

I. Elméleti kérdések és feladatok

1.) Jellemezze a raszter- és a vektorgrafikát!

A digitális kép olyan információk halmaza, amely képpontokból áll. A képpontot nagyon gyakran pixelnek is mondjuk, az angol *picture elements* kifejezésből alkotott mozaikszó után.

Rasztergrafika: (Másképpen bitmap grafika, pixelgrafika.) Ha a képet alkotó minden pontot önállóan, sorról-sorra jellemezzük, akkor raszteres képről beszélünk. A képpontok megadásakor minden egyes pixelhez egy számot rendelünk. Ezen hozzárendelt bináris szám hossza mutatja meg, hogy mennyi színt is tartalmazhat a kép. Egy bit 2, két bit 4, három bit 8, négy bit 16, öt bit 32, ... n bit 2^n szín megjelenítését teszi lehetővé. Tipikus színmélység a 24 bites ($2^{24} \approx 16,7$ millió), illetve a 32 bites ($2^{32} \approx 4,2$ milliárd).

Előnye az ilyen képnek, hogy viszonylag egyszerű adatszerkezettel reprezentálható. Egyszerű algoritmusokkal gyors a feldolgozása és fotótechnikai trükköknél is igen jól alkalmazható. Hátránya, hogy az adatállomány igen nagy méretű is lehet, továbbá hogy rögzített a felbontás és a nagyításnál a minőség jelentősen romolhat.

Vektorgrafika: Ha a képet alkotó pontok halmaza között valamilyen matematikai összefüggést állapítunk meg, és ezen összefüggések jellemzőit el is tároljuk, akkor vektoros képről beszélünk.

Ilyen jellemző lehet pl. egy pont, illetve egy szakasz két végpontjának a koordinátái, vagy egy kör középpontjának a koordinátái és a sugara. Pontok, szakaszok, görbék, felületek, mint elemi geometriai alakzatok megadásával tetszőleges síkbeli vagy térbeli alakzat megadható, fölépíthető. Mivel a kép nem képpontokból áll, ezért (bizonyos határok között) tetszőlegesen nagyítható/kicsinyíthető. A végeredmény minősége csak a képmegjelenítő eszköztől függ.

A vektoros kép általában kisebb méretű és független a felbontástól, mivel az elemi objektumok tetszőlegesen paraméterezhetők, melynek következtében a méret dinamikusan változhat. Hátránya az ilyen képnek, hogy igen összetett lehet az adatszerkezete. Mivel egészen bonyolult algoritmusokat használhatnak a kép leírásához, jelentős számítási kapacitást igényelhet az előállítás.

2.) Mekkora annak a képnek a mérete kB-ban megadva, amely 800x600 kép-pontból áll és 200 színt használ?

Az ilyen kép $800 \times 600 = 480000$ pixelből áll. Kétszáz különböző érték (itt szín) tárolásához 8 bit szükséges, mert $128 = 2^7 < 200 < 2^8 = 256$. (Tehát ilyen szempontból mindegy, hogy 129 vagy 256 különböző színből áll a kép.) Ez azt jelenti, hogy minden egyes képpont kinézetét 8

biten tudjuk megadni, vagyis a kép mérete 800x600x8 bit. Mivel 8 bit = 1 Byte, ezért a kép 480000 B = 480 kB méretű. (A „k” 1000-szerest, a „K” 1024-szerest jelent!)

3.) Döntse el az alábbi állításokról, hogy IGAZ vagy HAMIS?

a) **A grafikus operációs rendszerek szabványa az X-Window.** igaz/hamis

Magyarázat: Az X11 szabványt, azaz az X-WINDOW System v. 11-et 1987. szeptemberében adta ki a Massachusetts Institute of Technology. Az X-Window System hardverfüggetlen, a rasztergrafikára alapozott ablakozó megjelenítési rendszer.

Egy grafikus munkahely az X11 szerint képernyőt, billentyűzetet és valamilyen mutatóeszközt kezelő rendszer, melyen az X-szerver program fut. Az X-szerver feladata a grafikus megjelenítés és az adatbevitel fogadása. Az X-szerver hálózati kliensekkel, az ún. alkalmazásokkal tarthat kapcsolatot, melyek számára hozzáférést biztosít a munkahelyhez.

