به نام خدا

دانشگاه تهران
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر
اصول سیستم های مخابراتی

تمرین کامپیوتری چهارم

نام و نام خانوادگی	محمدحیدری
شماره دانشجویی	810197494
تاریخ ارسال گزارش	99.10.23

فهرست گزارش سوالات

بخش اول - متغیر های تصادفی ناهمبسته

(part 1.1

دراین قسمت قصدداریم با مفاهیم توضیح توام 2متغیرتصادفی ، توزیع های شرطی و اندکی با مفاهیم توزیع های نرمال و یکنواخت آشنا شویم.

درقسمت اول بااستفاده ازمتلب یک وکتور ازنوع نرمال با میانگین 0 و واریانس 1 تولید میکنیم که 2000 سمپل دارد. همچنین درقسمت بعدی یک وکتور باهمان طول و اما این بار از نوع یکنواخت بین 0 و1 ایجاد میکنیم تا برای پردازش ازآنها استفاده کنیم.

در ادامه histogram این 2وکتور را رسم میکنیم.

توجه شود که برای یکسان شدن اعداد تصادفی که درهربار اجرای کد نمایان میگردند از خط rng(1) درابتدای کد استفاده شده است.

همچنین برای نمایش هیستوگرام درتمامی این پروژه از bins=100 برای پیدایش بهتر نمودارها استفاده شده است. در ادامه نتیجه این بخش ضمیمه شده است.

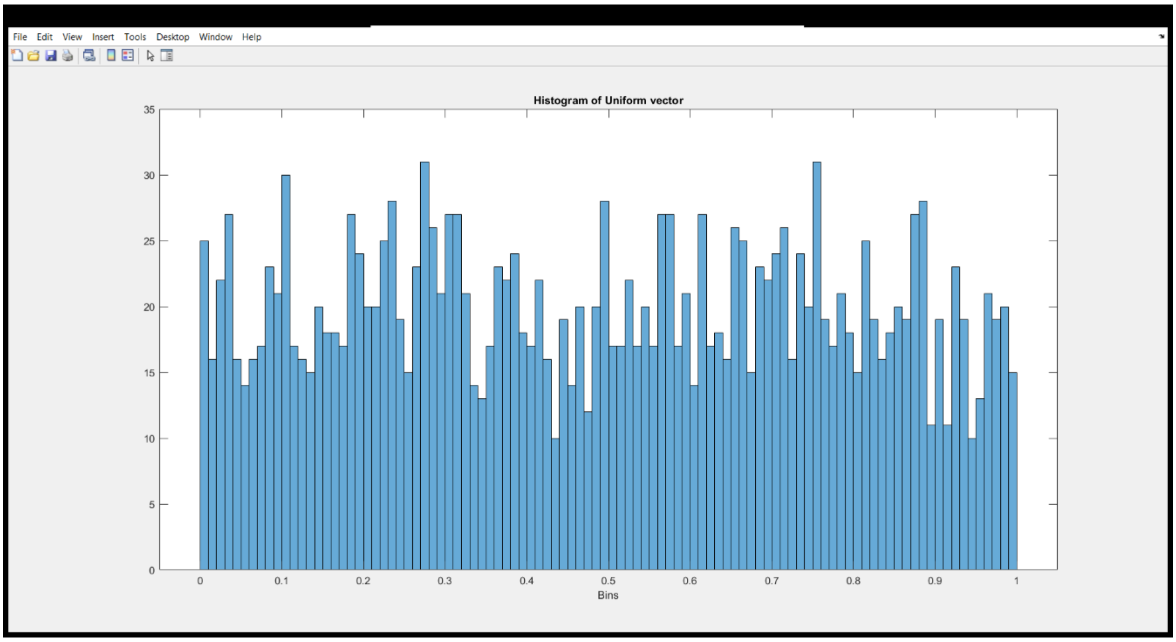


Figure 1

منحنی بالا هیستوگرام یکنواخت میباشد.

