

Számítógépes grafika zárthelyi

(Thomas, a gőzmozdony)

Tudnivalók

A zárthelyi során a alábbiakban felsorolt oldalak (valamint képletek) anyagai használhatóak. Saját pendrive/cloud storage/weboldalak használata nem megengedett! Amennyiben valakinél észrevesszük külső forrás (tutorial, facebook, mail, szomszéd stb.) használatát, a ZH azonnal elégtelennel ér véget számára!

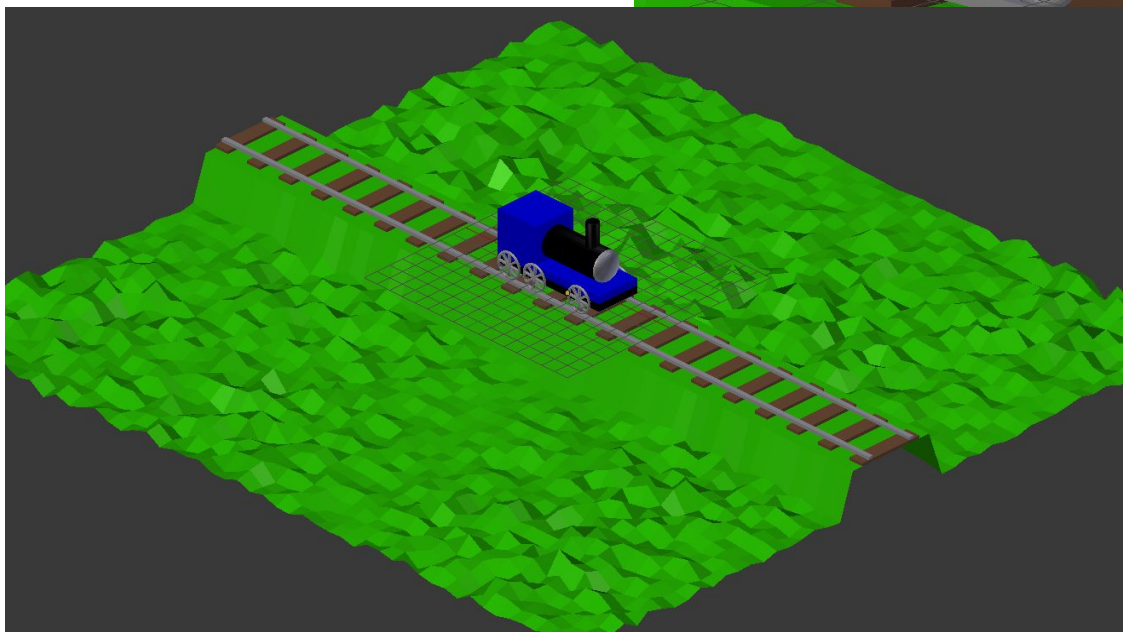
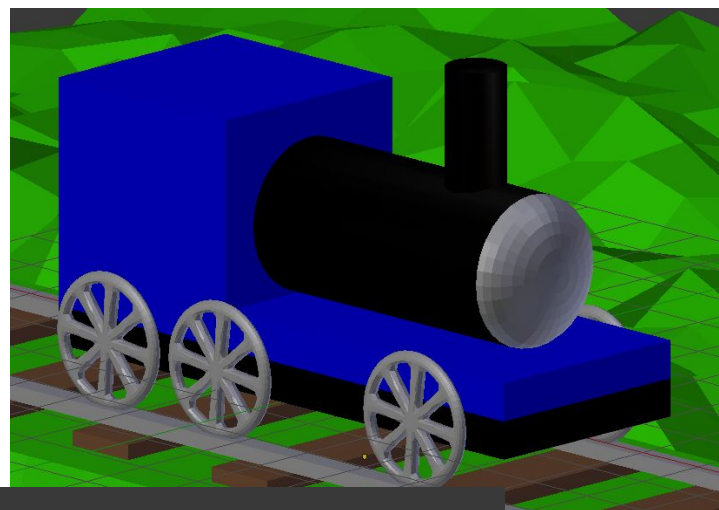
Ponthatárok:

0 - 44 Elégtelen
45 - 54 Elégséges
55 - 69 Közepes
70 - 84 Jó
85 -től Jeles

Feladat

Thomas elindult világot látni. Éjjel-nappal gurul a síneken, vidáman pöfékeli a füstöt, próbálgatja a gyorsulást és a fékezést, észre sem veszi, hogy süt a Nap vagy esik az eső.

