

**Laboratorijske vaje 4**

Scilab - pomoč:

- `xcorr(x,N)`; avtokorelacija, N je število različnih odmikov ( $l = -N..N$ )
- `xcorr(x,y,N)`; križna korelacija, N je število različnih odmikov (x se pomika!,  $l = -N..N$ )
- `x=loadwave('ime.wav')`, `s_play(x,Fs)`, `x=s_record()`; ...
- `y=convol(h,x)`

**1. Avtokorelacija**

$$r_{xx}(l) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n+l)x(n) \quad l = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

- posnemite samoglasnik (`x=s_record()`); lahko tudi uporabite posnetka 'aaa.wav' in 'iii.wav'.
- s pomočjo avtokovariance poskušajte določiti osnovno frekvenco (poskušajte tudi z izgovorjavo pri višji frekvenci) `a=xcorr(x,št_odmikov)`;

**2. Križna korelacija**

$$r_{xy}(l) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n+l)y(n) \quad l = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad (\text{kot } x \text{ naj bo paket})$$

- **poenostavljen pulzni radarski sistem** ( $F_s=1$  MHz) – glejte tudi prilogo
  - paket – najmanjša celota signala, ki se oddaja
  - prejeti signal je zamaknjen in moten oddajni signal
  - v 'radar.dat' se nahajajo paket in 3 pari oddanih in prejetih signalov (`paket,sentx,recx,x=1,2,3`).
  - določite oddaljenost objektov v teh primerih oz. ali je sploh prišlo do odboja.
  - Dodatno gradivo : <http://en.wikipedia.org/wiki/Radar>
- **ugotavljanje odmeva**
  - posnemite kratek izsek govora ( $F_s=22050$ Hz); lahko tudi uporabite posnetek 'danes\_je\_lep\_dan.wav'.
  - signalu dodajte odmev z zakasnitvijo 136.054ms in amplitudo 0.6 (lahko se oprete na dodajanje odmeva na prejšnjih vajah).
  - iz dobljenega signala poskušajte s pomočjo križne in avto kovariance ugotoviti podana parametra odmeva in rezultate primerjajte.

Viri, zanimivosti :

- Prikaz križne korelacije: <http://www.youtube.com/watch?v=qhFr1ZmWpzs>
- Splošno o radarjih : <http://en.wikipedia.org/wiki/Radar>
- Simulacija »Dopplerjevega radarja« : <http://cnx.org/content/col10257/latest/>

Zanimivo:

- Detektor osnovne frekvence v Flash-u :
  - <https://gerrybeauregard.wordpress.com/2013/04/30/pitch-detection-in-flash/>

### Praktični primer 1: Simulacija zvoka v različnih akustičnih prostorih

Poskušajte simulirati različne akustične prostore. Uporabite zvočni posnetek »runaway«, ki smo ga do sedaj že uporabili. Nekatere zanimive merjene odzive na enotin impulz<sup>1</sup> najdete na naslednjih naslovih:

<http://pcfarina.eng.unipr.it/Public/IMP-RESP/Basilica%20di%20Foligno/FOLIG22K.WAV>

Še nekaj ostalih virov izmerjenih odzivov na enotin impulz:

<http://pcfarina.eng.unipr.it/Public/IMP-RESP/>

<http://www.acoustics-engineering.com/dirac/examples.htm>

<http://www.samplicity.com/bricasti-m7-impulse-responses/>

[http://www.cksde.com/p\\_6\\_250.htm](http://www.cksde.com/p_6_250.htm)

Ostali viri :

<http://www.angelfire.com/music2/davidbundler/acoustics.html>

[http://www.acoustics.salford.ac.uk/acoustics\\_info/concert\\_hall\\_acoustics/](http://www.acoustics.salford.ac.uk/acoustics_info/concert_hall_acoustics/)

### Praktični primer 2: Zvočni iskalnik s pomočjo križne korelacije

S pomočjo križne korelacije lahko poiščemo pojavitev nekega znanega dela signala v nekem neznanem signalu. Na e-učilnici se nahaja datoteka »zvocni\_iskalnik\_primer.zip«, ki vsebuje:

- Posnetek 3D zvočne scene – »Generated\_Rain\_Scene\_8000.wav«.
- Posnetek zvočnega detajla, ki ga bomo iskali – »Cuckoo\_mono\_8000\_detajl.wav«.

Če izvedete križno korelacijo (ali kovarianco) na obeh kanalih, dobite sliko 1. Na njej je najprej prikazan signal, ki ga iščemo (zvok kukavice) in nato vrednosti križne korelacije med omenjenim signalom in obema kanaloma celotne zvočne scene (stereo signal). Pri tem vrednosti križne korelacije prikažemo v odvisnosti od časovnega zamika (in ne od zamika v vzorcih kot običajno). Iz obeh grafov lepo vidimo, kje se nahajajo zvoki kukavice v zvočni sceni na obeh kanalih.

