



تمرین کامپیوتری اول

مخابرات بی سیم - نیمسال دوم 01-00

دکتر صباغیان

مهلت تحویل: 15 اردیبهشت، ساعت 23:59

مسئول تمرین: علیرضا فداکار

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 میانگین 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 میانگین 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).

ج: حال اثر سایه را نیز در نظر بگیرید و فرض کنید میانگین 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 Station² Path Loss³ Simplified model⁴ Path Loss Exponent⁵ Shadowing⁶ 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.

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. (فرمول تئوری در کتاب مرجع Goldsmith موجود است)

2. در یک کانال بیسیم چند مسیره^۹، سیگنال هایی از مسیرهای مختلف به صورت خوشه دریافت می شود (هر خوشه شامل تعدادی مسیر است). فرض کنید تعداد 15 خوشه مسیر، از زاویه های مختلف تصادفی (با توزیع یکنواخت در بازه $[0, \frac{\pi}{2}]$) دریافت می شوند. طبق درس می دانیم هر خوشه را می توان به صورت یک کانال محوشونده^{۱۰} رایلی با میزان تأخیر تصادفی τ (با توزیع یکنواخت در بازه $[1\mu\text{s}, 10\mu\text{s}]$) مدل کرد. فرض کنید میانگین بهره توان^{۱۱} $(2\sigma^2)$ برای یک خوشه با تأخیر τ برابر $10^{-3}\tau^{-4}$ باشد (τ بر حسب μs می باشد).

فرض کنید سیستم باند باریک^{۱۲} و فرکانس حامل برابر $f_c = 3 \text{ GHz}$ باشد. یک کاربر متحرک با سرعت $30 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ در نظر بگیرید.

⁷ Outage Probability

⁸ Coverage

⁹ Multipath Wireless Channel

¹⁰ Rayleigh Fading Channel

¹¹ Power Gain

¹² Narrowband

الف: 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. نمودار بدست آمده چه توزیعی دارد؟ (پاسخ خود را توجیه کنید).

ب: یک بار کانال را شبیه سازی کنید و پاسخ فرکانسی کانال $H(f)$ را در بازه $[0, 1\text{MHz}]$ بدست آورید. پاسخ خود را تحلیل کنید.

3. نمودار تابع CDF توزیع Rician را به ازای $K = 1, 5, 10$ و توزیع Nakagami متناظر برای $m = \frac{(K+1)^2}{2K+1}$ را رسم کنید. در حالت کلی کدام یک از این دو توزیع به ازای مقادیر بزرگ x ، احتمال خاموشی $\Pr(\gamma < x)$ بزرگتری دارد؟ (برای تعریف CDF این دو توزیع به مرجع اصلی درس مراجعه کنید).

❖ 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. گزارش نهایی بایستی در قالب یک فایل zip با عنوان
YourFirstName_YourLastName_YourStudentNumber.zip
در سایت آپلود شود. داخل این فایل بایستی فایل گزارش شما در قالب pdf با عنوان
Report_YourStudentNumber.pdf
و یک پوشه با عنوان **Codes** که شامل تمام فایل‌های کد متلب شماست قرار گیرد.
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 سوال و ابهام، به **علیرضا فداکار** با عنوان
CA1 Wireless YourStudentNumber
ایمیل بزنید. دستیاران آموزشی موظف به پاسخگویی از راه‌های ارتباطی دیگر (نظیر تلگرام و واتساپ) نیستند. ایمیل‌هایی که درباره چک کردن درستی یا نادرستی کد یا پاسخ‌های بدست آمده باشد، پاسخ داده نخواهد شد.
7. در صورت مشاهده مشابهت گزارش یا کدها و تقلب، نمره هر دو فرد صفر در نظر گرفته خواهد شد.