

SLEDOVANIE A IDENTIFIKÁCIA RÁDIOLOKAČNÝCH OBJEKTOV

Ing. Jozef TKÁČ, PhD.¹⁾
doc. Ing. Ján OCHODNICKÝ, PhD.¹⁾
doc. RNDr. František NEBUS, PhD.²⁾

¹⁾ Katedra rádiolokácie, ²⁾ katedra rádioelektroniky
Vojenská akadémia v Liptovskom Mikuláši

ABSTRAKT

Nevyhnutnou podmienkou kvalitného spracovania signálu analógového rádiolokátora a jeho zapojenia do informačnej siete je digitalizácia takéhoto signálu. Tento problém je aktuálny tiež v prípade spracovania signálu pre potreby identifikácie rádiolokačných objektov s využitím moderných metód spracovania a umelej inteligencie.

V článku je uvedený spôsob digitalizácie signálu ľahkého bojiskového radaru (battlefield radar) a prezentujú sa niektoré čiastkové výsledky meraní s využitím prostredia Matlab pre spracovanie rádiolokačného signálu. Počiatočné merania a získané dáta budú použité pre ďalší výskum tak v oblasti identifikácie rádiolokačných objektov, ako i výskum v oblasti biologickej ochrany letísk.

ÚVOD

Aplikácia rádiolokačnej techniky v podmienkach vyspelých armád je prakticky nemysliteľná bez číslicového spracovania rádiolokačnej informácie. Číslicové spracovanie rádiolokačného signálu a dát je nevyhnutné z hľadiska výstavby informačných sietí [1], identifikácie objektov [2], ale tiež pre potreby kvalitnej archivácie dát. Súčasný stav a technické charakteristiky ľahkých bojiskových rádiolokátorov neumožňujú ich plnohodnotné využitie v ozbrojených silách SR. Perspektívnym sa ukazuje využitie týchto prostriedkov pre potreby identifikácie pozemných objektov, ochranu objektov alebo biologickú ochranu letísk za predpokladu ich modernizácie a implementácie číslicových metód spracovania signálu.

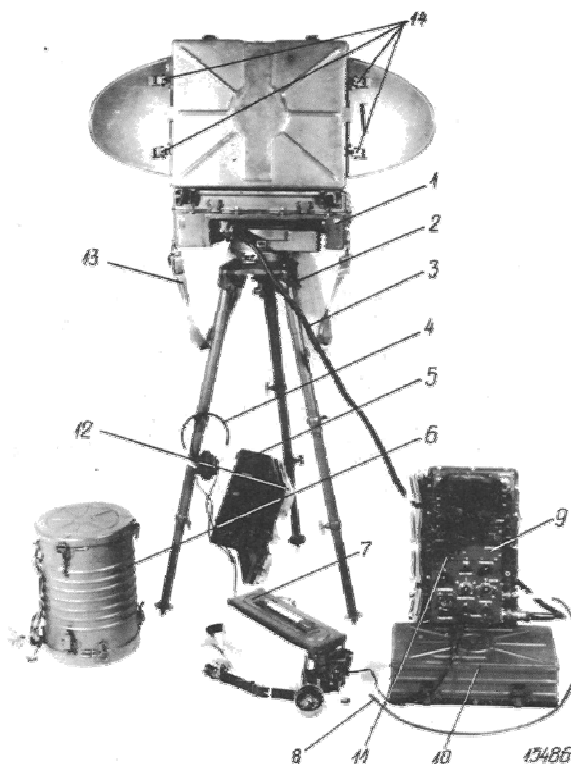
Analýza možností číslicového spracovania rádiolokačných dát ukazuje na niekoľko spôsobov technickej modernizácie. Jedným z efektívnych spôsobov je využitie komerčných výpočtových prostriedkov s príslušnou technickou a programovou podporou.

POPIS ZAPOJENIA

Základom pracoviska pre spracovanie rádiolokačného signálu je impulzný bojiskový rádiolokátor, pracujúci v pásme Ku, znázornený na obrázku 1. Základné technické parametre rádiolokátora sú v tabuľke 1.

