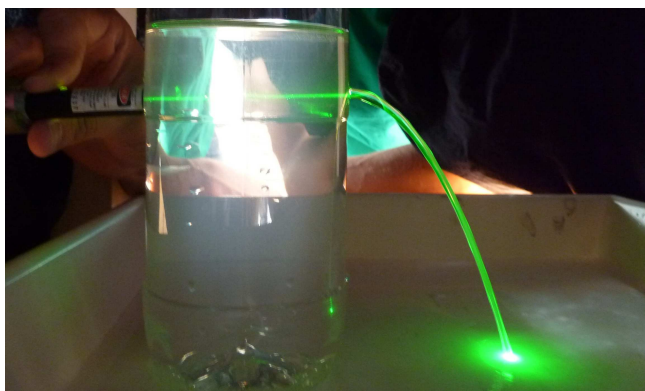




SLIKA 4.

Preprost poskus, ki ponazarja delovanje optičnega vlakna. Od daleč se zdi, kot da se laserski žarek ukrivi skupaj z vodnim curkom. Če pogledamo od blizu, pa vidimo, da svetloba potuje po cikcakasti poti znotraj curka.

vidimo, kako se žarek cik-cakasto odbija po curku. V primeru, da eksperimenta ne morete izvesti sami, lahko na YouTubeu poiščete video posnetke pod geslom »optical fiber experiment« in zagotovo boste našli veliko posnetkov opisanega poskusa.

Literatura

- [1] <http://www.stat.si/StatWeb/pregled-podrocja?idp=2989&headerbar=8>, (ogled 29. 6. 2016).
- [2] <http://www.internetworldstats.com/stats.htm>, (ogled 29. 6. 2016).
- [3] <http://www.submarinecablenmap.com/>, (ogled 29. 6. 2016).
- [4] <https://www.arnes.si/infrastruktura/>, (ogled 29. 6. 2016).
- [5] <http://www.monitor.si/clanek/slovenska-internetna-hrbtenica/166693/>, (ogled 29. 6. 2016).
- [6] https://en.wikipedia.org/wiki/Fiber-optic_communication, (ogled 29. 6. 2016).

× × ×

Barvna lestvica

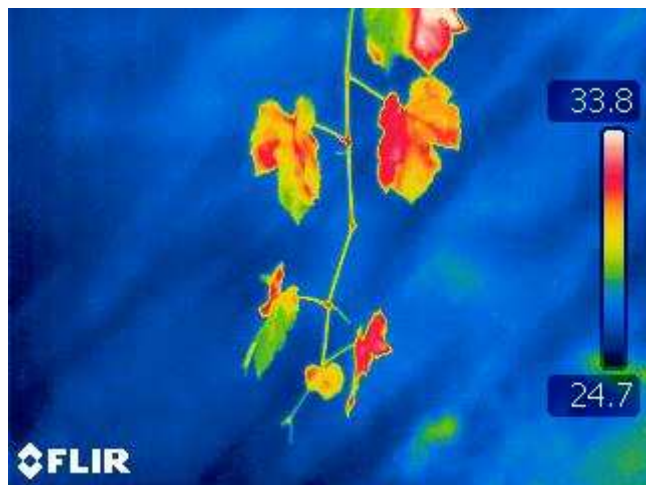
↓↓↓

ANDREJ LIKAR

→ Bela svetloba je sestavljena iz niza mavričnih barv. Leta 1666 je to pokazal Isaac Newton s prehodom svetlobe skozi stekleno prizmo. Z drugo prizmo je razstavljeno svetlobo spet setavil v belo. Danes vemo, da lahko vsaki mavrični barvi pripišemo njej lastno valovno dolžino. Tako dobimo možnost preglednega barvnega prikaza količin z barvno lestvico – vsaki mavrični barvi pripišemo pozitivno število. Temperature na predmetih, posnetih s termografsko kamero, so pregledno prikazane z mavričnimi barvami, ki se jim pridruži tudi bela. Modra barva tam označuje hladne predele, rdeča topla, bela pa vroča področja. Z barvno lestvico lahko pregledno ponazorimo funkcije dveh spremenljivk.

