



تمرین کامپیوتری اول

مخابرات بی سیم - نیمسال دوم 01-02

مسئول تمرین: محمّدی، اویس دل افروز

دکتر صباغیان

1. یک ایستگاه پایه¹ (BS) در نظر بگیرید که تعداد زیادی دستگاه موبایل (حداقل 10^5 کاربر) داخل یک نوار دایره‌ای به مرکز آن با شروع از فاصله $d_0 = 10 \text{ m}$ تا حداکثر $D = 1 \text{ km}$ از BS قرار گرفته‌اند. تلف مسیر² از مدل ساده شده³ با توان تلف⁴ $n = 4$ تبعیت می‌کند. میزان توان ارسالی طوری انتخاب شده است که میانگین توان سیگنال دریافتی در فاصله $d = d_0$ برابر $1 \mu W$ باشد. چگالی توان نویز سفید گوسی جمع شونده در گیرنده برابر $N_0 = -175 \frac{\text{dBm}}{\text{Hz}}$ و پهنای باند سیگنال 1 MHz می‌باشد.

الف: مقدار توان سیگنال دریافتی در فاصله d ($d > d_0$) از رابطه زیر بدست می‌آید (از اثر سایه⁵ صرف نظر کنید):

$$P_r^{\text{dBm}} = P_0^{\text{dBm}} - 10n \log_{10} \left(\frac{d}{d_0} \right)$$

مقدار توان سیگنال دریافتی را برای هر کاربر را در متلب بدست آورده و نمودار تابع توزیع تجمعی (CDF) این مقادیر را رسم کنید.

ب: نمودار مقدار امید $SNR = P_r^{\text{dBm}} - P_n^{\text{dBm}}$ را بر حسب فاصله $(\log_{10} d)$ در فاصله $1 \text{ km} \geq d \geq 10 \text{ m}$ رسم کنید (از اثر سایه صرف نظر کنید).

❖ حال در بخش‌های زیر اثر سایه را نیز در نظر بگیرید.

ج: فرض کنید توان سیگنال دریافتی در فاصله d ($d > d_0$) از رابطه زیر تبعیت کند:

$$P_r^{\text{dBm}} = P_0 - 10n \log_{10} \left(\frac{d}{d_0} \right) + X^{\text{dB}}$$

¹ Base Station

² Path Loss

³ Simplified model

⁴ Path Loss Exponent

⁵ Shadowing

⁶ Expected SNR

که در رابطه اخیر X متغیر تصادفی گوسی با میانگین صفر و انحراف معیار $\sigma = 5 \text{ dB}$ می باشد که σ مستقل از طول فاصله d می باشد. نمودار CDF توان سیگنال دریافتی و همچنین نمودار سیگنال به نویز (SNR) کاربران را بدست آورده و رسم کنید.

د: نمودار مقدار احتمال خاموشی^۷ $P_{out} = \Pr(SNR < SNR_{min})$ را بر حسب لگاریتم d در بازه $1 \text{ km} \geq d \geq 10 \text{ m}$ رسم کنید. فرض کنید $SNR_{min} = 18 \text{ dB}$ حداقل مقدار SNR لازم در هر گیرنده برای خاموش نبودن باشد. روش محاسبه احتمال خاموشی را در گزارش کار خود توضیح داده و نمودار این بخش را با نمودار CDF در بخش ج مقایسه کنید.

ه: چه مساحتی از نوار، تحت پوشش^۸ BS قرار می گیرد؟ توجه داشته باشید ناحیه ای تحت پوشش BS است که میزان SNR در آن ناحیه حداقل $SNR_{min} = 18 \text{ dB}$ باشد. مقدار بدست آمده را به صورت تئوری نیز بدست آورده و دو عدد بدست آمده را مقایسه کنید. برای محاسبات تئوری از این روابط استفاده کنید.

$$C = Q(a) + \exp\left(\frac{2-2ab}{b^2}\right) Q\left(\frac{2-ab}{b}\right) \rightarrow \begin{cases} a = \frac{P_{r,min} - P_r(D)}{\sigma} \\ b = \frac{10n \log_{10}(e)}{\sigma} \end{cases}$$

$$P_r(D) = P_0 - 10n \log_{10}\left(\frac{D}{d_0}\right)$$

$$S = \pi D^2 C$$

$$\begin{cases} e = \text{Neper Number} \\ P_{r,min} = \text{Minimum Recieved Power} \\ D = \text{Maximum Radius} \\ S = \text{Coverage Area} \end{cases}$$