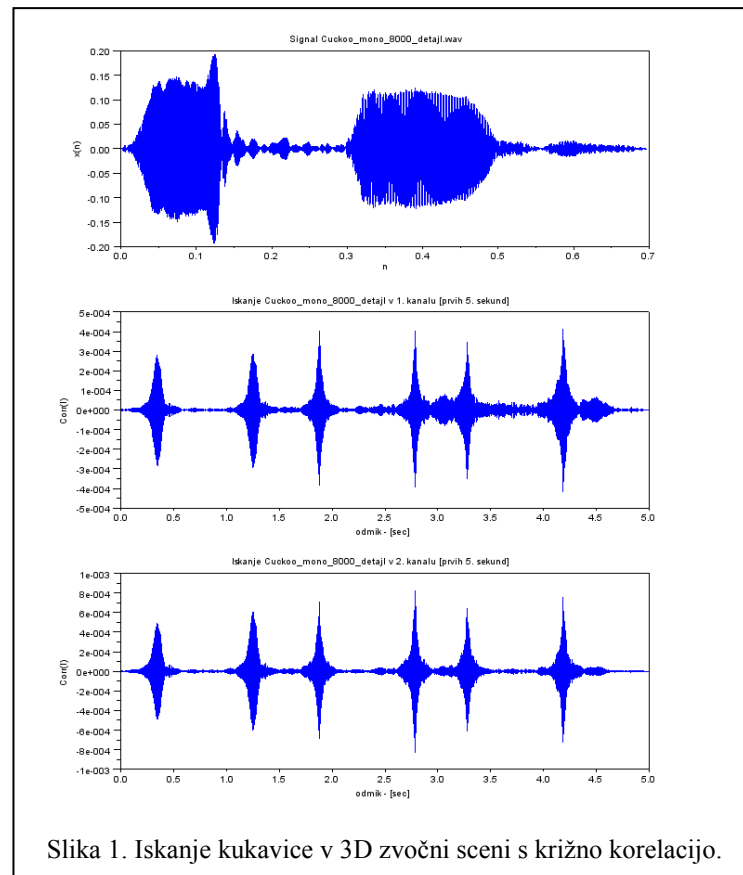
Naloge:

- a. Zvočno sceno poslušajte s slušalkami. Dobite občutek prostorskega zvoka ?
- b. S pomočjo programa Audacity in predvajanjem posameznih delov signala preverite, ali se zvok kukavice res nahaja na prikazanih pozicijah v zvočni sceni.

Če boste zvočno sceno poslušali s kvalitetnimi slušalkami, boste dobili občutek prostorskega zvoka. Bistvo te tehnologije je ta, da naši ušesi slišita nekoliko različen signal in na ta način lahko pričramo prostorski občutek, ki ga sicer poslušalci imamo.

Več o tehnologiji 3D zvoka boste zvedeli na enih od naslednjih laboratorijskih vaj in dodatnem gradivu na e-učilnici. Na podoben način bi lahko iskali tudi pojavitev posamezne note v melodiji...

<sup>1</sup> Posneti so z različnimi frekvencami vzorčenja.



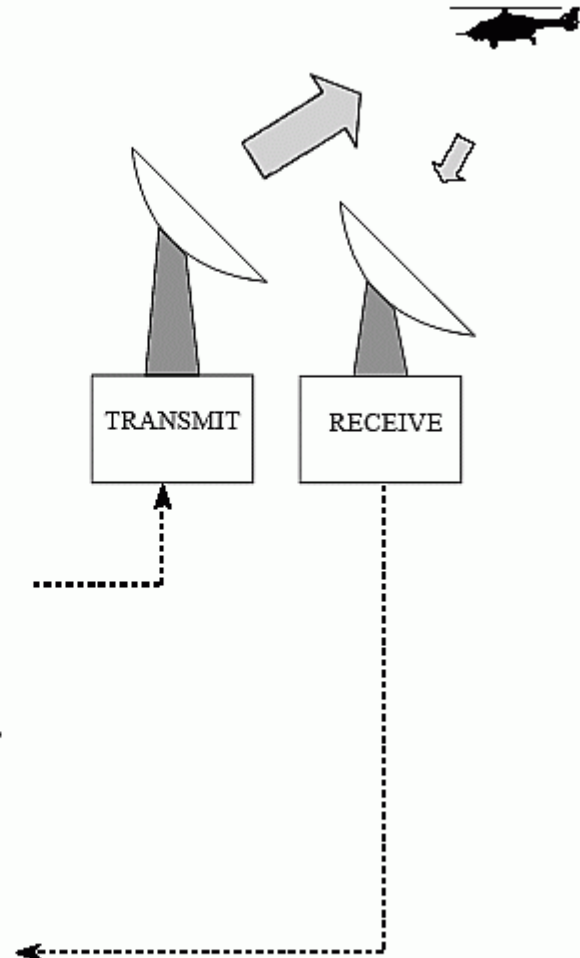
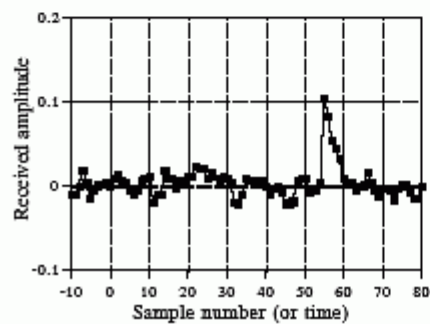
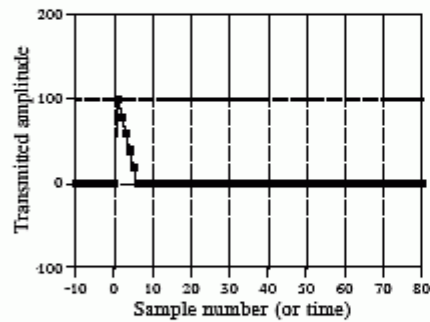
Slika 1. Iskanje kukavice v 3D zvočni sceni s križno korelacijo.