A zárthelyi során ezt az idilli történetet kell megvalósítanotok a gyakorlaton tanult módszerekkel.



Segédanyagok

A géptermi során az <http://www.opengl.org/>, a [glm](#), [glew](#), [GLSL](#), [wikipedia](#), [Wolfram Mathworld](#), [c++](#) oldalai, valamint a cg.elte.hu bármely aloldala és bármely oktató oldala használható. Az utóbbiak a következők:

Előadás:

<http://cg.elte.hu/index.php/grafika-bsc-eloadas-anyagok/>

<http://cg.elte.hu/~hajder/>

Gyakorlat:

<http://cg.elte.hu/index.php/grafika-bsc-gyakorlat-anyagok/>

http://cg.elte.hu/~bsc_cg/

<http://irudolf.web.elte.hu/>

<http://iffan.web.elte.hu/>

<https://people.inf.elte.hu/puzsaai/graf/>

<http://cg.elte.hu/~dekanyp/>

<http://cg.elte.hu/~agostons/>

<http://cg.elte.hu/~sasasoft/>

<http://cg.elte.hu/~robi/>

<http://cg.elte.hu/~imp/>

<http://cg.elte.hu/~izaingrid/>

<http://cg.elte.hu/~smilo/>

<http://cg.elte.hu/~geri1245/>

<http://cg.elte.hu/~magyari/>

[gyakorlati feladatok megoldásai - Léránt Mátyás](#)

<http://cg.elte.hu/~tekla/>

Geometria (33 pont)

Készíts egy 1 magasságú, 0.5 sugarú zárt hengert, melynek forgástengelye az Y tengely, talppontja az alsó lapjának középpontja.

Készíts egy 1 oldalhosszúságú kockát, melynek talppontja a kocka középpontja.

Készíts egy 1 oldalhosszúságú négyzetet az XZ síkon, mely 50x50 db kis négyzetből áll.

Töltsd be a mellékelt kerék objektumot ([wheel.obj](#)).

Ha nem megfelelőek az objektumok normálvektorai, nem jár rájuk pont!

Thomas (17 pont)

Thomas teste hengerekből és téglatestekből áll. A fenti alakzatokból készítsd el Thomas testét (a megfelelő transzformációkkal) a következő módon:

Alváz alja: (0, 0.25, 0) talppontú, 0.5 magas, 3 széles, 8 hosszú fekete téglatest. **(2 pont)**

Alváz teteje: (0, 0.75, 0) talppontú, 0.5 magas, 3 széles, 8 hosszú kék téglatest. **(2 pont)**

Kabin: (-2.5, 2.25, 0) talppontú, 2.5 magas, 3 széles, 3 hosszú, kék téglatest. **(2 pont)**

Gőztartály: (-1.0, 2, 0) talppontú, 4 magasságú, 1 sugarú fekete henger, mely forgástengelye megegyezik a mozdony hosszanti irányával. **(2 pont)**

Kémény: (2, 2, 0) talppontú, 2.5 magasságú, 0.4 sugarú fekete henger, melynek forgástengelye megegyezik a felfele mutató iránnyal. **(2 pont)**

Kerekek: A betöltött kerék objektumokat helyezd el a következő helyeken: (2.5, 0.25, -1.6), (2.5, 0.25, 1.6), (-1, 0.25, -1.6), (-1, 0.25, 1.6), (-3, 0.25, -1.6), (-3, 0.25, 1.6). Legyen sötétszürke (0.2, 0.2, 0.2) színük. **(2 pont)**

