

Digitális képfeldolgozás

Digitalizálás 1.: Diszkretizálás

v 1.1



...

1 A diszkretizálás ötlete

2 Diszkretizált mennyiségek

- Irány szerinti diszkretizálás
- Hullámhossz szerinti diszkretizálás
- Az idő szerinti diszkretizálás
- A diszkretizált értékek tárolása

3 Összegzés

A valóság képei

Valódi képek: a fizikai változók folytonosan változnak.

Az intenzitás folytonosan függ a következőktől:

- irány (Θ, φ)
- hullámhossz (λ)
- idő (t)

A valóság képei

Valódi képek: a fizikai változók folytonosan változnak.

Az intenzitás folytonosan függ a következőktől:

- irány (Θ, φ)
- hullámhossz (λ)
- idő (t)

Teljeskörű vizuális információ:

$$I(\Theta, \varphi, \lambda, t)$$

A gyakorlatban ez kezelhetetlen!

A diszkretizálás ötlete

Használjunk egy **véges számú irány, hullámhossz és időpont** adatot, és ezekre jegyezzük meg az intenzitást.

Az emberi látás is diszkretizál:

- Hullámhossz: 3-féle csap \Rightarrow **3 színkomponens észlelése.**
- Irány: érzékelősejtek változó sűrűsége \Rightarrow **véges, irányfüggő felbontóképesség, középen 60 vonal/fok felbontással**
- Idő: állóképek sorozatának észlelése \Rightarrow **10–20 kép/s észlelése** (nem fix képráta!)

A diszkretizálás ötlete

Használjunk egy **véges számú irány, hullámhossz és időpont** adatot, és ezekre jegyezzük meg az intenzitást.

Az emberi látás is diszkretizál:

- Hullámhossz: 3-féle csap \Rightarrow **3 színkomponens észlelése.**
- Irány: érzékelősejtek változó sűrűsége \Rightarrow **véges, irányfüggő felbontóképesség, középen 60 vonal/fok felbontással**
- Idő: állóképek sorozatának észlelése \Rightarrow **10–20 kép/s észlelése** (nem fix képráta!)

Emberi agy: begyűjti a vizuális információt, de kitölti a réseket \Rightarrow **az agyban folytonos modell keletkezik.**

(Az agyunkbeli modell különbözik a valóságtól!)

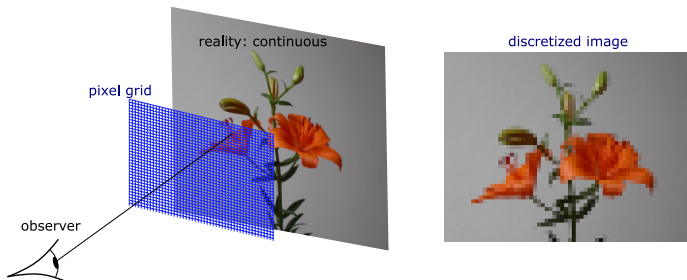
Ókori diszkretizált képek: mozaikok



Az irány szerinti digitalizálás

Pixelek:

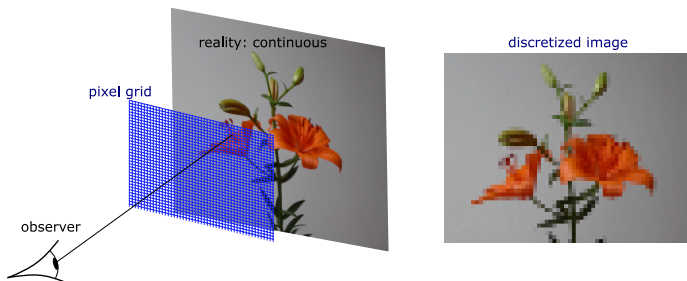
- a nézőpont elé képzelünk egy négyzetrácsot
- az egyes cellák irányából érkező fényt 1 adattal jellemezzük



Az irány szerinti digitalizálás

Pixelek:

- a nézőpont elé képzelünk egy négyzetrácsot
- az egyes cellák irányából érkező fényt 1 adattal jellemezzük



Megjegyzés:

Az emberi szem érzékelői kb. háromszöghálón helyezkednek el.

Hardveresen egyszerűbb a négyzethálós elrendezés.

