

به نام خدا

تمرین سری پنجم (موعد تحویل ۴ شنبه ۵ آذر ساعت ۵ بعد از ظهر)

--- لطفا تصویر کدهای MATLAB که می زنید را در گزارشتان قرار دهید ---

به سوال ششم تمرین سری قبل واقع در بخش دوم مراجعه کنید.

در آن سوال دیدیم، هنگامی که قطار پالس در نظر می گیریم، رزولوشن داپلر بهبود می یابد زیرا طول پنجره ی زمانی را افزایش دادیم و به اندازه $T_{\text{recording}}$ در نظر گرفتیم اما رزولوشن زمانی هیچ تغییری نکرد و به اندازه ی همان عرض پالس τ باقی ماند.

در همان سوال پرسیده شد، اگر نخواهیم عرض پالس τ را کاهش دهیم (مثلا به خاطر مشکلات پیک توان) چه راهکاری را پیشنهاد می کنید؟ پاسخ درست این است که در همان عرض پالس τ ، پهنای باند مصرف می کنیم! یکی از گزینه های مناسب برای این کار استفاده از سیگنال chirp است.

سیگنال chirp سیگنالی است که فرکانس آن (در باند پایه) به صورت لحظه ای مطابق رابطه ی زیر تغییر می کند:

$$s(t) = \exp(j 2\pi (\alpha t^2 + \beta t)) \quad 0 \leq t \leq \tau$$

اگر از فاز عبارت بالا مشتق بگیرید (و تقسیم بر 2π) کنید فرکانس لحظه ای به صورت زیر محاسبه می شود:

$$f(t) = 2\alpha t + \beta$$

بنابراین در واقع فرکانس از لحظه ی صفر تا τ به صورت خطی بین β تا $2\alpha\tau + \beta$ هرتز تغییر می کند و عرض بانندی که مصرف می شود برابر با $2\alpha\tau$ هرتز می باشد.

۱- سیگنال chirp را در بازه ی $0 \leq t \leq 0.25 \text{ msec}$ با فرض نرخ نمونه برداری یک مگاهرتز در حوزه ی زمان به گونه ای تولید کنید که فرکانس لحظه ای سیگنال از صفر تا یک مگاهرتز تغییر کند. مقادیر α و β را گزارش کنید. با استفاده از دستور spectrogram نمایش زمان-فرکانس سیگنالی که تولید کرده اید را مشاهده کنید. همچنین تبدیل فوریه (fft) سیگنال chirp را نیز رسم کنید و آن را مشاهده کنید.

۲- correlation سیگنالی که در سوال ۱ تولید کرده اید را با نسخه های شیفت یافته ی آن محاسبه کرده و حاصل را رسم کنید. همان طور که می بینید این سیگنال همبستگی کمی با نسخه های شیفت یافته ی خود دارد، چرا؟ این ویژگی برای استفاده در سیگنال رادار بسیار مناسب است!

۳- حال مشابه قسمت های آخر تمرین سری قبل، قطار پالس با عرض پالس ۰.۲۵ میلی ثانیه و دوره ی تناوب ۲.۵ میلی ثانیه و دامنه ی $A = 1$ و طول ۲۵ میلی ثانیه (Trecording) را در نظر بگیرید با این تفاوت که در جاهایی که پالس داریم، سیگنال chirp سوال ۱ را ضرب کنید. تابع ابهام این سیگنال را با همان فرضیات تمرین سری قبل حساب کنید.

۴- سطح مقطع $f_d = 0$ را رسم کنید. فاصله ی مبدا تا اولین نال در جهت t_d چند میلی ثانیه است؟ تفاوتی که نسبت به سوال ششم تمرین سری قبل به وجود آمده را شرح دهید. سعی کنید به صورت مفهومی درک کنید چرا این اتفاق افتاده است.

۵- سطح مقطع $t_d = 0$ را رسم کنید. فاصله ی مبدا تا اولین نال در جهت f_d چند هرتز است؟ آیا تفاوتی نسبت به سوال ششم تمرین سری قبل به وجود آمده؟ چرا؟

همچنین می توانید چک کنید که فاصله ی قله ها از هم در جهت t_d همان PRI باقی مانده و فاصله ی قله ها از هم در جهت f_d به اندازه ی PRF باقی مانده است و تنها نکته ی مهمی که به دست آمد همان بهبود رزولوشون رنج است با این هزینه که پهنای باند مصرف کردیم!

۶- با توجه به نتایجی که به دست آوردید، اگر در یک رادار بخواهیم با کمترین پیک توان سیگنال ارسال کنیم تا کسی ما را شناسایی نکند، شما عرض پالس τ را چند در نظر می گیرید؟ (بر حسب PRI پاسختان را بیان کنید)