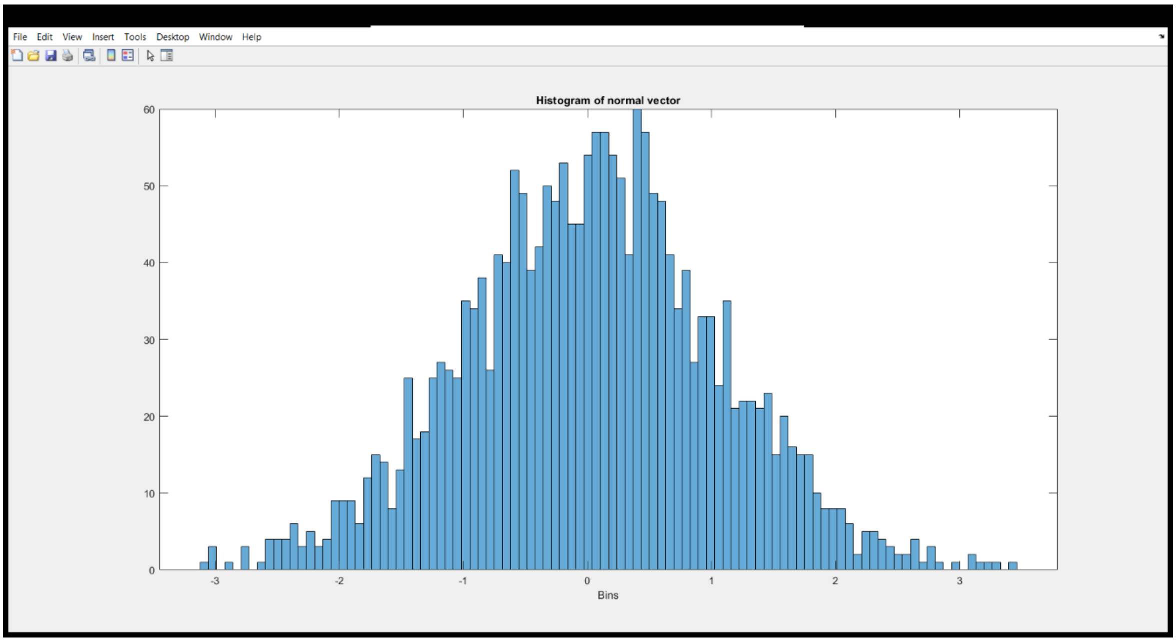


Figure 2

منحنی بالا هیستوگرام نرمال میباشد.

(part 1.2

دراین قسمت به شبیه سازی عمل چگالی توام متغیرهای تصادفی تعریف شده نرمال و یکنواخت در پلات 2بعدی متلب خواهیم پرداخت.

توجه باین نکته ضروری است که برای نشان دادن توام x,y ازپلات نقطه ای متغیر y برحسب دیگری یعنی x استفاده میکنیم.

برای منحنی های هم احتمال نیز کدی تحت عنوان monhani_hamehteml_func.m نوشته شده که برای هر 3حالت نرمال_نرمال و یونیفرم_یونیفورم و نرمال_یونیفورم منحنی ها درکد رسم شده است که درادامه ضمیمه خواهدشد.

توجه شود که درابتدا منحنی های مربوط به هرکدام ضمیمه شده اند و سپس به توضیح تئوری و توجیه مربوط به هریک خواهیم پرداخت.