Arc: A kis négyzetekből álló négyzetlapot hajtsd fel félgömbbé (a vertex shader segítségével), majd méretezd és helyezd el úgy, hogy a gőztartálynak a kabinnal szemközti végére illeszkedjen pontosan, illetve skálázd a felére a szerelvény hosszanti iránya mentén. **(2 pont)** A félgömbön jelenlj meg Thomas arca: (forrás kép: [happy.jpg](#)). **(3 pont)**

Mező (6 pont)

A mező megjelenítéséhez használd fel a kis négyzetekből álló sík lapot: A mezőt az X tengely mentén skálázd az 51-szeresére, a Z tengely mentén pedig az 50-szeresére; továbbá helyezd el az Y tengely szerinti -1 magasságban. A mezőt textúrázd fel a megadott fű textúrával ([grass.png](#)). **(2 pont)**

A mezőnek azon pontjait, melyeknek Z koordinátája nagyobb, mint 3, vagy kisebb, mint -3, a következő módon helyezd el: Az Y tengely mentén helyezd el őket a [-4;-3] intervallumból kiválasztott (vertexenként különböző) véletlenszerű magasságokban - ezt a vertex shader segítségével valósítsd meg. **(4 pont)**

Sín (4 pont)

A sínek elkészítését kizárólag az eredetileg elkészített kocka felhasználásával oldd meg!

A sín talpfái legyenek 0.2 magasak, 4.5 szélesek és 1 hosszúak és barna színűek. A talpfákat az $(x_i, -0.9, 0)$ helyekre helyezd el (ahol $x_i \in \{-25, -22.5, -20, \dots, 25\}$). **(2 pont)**

A sín vas része legyen 0.2 magas, 0.3 széles és 51 hosszú és sötétszürke (0.2, 0.2, 0.2). Helyezd el ezt az objektumot a (0, -0.7, -1.6) és (0, -0.7, 1.6) pontokban. **(2 pont)**

Égitest (6 pont)

Az égitest megjelenítéséhez használd fel a kis négyzetekből álló négyzetlapot - ezt hajtogasd a vertex shader segítségével egy gömbbé. **(2 pont)**

Az égitest keringjen a színtér körül az YZ síkon fekvő origó középpontú, 50 sugarú kör $Y \geq 0$ szakaszán, egy ilyen félkört pontosan 10 másodperc alatt megtéve. Amikor végig ér az égitest a félkörön, ugorjon, annak az elejére és onnan haladjon tovább. **(2 pont)**

Az égitest kezdetben legyen Nap, színe sárga (1, 1, 0). Amikor az égitest visszaugrik a félkör elejére, változzon át Napból Holddá (illetve Holdból Nappá). A Hold színe világosszürke (0.8, 0.8, 0.8). (A színezést kizárólag a shaderek segítségével oldd meg!) **(2 pont)**

Szintér (39 pont)

Kamera bejárás (6 pont)

Valósíts meg egy turntable kamera bejárást: (A kamera folyamatosan az origóba néz, a nézőpont helye egy gömbfelület mentén állítható - használd a gömb parametrikus egyenletét, melynek paraméterei: r (sugár), φ (vízszintes elfordulás) és θ (függőleges elfordulás)!)

A kamera nézeti pontjának az origótól vett távolsága (r) állítható legyen az egér görgőjének segítségével a $[10;40]$ intervallumon. **(2 pont)**

A kamera nézeti pozíciójának elfordulását az egér bal gombjának folyamatos lenyomása mellett az egér mozgatásával lehessen állítani: Az egér vízszintes mozgatásával a φ , a függőleges mozgatásával a θ paraméter változzon. (A θ paraméter a $[0;\pi]$ intervallum helyett a $[0.1; 0.9*\pi]$ intervallumon mozogjon csak.) **(4 pont)**

Szimuláció (21 pont)

Szimuláld Thomas mozgását a sínen a következő módon: (Ha Thomas eléri a pálya szélét, akkor tűnjön el és jelenjen meg a pálya elején, mintha ott folytatódna a pálya.)