Az X11 felhasználói felülete a Windows-ból is ismert ablakozó rendszer. Az ablakok méretezését és általában menedzselését a Window Manager program végzi, mely az X-szerver számára szintén egy kliens.

A mai grafikus operációs rendszerek jelentős többsége ezen szabványt használja. A felület minden esetben objektumorientált, eseményvezérelt. Az objektumok egy üzenetkezelő rendszeren keresztül tartanak kapcsolatot egymással.

b) **A számítógépes grafika felhasználási területe a virtuális valóság megjelenítése.** igaz/hamis

Magyarázat: A számítógépes grafikának nagyon sok felhasználási területe van. Ezek közül néhány:

- Grafikus operációs rendszerek
- Képfeldolgozás
- Szöveg- és kiadványszerkesztés
- Grafikus prezentáció
- Reklám, művészeti grafika
- Térinformatika, térképészet
- Játékok
- Számítógéppel segített tervezés és gyártás (CAD/CAM – Computer Aided Design/ Manufacturing)
- Orvostechnika
- Környezet szimuláció
- Virtuális valóság

c) **A FIREWIRE az univerzális soros busz.** igaz/hamis

Magyarázat: Grafikus kommunikációs vonalak, busztípusok

A képi információk adatátviteli követelményei miatt meg kellett növelni a számítógépes átviteli vonalak sebességét, mivel a régiek már nem voltak képesek megfelelő sebességgel ellátni grafikus adatokkal a feldolgozó programokat. Új busztípusok jelentek meg, melyet a grafika mellett a nagy adatmennyiséget feldolgozó új perifériák (pl. digitális videokamera, fotónyomtató, stb.) terjedése is szükségessé tett.

A számítógépes grafika szempontjából az új kommunikációs vonaltípusok közül az USB, a FIREWIRE és az AGP a legfontosabbak.

USB (Universal Serial Bus = univerzális soros busz): Az USB egy olyan szabványosított csatlakozóaljzat és összeköttetés, amely a billentyűzetcsatlakozót, az egércsatlakozót és a soros valamint a párhuzamos portot egyetlen nagysebességű, soros átvitelt biztosító összeköttetéssel helyettesíti.

Legfontosabb tulajdonságai a következők:

- 12 Mbit/sec átviteli sebesség,
- maximum 127 USB eszköz kiszolgálása,
- soros adatátvitel,
- lehetővé teszi a plug and play perifériatelepítést,
- az eszközök tápellátása USB kábelén keresztül lehetséges.

FIREWIRE: A FIREWIRE létrejöttének oka, hogy a multimédiában és grafikában egyre nagyobb szerephez jutnak a közepes teljesítményű átvitelt igénylő perifériák. Ilyenek pl. a videokamerák, a nagy felbontású nyomtatók, a nagy kapacitású streamerek.

A FIREWIRE jellemzői a következők:

- átviteli teljesítmény 400 Mbit/sec,
- max. 16 eszköz kezelését teszi lehetővé,
- a plug and play telepítést támogatja.

AGP (Accelerated Graphics Port = gyorsított grafikus port): A 3D-s megjelenítés évről évre több memóriát igényelt, mellyel a grafikus kártyák kapacitása egyre nehezebben tudott lépést tartani. Az AGP közvetlen összeköttetéssel 266, illetve 533 Mbyte/sec átviteli sebességet biztosít a grafikus kártya és a RAM között (2x, 4x-es AGP).

A kétszeres AGP esetén az új sín átviteli teljesítménye kb. kétszerese a PCI sínének. Ez a busz csak a grafikus adatok átvitelére szolgál, így tovább növelve a grafikus rendszerek teljesítményét.

