

PRIČARAJMO PROSTORSKO SLIKO

ANDREJ LIKAR

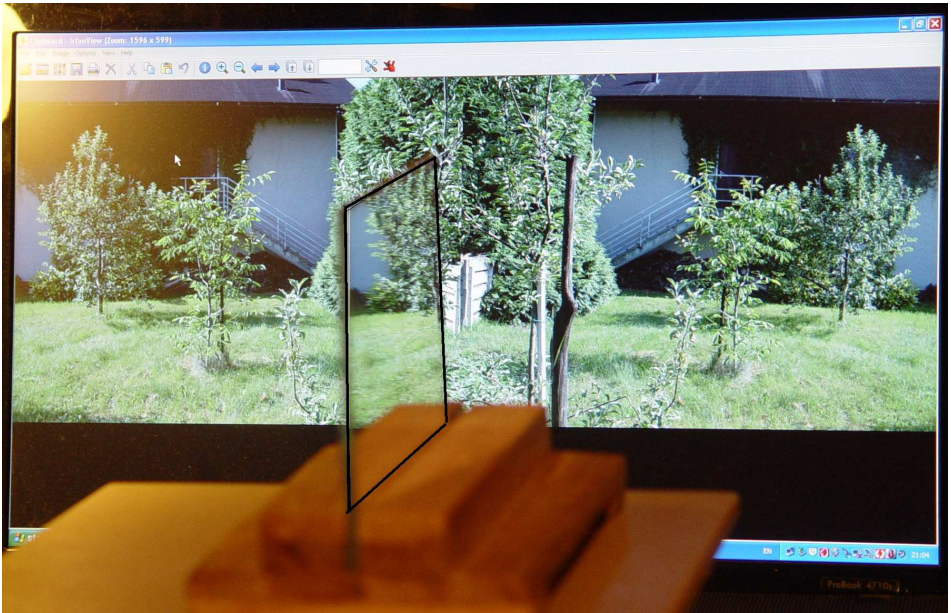
Fakulteta za matematiko in fiziko
Univerza v Ljubljani

V šoli smo obravnavali sestavo očesa in njegovo optiko. Prav malo pa smo izvedeli o očeh, čeprav gledamo v svet z dvema očesoma. Oči povedo več kot posamezno oko, saj se sliki na mrežnicah razlikujeta. Prav na tej razliki dobro presodimo oddaljenost predmetov, ki so blizu nas. To je za orientacijo v prostoru zelo pomembno. Tudi zveri, primati, plazilci . . . , torej lovci, imajo oči postavljene tako, da lahko hkrati gledajo eno samo točko v prostoru. Rastlinojedci, na primer zajci ali srne, tega ne morejo, pri njih je pač pomembneje opazovati čim širšo okolico, da ne postanejo plen zverem.

Prostorsko sliko lahko pričaramo tako, da poskrbimo, da vsako oko vidi malo drugačno sliko. Seveda morata pri tem biti sliki popolnoma usklajeni. Pri prostorski fotografiji za to poskrbita dva fotografska aparata, ki sta usmerjena v isto točko, najpogosteje na oddaljenem horizontu. Amaterji pa posnamemo dve sliki z enim fotoaparatom, poskrbeti moramo le, da je objektiv v obeh primerih usmerjen v isto, nekoliko oddaljeno točko prostora ter premaknjen v vodoravni ravnini za kakih deset centimetrov. Danes je taki fotografiji mogoče prenesti na računalniški zaslon drugo poleg druge in ju nato z ogledom z zrcalom ali prizmo »zlitii« v eno, glej sliko 1. Z levim očesom, denimo, gledamo levo sliko na zaslonu, z desnim pa prek odboja na zrcalu zrcalno obrnjeno desno sliko. Z malo vaje se prav osupljivo prikaže iluzija prostorske globine.