Thomas folyamatosan gyorsít: Haladási sebessége másodpercenként 1-el nő. Kezdetben legyen 0 a haladási sebessége. **(4 pont)**

Thomast lassítja a légellenállás: Haladási sebessége minden másodpercben 10%-kal csökken. **(1 pont)**

Thomas kerekeinek forgási sebességét számold ki a mozdony mozgási sebességéből. (A kerekeinek sugarát tekintsd 1-nek.) **(2 pont)**

Szimuláld a Thomas kéményéből kijövő füstöt: (Fehér (1, 1, 1) színű részecskékkel, melyekből egyszerre maximum 50 db lehet: Ha 50 db részecske van és létrejön még egy részecske, akkor tűnjön el a legrégebbi részecske.)

Thomas kéményének tetején 0.1 másodpercenként szülessen egy-egy új részecske. A részecskék másodpercenként 2 egységet emelkedjenek az Y tengely mentén, más mozgást ne végezzenek. **(4 pont)**

A részecskék mérete függjön a részecskék életkorától és a kamerától való távolságuktól:

Tekintsünk egy részecskét, mely a kamerától folyamatosan 10 egységre helyezkedik el: Mikor ez a részecske létrejön, legyen a mérete 10 pixel, majd másodpercenként nőjön a mérete 10 pixellel. **(2 pont)**

A részecskék méretét a következő módon is változtasd még: Ha a kamera nem 10 távolságra helyezkedik el a pixeltől, akkor a pixel méretét módosítsd a távolságnak megfelelő arányban. (például: 20 távolság \Rightarrow 2-szeres méret; 5 távolság \Rightarrow 0.5-szörös méret) **(2 pont)**

Szimulálj esőt. Az eső cseppjeit egy particle rendszerrel valósítsd meg - minden csepp legyen egy 2 pixel nagyságú kék (0, 0, 1) pont. Véletlenszerűen generálj 1000 pontot az $Y=-4$ sík $X \in [-25.5; 25.5]$, $Z \in [-25; 25]$ területén. Mindegyik ponthoz adj hozzá egy véletlenszerűen választott értéket a $[0; 54]$ intervallumon - ez lesz az esőcseppek kezdeti pozíciója az Y tengely mentén. Az esőcseppek essenek lefelé: Minden másodpercben 10 egységet haladjanak lefelé az Y tengely mentén. Amikor elérik az $Y=-4$ síkot, teleportáld őket fel az $Y=50$ helyre. **(6 pont)**

Fények (12 pont)

A fényforrások a szintér összes elemére hassanak! (Kivéve az égítestet és a részecskéket.) Amennyiben nem jók a testek normálvektorai, nem jár a pont...

A szintér körül keringő égítest fényét egy irányfényforrással valósítsd meg: (Nappal és éjszaka váltakozzon 10 másodpercenként.)

Az irányfényforrás helye legyen az égítest aktuális tartózkodási helye; az iránya mindig a fényforrás aktuális pozíciójából az origóba mutasson. A kibocsátott fény színe legyen nappal fehér (1, 1, 1), éjszaka pedig sötétszürke (0.3, 0.3, 0.3). **(4 pont)**

A szintér háttere legyen nappal világos kék (0, 0.8, 0.8), éjszaka fekete (0, 0, 0). **(1 pont)**

Thomas fényszóróját az előadáson tanult kúpfényforrás alapján valósítsd meg. A kúpfényforrás színe legyen sárga (1, 0.8, 0), iránya egyezzen meg a mozdony haladási irányával, nyílásszöge legyen 90° , forráspontja pedig legyen a mozdony alváza alsó része elülső lapjának közepe. **(7 pont)**

Interakció (28 pont)

ImGui segítségével valósítsd meg a következőket!