Az AGP alkalmazásához a RAM-ból természetesen megfelelő mennyiségű memóriát kell lefoglalni. Ez a grafikus hardvertől és az alkalmazástól függően 24–64 Mbyte is lehet.

d) **Az AGP gyorsított grafikus port.** igaz/hamis

Magyarázat: Lásd az előző kérdésre adott választ!

e) **A videokártyák teljesítményét FPS-ban (frame/sec) mérjük.** igaz/hamis

Magyarázat: A videokártyák teljesítményét FPS-ban (frame/sec) adjuk meg, melyen a másodpercenkénti teljes (raszteres) képernyő újrarajzolásainak számát értjük. Ahhoz, hogy folyamatos mozgóképet érzékelhessünk, legalább 25 FPS sebesség kell. A monitorvezérlő kártyák teljesítményében a műszaki paraméterek mellett meghatározóak a drájkerek is.

f) **Az LCD monitorok működése a hagyományos televíziókéhoz hasonló.** igaz/hamis

Magyarázat: A monitorokat működési elvüket tekintve 3 csoportra lehet osztani: katódsugárcsőes (CRT), folyadékkristályos (LCD), plazma (PDP).

CRT: A monitorok közül ez terjedt el először. A működés elve röviden: egy elektronágyú által kilőtt elektronsugár soronként végigpásztázza belülről a képernyőt. A monitor belső felületén fénypor (sokszor hibásan foszfornak mondják!) van. Az elektron becsapódásakor ez villan föl. A pásztázás másodpercenként minimum 60-szor megy végbe, így a szemünk összeköti a felvillanásokat, és képet látunk, amit fekete-fehér monitorok esetén a sötét és világos pontok rajzolnak ki.

A színes monitoroknál színkeverést alkalmaznak. A piros (R), zöld (G) és kék (B) színt 3 egymáshoz nagyon közeli pontban hozzák létre, így szemünk összekeveri őket. Ekképpen áll elő a monitor által megjelenített valamilyen szín. Ehhez a színes készülékek három elektronágyút és háromféle fényport alkalmaznak.

LCD: Itt minden képponthez 3-3 folyadékkristály és vezérlő tranzisztor tartozik. A folyadékkristály mindig különböző irányban polarizálva engedi át a fényt, így egy folyadékkristály a ráadott feszültségtől és az elérakott polárszűrőtől függően vagy átengedi a hátsó megvilágítást, vagy nem.

PDP: Minden képpontban egy a ráadott feszültség hatására világító ún. neoncső van. (Ez vagy neonnal, vagy xenonnal van töltve.) Az előzőekhez képest óriási eltérés, hogy itt nem felvillanásról van szó, hanem folyamatos működésről. Ennek során a szín és a fényerő pixelenként állítható. Nézése nem fárasztó, mert a kép rezgés- és villódzásmentes.

4.) Röviden foglalja össze az emberi látással kapcsolatos legfontosabb tudnivalókat!

Az összes érzékelt információ több mint felét (egyések szerint akár 90%-át is!) látás útján szerezzük.

Az ember szemében kb. **126 millió fényérzékelő receptor** található. Ezek az elektromágneses sugárzást felfogva a létrejött ingerületet az idegrendszer útján az agyba továbbítják. (A szemben kb. 1 millió idegszál található.)

A retinában elhelyezkedő érzékelők vagy pálcikák (kb. 120 millió), vagy csapok (kb. 6 millió). **A pálcikák a fényerősséget és a világosságot érzékelik. Színeket a P típusú (vörös fényre érzékeny), a D típusú (zöld fényre érzékeny) és a T típusú (kék fényre érzékeny) színérzékelő csapok különböző erősségű ingerlése alapján látunk. A fényt csak a 380 nm-es ultraibolya és a 780 nm-es infravörös hullámhossz tartományban vagyunk képesek érzékelni.**

A csapok ingerületi állapotának eredője eredményez egy színárnyalatot. **Az emberi szem kb. 200 színárnyalat eltérését képes megkülönböztetni.** Ez függ a hullámhossztól. A legnagyobb érzékenység az 555 nm-es zöld szín körül mutatkozik.

A fényerősség, ill. világosság érzését a szemünkbe érkező fény energiája határozza meg. Az emberi szem a nagyon kis teljesítményű, 10^{-6} lumen alatti fényt nem érzékeli, a 10^4 lumen feletti teljesítményű fény pedig már elvakít.