Za prevod števila v svetlobo z ustrezno mavrično barvo lahko uporabimo bodisi njeno valovno dolžino bodisi frekvenco, saj velja $\lambda v = c$, kjer je c hitrost svetlobe v vakuumu. Na termografskih slikah, modra barva npr. predstavlja nižjo temperaturo predmeta, rdeča pa večjo (glej sliko 1). Barve bomo prikazovali na računalniškem zaslonu, saj je kako drugače barvanje zelo zahtevno in zamudno. Moramo se torej na kratko seznaniti z barvanjem zaslona.

Zaslon je na gosto posejan z otočki, ki svetijo rdeče, zeleno ali modro. Lepo jih vidimo z močnejšo lupo, ko je zaslon bel. Kako močno svetijo posamezni otočki, lahko nastavimo v ustreznem programu s celim številom B od 0 do $255 + 255 \cdot 256 + 255 \cdot 256 \cdot 2 = 16777215$. Toliko barvnih odtenkov lahko torej predstavimo z zaslonom, saj se, gledano od daleč, svetloba otočkov v očesu zlije, kot da bi gledali en sam svetlobni vir. Otočku z izbrano barvo lahko nastavimo 256 različnih svetlosti, pri čemer je otoček ugasnjen pri vrednosti 0, najmočnejše pa sveti pri vre-



SLIKA 1.

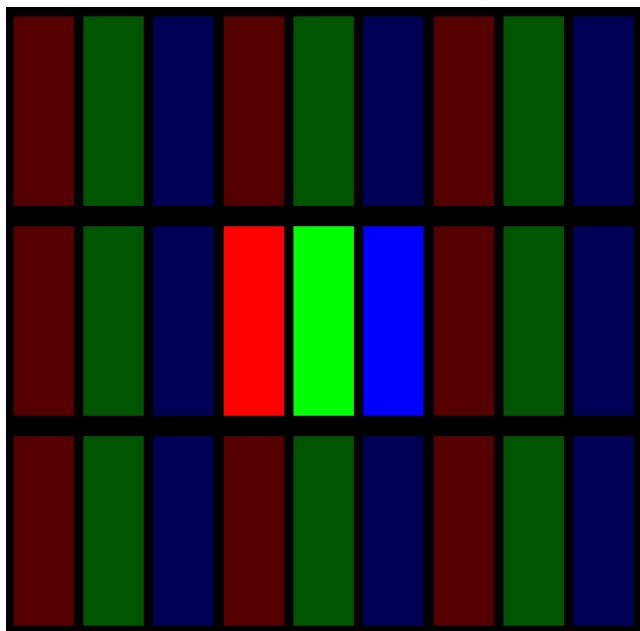
Slika iz termovizijske kamere je prikazana z barvno lestvico na desni, kjer sta navedeni skrajni temperaturi v stopinjah Celzija.

dnosti 255. Pri tem seveda verjamemo, da se je izdelovalcu zaslonov posrečilo izdelati tako natančno napravo. Barvno število B predstavimo takole:

$$B = R + 256Z + 256^2M.$$

Tu R predstavlja svetlost izbranega rdečega otočka, Z zelenega in M modrega. V programu potem izberemo tri bližnje otočke, ki jih imenujemo slikovni element, po angleškem vzoru tudi piksel. Na sliki 2 je prikazan del zaslona, osrednji piksel ima vse tri otočke polno osvetljene, sosednji pa so osvetljeni le deloma. Velikost stranice kvadratnega piksla je pri zaslonu na mojem računalniku 0,25 mm. Barvo piksla določimo tako, da povemo vrednosti za R , Z in M , izračunamo B in ta podatek predamo podprogramu, ki zna komunicirati z zaslonom. Tak podprogram je seveda del programskega jezika, v katerem programiramo računalnik.

