

A MATLAB programozása

Féléves házifeladat

RGBdialog

Készítette: Till Viktor
Konzulens: Dr. Varga Gábor

2005. tavasz

1. A feladat kitűzése

A cél képek “editálása” a színösszetevők manipulálása alapján. A program három fő részből tevődik össze:

- A színvektorok variálható kiolvasása az őket reprezentáló U-V síkból
- A televíziótechnikában alkalmazott 3 érzetjellemező (telítettség, kontraszt, fényerő) módosítása
- A “kijelzési karakterisztika” változtatása

A feladatok elvégzésére több függvényt írtam, melyek segítségével igen változatos feladatok oldhatók meg. Ezek szemléltetésére grafikus felhasználói felületet készítettem, melybe a lehetőségekhez képest próbáltam minél több funkciót belerakni.

2. A megoldás elméletének rövid leírása

Színes kép leírása:

A számítástechnikában egy színes állókép egy pixelének jellemzése 3 színösszetevővel történik: R-G-B (Red, Green, Blue). Az emberi szem ezen összetevőkre nem egyformán érzékeny. Az FCC által jóváhagyott színmérő rendszerben alkalmazott színforrásoknál ezt az intenzitásarányt mérések során a következő képpen határozták meg:

$$R : G : B = 0.3 : 0.59 : 0.11$$

Ezt figyelembevéve lehetőség van az R-G-B reprezentáció összetevőinek az értéktartományait egyformának választani (0-1, 0-255). Így az egyenlő energiájú fehér színhez az 1-1-1 érték tartozik, míg a világosságértéket a következőképp határozhatjuk meg:

$$Y = 0.3 * R + 0.59 * G + 0.11 * B$$

Fekete-fehér kép esetén ez az egyetlen érték jellemz egy képpontot. Látható, hogy a szín leírásához Y érték tudatában már csak 2 érték szükséges. Másképp fogalmazva: a fenti egyenlet átrendezése után juthatunk a színkülömbiségi jelekhez, és látható, hogy ezek nem lehetnek függetlenek (2D):

$$0 = 0.3 * (R - Y) + 0.59 * (G - Y) + 0.11 * (B - Y) \quad \begin{array}{l} -0.7 \leq (R - Y) \leq 0.7 \\ -0.89 \leq (B - Y) \leq 0.89 \\ -0.41 \leq (G - Y) \leq 0.41 \end{array}$$

A lehető legnagyobb értéktartomány céljából a színek leírására a vörös és a kék színkülömbiségi jeleket használjuk.

A televíziótechnika által támasztott igények kielégítése érdekében azonban definiálva van 2 úgynevezett redukciós tényező is. A célkitűzés:

A két legnagyobb világosságtartalommal rendelkező alap/komplementerszín: sárga, enciánkék. Az ezekre szuperponált színeket leíró kvadratúra modulált színjel:

$\sqrt{(k_R^2(R-Y)^2 + k_B^2(B-Y)^2)}$ 75 %-os alapszínnek esetén ne lépjen túl egy limitet. Ez a limit az 1. Az így kapott két érték az úgynevezett U és V komponens:

$$\begin{aligned} U &= k_B(B-Y) & k_B &= 1 / 2.03 \\ V &= k_R(R-Y) & k_R &= 1 / 1.14 \end{aligned}$$

Tehát a képek leírására a következő 3 értéket használjuk: R-G-B vagy Y-U-V.

Érzetjellemezők:

Szubjektív jellemzésre a következő 3 jellemzőt szokás megadni: színezet, telítettség, fényerő.