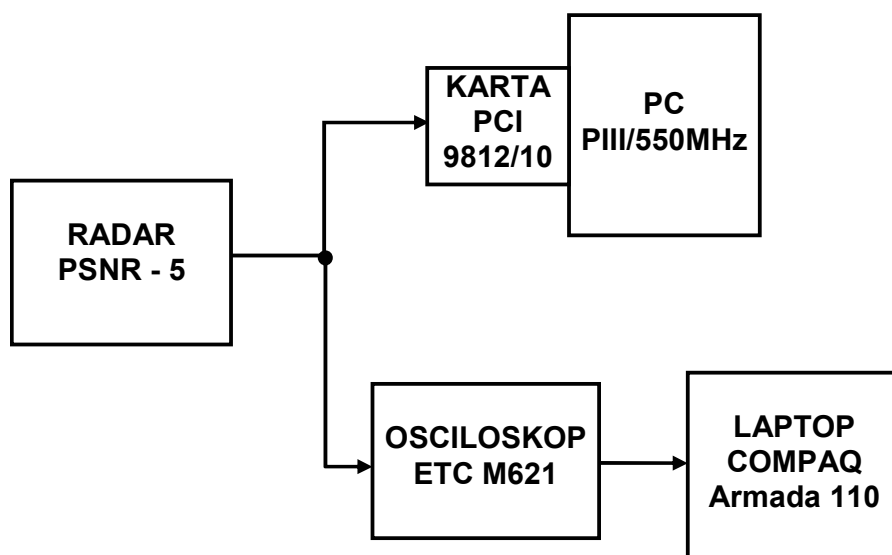
Tabuľka 1. Technické údaje rádiolokátora

TYP	PSNR-5
Nosná frekvencia	16 GHz
Dĺžka impulzu	500 ns
Opakovacia perióda impulzov	4 kHz
Max. dosah	10 km
Počet kanálov	2 (amplitúdový, koherentný)
Stredný výkon vysielача	500 mW
Chyba merania diaľky	± 50 m



Obrázok 1. Rádiolokátor PSNR-5

Záznam a archivácia rádiolokačných dát bola realizovaná podľa zapojenia na obrázku 2. Signál z výstupu prijímača amplitúdového a koherentného kanála rádiolokátora je snímaný pomocou záznamovej karty PCI 9812/10 a digitálneho osciloskopu ETC M621. Technické charakteristiky meracieho pracoviska sú uvedené v tabuľke 2.



Obrázok 2. Zapojenie meracieho pracoviska

Tabuľka 2. Technické charakteristiky zariadení meracieho pracoviska

ZARIADENIE	TECHNICKÉ CHARAKTERISTIKY
Počítač	Pentium III, 550 MHz, 386 MB RAM, OS Windows 2000, MATLAB R12
LAPTOP	COMPAQ Armada 110, Intel Celeron 850 MHz, 128 MB RAM, OS Windows 2000
Záznamová karta PCI 9812/10	Maximálna vzorkovacia frekvencia 20 MS/s, podpora pre MATLAB
Digitálny osciloskop ETC M621	Šírka pásma 150 MHz, maximálna vzorkovacia frekvencia 50 MS/s

Karta PCI 9810 firmy ADLINK Technology Inc. je vysoko výkonná karta pre získavanie dát založená na 32 bitovej PCI BUS architektúre. Obsahuje 4 analógové dátové vstupy s 10 bitovým rozlíšením s maximálnou vzorkovaciou frekvenciou pre jeden kanál 20 MHz. S jej použitím je možné veľmi pohodlne realizovať číslkové spracovanie signálov. Veľkou výhodou karty je podpora vývojových prostredí VEE, LabVIEW a MATLAB pre všetky verzie Windows.

