

## Vaja 3: Barve in barvni prostori

Janez Pers

Laboratorij za strojni vid  
Fakulteta za elektrotehniko, Univerza v Ljubljani  
e-mail: janez.pers@fe.uni-lj.si

### Povzetek

V okviru te vaje boste spoznali koncept barv v računalniškem vidu. Delali boste v različnih barvnih prostorih, opazovali, kako vpliva prisotnost ali odsotnost posameznih komponent (barva, svetlost) na človeško dojetje slike. Nato boste uporabili barvo kot značilnico pri segmentaciji slike, pri naslednji vaji pa še kot značilnico pri detekciji objektov.

## 1 Koncept barv in barvni prostori (20%)

Vse naloge rešite v Matlabu. Rezultat je naj skripta ali funkcija, napisana v Matlabu, ki jo boste zagnali ob zagovoru. Ob zagovoru boste rezultate tudi komentirali, pri čemer naj bo razvidno tudi vaše poznavanje teorije. Na vajah boste dobili tudi kopijo članka [1], kjer si lahko preberete nekaj več o osnovnih pristopih k uporabi barv v računalniškem vidu.

V tej nalogi boste obdelovali barvno sliko v barvnih prostorih RGB in HSV. O barvnem prostoru HSV si lahko preberete nekaj več na Wikipediji:

[http://en.wikipedia.org/wiki/HSL\\_and\\_HSV](http://en.wikipedia.org/wiki/HSL_and_HSV)

Za razliko od prostora RGB, kjer tri komponente predstavljajo tri osnovne barve, ima prostor HSV tri komponente, ki imajo nekoliko drugačen pomen. H (hue) predstavlja barvo – na primer, zelena in rdeča imata različno vrednost H. S (saturation) predstavlja zasičenost. Žive barve so bolj zasičene, blede pa manj – tako bo imela na primer blede rdeča oziroma rožnata barva manjšo zasičenost kot živo rdeča barva. Tretja komponenta je V (value) ki predstavlja svetlost. Temno rdeča barva bo imela nižjo vrednost V kot svetlo rdeča (tega ne zamenjajte z zasičenostjo, tako temno kot svetlo rdeča barva sta lahko bolj ali manj zasičeni). V komponenta predstavlja dejansko sivinsko ("črnobelo") komponento slike.

Za to nalogo boste potrebovali dve sliki, ki ju prenesete iz našega strežnika:

[http://vision.fe.uni-lj.si/classes/RV/vaje/vaja3/yosemite\\_meadows.jpg](http://vision.fe.uni-lj.si/classes/RV/vaje/vaja3/yosemite_meadows.jpg)

[http://vision.fe.uni-lj.si/classes/RV/vaje/vaja3/coloured\\_pencils.jpg](http://vision.fe.uni-lj.si/classes/RV/vaje/vaja3/coloured_pencils.jpg)

Najprej vsako od slik pretvorite v barvni prostor HSV s pomočjo funkcije `rgb2hsv`. S pomočjo dokumentacije za funkcijo `rgb2hsv` ugotovite, kako so v izhodni matriki zapisane vrednosti H, S in V. Vsako posebej prikažite kot sivinsko sliko (lahko uporabite funkcijo `imagesc` v povezavi s sivinsko

barvno mapo, torej `colormap(gray)`, ali pa vrednosti za prikaz pravilno skalirate sami). Oglejte si posamezne komponente in ugotovite, ali se ujema s teoretičnim opisom barvnega prostora HSV.

V drugem delu te naloge postopoma zmanjšujte količino informacije v sliki (spet, nalogo izvedite na obeh slikah). Po pretvorbi slike v barvni prostor HSV, najprej odstranite svetlostno (V) komponento, in sliko prikažite. Potem odstranite še nasičenje (S), in prikažite tudi takšno sliko. Ker ljudje ne moremo opazovati slike v barvnem prostoru HSV, boste morali sliko za prikaz pretvoriti nazaj v prostor RGB s pomočjo funkcije `hsv2rgb`. Določeno komponento "odstranite" iz slike tako, da njeno vrednost za vse pikse nastavite na enako vrednost - na primer na srednjo vrednost med minimalno in maksimalno vrednostjo za V, in na vrednost 1 za S. Opazujte informativno vrednost barv. Ali ste pričakovali takšne "barve" v obeh slikah? Je informativna vrednost barve za človeka vedno enaka, ali je odvisna od konteksta?

## 2 Človeško dojetje barv (40%)

Če ga še ne poznate, si oglejte barvni prostor Lab (oziroma CIELAB):

[http://en.wikipedia.org/wiki/Lab\\_color\\_space](http://en.wikipedia.org/wiki/Lab_color_space)

Kaj je značilnost tega barvnega prostora? Zakaj ne moremo pretvoriti slike v formatu RGB kar neposredno v format Lab?

