

Uvod v Fizikalna merjenja

Kaj pravi SSKJ?

V Slovenščini ima beseda *meriti* več različnih pomenov. Za nas relevantna sta:

- *ugotavljati, določati, koliko dogovorjenih enot kaj obsega, vsebuje*
- *ocenjevati, vrednotiti*

Ocenjevanje razdalj in Cvetkov navdih iz narave

Če vzamemo za primer ocenjevanje razdalj se lahko hitro zavedamo, na kako širokem razponu znamo to početi. Dandanes znamo dobro ocenjevati razdalje na astronomskih skalah in potem vse do mikro skal. Dean Cvetko ima še posebej rad primere iz narave tako da si ju oglejmo.

Dober plenilec: Kameleon

Primer kameleonovega plena je muha. Sklepamo lahko, da mora kameleon oceniti razdaljo do muhe na približno $\Delta x = 100 > \mu\text{m}$. Sicer bi muho zgrešil ali pa bi zalepil svoj lepljiv jezik na steno kjer je sedi muha. Kaj mu omogoča, da to oceni tako natančno?

Stereoskopsko gledanje [Glej skice v zvezku]

Če označimo, da je razdalja med njegovimi očesi d in je ostri kot pri muhi φ , torej navidezni kotni premik, lahko oceni razdaljo kot:

$$r = \left(\frac{d}{\varphi} \right)$$

Znanstveniki so mu zaprli eno oko z zaslonko in je še vedno zadel, tako da to ni mehanizem, ki mu to omogoča.

Akomodacija leče [Glej skice v zvezku]

Znanstveniki so na koncu ugotovili, da kameleon zgreši svoj plen če so mu dali leče pred oči. Spomnimo se enačbe za leče:

$$\frac{1}{a} = \frac{1}{f} - \frac{1}{b}$$

Kameleon ima razdaljo b fiksirano v očeh. Goriščno razdaljo f pa lahko spreminja in jo čuti. S tem lahko oceni razdaljo do plena a .

Apex predator: Netopir

Netopir ima aktivni sonar. Z njim lahko ugotovi \vec{r} , \vec{v} in sestavo plena. Poglejmo si mehanizme.

Stereoskopsko poslušanje lege [Glej skice v zvezku].

Preko zakasnitve med levim in desnim ušesom pride v nevronske verige za ušesi ojačitve na ne-simetričnem mestu (torej ne na sredini). Tako lahko predator ugotovi smer iz katerega je prišel zvok.

Meritev razdalje preko "zakasnitvene linije"

Zvok se giblje s enakomerno hitrostjo $c = 340 > \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Pomembno je potem, da ima tudi modelski sistem enako dinamiko, torej enakomerno gibanje. Signal, ki je namenjen glasilkam netopirja se pošlje na t.i. zakasnitveno linijo (delay line), kjer signal potuje z neko hitrostjo v . Njegovo uho pa posluša za odboj na trenutni liniji (prompt line). Ko bo zaslišal odboj se bosta signala trenutne linije in zakasnitvene linije nekje ujela in tamkajšnji nevron bo 2x prožen. Preko znane hitrosti potovanja signala na zakasnitveni liniji v in minulega časa, lahko netopir oceni razdaljo.

Prvi način sonarja: Tipanje na daleč

Netopir v prostor pošilja ultrazvočne sunke. Pošlje jih okoli 200 na sekundo. Vsak sunek traja reda $\approx 10 > \text{ms}$.

Drugi način sonarja: FM sunki

Netopir zažvižga celo oktavo, torej od ν_0 do $2\nu_0$. Ker je absorpcija močna funkcija ν dobi nazaj nekoliko "pohabljen" valj, ne več lepo škatlico, kot jo je poslal. Preko tega dobi sestavo. V resnici je ta škatlica sestavljena iz krajših sunkov, ki trajajo okoli $\approx 0.2 > \text{ms}$. Vmes pa čaka na odboj.

Tretji način: Kombinacija

V tretjem načinu kombinira prvi in drugi način. Verjetno je to za iskanje plena, ampak to le sklepam.

Četrti način: Dopplerjev premik

Preko Dopplerjevega premika sunkov lahko ugotovi hitrost tarče.

$$\nu = \nu_s \left(1 + 2\frac{v}{c}\right)$$

Povezava med realnim in modelskim sistemom

V primeru netopirja smo videli, da velja v realnem sistemu dinamika:

$$S = ct$$

V modelskem sistemu pa: $S_M = vt$

Tu je pomembno, da opazimo, da je dinamika enaka. S_M je *berljiva količina* (pomeni, da lahko ob vsakem primeru lahko pogledamo koliko je). Povezavi med sistemoma rečemo **senzor**. V temu primeru je senzor uho. Pomembno je, da senzor nima znatnega vpliva na realni sistem.