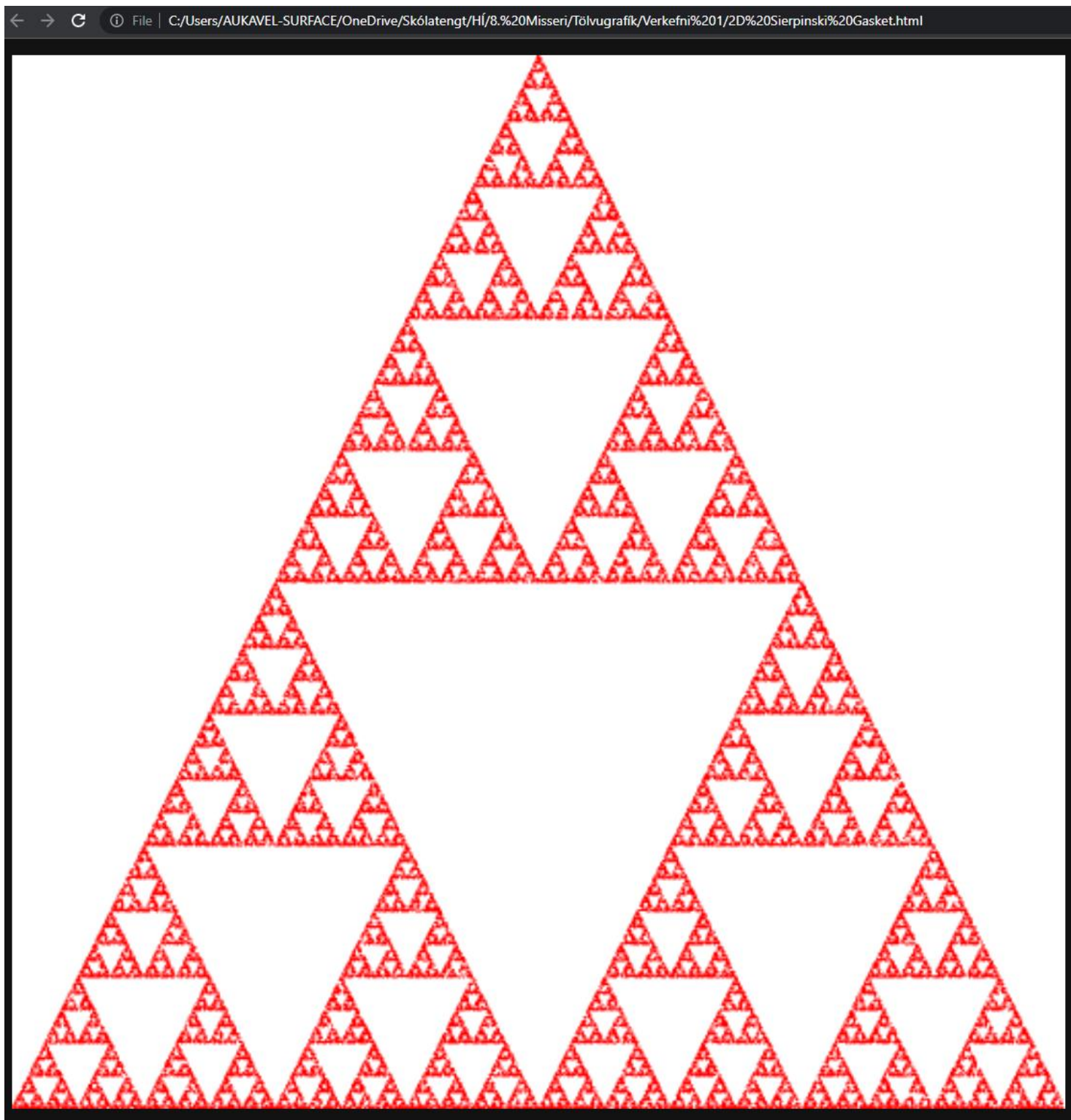
Vulkan býður upp á fjölþráða forritun (þetta gætu kannski verið úreltar upplýsingar m.v. það sem fram hefur komið í fyrirlestrum). Með Vulkan getur forritari haft meiri ráð á minnis-stjórnun, aðgangurinn er meira low-level en með OpenGL. Svo kemur fram að Vulkan keyri ekki error checking á keyrslutíma sem getur sparað óþarfa eyðslu auðlinda (e. resources). Vulkan býður líka upp á samhæfðan API þannig að kóði þarf ekki að vera mismunandi eftir því hvort keyrt er á desktop eða mobile tæki.

4. [Khronos samtökin](#) halda utanum ýmsa fleiri opna staðla sem tengjast grafík og grafíkörgjörvum. Skoðið aðeins staðlana [glTF](#) og [OpenXR](#) og segið stuttlega í ykkar eigin orðum frá tilgangi þeirra.

glTF er staðall sem sérhæfir sig í straumlínulögun á flutningi þrívíddar-líkana á keyrslutíma. Þetta á að sjá til þess að þrívíddar líkön séu flutt á milli vinnslueininga með hagkvæmum hætti, þannig að flutningurinn og túlkun þjöppuðu gagnanna taki sem stystan tíma.

OpenXR er staðall sem reynir að brúa bilið milli hugbúnaðar á borð við leikjavélar (e. game engine) og alls mögulegs XR vélbúnaðar. XR er yfirheiti yfir bæði Augmented Reality (AR) og Virtual Reality (VR).

5. Náið í [útgáfu 1](#) af þéttlista Sierpinskis og fáið hana til að virka á tölvunni hjá ykkur. Þið þurfið einnig að ná í Javascript skrána ([gasket1.js](#)) og skrárnar **webgl-utils.js**, **initShaders.js** og **MV.js** sem eru í möppunni [Common](#). Fjölgið punktunum sem eru teiknaðir svo að myndin verði skarpri. Skilið mynd af útkomunni.



Hér setti ég 50000 punkta.