Če sta sliki primerno skupaj, ju poskusimo opazovati z bolščanjem, da si pričaramo prostorski vtis. Za kaj takega potrebujemo nekaj več vaje, saj smo vajeni z obema očesoma gledati v isto točko prostora, torej vedno malo škilimo, tem bolj, čim bliže je ta točka. Pri bolščanju pa moramo doseči, da desno oko vidi desno sliko, levo pa levo, ki sta seveda razmaknjeni. Sliki gledamo nekako tako, kot bi bili zelo daleč, izostriti pa ju moramo na mestu, kjer pač sta. Ker sta izostritev slike in škiljenje pri običajnem gledanju trdno povezana, ju moramo z vajo razrahljati – oči gledajo oddaljen predmet, posamezno oko pa mora pri tem izostriti sliko, ki je blizu.

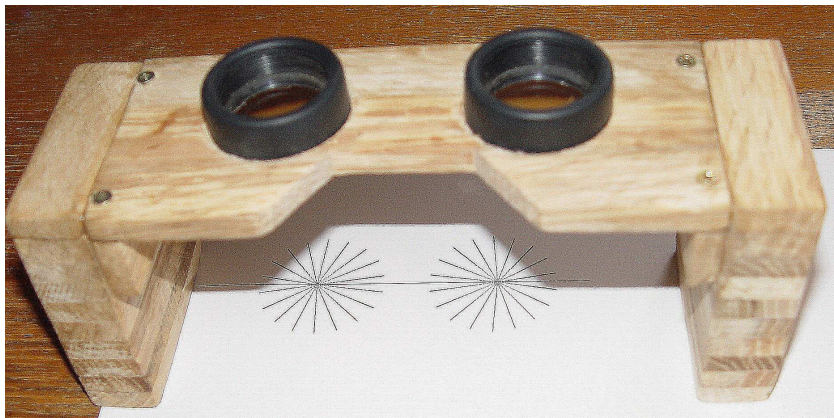
Tako prirejeni sliki imenujemo stereogram. Računalniško izrisanih najdemo v obilju na spletu, prav imenitne pa v knjižici Boruta Jurčiča Zlobca z naslovom Stereogrami (izdala založba Math d. o. o., 1994).



Slika 1. »Zamaknjeni« fotografiji posnamemo in ju prenesemo v računalnik. Sliki za levo in desno oko postavimo vstřic na zaslon in ju zlijemo v eno z zrcalom ali prizmo. Pri tem z levim očesom opazujemo levo sliko, z desnim pa desno v zrcalu. Zrcalo počasi vrtimo, da se sliki zlijeta v eno. Sliko za desno oko še prej zrcalno obrnemo, da je zrcalna slika potem pravilna. Pri taki pripravi posnetih slik pridejo zelo prav grafični programi (npr. IrfanView).

Ločeni sliki v hipu zlijemo v eno s stereoskopom. Primerno razmaknjeni zbiralni leči pred očmi poskrbita, da gledata očesi vsako svojo sliko na primerni oddaljenosti. Tako izostrimo sliki brez napora. Skozi leči lahko takoj zaznamo in opazujemo prostorsko sliko. Stereoskop je preprosta naprava, lahko jo izdelamo tudi sami. Na sliki 2 je prikazan tak izdelek. Leči sta bili del zavrženega manjšega daljnogleda, ohišje pa je leseno. Razdalja med lečama naj bo čim bližje zenični razdalji e opazovalca (pri nas 6,5 cm).

Sliki, ki skozi stereoskop pričarata prostorsko sliko, si lahko izdelamo tudi sami. Na sliki 3 se točka A s koordinatami x_A, y_A in z_A , kot jo vidimo skozi stereoskop z levim očesom, preslika v točko A_L na ravnini papirja s koordinatama x_{A_L}, y_{A_L} . Levo oko vidi sliko točke A_L na mestu točke A . Prav tako se točka A za desno oko preslika v A_D na papirju. Poljubno sliko sestavimo iz množice točk A , na papirju pa dobimo ustrezni sliki za levo in desno oko. Seveda najprej delamo z računalniškim zaslonom namesto s papirjem, šele nato sliko v ustreznem razmerju prenesemo na papir.



Slika 2. Stereoskop iz domače delavnice.