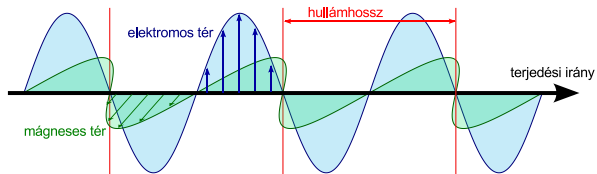
Mit teszünk egy cellán belül?

A valós kép egy cellán (pixel) belül is változik. Egyetlen értéket sokféleképp rendelhetünk hozzá:

- cella közepénél vett érték
- cella átlagos értéke
- a cella egy részének átlaga

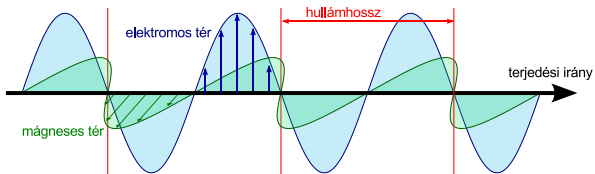
A színekép

A fény elektromágneses hullám

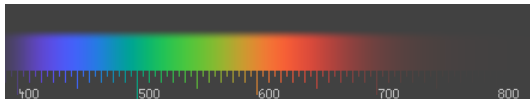


A színekép

A fény elektromágneses hullám



Tiszta színek: csak egy hullámhosszat tartalmaznak



Kevert színek: több hullámhossz keveréke

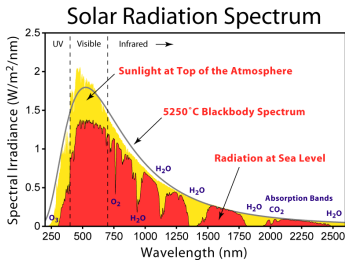
A tiszta színek igen ritkák a gyakorlatban.

A színekép

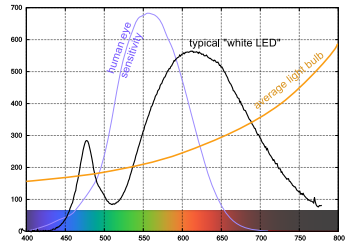
Pontatlan definíció:

A $\phi(\lambda)$ színekép megadja a fény intenzitását λ hullámhosszon.

Pontosabb: **spektrális energia-eloszlás (SPD)**. A teljesítmény egységnyi hullámhosszra, térszögre és felületre vonatkoztatva.



napfény



izzólámpa és LED-lámpa

Színes tárgyak: hullámhossz-függő visszaverés \Rightarrow **a mindennapokban igen sokféle színekép fordul elő.**

A színeképek diszkrétizálása

Hogyan redukáljuk a folytonos $\phi(\lambda)$ függvényt néhány számra?

A színeképek diszkrétizálása

Hogyan redukáljuk a folytonos $\phi(\lambda)$ függvényt néhány számra?

Használjuk $\phi(\lambda)$ súlyozott átlagait.

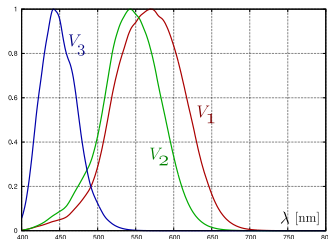
$$C_i = \int V_i(\lambda) \phi(\lambda) d\lambda, \quad i = 1, \dots, N_c$$

$V_i(\lambda)$: “spektrális érzékenységi függvény”

C_i : az i . **színcsatorna** értéke.

C_i a színekép azon részét jellemzi, ahol $V_i > 0$.

Emberi látás: $N_c = 3$, csúcsok vörös, zöld és kék tartományban \Rightarrow **az RGB a legelterjedtebb színrendszer.**



Spectral sensitivity of human cells

A színeképek diszkrétizálása

Hogyan redukáljuk a folytonos $\phi(\lambda)$ függvényt néhány számra?

Használjuk $\phi(\lambda)$ súlyozott átlagait.

$$C_i = \int V_i(\lambda) \phi(\lambda) d\lambda, \quad i = 1, \dots, N_c$$

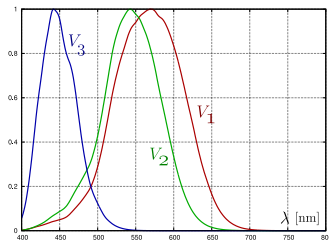
$V_i(\lambda)$: “spektrális érzékenységi függvény”

C_i : az i . **színcsatorna** értéke.

C_i a színekép azon részét jellemzi, ahol $V_i > 0$.