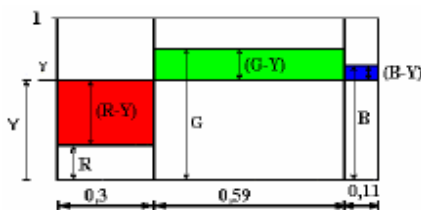
Színezet:

A CIE a színezettséget, mint irányt jellemzi. Erre alkalmas az (R-Y)-(B-Y) leírás is. A színezettTV jelentése: az adott színt leíró vektor iránya ezen síkon:

$$színezet_{TV} = \arctg\left(\frac{R-Y}{B-Y}\right)$$

Telítettség:

Egy adott színt az R-G-B összetevői jellemeznek. Ez felbontható: valamilyen konstansal szorzott C-fehér (azonos R-G-B értékek) és egy adott spektrálszín (legalább az egyik alapszínösszetevő értéke 0) összegére. A telítettség megadja, hogy egy adott színinger milyen arányban tartalmazza a hozzá tartozó spektrálszínt a világosságértékéhez viszonyítva. Ennek leírásához a (Y-Yfehér) / Y arányt használjuk. A területdiagrammot megvizsgálva, látható, hogy a számláló értéke nem más, mint a legnegatívabb színkülömbiségi érték abszolútértéke:



$$telítettség_{TV} = \frac{|D_{\min}|}{Y}$$

A fényerő a világosságjel értékével egyenlő.

3. A numerikus megoldás rövid ismertetése

Mint már volt róla szó, a program 3 fő részre tagolódik:

Színkülömbbségi vektorok forgatása:

A színinformációt továbbításuk előtt U-V síkba konvertálják. A továbbítás kvadratura modulációval történik:

$$c_{(t)} = V \cos(\omega t + 90^\circ) + U \cos(\omega t) = A \cdot \cos(\omega t + \varphi)$$

Ebből kell kinyerni aztán a megfelelő értékeket, hogy az Y érték tudatában kiszámíthatóak legyenek az R-G-B értékek:

$$f_{(t)} = c_{(t)} \cdot \cos(\omega t + \alpha) \cong V \cdot \cos(\alpha - 90^\circ) + U \cdot \cos(\alpha) = U \cdot \cos(\alpha) + V \cdot \sin(\alpha)$$

Tehát α értékétől függően kaphatjuk meg az U és a V jelet. Ezekből számolhatóak a színkülömbbségi jelek, melyekből kifejezhető az R és B összetevő. A G összetevő a (G-Y) jelből számítható, mely függ a meghatározott (R-Y)-(B-Y) értékektől:

$$(G-Y) = -(0.3(R-Y) + 0.11(B-Y)) / 0.59$$

Mivel mint látható, a (G-Y) lineárkombinációja az (R-Y) és (B-Y) jeleknek, lehetőség van (G-Y) az U-V síkból való közvetlen meghatározására is. Ehhez nem kell más tudni, mint a megfelelő α értéket, és egy konstans szorzót. Az értékek meghatározásának lépései:

$$(G-Y)\text{-ra merőleges tengelyre igaz: } 0 = -0.3(R-Y)/0.59 - 0.11(B-Y)/0.59$$

$$\text{Ez tovább: } 0 = -0.3 * 1.14 * V / 0.59 - 0.11 * 2.03 * U / 0.59 = -0.58V - 0.38U$$

$$\text{Tehát ennek a tengelynek a meredeksége: } \beta = \arctg\left(-\frac{0.38}{0.58}\right) = -33.23^\circ$$

$$\text{Tehát: } \alpha = \beta - 90^\circ = -123.23^\circ$$

$$\text{A konstans meghatározása: } (G - Y) = k \cdot A = k \cdot U \cos(\alpha) + k \cdot V \sin(\alpha)$$

$$\text{Másrésről: } (G - Y) = -0.3 * 1.14 * V / 0.59 - 0.11 * 2.03 * U / 0.59$$

$$\text{Így kiszámítható: } k = 0.692$$

$$\text{Tehát: } (G-Y) = 0.692 * (U \cos(\alpha) + V \sin(\alpha)) \quad ,\text{ahol most } \alpha = -123.23^\circ$$

TV analóg szabályzása:

A következő három érték beállítását jelenti: telítettség, kontraszt, fényerő.