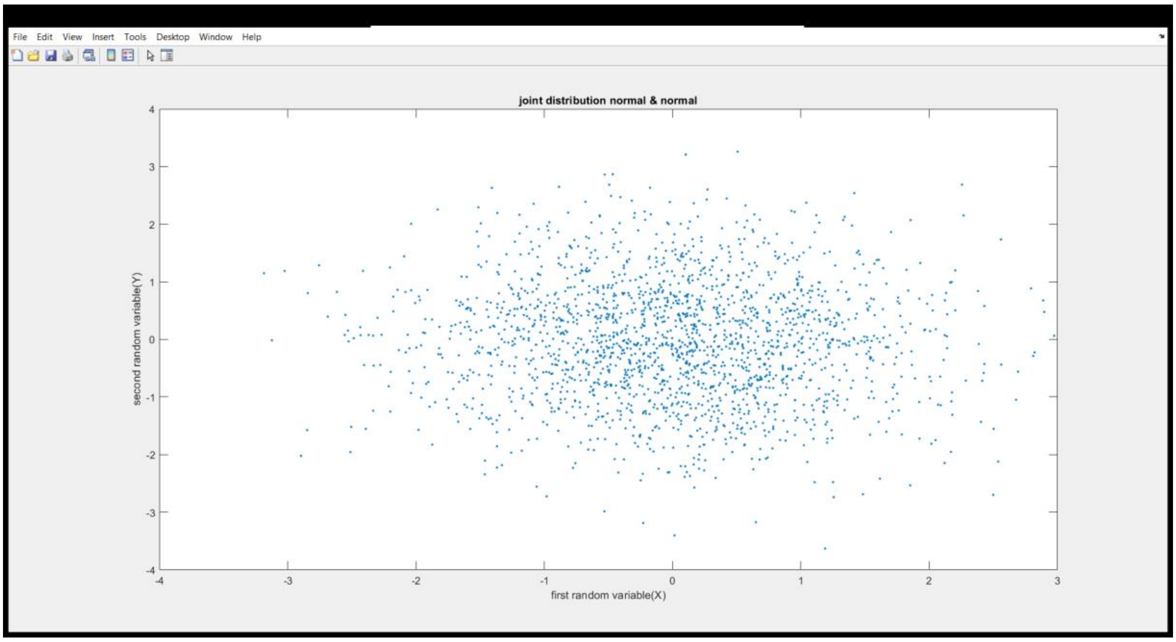


Figure 3

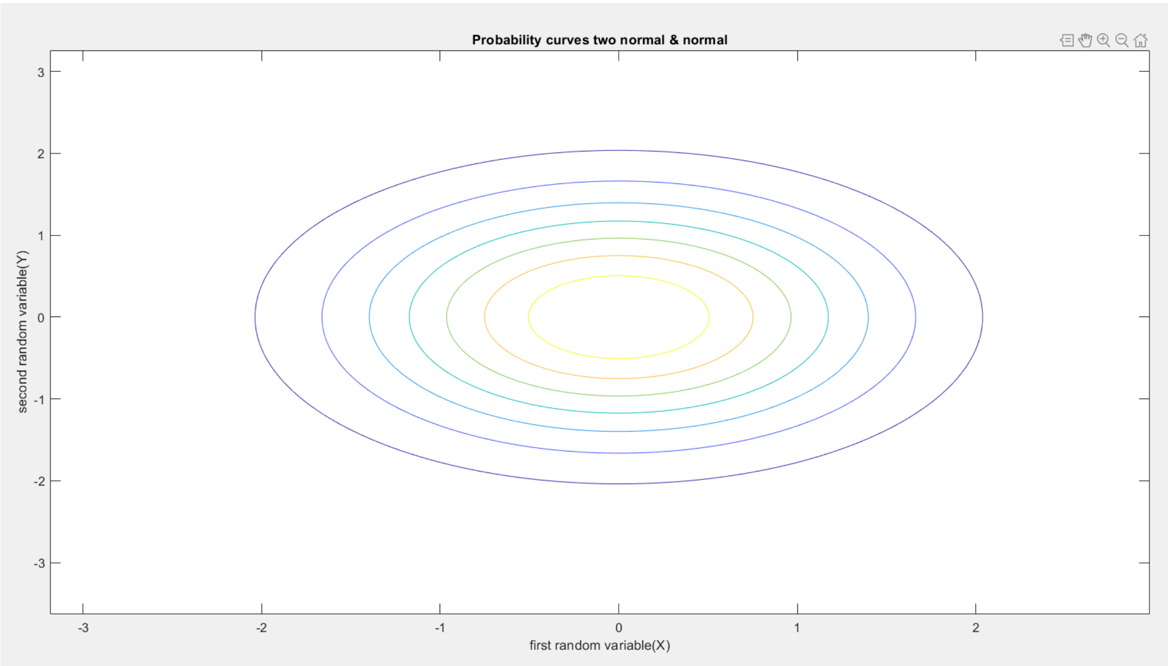


Figure 4

منحنی های بالا مربوط به 2 متغیرتصادفی نرمال میباشد.