Mavrične barve lahko kar dobro prikažemo na zaslonu tako, da prižigamo en ali dva otočka izbranega piksla. Rdečo barvo daje prižgan rdeč otoček, pri ugasnjenih ostalih dveh prav tako dobimo zeleno in modro barvo. Druge mavrične barve dobimo s prižiganjem dveh otočkov, npr. rumeno, s polno prižiganima rdečim in zelenim otočkom pri ugasnjenem modrem, barvo minerala turkiza, torej turkizno ali spet po angleškem vzoru barvo cian, pa s prižganima zelenim in modrim otočkom. Škrlatno barvo,



SLIKA 2.

Trije raznobarvni otočki tvorijo slikovni element ali piksel.

znano tudi kot magenta, podobno vijolični, dobimo s prižganima modrim in rdečim otočkom.

Sedaj je pot do barvne lestvice odprta. Denimo, da bi radi številom v intervalu med 0 in 1 priredili mavrične barve. Interval razdelimo na podintervale, in sicer $[0, \frac{2}{8})$, $[\frac{2}{8}, \frac{3}{8})$, $[\frac{3}{8}, \frac{4}{8})$, ... $[\frac{7}{8}, \frac{8}{8}]$. V prvem podintervalu bomo prižgali le rdeč otoček, in sicer tako, da bo številu 0 ustrezal ugasnjen otoček, številu $\frac{2}{8}$ pa najsvetleje prižgan otoček z $R = 255$. V naslednjem intervalu pustimo prižgan rdeči otoček, postopoma pa prižigamo zelenega od $Z = 0$ do $Z = 255$. V naslednjem pustimo polno prižgan zeleni otoček in ugašamo rdečega do $R = 0$. Potem pri polno prižganem zelenem postopoma prižigamo modri otoček. Tako nadaljujemo do zadnjega podintervala. V vsakem podintervalu tako določimo 256 enakomerno naraščajočih števil. Vsakemu številu pripada povsem določen odtenek mavrične barve. Rdeči, zeleni in modri barvi na zaslonu ustrezajo števila $\frac{2}{8}, \frac{4}{8}$ in $\frac{6}{8}$, rumeni $\frac{3}{8}$, turkizni $\frac{5}{8}$, vijolični pa $\frac{7}{8}$.

Seveda lahko lestvico priredimo tudi kako drugače, da npr. hkrati prižigamo ali ugašamo dva otočka, da je, denimo, svetlost piksla pri vseh barvah na videz enaka. To je pri prikazu gladke funkcije dveh spre-





15

nadaljevanje
s strani

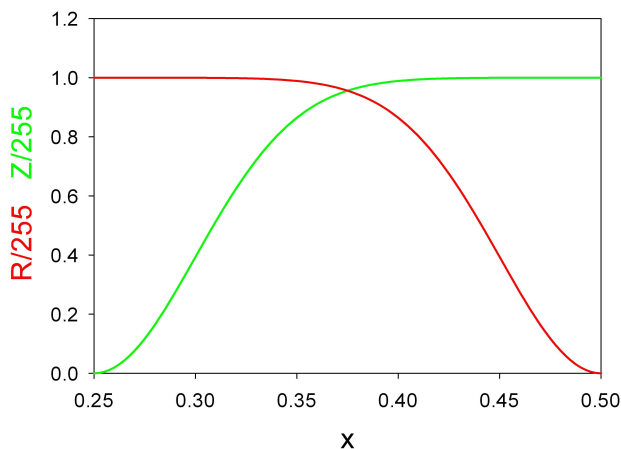
menljivk pomembno, da se oko ne ustavlja na nepomembnih mestih. Bolj »gladko«¹ lestvico smo dobili tako, da smo za prižiganje in ugašanje uporabili funkcijo

$$\blacksquare f = 1 - e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}},$$

kjer je pri $x = 0$ funkcija enaka nič, potem pa ustrezno hitro, glede na izbran parameter σ , preide v 1. Na sliki 3 smo prikazali, kako postopno prižigamo in ugašamo barvne otočke v intervalu $[\frac{1}{4}, \frac{1}{2}]$, kjer postopoma ugašamo rdeči otoček in prižigamo zelenega. Na levem koncu intervala imamo tako polno prižgan rdeči otoček in ugasnjen zeleni in modri otoček, na desni pa polno prižgan zeleni ter ugasnjena rdeči in modri otoček. Paramater σ izberemo tako, da je lestvica na pogled kar se da »gladka«, mi smo izbrali vrednost $\sigma = \frac{1}{20}$.

