

SPRACOVANIE SIGNÁLOV Z PRENOSNÉHO RADARU

doc. Ing. Jozef TKÁČ, PhD.

Akadémia ozbrojených síl
Katedra elektroniky
Liptovský Mikuláš

Anotácia

Zaujímavé sa dnes ukazuje využitie prenosných analógových radarov pre potreby identifikácie pozemných objektov, ochranu objektov alebo biologickú ochranu letísk za predpokladu ich modernizácie a implementácie číslicových metód spracovania signálu.

Pre návrh metód číslicového spracovania signálov a pre ich konečnú implementáciu v konkrétnom zariadení je vhodný moderný programový produkt Matlab. V článku je uvedené využitie Matlabu v procese zberu a spracovania signálov prenosného radaru a vyhodnotenia možnosti detekcie radaru pri sledovaní malých objektov.

ÚVOD

Zrážky lietadiel s vtákmi predstavujú celosvetový problém. K zníženiu rizík zrážok lietadiel s vtákmi môžu prispieť znalosti o ornitologickej situácii na letiskách a letových trasách. Jedná sa predovšetkým o zistenie, ktoré druhy vtáctva sú nebezpečné pre leteckú činnosť, kde a v ktorej dobe sú zvlášť nebezpečné. Nebezpečnosť vtákov pre leteckú činnosť sa predovšetkým zvyšuje v dobe ich migračných ťahov, kedy vtáčie druhy zimujúce mimo územia Slovenska odlietajú, alebo sa na zimovisko vracajú. Zvlášť sa to týka vtáčích druhov, ktoré majú veľkú hmotnosť alebo migrujú vo veľkých krídľoch.

Výrazný technický pokrok v oblasti informačných technológií vytvára priaznivé podmienky pre rozvoj metód získavania a spracovania dát o ornitologickej situácii na letiskách a v ich blízkom okolí. Jedným z možných prístupov je využitie ľahkých prenosných radarov na vytvorenie siete, ktorej úlohou by bolo nepretržité monitorovanie okolia letiska so zameraním na výskyt osôb, techniky a vtáctva. Kvalitné a včasné vyhodnotenie takto získaných dát môže značne prispieť k bezpečnosti leteckej prevádzky vo vojenských i civilných podmienkach.

Súčasný stav a technické charakteristiky ľahkých bojiskových radarov neumožňujú ich plnohodnotné využitie v ozbrojených silách SR. Perspektívnym sa ukazuje využitie týchto prostriedkov pre potreby biologickej ochrany letísk, ochrany objektov alebo identifikácie pozemných objektov za predpokladu ich modernizácie a implementácie číslicových metód spracovania signálu [1], [2].

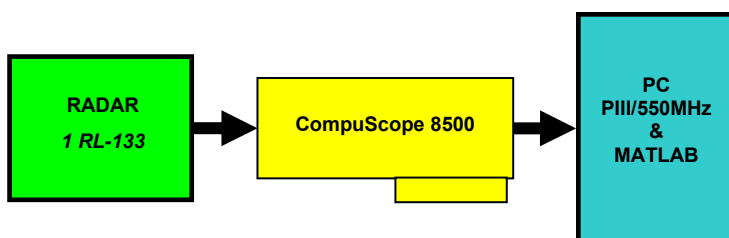
Analýza možností číslicového spracovania rádiolokačných dát ukazuje na niekoľko spôsobov technickej modernizácie. Jedným z efektívnych spôsobov je využitie komerčných výpočtových prostriedkov s príslušnou technickou a programovou podporou.

MERACIE PRACOVISKO PRE ZÁZNAM SIGNÁLOV

Spracovanie signálov prenosného impulzového radaru 1 RL-133 (PSNR-5) pracujúcom v pásme K_u , znázornenom na obr. 1, je realizované na meracom pracovisku zapojenom podľa schémy na obr. 2. Meracie pracovisko zabezpečuje digitalizáciu radarových signálov uvedeného analógového radaru, archiváciu digitalizovaných signálov a ich spracovanie s využitím navrhnutých metód spracovania pre stanovený typ úloh.



