

# Primární zpracování radarového signálu – Detekce cíle

(s použitím seminářů RSY, Pavel Šedivý, 2011-2016, upraveno Pavel Puričer 2022)

Cílem cvičení je seznámit se s primárním zpracováním radarového signálu, a to detekce přítomnosti cíle po provedené kompresi pulzu a Dopplerovské filtraci.

Kompresní filtr může být ve většině moderních radarů následován Dopplerovskou filtrací. Radary s Dopplerovskou filtrací mohou dělit vstupní signál do několika kanálů dle radiální složky rychlosti (MTD – Moving Target Detection), nebo potlačit nežádoucí složky způsobené různými druhy clutteru - odrazů od země a srážkové oblačnosti, ... (MTI – Moving Target Indicator). Následuje vyhodnocení přítomnosti cíle na základě hodnocení založeném na Neyman-Pearsonově kritériu. Zpravidla se pro potlačení vlivu změny úrovně pozadí používá adaptivní technika CFAR (Constant False Alarm Rate).

Soubor s modelem přijímaného signálu primárního radaru obsahuje vzorky několika intervalů – od několika vyslaných impulsů. Model obsahuje signál tří pohyblivých cílů (s různou radiální rychlostí), aditivní bílý Gaussovský šum a jednoduchý model odrazů od terénu.

Matice s obsahuje v každém sloupci vzorky přijaté v jednom intervalu vysílání impulsů, kde první vzorek je přijat z dálky  $R_{min}$ . Soubor obsahuje přijímaný signál (generovaný na základě modelu cílů, odrazů od terénu a šumu).

Signál a nezbytné pomocné proměnné jsou uloženy v následujících proměnných:

- $sSum$  komplexní obálka vzorků přijatého signálu součtového kanálu,
- $sDiff$  komplexní obálka vzorků přijatého signálu rozdílového kanálu,
- $s0$  komplexní obálka vzorků repliky vysílaného signálu,
- $f_c$  Nosná frekvence vysílaného signálu [Hz],
- $f_s$  Vzorkovací frekvence [Hz],
- $PRF$  Opakovací frekvence vysílání impulsů [Hz],
- $\phi_i$  Úhlová poloha antény
- $R_{min}$  slepá dálka [km].
- $\phi_{Ant}$  Azimut – vektor
- $f_{SUM}$  Součtová směrová vyzařovací charakteristika antény
- $f_{Diff}$  Rozdílová směrová vyzařovací charakteristika antény

Úkoly řešené na semináři:

Proveďte kompresi impulsu a dopplerovskou filtraci MTI typu dvojí potlačení ( $h = [1 \ 2 \ 1]/4$ ) a MTD s Hammingovým oknem. Následně proveďte detekci přítomnosti cíle s použitím CFAR pro interval 10 vzorků pro stanovení střední hodnoty pozadí a guard interval 1 vzorek. Detekci vyzkoušejte jak pro koherentní integraci tak pro nekoherentní integraci pulzů a to pro výstup získaný filtrací MTI a pro výstup získaný filtrací MTD.

Vykreslete:

- Signál za MTI filtrem (3D zobrazení, jedna dimenze šikmá dálka, druhá dimenze index pulzů, třetí dimenze úroveň signálu).
- Signál za MTI filtrem po koherentní a nekoherentní integraci (2D zobrazení – šikmá dálka vs. Úroveň signálu)
- Proveďte jednoduchou detekci a odhad vzdáleností cílů s použitím CFAR, vypište šikmé dálky detekovaných cílů

- signál za MTD filtry po koherentní a nekoherentní integraci (3D zobrazení, jedna dimenze šikmá dálka, druhá dimenze Dopplerův kmitočet resp. radiální složka rychlosti, třetí dimenze úroveň signálu)