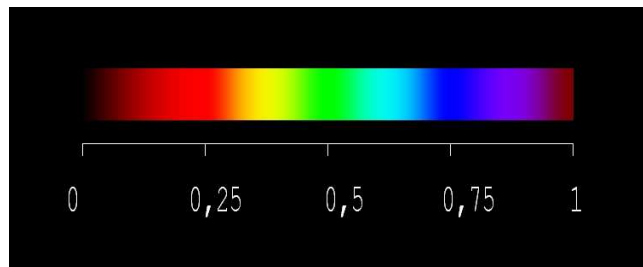
Na sliki 4 vidimo barvno lestvico, ki smo jo uporabili pri naslednjih slikah. Z izbranim parametrom σ je lestvica videti dovolj gladka in nima izrazitejših svetlejših ali temnejših prog, vmesne barve, rumena, turkizna in vijolična pa so dovolj izrazite.

Najprej smo lestvico preizkusili pri risanju mavrice, ki jo dobro poznamo. Na sliki 5 je prikazan naš mavrični lok, ki je seveda preveč izrazit, če ga primerjamo z lokom v naravi. A barve v mavrici se kar dobro prelivajo druga v drugo.



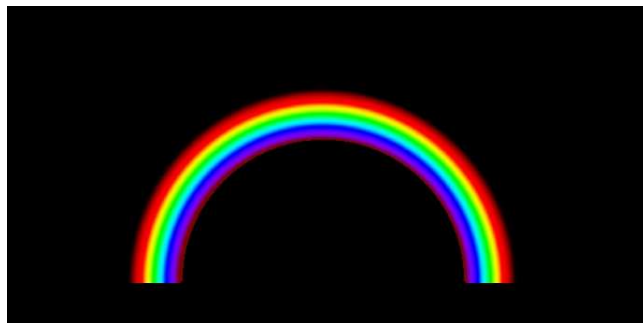
SLIKA 3.

Ugašanje-prižiganje



SLIKA 4.

Barvna lestvica



SLIKA 5.

Mavrični lok

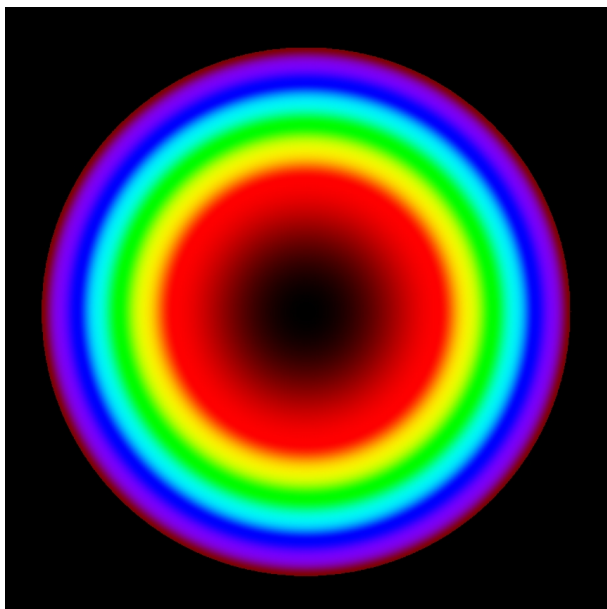
Slika 6 prikazuje paraboloidno ploskev, ki jo opiše enačba

$$\blacksquare z = x^2 + y^2.$$

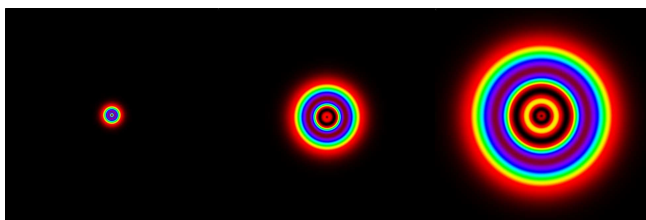
Tu je z barvno lestvico v intervalu $[0, 1]$ prikazana koordinata z te ploskve.