Obr. 1. Radar 1 RL-133



Obr. 2. Zapojenie meracieho pracoviska

Základné technické parametre radaru 1 RL-133 sú uvedené napr. v [3] a parametre digitalizačnej karty v tab. 1. Výsledkom využitia karty CompuScope 8500 a knižníc pre operačný systém Windows v prostredí MATLAB je jednoduchý kód, ktorým je zabezpečené periodické snímanie signálov z amplitúdového a fázového detektora radaru. Softvér umožňuje nastaviť okamžik zahájenia a ukončenia záznamu signálu pre zvolenú vzorkovaciu frekvenciu signálu.

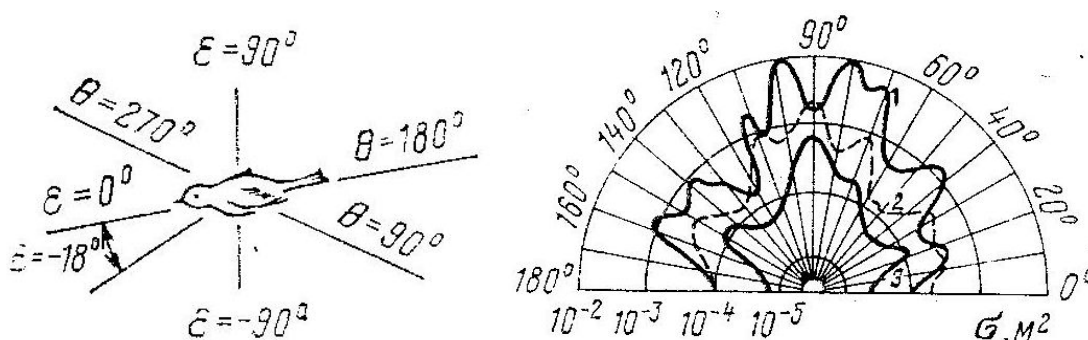
Tab. 1. Technické charakteristiky digitalizačnej karty

CompuScope 8500	Parametre
Maximálna vzorkovacia frekvencia	500 Ms/s
Rozsah vstupného napätia U_{vst}	± 1 V
Počet bitov	8
Pamäť	2 MB
Šírka pásma	250 MHz
Podpora	Matlab, C/C++, LabVIEW

EFEKTÍVNA ODRAZNÁ PLOCHA VTÁKOV

Vtáci v porovnaní s lietajúcimi objektmi, ako napr. lietadlami, vrtuľníkmi, alebo pozemnými pohyblivými objektmi sú reprezentované príliš malou efektívnou odraznou plochou. Typické odrazné plochy sú nasledujúce: raketa 0,5 m², taktické lietadlo 5 – 100 m², bombardér 10 – 1000 m².

Pri pozorovaní vtákov v cm vlnovom pásme 70 % je elektromagnetickej energie odrážané od trupu, zbytok energie je pohltené operením [4]. Dielektrická zložka peria v cm vlnovom pásme je 1,34. Priebeh efektívnej odraznej plochy niektorých vtákov v uvedenom vlnovom pásme je znázornený na obr. 3. Z uvedeného vyplýva, že priebeh sa dynamicky mení a najväčší odraz získame zo strany krídla.