A szín érzékelésére a szín telítettsége is hatással van. A színtelítettség a szín fehér színnel való felhígítottságának, fátyolosságának mértéke. Pl. ha a vörös fény telítettségét csökkentjük, fokozatosan rózsaszínt kapunk. **Szemünk egy konkrét színezeten belül kb. 20 telítettségi fokozatot tud megkülönböztetni.**

Az ember színlátásában tehát a következők játszanak szerepet:

- színárnyalat vagy színezet (**hue**)
- színtelítettség (**saturation**)
- fényerősség (**brightness**)

A szem felbontóképességének határa 0,4 mm körüli. Ahhoz tehát, hogy két pontot meg tudjunk különböztetni, legalább ekkora távolságra kell lenniük egymástól. Ennek a számítógépi grafikában pl. a monitorok és a nyomtatók felbontóképességénél van nagy jelentősége.

Egy kép tudatos érzékeléséhez legalább 1/15 másodpercig kell látnunk a képet. Ennél rövidebb időre felvillanó képet nem érzékelünk tudatosan. A tudatalatti érzékeléshez kevesebb idő is elég. (Lásd betiltott reklámozási eljárások!)

Mozgóképeknél fontos, hogy egy másodperc alatt legalább 25 teljes állóképet jelenítsenek meg. Ennyi kell ugyanis ahhoz, hogy a szem villogásmentesen, folyamatosnak lássa a mozgást.

5.) Ismertesse a leggyakoribb színkeverési eljárásokat!

Az RGB, a CMY, a CMYK és a HSB színterek

Elsődleges fényforrásnak nevezik azokat az objektumokat, melyek maguktól bocsátanak ki fényt. Ilyen pl. a Nap, a gyertya, a lámpa, stb. A másodlagos fényforrások nem képesek önállóan fényt kibocsátani, csak áteresztik azt, vagy visszaverik.

A színkeverésnek két alapvető módja van aszerint, hogy elsődleges vagy másodlagos fényforrásról van-e szó. Az összeadó (additív) színkeverésnél a vörös, zöld, kék alapszínekből vett meghatározott mennyiségek adódnak össze. Így jönnek létre a színárnyalatok. Ezzel az ún. elsődleges fényforrások színeit lehet előállítani. A kivonó (szubsztraktív) színkeverésnél az alapszínek komplementereiből¹ (ciánkék, bíborvörös, sárga) állítják elő a színeket. Így tudják a különböző tárgyak által visszavert fényt modellezni.

A színes felület a fehér fényből csak azt a színt veri vissza, amit érzékelünk, (vagyis egy kéknek látszó tárgy csak a kéket veri vissza), a többi hullámhosszú fényt elnyeli, abszorbeálja.

RGB színtér: A vörös, zöld, kék alapszínekből kikeverhető színeket tartalmazza. Az additív színkeverés modellezéséhez használják.

CMY színtér: A ciánkék, bíborvörös, sárga (cyan, magenta, yellow) alapszínekből kikeverhető színeket tartalmazza. A szubsztraktív színkeverés modellezéséhez használják.

CMYK színtér: Megegyezik a CMY színtérrel, csak még hozzáadódik a fekete szín, mivel a CMY alapszínekből csak szürkét lehet előállítani, a teljesen fekete színt nem. A nyomdatechnikában használják.