Za to, da boste vendarle lahko rešili nalogo, predpostavimo naslednje: domnevajte, da so RGB vrednosti, s katerimi računate, že v formatu sRGB. Potem za pretvorbo v format Lab uporabite kar formule, ki jih najdete na tej strani:

<http://www.easyrgb.com/index.php?X=MATH>

Pretvorbo boste morali izvesti v dveh korakih skozi barvni prostor XYZ. Lahko pa uporabite tudi naslednjo kodo:

<http://www.eecs.berkeley.edu/Research/Projects/CS/vision/bsds/code/Util/RGB2Lab.m>

Naloga, ki jo boste reševali, je naslednja. Generirati morate N maksimalno različnih barv (različnih v smislu človeške percepcije). Pod "barvo" razumemo v tem kontekstu trojček vrednosti (R,G,B). Program, oziroma funkcija v Matlabu, ki jo boste napisali, naj kot argument vzame vrednost N, po koncu izračuna, pa naj dobljenih N barv predstavi v obliki barvnega traku. Ko torej imate N trojčkov (R,G,B), naj vaš program torej generira RGB sliko, na kateri bo N barvnih vzorcev dimenzij, vsak pa je naj velik vsaj 16x16 slikovnih elementov.

Namig: Za izračun maksimalno različnih barvnih vzorcev potrebujete načeloma transformacijo iz prostora Lab v prostor RGB, vendar pa ni vsaka barva v prostoru Lab predstavljava tudi v RGB. Da bo naloga lažja, nalogo rešite iterativno. Najprej si izberite eno od barv, ki bo vedno v izhodni množici (npr. črna). Potem v prostoru RGB generirajte veliko število po prostoru RGB enakomerno porazdeljenih barv (npr., če vsako od osi razdelite na 30 delov, boste imeli na voljo  $30 \times 30 \times 30 = 27000$  barvnih vzorcev in jih pretvorite v prostor Lab. Nato vsakega od vzorcev s pomočjo evklidske razdalje v prostoru Lab primerjajte z vzorci, ki ste jih že izbrali (na začetku bo izbrana samo začetna barva, npr. črna), in vzorec, ki ima največjo razdaljo od vseh že izbranih

barv, dodatje med izbrane barve. Postopek ponavljajte, dokler nimate izbranih  $N$  barv.

### 3 Segmentacija na podlagi barve (40%)

Vaša naloga je, da na posnetku, ki ga najdete na tej povezavi:

<http://vision.fe.uni-lj.si/classes/RV/vaje/vaja3/ladja.avi>

najdete tiste slikovne elemente, ki predstavljajo morje. To boste naredili na dva načina.

Prvi način: izberite si eno od slik iz posnetka in si oglejte, kakšne vrednosti imajo slikovni elementi, ki pripadajo morju. To si oglejte v barvnih prostorih HSV in RGB. Za vsak prostor posebej si izberite meje, ki po vašem določajo območje v katerem se gibljejo barve morja (namig: v RGB prostoru morate izbrati meje na vseh treh oseh, v prostoru lahko morda uporabite le dve komponenti, ali pa celo le eno - preizkusite). Nato iz posnetka generirajte zaporedje binarnih (črno-belih) slik, katerih elementi bodo črne barve, če določen slikovni element ne predstavlja morja, oziroma bele barve, če predstavlja morje. Zaporedje slik zapišite v AVI datoteko, in jo predvajajte. Deluje ta segmentacija dobro?

Drugi način. Na eni ali več slik iz tega posnetka izberite območje na sliki, za katerega se vam zdi, da predstavlja "tipično" barvo morja. S pomočjo slikovnih elementov, ki se pojavljajo znotraj tega področja, izračunajte 3-dimenzionalni RGB histogram (z ločljivostjo histograma ne pretiravajte, uporabite recimo  $8 \times 8 \times 8$  binov, ali pa še manj. Histogram normalizirajte, tako da bo vsota vseh binov 1.

Nato iz posnetka generirajte zaporedje sivinskih slik, kjer vrednost vsakega elementa dobite na naslednji način: RGB barvno vrednost slikovnega elementa preslikajte v bine histograma (npr., ugotovite da bi vaš piksel padel v bin s koordinatami (2,5,1)), odčitajte vsebino histograma v tistem binu, in to vrednost pripišite (sedaj sivinskemu) slikovnemu elementu. Tudi te slike zapisujte v AVI posnetek, seveda po tistem, ko jih ustrezno skalirate - na koncu bi moralo biti morje v izhodnem posnetku svetle barve, vsi ostali deli slike pa precej temnejši.

### 4 Dodatna naloga (20%)

Preberite članek [1], in rešite prejšnjo nalogo na način, ki ju avtorja opisujeta v poglavju "histogram backprojection" (poglavje 4.1). Nalogo rešite samo do točke, kjer slikovnim elementom pripišemo sivinske vrednosti.

## Literatura

- [1] M.J. Swain and D.H. Ballard. Color indexing. *International journal of computer vision*, 7(1):11–32, 1991.