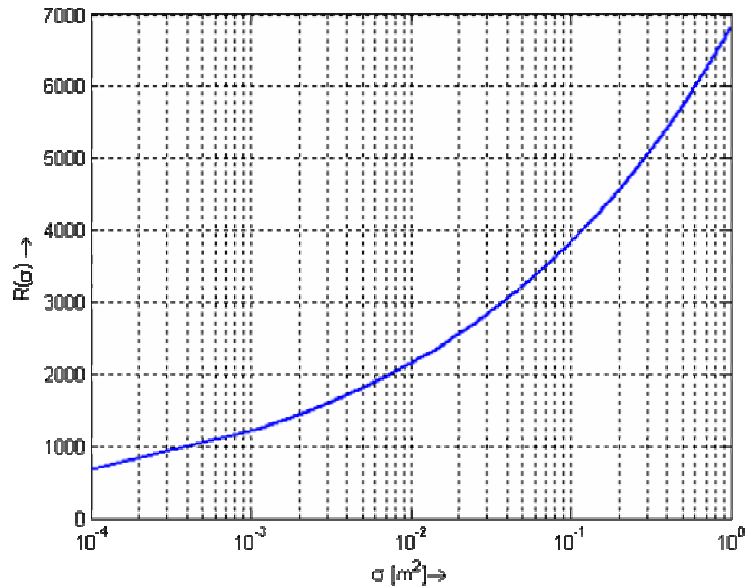
Obr. 3. Efektívna odrazná plocha vtákov: 1 – holub, 2 – škorec, 3 - vrabec

Maximálnu diaľku R , na ktorej sme schopní detekovať objekt, v našom prípade vtákov s danou efektívnou odraznou plochou môžeme vyjadriť pomocou vzťahu:

$$R = \sqrt[4]{\frac{P_t G^2 \lambda^2 \sigma}{(4\pi)^3 P_{r_{\min}}}} \quad (1)$$

kde P_t je vysielaný impulzový výkon, G je zisk antény, λ je vlnová dĺžka, $P_{r_{\min}}$ je min prijatý výkon a σ je efektívna odrazná plocha pozorovaného objektu. Teoretický dosah, resp. diaľka zistenia na efektívnu odraznú plochu v rozsahu 10⁻⁴ až 10⁰ m² je uvedený na obr. 5.

Pre uvažovanú efektívnu odraznú plochu $\sigma = 10^{-3}$ m², t.j. odrazná plocha holuba je teoretická diaľka zistenia 1,21 km. Niektoré praktické hodnoty a výsledky merania sú uvedené v [5].



Obr. 4. Detekčná diaľka pre malé objekty

PROGRAM PRE NAČÍTANIE SIGNÁLU

Nasledujúci program v prostredí Matlab zabezpečuje načítanie rádiolokačných signálov pomocou karty ComputeScope.

```
% GageScope pre Matlab + filter + Plot
clear
close

% Globalne premenne
global Header
global filename
filename = 'meno_suboru.sig';
fid = fopen(filename, 'r');

% Nacita header
Readhead
a = 1:Header.trigger_depth;
fstatus = fseek(fid, 512, 'bof');
perioda=Header.trigger_depth
frekvencia=50000000/Header.resolution
pocperiod=Header.sample_depth/Header.trigger_depth
if Header.resolution == 0
    a = fread(fid, Header.sample_depth, 'char');
else
    a = fread(fid, Header.sample_depth, 'short');
end;

% Jeden kanal
if Header.mode == 1
    GageData = a ;
    j = 1;
    for i = Header.trig_addr:1:Header.end_addr / 2
        GageData(j) = a(i) ;
        GageData(j+1) = a(i + midpoint) ;
        j = j + 2 ;
    end;
else
```

```

% Dva kanaly
  GageData = a ;
end;
clear a ;

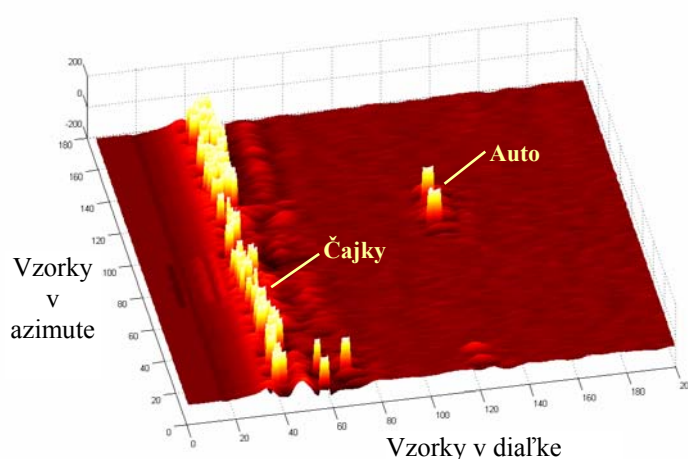
% 8 bit rozlisenie
% if Header.resolution == 0
  GageData = 128.-GageData ;
  GageData = GageData / 128. ;
  GageData = GageData * gain(1 + 1) ;
signal=reshape(GageData,perioda,pocperiod);
minim=min(GageData);maxim=max(GageData);
n = 1;
samp = (1/frekvencia);
dialka = (150*10^6)*samp;
x = round(dialka*perioda);
osx = 1:x/perioda:x;
plot(osx,abs(signal(:,i)),'b') ;
xlim([400 max(osx)])
ylim([minim maxim])
xlabel('dialka [m] \rightarrow');