Ezek pontos jelentése:

$D = ((\text{telítettség}) * (X - Y) + Y) * (\text{kontraszt}) + (\text{fényerő})$, ahol X a 3 alapszín (R-G-B) egyike

Kijelzési karakterisztika:

Kétféleképp vezérelhető a kijelzés:

- Egy elsőfokú polinommal leírható karakterisztika
- Olyan egyedi karakterisztika, melyben az értéktartományon belül kijelölhető egy pont, melyhez a karakterisztika valamilyen hatványkitevőnek megfelelően “hozzásimul/távolodik tőle”, míg a végpontok helye nem változik.

4. A numerikus megoldó mag

Ebben a bekezdésben a fontosabb felhasznált függvények, és azok funkciói kerülnek ismertetésre. A pontos működést nem részletezem, a függvények használatához kellő segítséget nyújtanak a bennük elhelyezett kommentek.

h3m2bmp.m:

Saját függvény, mely a képet leíró 3 színösszetevő mátrix alapján a 24-bites bmp szintaktikának megfelelően létrehoz egy képfájlt. A képfájl sor és oszlopszámát 4-el oszthatóra csonkítja, mivel bmp fájlok esetében 4 bájtal oszthatónak kell lennie egy sornak. Ezt az eredeti szabvány bizonyos mennyiségű “kitöltő” adattal oldja meg.

KompRotation.m:

Az U-V mátrixok alapján az ismertetett módon, egy adott vektorra (α , és abszolútérték!) vetíti le az U-V sík adott pontjait.

Resize.m:

Adott mátrixot átméretez a kapott méretekre(x,y):

x*y darab át nem lapolódó, az egész képet lefedő tartományokra bontja a képet, és ezeket átlagolja. Ezzel a módszerrel a Nyquist feltételeknek tökéletesen megfelelő mintavételezést hajtunk végre.

Viklmread.m:

Dialógus ablak segítségével 24-bites bmp, és jpg képfájlokat olvas be.

VikRGBkonvert:

A már ismerttetett számítások nagy részét végzi. 3 mátrixot kap minimum. Megfelelő beállítás mellett ezek értékészletét limitálhatja 0 és 1 között. Továbbá megadható neki egy plusz mátrix bizonyos számítások elvégzéséhez. Elvégzett műveletek:

- R-G-B reprezentációból Y-U-V reprezentáció váltás
- Y-U-V -> R-G-B
- $Y-U-V-(G-Y)_{(U,V)}$ -> R-G-B
- Karakterisztika módosítás, (Isd. 6. bekezdés)
- Televíziós analóg szabályzás megvalósítása

5. Grafikus felhasználói felület

A grafikus felület célja annyi, hogy az elkészített függvények működése szemléltethető legyen. Minden funkciót nem lehetett belesűríteni.

