



۱. در صد اتلاف بسته^۱ روی مسیریاب (router) اصلی اینترنت یک دانشگاه را به عنوان یک فرایند تصادفی ($X(t)$) در نظر بگیرید، که زمان روز است (۵۵ ثانیه).

(a) تفاوت عملی بین ($X(t = 14 : 00)$ و $X(\xi_{\text{Monday}})$) چیست؟ کدام یک متغیر تصادف و کدام یک مسیر ثابت است؟ (۱۰ ثانیه).

(b) مقادیر ($t_1 = 4 : 00, t_2 = 4 : 00, t_3 = 14 : 00, t_4 = 14 : 01$) و $C_{XX}(t_1) = C_{XX}(t_3) = 14 : 00$ باشد؟ دلیل خود را توضیح دهید. (راهنمایی: به ازدحام شبکه در ساعت‌ها اوج بار و غیراوج بار فکر کنید) $C_{XX}(t_1, t_2)$ تابع خودکواریانس^۳ فرایند تصادفی در دو زمان t_1 و t_2 است. (۱۵ ثانیه).

(c) مقادیر ($t_1 = 14 : 00, t_2 = 14 : 01, t_3 = 14 : 00, t_4 = 14 : 02$) و $C_{XX}(t_1) = C_{XX}(t_3) = 14 : 00$ را مقایسه کنید. انتظار دارید کدام مقدار کواریانس بسیار به صفر نزدیکتر باشد و چرا؟ بر اساس پاسخ خود، آیا این فرایند ایستای قوی^۴ است؟ در مورد ایستای ضعیف^۵ چطور؟ پاسخ خود را توجیه کنید (۱۵ ثانیه).

(d) حال، فرایند دومی، $Y(t)$ را به عنوان تعداد کل کاربران فعال متصل به مسیریاب در زمان t تعریف می‌کنیم. کواریانس متقابل^۶ $C_{XY}(t_1, t_2)$ را در نظر بگیرید.

در مورد مقدار ($t_1 = 14 : 00, t_2 = 14 : 01, t_3 = 14 : 00, t_4 = 14 : 02$) و $C_{XY}(t_1) = C_{XY}(t_3) = 14 : 00$ چه انتظاری دارید (صفر، مثبت، منفی)؟ استدلال فیزیکی خود را برای هر دو توضیح دهید (۱۵ ثانیه).

۲. یک برنامه دچار نشت حافظه است.^۷ حافظه مصرفی آن به صورت $X(t) = At + B$ مدل‌سازی می‌شود، که t زمان بر حسب ساعت است. حافظه اولیه B و نخ نشت A متغیرهای تصادف مستقل هستند (۴۵ ثانیه).

$$E[A] = 10 \text{ MB/hr}$$

$$\text{Var}(A) = 4 \text{ MB}^2/\text{hr}^2$$

$$E[B] = 100 \text{ MB}$$

$$\text{Var}(B) = 2500 \text{ MB}^2$$

(a) میانگین حافظه مصرفی $\mu_X(t) = E[X(t)]$ و واریانس $\text{Var}(X(t))$ را به عنوان توابعی از زمان محاسبه کنید. این در مورد رفتار میانگین و عدم قطعیت برنامه چه می‌گوید؟ (۱۵ ثانیه).

(b) تابع خودکواریانس $C_{XX}(t_1, t_2)$ را محاسبه کنید. این تابع در مورد «حافظه» یا همبستگی فرایند در طول زمان چه می‌گوید؟ (۱۵ ثانیه).

(c) بر اساس پاسخ‌های شما در بخش (الف) و (ب)، آیا این فرایند ایستای قوی (SSS) است؟ در مورد ایستای ضعیف (WSS) چطور؟ پاسخ خود را توجیه کنید. (۱۵ ثانیه).

^۱ اتلاف بسته (Packet loss) زمانی رخ می‌دهد که یک یا چند بسته داده در حال حرکت در شبکه کامپیوتری به مقصد خود نرسد. این یک مشکل رایج در ارتباطات شبکه است.

Sample Path^۲

Autocovariance^۳

Strict-Sense Stationary^۴

Wide-Sense Stationary^۵

Cross-Covariance^۶

^۷ نشت حافظه (Memory Leak) نوعی نشت منابع است که زمانی رخ می‌دهد که یک برنامه کامپیوتری تخصیص‌های حافظه را به گونه‌ای نادرست مدیریت کند که حافظه‌ای که دیگر مورد نیاز نیست، آزاد نشود.