```

VÝSLEDKY MERANÍ

Cieľom uskutočnených meraní bolo zistiť možnosti detekcie a sledovania jednotlivých druhov vtáctva. Zaznamenané reálne dáta slúžia pre potreby ďalšieho výskumu. Klimatické podmienky v priebehu merania boli nasledujúce: jasno, teplota 5°C, rýchlosť vetra okolo 4 m/s. Merania boli vykonávané na letisku Košice.

Na obr. 5 je zobrazený záznam signálu v 3D tvare sledovaného krdľa približne 50 kusov čajok na poli na vzdialenosti 480 m a vozidla na vzdialenosti 1500 m. Pre zobrazenie boli využité možnosti vizualizácie dát v prostredí MATLAB.



Obr. 5. Krdel' čajok na vzdialenosti 480 m a osobné auto na vzdialenosti 1500 m

ZÁVER

Úlohou meraní bolo zistiť možnosti použitia ľahkého prenosného rádiolokátora 1 RL-133 pre potreby biologickej ochrany letísk, najmä na sledovanie pohybu vtáctva, ktoré predstavuje značné nebezpečenstvo v leteckej premávke.

Predbežné získané výsledky dávajú predpoklad možného využitia radar 1 RL-133 pre potrebu sledovania pohybu malých objektov vo vzdialenostiach do 2 km.

LITERATÚRA

- [1] OCHODNICKÝ, J.: Asociácia a fúzia dát v multisenzorovej sieti. Habilitačná práca, Vojenská akadémia, Liptovský Mikuláš, 2002.
- [2] KURTY, J. – MATOUŠEK, Z. – VARGA, D.: Time Domain Statistic Analysis in Radar Target Classification. In: Proceedings of the Conference DSP'99. Herľany, Slovakia, 1999, pp. 103-105.
- [3] TKÁČ, J. – OCHODNICKÝ, J. – NEBUS, F.: Sledovanie a identifikácia rádiolokačných objektov. In: *Sborník příspěvků 10. ročníku konference MATLAB 2002. Díl 2*, VŠCHT, Praha, 7.11.2002, s. 555-561.
- [4] NEBABIN, V. G. - SERGEJEV, V. V.: *Metody i technika radiolokacionnogo raspoznavania*. Radio i svjaz, Moskva, 1984
- [5] TKÁČ, J. – OCHODNICKÝ, J. – NEBUS, F. – ŠPIRKO, Š.: Small Objects Detection Possibilities with Portable Radar. In: *Proc. of International Conference Applied Electronics 2004*, Plzeň, Sept. 8-9, 2004, p. 212-214.

doc. Ing. Jozef TKÁČ, PhD.,
Akadémia ozbrojených síl
Katedra elektroniky
P.O. Box 45, 03101 Liptovský Mikuláš
Slovensko
E-mail: tkac@valm.sk
tel./fax: +421 960 422643