Výsledkom využitia PCI 9810 a knižníc pre Windows v prostredí MATLAB je nasledujúci jednoduchý kód, ktorý zabezpečuje periodické snímanie signálu z amplitúdového a fázového detektora radaru s opakovacou frekvenciou 2 kHz synchronizovaného riadiacim synchronizačným impulzom.

```

% Zaznam z radaru PSNR5 typ multi, pocet vzoriek v dialke =pocet,
% opakovacich period = cyklus
% Vstupné konštanty
clear all
card_type = 29; pocet = 2048; cyklus = 8000;
card_number = 0; signal(cyklus,pocet) = int16(0);
card = Register_Card(card_type, card_number);
TrgMode = 3;
TrgScr = 0;
TrgPol = 0;
ClkSel = 128;
TrgLevel = 180;
PostCnt = 10;
max_channel = 3;

% Inicializácia karty
error = AI_9812_Config(card, TrgMode, TrgScr, TrgPol ,ClkSel, TrgLevel, PostCnt);
ai_buf = int16(ones(pocet,1));
range = 10; data_size = pocet;
sample_rate = 20000000;
syn_mode = 1;

% Synchronizácia na azimut
testik = int16(ones(8,1));ssignal = 7000;
while ssignal > 500;
    error,ssignal] = AI_ContScanChannels(card_type, card, max_channel, range, testik, 8,
    sample_rate, syn_mode);
    ssignal = ssignal(3,1);
end

% Snímanie signálov do RAM
for cyk=1:cyklus;
    error,signal(cyk,:)] = AI_ContScanChannels(card_type, card, max_channel, range, ai_buf,
    data_size, sample_rate, syn_mode);
end
error = Release_Card(card);

% Konverzia dát a zobrazenie
aa = 1:4:pocet; ab = 2:4:pocet; ac = 3:4:pocet; ad = 4:4:pocet;
akanal = double(signal(:,ad)); faza = double(signal(:,ab));
uhol = double(signal(:,ac));
figure(1); imagesc(akanal');
figure(2); imagesc(faza');

```

Digitálny osciloskop ETC M621 umožňuje realizovať záznam signálu pomocou dvoch kanálov s rozlíšením 8 b. Vnútorný buffer pre každý kanál má veľkosť 32 KB. Osciloskop je pripojený k PC cez paralelný port EPP 1.7. Prostredníctvom osciloskopu ETC M621 bol realizovaný záznam rádiolokačnej situácie, osciloskopické zobrazenie a uloženie

zaznamenaných dát na disk v režime automatického záznamu [3]. Priebeh osciloskopického záznamu signálu amplitúdového a koherentného kanála je zobrazený na obrázku 3.

Pre načítanie a naslednú analýzu dát zaznamenaných digitálnym osciloskopom M621 bol vytvorený jednoduchý kód.

```
function p = addstr(i)
% Doplnenie stringu na tri znaky
% i - integer 0 - 999
% funkcia vracia priponu k suboru pre subory M621
%
p = num2str(i);
switch length(p)
    case 1
        p = strcat('00',p);
    case 2
        p = strcat('0',p);
end
p = strcat('.',p);

% Nacitanie dat z M621
close
clear
meno = 'let';

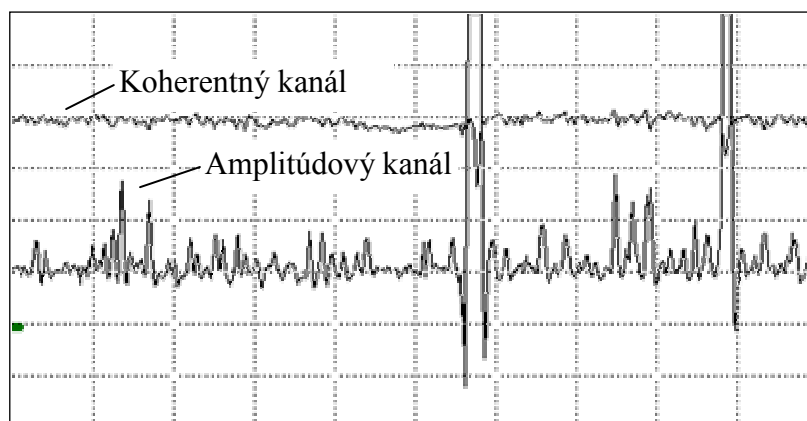
% Nacitanie suborov amplitudového a koherentneho kanala
for i = 0:100
    p = addstr(i);
    subor = strcat(meno,p);
    fid = fopen(subor);
    fseek(fid, 136, 'bof');
    a(i+1,:) = fread(fid,[1 32256],'int8');
    fseek(fid, 30, 'cof');
    k(i+1,:) = fread(fid,[1 32256],'int8');
end
fclose(fid);

% Zobrazenie priebehu signalu
plot(a(:))
figure
plot(k(:))
```