Čeprav bi zgornji opis vnetemu računarju povsem zadoščal, da bi si lahko sam izdelal program za risanje stereogramov, le navedimo nekaj enačb, ki prevedejo poljubno točko A v točki A_L in A_D na papirju. Na sliki 3 je prikazana projekcija celotne postavitve v smeri osi y . Slika razjasni oznake količin in nakaže zveze med njimi. Iz podobnih parov trikotnikov LOA_L in $LL'A$, LPA_L in LSA ter LOB in $L'OC$ razberemo za koordinato x naslednji razmerji:

$$\frac{x + \alpha}{x_{A_L}} = \frac{D - z}{l}, \quad (1)$$

$$\frac{\alpha}{D - l - z} = \frac{e/2}{l}. \quad (2)$$

Za koordinato y niti ne potrebujemo nove slike, hitro uvidimo razmerje:

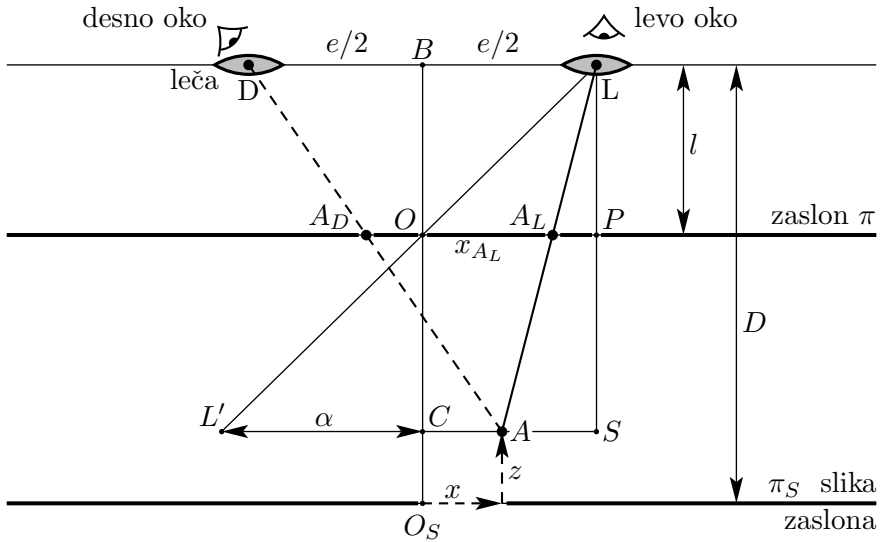
$$\frac{y}{y_{A_L}} = \frac{D - z}{l}. \quad (3)$$

Zvezo med razdaljama D in l podajata zbiralni leči, ki imata goriščno razdaljo f , in sicer:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{l} - \frac{1}{D}, \quad (4)$$

ker štejemo razdaljo D kot pozitivno. Ta razmerja veljajo tudi za desno oko, le da namesto pozitivnega $e/2$ pišemo tam $-e/2$.

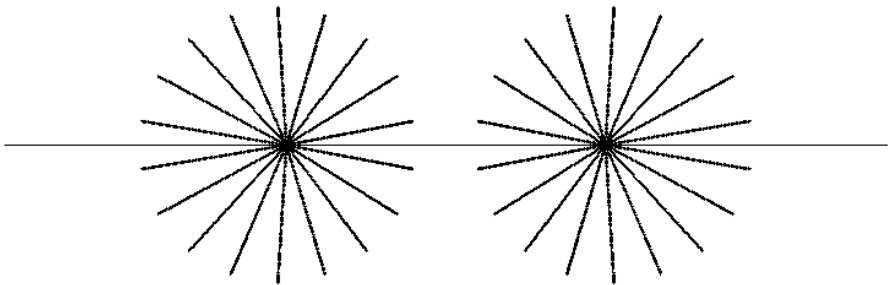
Sedaj se lahko lotimo risanja stereograma. Izberemo si kakšno zanimivo ploskev, jo prekrijemo s točkami A s koordinatami x , y , z , izračunamo ustrezne koordinate x_{A_L} , y_{A_L} , x_{A_D} , y_{A_D} in jih izrišemo. Koordinatni izhodišči