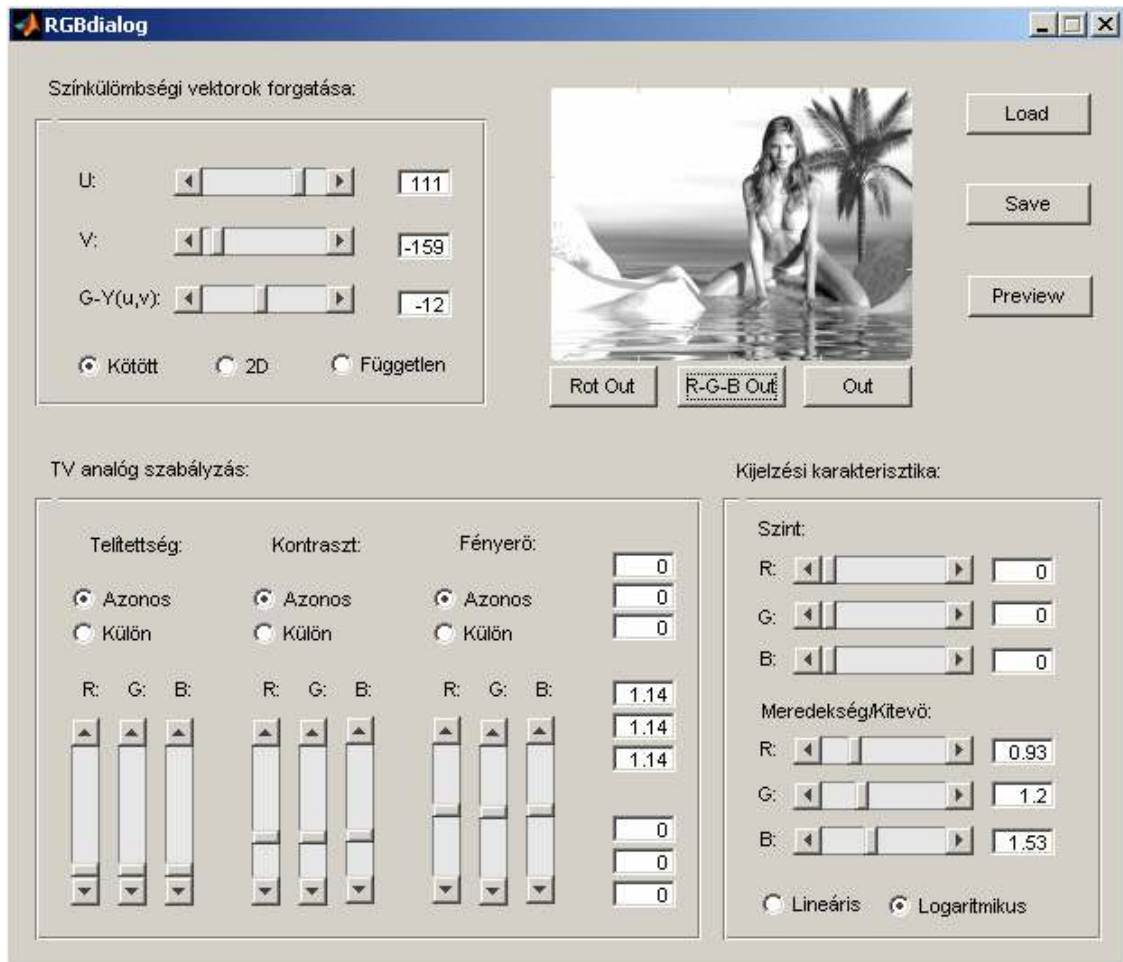
Az RGBdialog.m fájl tartozik ide. A feladat megoldása nagy számításigényű, mivel a transzformációkat a kép minden pixelén el kell végezni, és a változtatások hatását közvetlenül jeleníti meg. Ezért a kiválasztott kép betöltése után azt mindenképp át kell méretezni. Ez a méret 150x200-ra van beállítva. A méret választása úgy történt, hogy a működés egy P4 Celeron(2400)/512 MB-os gépen megfelelő legyen.

Szintén a gyorsabb működés érdekében a kód meglehetősen redundáns, elkerülve ezzel a gyakori, és sok paramétert igénylő függvényhívásokat.

A program kis memória foglalása érdekében, a betöltött eredeti képet uint8 formátumba konvertálja. A paraméterek beállításához csak a már említett kicsinyített képet használja, ezért elég ezt double formátumba tárolni. A Preview és Save funkciók használatakor a számításokat az ezekből az uint8 típusú képekből visszakonvertált double típusú képeken végzi a program, a beállított paramétereknek megfelelően.

A függvények közti paraméterátadásra a handles struktúrát használtam, úgy ahogy azt a Matlab Help ajánlja.