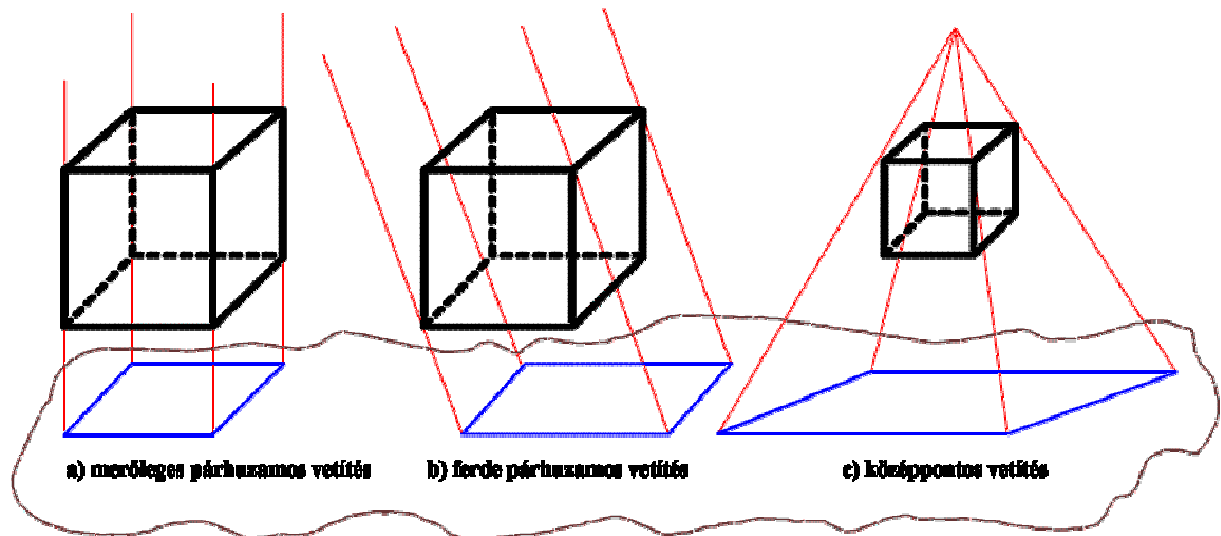
Az RGB és a CMYK színterek között nem lehetséges kölcsönösen egyértelmű megfeleltetés. Az RGB alapszínek intenzitását 0 és 255 közötti értékkel, a CMYK alapszíneket pedig 0 és 100 közötti fedettségi értékkel adják meg.

HSB színtér: A színek előállításához az RGB alapszínek mellett a szükséges színtelítettség és világosság értékeket is felhasználják. A HSB színtér jobban alkalmazkodik az emberi érzékeléshez, mint az RGB vagy a CMY.

¹ Két szín komplementere egymásnak, ha összeadó keverésükkor fehéret, kivonó keverésükkor pedig feketét kapunk.

6.) Mit értünk 3D-2D leképezés alatt?

A leképezés lényege, hogy tér minden egyes (x,y,z) pontjának a sík egy (x',y') pontját feleltetjük meg. (Lásd 11. ábra!)



11. ábra A legfontosabb 3D-2D leképezések

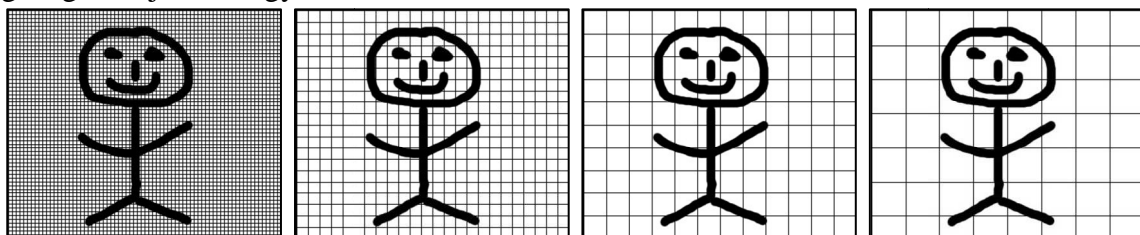
Egy tárgy a fényforrás fényét veri vissza. A visszavert (és ha van, akkor a saját) sugárzás függ az időponttól (t), a megvilágítás szögétől (α), a megfigyelés irányától (γ) és attól, hogy milyen ezen sugárzás hullámhossza (λ). A képalkotó eljárás ebből az $e(x,y,z,\alpha,\gamma,\lambda)$ folytonos függvényből állítja elő az $f(x,y)$ kétváltozós függvényt.

Ilyen leképező rendszer pl. a fényképezőgép, vagy a kamera is.

Egy fekete-fehér képnél az $f(x,y)$ függvény értéke minden pontban arányos a kép fényességével. Ezt az értéket szokás szürkeségi szintnek nevezni.

7.) Mi a mintavételezés?

A mintavételezés a leképezés utáni lépés. Mintavételezéskor a képsík minden egyes kis területéhez egy számot rendelünk, amely szám az adott tartomány fényességével arányos. Mekkora is legyen egy ilyen kis terület? Nos pontosan ezt mutatja meg a mintavételezés. Segítségül, álljon itt négy ábra!