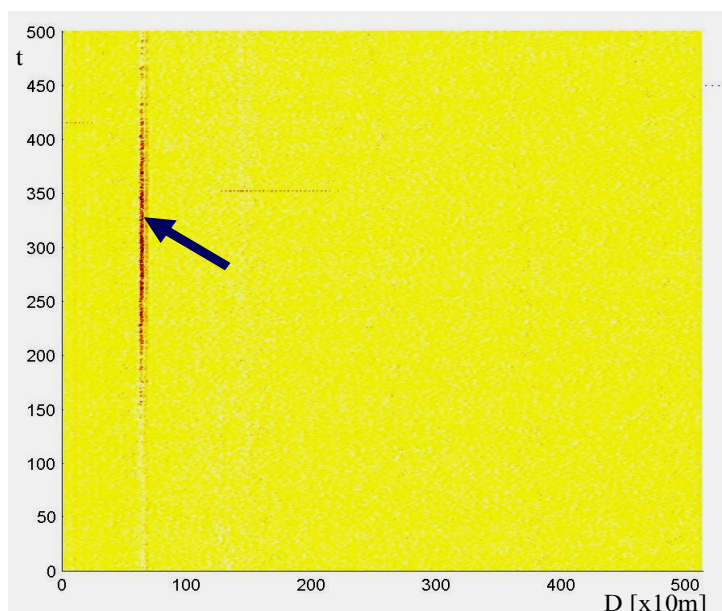
NIEKTORÉ VÝSLEDKY MERANÍ

Merania boli vykonávané na pracovisku zapojenom podľa obrázku 2. Predmetom záujmu boli pozemné a vzdušné objekty. Cieľom bolo zistiť možnosti detekcie a sledovania vtáctva a zaznamenať reálne dáta pre potreby ďalšieho výskumu. Úlohou bolo taktiež overe

nie možnosti využitia programového prostredia MATLAB pre potreby záznamu a vizualizácie dát v reálnom, alebo nereálnom čase.



Obrázok 3. Záznam signálu z amplitúdového a koherentného kanála digitálnym osciloskopom M621 pri sledovaní štartu lietadla



Obrázok 4. Lietadlo Gulf Stream na diaľke 700 m

Klimatické podmienky v priebehu meraní boli veľmi priaznivé, počasie bolo ustálené, jasné, merania boli vykonávané na letisku Košice. Na obrázku 3 je osciloskopický záznam signálu amplitúdového a koherentného kanála radaru pri sledovaní štartu lietadla. Na obrázku 4 je zobrazenie tej istej situácie v prostredí MATLAB.

ZÁVER

Využitie prostredia Matlab pre číslicové spracovanie rádiolokačných signálov vytvára priaznivé podmienky pre riešenie úloh technickej analýzy signálov a identifikácie objektov.

Výsledky meraní je možné využiť v laboratórnych podmienkach katedry rádiolokácie pre potreby výučby a pre ďalší výskum v oblasti analýzy signálov a identifikácie rádiolokačných objektov. Práca je súčasťou rezortnej vedeckej úlohy 11-14-VA01-00/2000 IRO.

POUŽITÁ 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, p.103-105
- [3] *ETC M621 Digitálny osciloskop*. Technická dokumentácia. ETC s.r.o. Žilina, 2001.

Recenzent: doc. Ing. Štefan ŠPIRKO, CSc., Vojenská akadémia Liptovský Mikuláš

Adresa autorov:

Vojenská akadémia v Liptovskom Mikuláši

P.O.Box 45

03101 Liptovský Mikuláš

SLOVAKIA

e-mail: ochodnický@valm.sk, tkac@valm.sk, nebus@valm.sk