Priloga: Slike na temo pulznega radarja in križne korelacije

Vir: <http://www.dspguide.com/ch7/3.htm>

FIGURE 7-13

Key elements of a radar system. Like other echo location systems, radar transmits a short pulse of energy that is reflected by objects being examined. This makes the received waveform a shifted version of the transmitted waveform, plus random noise. Detection of a known waveform in a noisy signal is the fundamental problem in echo location. The answer to this problem is *correlation*.



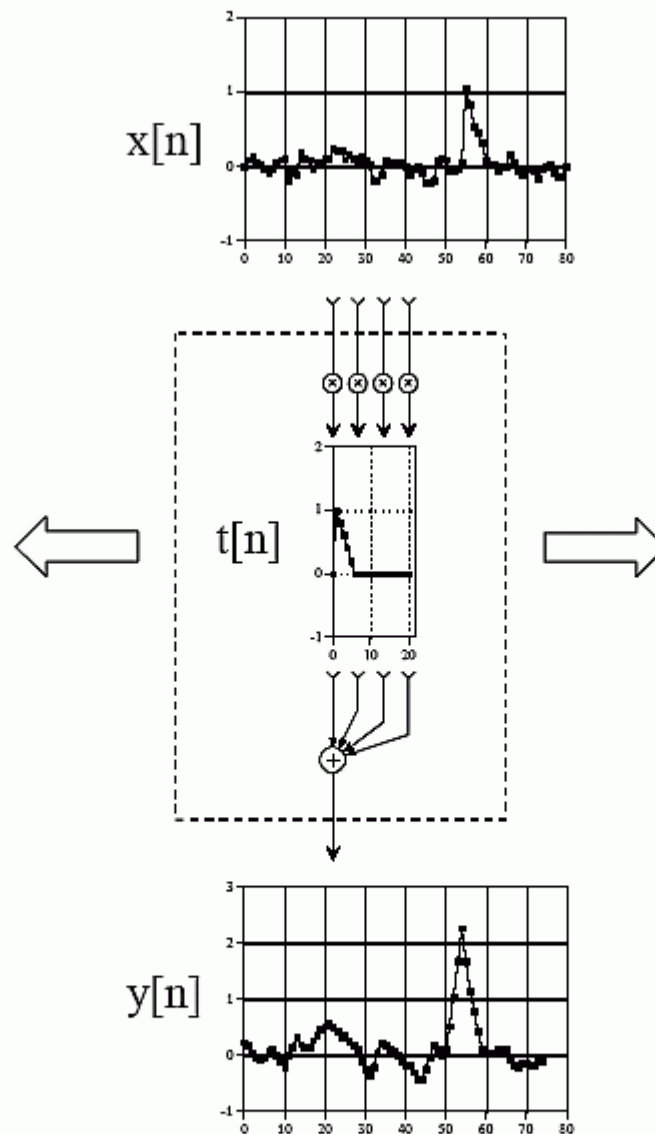


FIGURE 7-14

The correlation machine. This is a flowchart showing how the cross-correlation of two signals is calculated. In this example,  $y[n]$  is the cross-correlation of  $x[n]$  and  $r[n]$ . The dashed box is moved left or right so that its output points at the sample being calculated in  $y[n]$ . The indicated samples from  $x[n]$  are multiplied by the corresponding samples in  $r[n]$ , and the products added. The correlation machine is identical to the convolution machine (Figs. 6-8 and 6-9), except that the signal inside of the dashed box is *not* reversed. In this illustration, the only samples calculated in  $y[n]$  are where  $r[n]$  is fully immersed in  $x[n]$ .