6. A program használata



Load:

A Load gomb segítségével egy dialogus ablakban lehet tállózni. A betölthető képformátumok: bmp (24-bit), jpg, Tif. Betöltés után megjelenik a kép 4:3 képarányban, “nyújtva”. Új kép betöltésénél a csúszkák default értékre állnak be míg a paraméterértékek nem változnak (kivéve a forgatásra vonatkozó paraméterek).

Kép betöltésekor, annak mérete 4 egész számú többszörösére lesz konvertálva x és y irányban is. Ez azért fontos mert a mentésre saját függvényt használok, amely a bmp szintaxisnak megfelelő fájlt csak ilyen képekből képes generálni

“Színkülömbégi vektorok forgatása” blokk:

3 érték állítható be csúszka segítségével +/- 180 fokok tartomány között. A beállított érték egy textboxban jelenik meg egészen kerekített formában. A számításokhoz mindig ezek a kiírt paraméterek kerülnek felhasználásra. Ezen értékek a színkülömbégi értékek kinyeréséhez használt szöveget határozzák meg. Három működési funkció van:

- Kötött: α nem tetszőlegesen állítható, hanem a 3 színkülömbégi vektorra vonatkozó érték egymáshoz képest kötött viszonyban vannak.
Ha $U = 0$ akkor $V = 90$ és $(G-Y)_{(U,V)} = -123.23$
- 2D: α értéke tetszőlegesen beállítható az U és V komponensekhez, és a (G-Y) komponens ezekből kerül meghatározásra
- Független: mindhárom komponensre tetszőlegesen, egymástól függetlenül meghatározható az α értéke

“TV analóg szabályzás” blokk:

A használt telítettség, kontraszt és fényerő értékek állíthatók be. Szintén textboxban jelennek meg a beállított értékek, és ezek kerülnek felhasználásra. Mindegyik jellemzőnél lehetőség van beállítani, hogy a 3 alapszínösszetevő függetlenül állíthatók legyenek az értékek, vagy azonosak legyenek azok.

“Kijelzési karakterisztika” blokk:

Lineáris: minden színösszetevőre megadható egy szint, ami “fixen” marad, míg a karakterisztika meredeksége azt határozza meg, hogy milyen meredekséggel haladjon át ezen a ponton a kijelzési karakterisztika egyenese.

Logaritmikus: 3 pont helye “fix” (0, végkiterés-255, és a beállított szint). Ezen pontok között a karakterisztika jellegét a beállított kitevő határozza meg: a “szint”/255-0 tartományt a 0-255 tartományba konvertálja a program, elvégzi a hatványozást, majd visszakonvertálja az eredeti tartományba; míg a 0-“szint”/255 tartományt a 0-(-1) tartományba konvertálja, (-1)-el szorozza, elvégzi a hatványozást, majd megfelelően visszaalakítja. Így adott ponthoz lehet “simítani/széthúzni” a karakterisztikát.

Pontos működés és a “Kis kép”:

Kép betöltése után az ablakban a forgatás blokk paramétereinek megfelelő kép jelenik meg. Az itt módosított kép lesz a következő fokozat bemenete, és így tovább. Az ablak alatt található gombok a megfelelő blokk műveleteit végzik el az adott blokk bemenetén lévő képen, a blokkban beállított paramétereknek megfelelően, és ezt jeleníti meg. Így a megfelelő működés érdekében, előbb menjünk végig ezeken az Out gombokon, mert különben pl. a Preview segítségével megjelenített kép nem egyezik majd meg a kis ablakban láthatóval, mert pl. a karakterisztikát vezérlő blokk bemenete nincs frissítve megfelelően.

Preview/Save funkciók:

A beállított paramétereknek megfelelően lehet az eredeti képet módosítani, és ezt megjeleníteni, vagy egy dialógusablak segítségével menteni a megfelelő helyre. A mentés 24-bites bmp formátumú. (A megfelelő paraméterbeállítások érdekében az *Out gombokon végig kell menni a már említett sorrendben.)