Emberi látás: $N_c = 3$, csúcsok vörös, zöld és kék tartományban \Rightarrow **az RGB a legelterjedtebb színrendszer.**

Fontos: $V_i(\lambda)$, sőt akár N_c is más lehet a képfeldolgozásban!



Spectral sensitivity of human cells

Az idő szerinti diszkrétizálás

Ötlet: a képet csak bizonyos időközönként rögzítjük \Rightarrow képkockák

A képkockák az **exponálási idő** alatti átlagot tárolják.

Az idő szerinti diszkrétizálás

Ötlet: a képet csak bizonyos időközönként rögzítjük \Rightarrow **képkockák**

A képkockák az **exponálási idő** alatti átlagot tárolják.

Mozgóképek: képkockák sorozata.

Jellemzők:

- **Képkocka-sebesség**, pl.: 25 fps, 30 fps, 60 fps (fps=frames per second)
- **Exponálási idő**, pl.: $1/60$ s, $1/125$ s, $1/10000$ s

Az idő szerinti diszkrétizálás

Ötlet: a képet csak bizonyos időközönként rögzítjük \Rightarrow **képkockák**

A képkockák az **exponálási idő** alatti átlagot tárolják.

Mozgóképek: képkockák sorozata.

Jellemzők:

- **Képkocka-sebesség**, pl.: 25 fps, 30 fps, 60 fps (fps=frames per second)
- **Exponálási idő**, pl.: 1/60 s, 1/125 s, 1/10000 s

Nagy tárolókapacitást igényel!

\Rightarrow Tömörített videó-formátumok : AVI, MP4, MPG, ...

A tömörítés hasznos, de zajforrás lehet és számítási kapacitást igényel.

Digitalizálás

Az összes színcsatorna-értéket tárolnunk kell minden időpontban.

A tárolási pontosság dilemmája:

- nagy pontosság \Rightarrow nagy tárigény
- kis pontosság \Rightarrow nagy kerekítési hibák

Digitalizálás

Az összes színcsatorna-értéket tárolnunk kell minden időpontban.

A tárolási pontosság dilemmája:

- nagy pontosság \Rightarrow nagy tárigény
- kis pontosság \Rightarrow nagy kerekítési hibák

Gyakran használt megoldás: 8 bit/színcsatorna-érték. 255-szintű diszkrétizálás.

Digitalizálás

Az összes színcsatorna-értéket tárolnunk kell minden időpontban.

A tárolási pontosság dilemmája:

- nagy pontosság \Rightarrow nagy tárigény
- kis pontosság \Rightarrow nagy kerekítési hibák

Gyakran használt megoldás: 8 bit/színcsatorna-érték. 255-szintű diszkrétizálás.

8 bit/színcsatorna többnyire elég a mindennapi életben.

A képfeldolgozásban ez komoly hibaforrás lehet.

\Rightarrow a számítások közben nagyobb pontosság szükséges, és ha lehet, a tároláskor is.

Digitalizálás

Az összes színcsatorna-értéket tárolnunk kell minden időpontban.

A tárolási pontosság dilemmája:

- nagy pontosság \Rightarrow nagy tárigény
- kis pontosság \Rightarrow nagy kerekítési hibák

Gyakran használt megoldás: 8 bit/színcsatorna-érték. 255-szintű diszkrétizálás.

8 bit/színcsatorna többnyire elég a mindennapi életben.

A képfeldolgozásban ez komoly hibaforrás lehet.

\Rightarrow a számítások közben nagyobb pontosság szükséges, és ha lehet, a tároláskor is.

High Dynamics Range (HDR) képek 16 vagy 32 bit/csatorna vagy lebegőpontos értékek használata.

A legfontosabb diszkretizációs paraméterek

- A pixel-rács szélessége és magassága: W, H
- A színcsatornák száma: N_c
- Képkocka-sebesség: FPS
- A pixel-értékek típusa

A legfontosabb diszkretizációs paraméterek

- A pixel-rács szélessége és magassága: W, H
- A színcsatornák száma: N_c
- Képkocka-sebesség: FPS
- A pixel-értékek típusa

További paraméterek:

- Vetítési függvény: a pixelek és az irányok közti összefüggés.
(Nem triviális! Lencse torzítások, stb.)
- A színcsatornák spektrális érzékenységi függvényei.
- A képkockák expozíciós ideje.
- ...