12. ábra *Mintavételezés mérete*

Az első képen nagyon picik ezek az említett területek, míg az utolsón elég nagyok. Most minden egyes rácshoz egy számot rendelünk aszerint, hogy a terület közepén milyen színt találunk. Természetesen jobb eredményt kapunk, ha nem a rácshoz közepét nézzük, hanem mondjuk azt, hogy a rácshoz melyik szín foglalja el a legnagyobb területet, vagy ha átlagoljuk a négyzetben belüli értékeket. A kapott értékhez digitális képek esetén mindenképpen egy bináris számot rendelünk, vagyis a kép minden rácspontját egy bináris számmal írjuk le.

Nyilván sűrűbb rácsozat esetén lényegesen jobb lesz a kép minősége, mint egy durvább rácsozás esetén. Színes képek esetén a mintavételezés színösszetevőnként végzendő.

Kicsi túlzással a mintavételezés tulajdonképpen a hétköznapi felbontás szónak felel meg.

8.) Mi a kvantálás?

Nézzük meg, hogy az előző feladatban említett hozzárendelt szám milyen értékeket vehet föl! Ezt mutatja meg a kvantálás. Szélsőséges esetben, ha csak kettő színt használunk az ábrázoláshoz, akkor ez a bináris szám vagy 0, vagy 1. (Pl. 0 a fehér, az 1 a fekete színt jelenti.)

Ha már 16 színt tartalmaz a kép, akkor minden képponthoz 4 bitet kell rendelnünk, mert 16 különböző értéket 4 biten lehet ábrázolni.

Fordítsuk meg a dolgot! Ha minden kis négyzetrácshoz 16 bitet rendelünk, akkor decimálisan kifejezve egy képpont 0-tól 65535-ig vehet föl valamilyen egész értéket, vagyis a kép 65536 színt tartalmazhat. 24 bit esetén az ábrázolható színek száma kb. 16,7 millió, míg 32 bitnél ez a szám kb. 4,2 milliárd.

A hétköznapi életben a kvantálás helyett a színmélység szót szoktuk használni.

9.) Mi a helyreállítás lényege, mikor van rá szükség?

Helyreállításra van szükség, ha pl. egy képen valamilyen geometriai transzformációt (nagyítás/kicsinyítés, eltolás, elforgatás, nyírás) hajtunk végre. Minden más olyan esetben is muszáj a helyreállítás, mikor a képernyőn, nyomtatón a megjeleníteni kívánt kép elhelyezkedése, mérete eltér az eredetitől. Ez gyakori művelet, mert a megjelenő kép ablakával végzett bármely művelet is helyreállítást igényel.

A helyreállításkor a digitális képből analóg képet állítunk elő. Ehhez közelítéseket (interpoláció) alkalmazunk. Az eredeti kép viszont több ok miatt sem állítható vissza tökéletesen. Egyik ok a kvantálás. Ez eleve lehetetlenné teszi az eredeti mintavételezett

képpont helyreállítását. Az eredeti analóg képfüggvényt tehát csak korlátozott pontossággal lehetséges helyreállítani.

10.) Mi az OpenGL?

Az OpenGL (Open Graphics Library = nyílt grafikus könyvtár) egy grafikus szabvány. Olyan kifejezetten grafikus elemeket magában foglaló eljárások gyűjteménye, mely megkönnyíti a síkbeli és térbeli grafikai programozást. Vektorgrafikus elemeken kívül raszteres és 3D-s animációkat segítő rutinokat is tartalmaz.

Minden operációs rendszertől és grafikus felülettől független. Ha az OpenGL-t egy operációs rendszerben alkalmazni szeretnénk, először meg kell írni a szükséges eljárásokat, melyeket az OpenGL program meghívhat.

Néhány jellemzője:

- geometriai és raszteres primitívek gyűjteménye,
- megvilágítási és áttűnési hatások támogatása,
- textúrák kezelése,
- különböző effektusok (pl. köd, füst) gyűjteménye,
- különböző színterekben való megjelenítések támogatása.

Megalkotásakor ügyeltek a platformfüggetlenségre. Talán ezért, s talán mert tartalmazza a 3D-s mozgások lehetőségét is, napjaink egyik leginkább használatos grafikus környezete lett.