

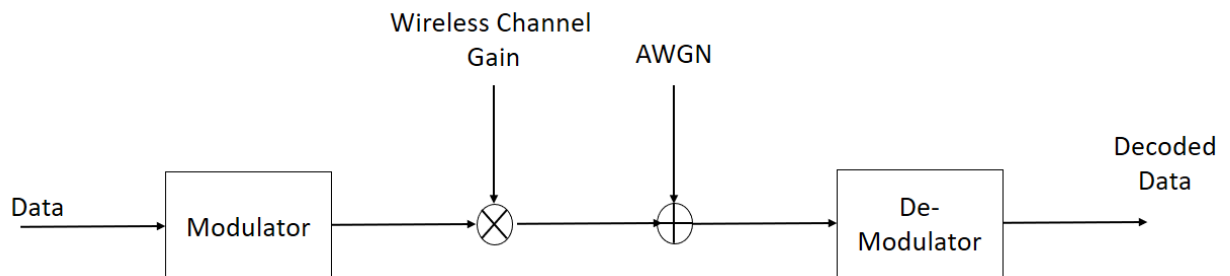


بسمه تعالی



مبانی شبکه های بی سیم (تمرین کامپیوتری اول)

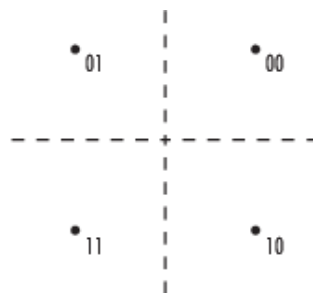
مدل زیر را برای کانال بی سیم در نظر بگیرید:



فرض کنید داده ورودی به صورت رشته ای از بیت های صفر و یک با احتمال برابر و مستقل از یکدیگر تولید می شوند. مدولاسیون مورد استفاده QPSK می باشد و بنابراین نمایش نقاط constellation در باند پایه عبارتند از (یاد آوری $j = \sqrt{-1}$):

$$X = \frac{1}{\sqrt{2}} \{ 1 + j, -1 + j, -1 - j, 1 - j \}$$

بنابر این رشته داده ابتدا به صورت دو-بیتی تقسیم شده و به هر دو بیت یکی از اعداد مختلط بالا اختصاص می یابد. برای mapping داده (دو بیت) به نقاط constellation از کدینگ Gray مطابق شکل زیر استفاده کنید.



در کانال بی سیم صرفاً اثر محو شدگی سریع را در نظر می گیریم. بدین صورت که اگر ورودی کانال برابر عدد مختلط $x \in X$ در نظر گرفته شود (در اصل همان عدد مختلط انتخاب شده در بالا بر اساس mapping)، خروجی کانال عبارت است از hx که در آن h نمایش باند پایه اثر کانال با عدد مختلط تصادفی زیر مدل می شود:

$$h = \frac{1}{\sqrt{2}}(h_I + jh_Q)$$

$$h_I \sim N(0,1)$$

$$h_Q \sim N(0,1)$$

که در آن $N(0,1)$ بیانگر توزیع نرمال با میانگین ۰ و واریانس ۱ است. توجه کنید که در بالا نقاط constellation و اثر کانال به نحوی نرمالیزه شده اند که متوسط توان ارسال و متوسط توان کانال برابر یک باشد. به بیان دیگر $E\{x^2\}$ و $E\{h^2\}$ برابر یک هستند که در اولی متوسط گیری بر اساس تصادف داده ورودی و در دومی متوسط گیری بر اساس تصادف کانال است.

نویز AWGN نیز با متغیر تصادفی مختلط زیر مدلسازی می شود:

$$n = \frac{1}{\sqrt{2}}(n_I + jn_Q)$$

$$n_I \sim N(0, \sigma^2)$$

$$n_Q \sim N(0, \sigma^2)$$

بنابراین سیگنال دریافتی عبارت است از:

$$y = hx + n$$

در گیرنده ابتدا باید اثر کانال را با تقسیم کردن y بر h خنثی کرده (فرض می کنیم گیرنده از مقدار h آگاه است) و سپس از قاعده maximum likelihood (ML) برای بازبازی داده استفاده می کنیم (راهنمایی: قاعده ML در اینجا معادل یافتن نزدیکترین نقطه Constellation به عدد مختلط y/h است). همچنین طبق تعریف در این سیستم داریم

$$SNR = \frac{1}{\sigma^2}$$

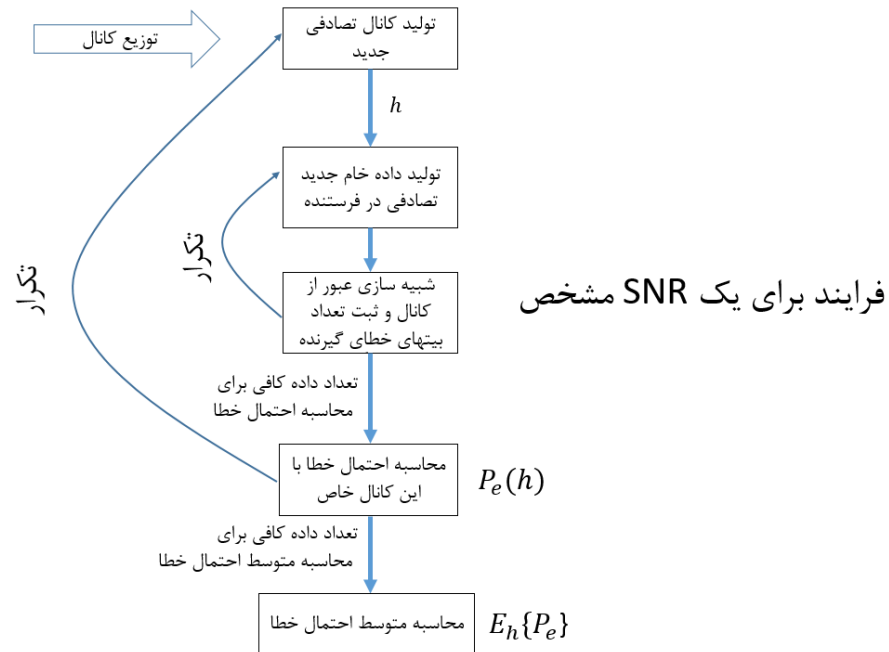
۱. scatter plot سیگنال دریافتی را برای مقادیر $SNR = 1/10$ ، $SNR = 1$ و $SNR = 10$ رسم کنید. (یعنی برای هر مقدار SNR، تعدادی داده نقطه constellation بر اساس داده های تولید شده تصادفی ورودی تولید کرده و از کانال عبور داده و در صفحه مختلط رسم کنید).

۲. متوسط احتمال خطا را بر اساس تابعی از SNR رسم کنید. دقت کنید هر دو متوسط گیری نسبت به تصادف داده ورودی و تغییرات کانال انجام شود. یعنی فرایند نشان داده شده در شکل زیر باید به ازای هر SNR تکرار شود. (دقت کنید که در هر بار عبور داده از کانال نویز تصادفی تولید شده از دفعات قبلی مستقل است).

$$h = \frac{1}{\sqrt{2}}(h_I + jh_Q)$$

$$h_I \sim N(0,1)$$

$$h_Q \sim N(0,1)$$



۳. فرض کنید از یک کدینگ کانال Hamming(4,7) در فرستنده و گیرنده استفاده کنیم. قسمت ۲ در بالا را تکرار کنید.
۴. فرض کنید از مدولاسیون 16QAM برای ارسال و دریافت داده استفاده کنیم. قسمت ۲ و ۳ در بالا را تکرار کنید.