



تمرین کامپیوتری ۲

مخابرات بی سیم - نیمسال دوم ۱۴۰۰

دکتر صباغیان

مهلت تحویل: ۱۲ خرداد، ساعت ۲۳:۵۹

طراحی: علیرضا فداکار

در این تمرین مسئله نحوه تخصیص بهینه توان در کانال‌های مخابراتی، در یکی از ساده ترین مدل‌های سیستم مخابرات بیسیم در حضور تداخل و نویز را بررسی می‌کنیم.

یک سیستم مخابراتی بیسیم شامل یک ایستگاه پایه^۱ (BS) و n کاربر در نظر بگیرید. می‌خواهیم از BS تعداد n کانال مخابراتی برای ارسال تعدادی رشته داده به n کاربر ایجاد کنیم. فرض کنید P_j توان ارسال در کانال j ام باشد ($n \geq j \geq 1$). همچنین فرض کنید G_{ij} بهره^۲ کانال j ام برای کاربر i ام باشد. به دلیل محدودیت‌های عملی باید شرایط زیر در BS رعایت شوند:

$$0 < P_i \leq P_i^{max} \quad \forall i \in \{1, 2, \dots, n\}$$

فرض کنید $R_i = \log(1 + \gamma_i)$ میزان ظرفیت نرخ ارسال کاربر i باشد که در این رابطه، γ_i نسبت توان سیگنال به توان نویز و تداخل^۳ (SINR) در کاربر i ام می‌باشد.

مقادیر P_1, P_2, \dots, P_n را به کمک الگوریتم گرادیان افزایشی^۴ (GA) طوری بدست آورید که مجموع لگاریتم نرخ ارسال داده‌ها یعنی $f(R) = \sum_{i=1}^n \log(R_i)$ بیشینه گردد. روش پیشنهادی بایستی در هر اجرای برنامه به نقطه بهینه همگرا شود.

در حل این سوال به نکات زیر توجه داشته باشید:

- ❖ با توجه به صورت سوال، اگر $G_{ij} \neq 0$ کانال j ام در سیگنال دریافتی توسط کاربر i ام، تداخل ایجاد می‌کند.
- ❖ مقدار SINR طبق تعریف، برابر است با نسبت توان سیگنال مطلوب به مجموع توان سیگنال تداخل و نویز.
- ❖ دیتای مربوط به این سوال داخل فایل "CA2_Data.zip" قرار گرفته است. توجه کنید دیتای مورد نظر، دیتای واقعی در عمل نمی‌باشد و توسط یک الگوریتم، به صورت تصادفی تولید شده‌اند.
- ❖ داخل فایل مذکور، پنج فایل دیتا با نام‌های "a1.mat"، "a2.mat"، "a3.mat"، "a4.mat" و "a5.mat" قرار گرفته‌اند. داخل هر یک از این فایل‌ها، سه ماتریس "G"، "P_max" و "N0" ذخیره

¹ Base Station

² Gain

³ Signal to Interference and Noise ratio

⁴ Gradient Ascent

شده است که به ترتیب مقادیر بهره، بیشینه توان ارسالی در هر کانال و میزان توان نویز (بر حسب وات) در کاربران را مشخص می کنند. با توجه به نکات مذکور به سوالات زیر پاسخ دهید:

الف: روش پیشنهادی (مبتنی بر GA) خود و شرط خاتمه آن را به همراه تمام پارامترهایی (مانند در نظر گرفتن حد آستانه برای شرط خاتمه الگوریتم) که تعریف کرده اید را توضیح دهید و دلیل اینکه الگوریتم به نقطه بهینه همگرا می شود را نیز توضیح دهید. در صورت اعمال هر گونه تغییر متغیر یا فرض ساده شونده (برای تضمین همگرایی الگوریتم) آن را توضیح دهید.

همچنین توضیح دهید که در چه شرایطی الگوریتم همگرا می شود.

ب: الگوریتمی که در قسمت الف توضیح دادید را در متلب شبیه سازی کرده و مقادیر بهینه توان ارسالی P_i^{opt} را به ازای هر یک از داده های "a1.mat"، "a2.mat"، "a3.mat" و "a4.mat" و "a5.mat" بدست آورید و سپس خواسته ها و نمودارهای زیر را به ازای هر یک از داده های مذکور گزارش و رسم کنید:

- الگوریتم در چند تکرار همگرا شده است؟
- نمودار تابع هدف $f(R)$ را بر حسب تکرار^۵ رسم کنید و مقدار بیشینه $f(R)$ در نقطه بهینه را گزارش کنید.
- به کمک دستور stem مقادیر P_i^{opt} را به ازای هر کدام از داده ها بر حسب اندیس کاربران رسم کنید.
- به کمک دستور stem مقادیر $P_i^{max} - P_i^{opt}$ را به ازای هر کدام از داده ها بر حسب اندیس کاربران رسم کنید.
- مقدار بهینه تابع هدف، نسبت به حالتی که از بیشینه توان P_i^{max} در هر کانال استفاده کنیم چقدر بهبود یافته است؟ همچنین در میزان توان ارسالی چند وات صرفه جویی شده است؟

پ: با توجه نتایج قسمت (ب) توضیح دهید چه تفاوتی در پنج دیتای مذکور باعث شده است که نتایج بدست آمده متفاوت باشد؟

⁵ Iteration

توضیح دهید تحت چه شرایطی پاسخ بهینه P_i^{opt} به P_i^{max} نزدیکتر می‌شود؟

❖ نکات کلی درباره‌ی تمرین کامپیوتری:

۱. توجه کنید برای انجام پروژه بایستی از **متلب** استفاده کنید.
۲. گزارش تمرین بخش بزرگی از نمره‌ی شما را تشکیل خواهد داد و بدون داشتن گزارش نمره صفر در نظر گرفته خواهد شد.
۳. گزارش نهایی بایستی در قالب یک فایل zip با عنوان
CA2_YourFirstName_YourLastName_YourStudentNumber.zip
در سایت آپلود شود. داخل این فایل بایستی فایل گزارش شما در قالب pdf با عنوان
CA2_Report_YourStudentNumber.pdf
و یک پوشه با عنوان **Codes** که شامل تمام فایل‌های کد متلب شماست قرار گیرد.
۴. 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.
۵. 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.
۶. در صورت وجود هرگونه سوال و ابهام، به **علیرضا فداکار** با عنوان
CA2 Wireless
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.
۷. در صورت مشاهده مشابهت گزارش یا کدها و تقلب، نمره هر دو فرد صفر در نظر گرفته خواهد شد.