⁷ Outage Probability

⁸ Coverage

2. در یک کانال بیسیم چند مسیره⁹، سیگنال‌هایی از مسیرهای مختلف به صورت خوشه دریافت می‌شود. (هر خوشه نیز خود شامل تعدادی مسیر است). فرض کنید تعداد 15 خوشه، از زاویه‌های مختلف تصادفی (با توزیع یکنواخت در بازه $[0, \frac{\pi}{2}]$) دریافت می‌شوند. طبق درس می‌دانیم هر خوشه را می‌توان به صورت یک کانال محوشونده¹⁰ رایلی با میزان تأخیر تصادفی τ (با توزیع یکنواخت در بازه $[1\mu s, 10\mu s]$) مدل کرد. فرض کنید میانگین بهره توان¹¹ $(2\sigma^2)$ برای یک خوشه با تأخیر τ برابر $10^{-3}\tau^{-4}$ باشد (τ بر حسب μs می‌باشد).

الف: کانال را پهن باند در نظر گرفته و آن را یک بار شبیه سازی کنید. سپس پاسخ فرکانسی کانال $H(f)$ را در بازه $[0, 1MHz]$ بدست آورید. پاسخ خود را تحلیل کنید. (بدیهی است که به دلیل ماهیت تصادفی متغیرها دخیل در مسئله، با هربار شبیه سازی خروجی متفاوتی دریافت خواهید کرد).

ب: این بار فرض کنید کانال باند باریک¹² و فرکانس حامل برابر $f_c = 3 GHz$ باشد. در این کانال، یک کاربر متحرک با سرعت $30 \frac{m}{s}$ در نظر بگیرید. به تعداد 10^5 مرتبه کانال را شبیه سازی کنید و مقدار $E\{|h|^2\}$ را تخمین بزنید. همچنین نمودار CDF مقدار $|h|^2$ را نیز رسم کنید. حال نمودار CDF یک متغیر تصادفی نمایی را نیز رسم کرده و علت شباهت را بیان کنید.

⁹ Multipath Wireless Channel

¹⁰ Rayleigh Fading Channel

¹¹ Power Gain

¹² Narrowband

❖ نکات کلی درباره‌ی تمرین کامپیوتری:

1. توجه کنید برای انجام پروژه بایستی از **متلب** استفاده کنید.
2. گزارش تمرین بخش بزرگی از نمره‌ی شما را تشکیل خواهد داد و بدون داشتن گزارش نمره صفر در نظر گرفته خواهد شد.
3. فایل نهایی باید به صورت zip با عنوان زیر در سایت درس آپلود شود.
YourFirstName_YourLastName_YourStudentNumber.zip
فایل نهایی شامل گزارش شما به صورت pdf با عنوان زیر و یک پوشه با عنوان **Codes** که شامل تمام فایل‌های کد متلب است خواهد بود.
Report_YourStudentNumber.pdf
4. نام‌گذاری فایل‌های کد بایستی روشن و واضح باشد. در صورت مشاهده مغایرت نتایج گزارش شده در فایل pdf گزارش با نتایج بدست آمده از اجرای کدها، کل نمره سوال مربوطه صفر در نظر گرفته خواهد شد.
5. فایل گزارش بایستی به **زبان فارسی** داخل word یا با ویرایشگر زبان latex نوشته شود و سپس خروجی آن در قالب pdf داخل فایل zip نهایی قرار گیرد. خروجی pdf از Livescript متلب تصحیح نخواهد شد.
6. در صورت وجود هرگونه پرسش و ابهام با مسئولین تمرین در ارتباط باشید.
7. در صورت مشاهده مشابهت در گزارش یا کدها، نمره صفر برای تمامی افراد مشارکت کننده لحاظ خواهد شد. همچنین هر نشانه‌ای مبنی بر اینکه فایل آپلود شده حاصل تلاش شما نباشد نیز تقلب محسوب شده و نمره صفر در پی خواهد داشت.