Thomas kedve legyen állítható: Töltsd be a következő fájlokat ([happy.jpg](#), [sad.png](#), [surprised.png](#))! Egy listában jelenítsd meg Thomas lehetséges kedveit - amelyik listaelem van kiválasztva, az a kép jelenjen meg Thomas arcaként. **(2 pont)**

Legyen állítható az égitest mozgásának sebessége egy csúszkával a $[0;3]$ intervallumon. Az így beállított érték függvényében módosuljon a napszakok változásának ideje is. **(2 pont)**

Legyen állítható a környezeti hőmérséklet és csapadék:

Egy csúszkán legyen állítható a környezeti hőmérséklet a $[-10;30]$ intervallumon. **(1 pont)**

Legyen egy "LET'S RAIN" gomb (vagy egy "LET'S SNOW" gomb, ha a környezeti hőmérséklet 0, vagy annál kevesebb). A gomb megnyomására kezdjen el esni az eső (vagy hó, értelemszerűen). Ha esik az eső (vagy hó), akkor legyen egy "STOP RAINING" (vagy "STOP SNOWING") gomb, amellyel el lehet azt állítani. (Ha havazik, akkor az esőcseppek legyenek 3 pixel méretűek és fehér (1, 1, 1) színűek, valamint másodpercenként csak 2 egységet haladjanak lefelé az Y tengely mentén.) **(5 pont)**

Ha esik az eső, akkor 5 másodperc alatt változzon át a talaj színe olyanná, hogy az eredeti fű textúra és a kék (0.3, 0.5, 1) szín fele-fele arányban legyen jelen rajta. Ha eláll az eső, 5 másodperc alatt változzon vissza a talaj az eredeti színére. (Hóesésnél hasonlóképpen, viszont a fű textúra és kék szín keveréke helyett egy egyenletes fehérre (1, 1, 1) változzon át a talaj színe.) (Ezt a fragment shader segítségével oldd meg!) **(5 pont)**

Thomas mozgását a következő módon lehet befolyásolni:

Lehessen állítani Thomas gyorsulását egy csúszkával a $[0;1]$ intervallumban. **(1 pont)**

Legyen a UI-on egy "STOP" gomb, mely megnyomásakor Thomas fékezni kezd: Gyorsulása -4-re vált. Amíg a mozdony meg nem áll, tűnjön el a gyorsulás állítására szolgáló csúszka. Amint a mozdony már nem fékez tovább, legyen a gyorsulása 0. **(3 pont)**

Thomas kerekeinek hőmérséklete alapértelmezetten legyen a környezet hőmérsékletével megegyező. Ameddig Thomas fékez, a kerekeinek hőmérséklete másodpercenként 1000-el nőjön. Amint már nem fékez, a kerekei hőmérséklete másodpercenként 500-al csökkenjen, amíg el nem éri a környezeti hőmérsékletet. **(3 pont)**

Thomas kerekeinek a színe a következőképpen változzon: Legyen egy "normális" színük (az alapértelmezett színük), ekkor ugyanúgy hat rájuk a színtérben szereplő összes fény, mint a többi objektumra. Legyen egy "felizzott" színük (narancssárga (1, 0.5, 0)), ekkor nem hat rájuk semmilyen fény sem (mintha világítanának maguk a kerekek). Ha a kerekek hőmérséklete 100 fokos, vagy az alatti, akkor "normális" színű legyen a kerék; ha a hőmérséklet 1000 fokos, vagy a feletti, akkor "felizzott" színű legyen a kerék; ha a hőmérséklet 100 és 1000 fok között, akkor a kerék színét lineárisan interpoláld a két érték között. (Ezt a fragment shader segítségével valósítsd meg!) **(5 pont)**

Jelenjen meg a haladási sebessége és kerekeinek hőmérséklete szöveggént. **(1 pont)**