Na naslednji sliki smo z lestvico prikazali verjetnosti, da pri vodikovem atomu na dani oddaljenosti od protona naletimo na elektron. Na sliki 7 je atom v osnovnem stanju (levo), v prvem (na sredi) in drugem vzbujenem stanju (desno). Vidimo, da se vzbujeni atom precej poveča in da na določenih oddaljenostih elektrona ne zasledimo. Vijolična barva tu nakazuje razdaljo, kjer bi v miselnem poskusu z zelo drobno sondo najpogosteje zasledili elektron.

www.obzornik.si

**SLIKA 6.**

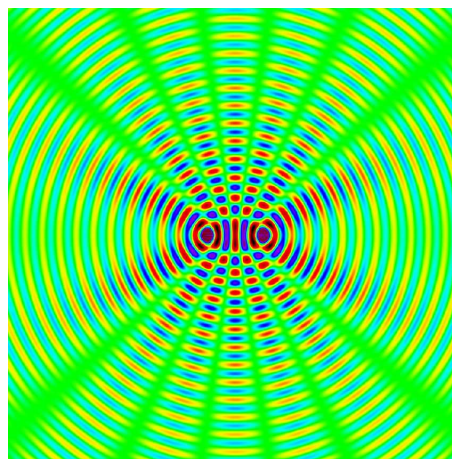
Paraboloidna ploskev

**SLIKA 7.**

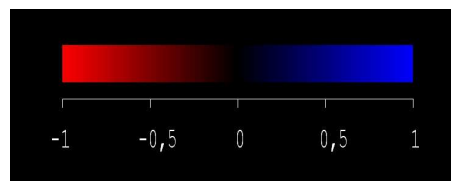
Vodikov atom – osnovno stanje 1s, prvo vzbujeno 2s, drugo vzbujeno 3s.

Barvna lestvica poživi slike valovanj na gladini, tako vidimo na sliki 8 interferenčno sliko valovanja iz dveh koherentnih virov.

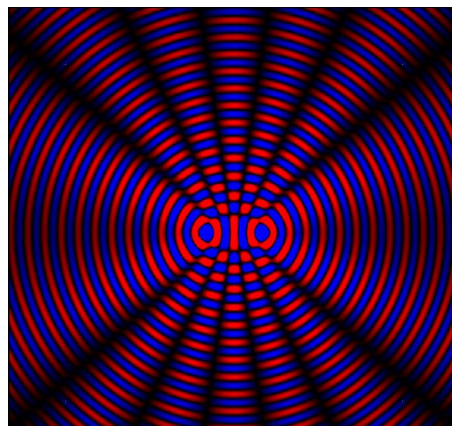
Barvno lestvico lahko tvorimo le iz dveh barv, kar pride prav pri prikazu tako pozitivnih kot negativnih števil. Na sliki 9 je taka lestvica z rdečo in modro barvo, kjer predstavlja svetla rdeča barva število -1 , svetla modra 1 , črna pa število 0 . S tako izbrano lestvico smo na sliki 10 spet prikazali valovanje iz dveh koherentnih virov; to pot je slika nekoliko manj pisana.

**SLIKA 8.**

Valovanje na gladini iz dveh koherentnih virov

**SLIKA 9.**

Dvobarvna lestvica z rdečo in modro barvo

**SLIKA 10.**

Valovanje na gladini iz dveh koherentnih virov, predstavljeno z dvobarvno lestvico.

× × ×