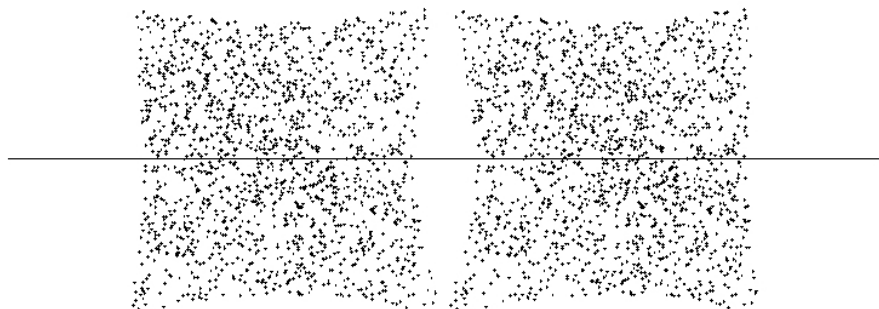
Slika 3. Preslikava točke A na ravnino papirja za levo in desno oko. Točko A_L vidi levo oko na mestu točke A , točko A_D pa desno oko prav tam. Druge označene točke potrebujemo pri izpeljavi povezave med koordinatami točke A z ordinato x_{A_L} .

sta, kot razberemo s slike, O in O_S . Pri prenosu na papir si pomagamo s kako posebej izbrano točko A (najpreprosteje kar s koordinatnim izhodiščem O_S) in razmerje slik na zaslonu in papirju določimo tako, da razdalja na papirju med ustreznima točkama x_{A_L} in x_{A_D} ustreza izračunani.

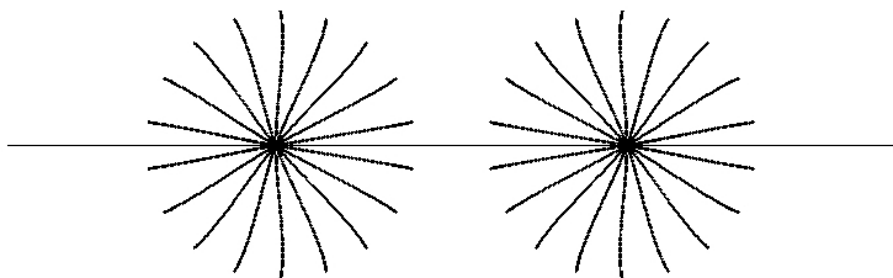
Na slikah 4–7 smo za neučakane narisali nekaj stereogramov. Naš stereoskop ima leči z goriščno razdaljo $f = 12,7$ cm, razdalja D pa je pri tem udobnih 40 cm.



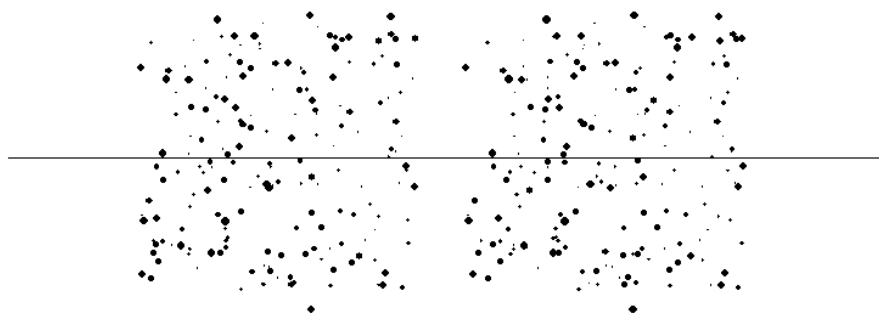
Slika 4. Stereogram stožca.



Slika 5. Točke na paraboloidni ploskvi.



Slika 6. Sombbrero.



Slika 7. Zvezde v prostoru. Pri tem stereogramu porabimo kar nekaj časa, da dojamemo smiselno sliko.