

Primární zpracování radarového signálu – komprese pulsu, Dopplerovská filtrace

Podklady pro seminář B2M37RNVA, Pavel Purič

Signál primárního radaru je zpravidla pro účely určení co nejpřesnější šikmé vzdálenosti (slant range) generován jako delší puls s vnitropulsní modulací. Tím se zajistí dostatečná úroveň energie k detekovatelnému signálu přijímačem a současně se algoritmickou úpravou přijatého pulsu docílí zvýšení přesnosti určení příchodu signálu. Tato úprava se v radarové technice nazývá komprese pulsu. Vyhodnocuje se zde (z hlediska teorie signálů) maximum vzájemné korelační funkce, případně funkce neurčitosti (při uahnutí vlivu Dopplerova posuvu).

Pro zpracování signálu v rámci semináře jsou připraveny soubory se vzorky komplexní obálky modelu přijímaného signálu primárního radaru. Model zanedbává mnoho aspektů signálu, například fázový šum oscilátorů a rušivé signály od různých druhů clutteru. Soubory obsahují pouze signál od několika cílů a bílý aditivní Gaussovský šum. Je dále zanedbán Dopplerův posuv (tedy předpokládáme statické cíle).

Soubory pro Matlab s modelem přijímaného signálu obsahují proměnné:

- `s` - vzorky komplexní obálky modelu přijímaného signálu,
- `s0` - komplexní obálka repliky vyslaného pulsu,
- `fs` - vzorkovací kmitočet [Hz],
- `fop` - opakovací kmitočet vysílání pulsů [Hz],
- `TP` - délka pulsu [s].

Úkoly řešené na semináři:

1. Vykreslete průběh amplitudy a fáze použitých pulsů. Určete jaké pulsy byly v modelu použity.
2. Vykreslete autokorelační funkce použitých pulsů.
3. Pro přijaté signály proveďte kompresi pulsu (např. pomocí funkce Matlabu `filter()`). Určete vzdálenosti jednotlivých cílů, pokud první vzorek modelu přijatého signálu odpovídá době začátku vysílání pulsu.

Ve druhé části je demonstrován vliv Dopplerovské filtrace na detekci poloh cílů v přijatém radarovém signálu.

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).

Soubor obsahuje přijímaný signál (generovaný na základě modelu cílů, odrazů od terénu a šumu).

Signál a nezbytné pomocné proměnné jsou uloženy v následujících proměnných (některé proměnné nebudou pro účely tohoto semináře použity):

- `sSum` komplexní obálka vzorků přijatého signálu součtového kanálu,
- `sDiff` komplexní obálka vzorků přijatého signálu rozdílového kanálu,
- `s0` komplexní obálka vzorků repliky vyslaného signálu,
- `fC` Nosná frekvence vyslaného signálu [Hz],
- `fS` Vzorkovací frekvence [Hz],

- PRF Opakovací frekvence vysílání impulsů [Hz],
- ϕ_i Úhlová poloha antény
- R_{min} slepá dálka [km].
- ϕ_{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 ($h = [1 \ 2 \ 1]/4$).

Vykreslete:

- přijatý signál,
- signál po kompresi,
- signál za MTI filtrem.