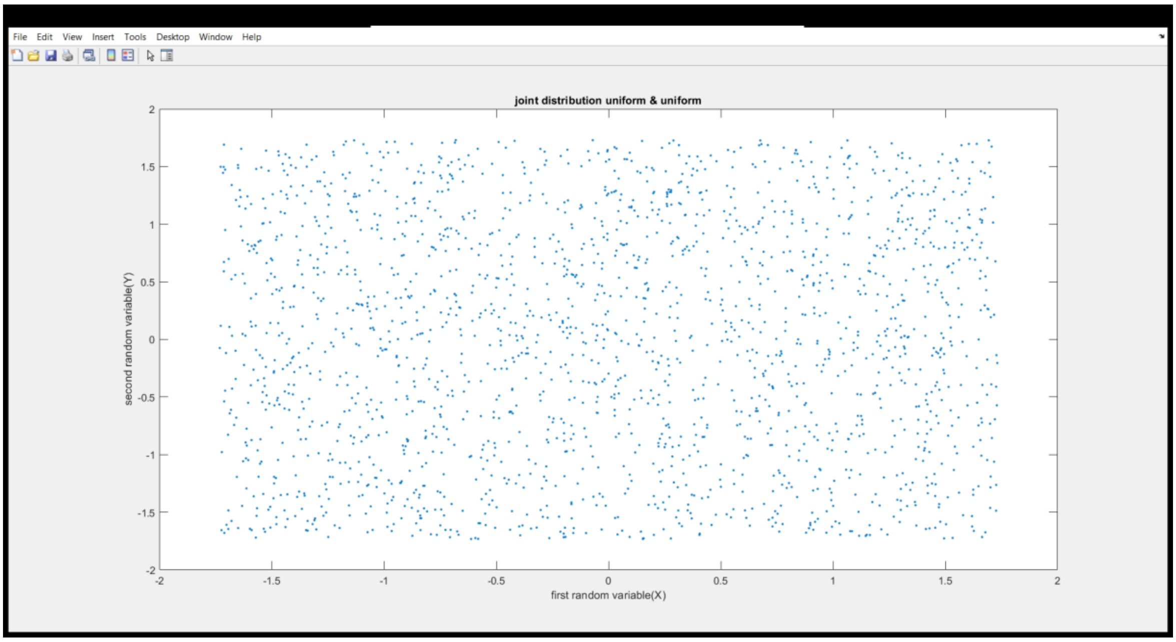


Figure 5

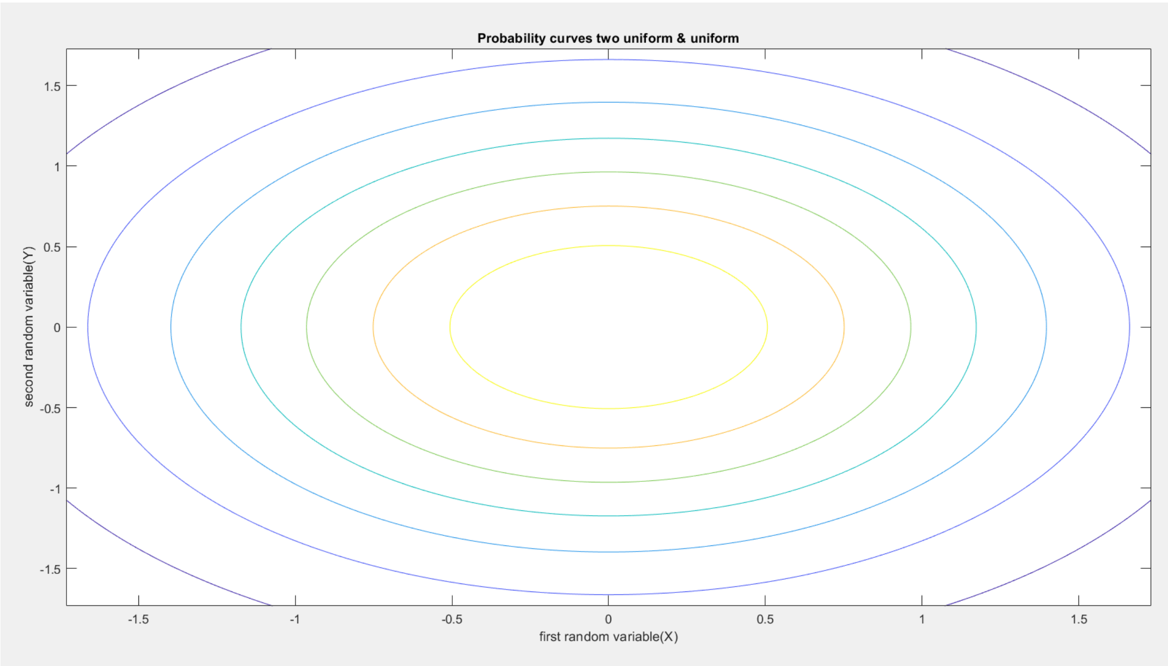


Figure 6

منحنی های بالا مربوط به 2 متغیرتصادفی یکنواخت میباشد.

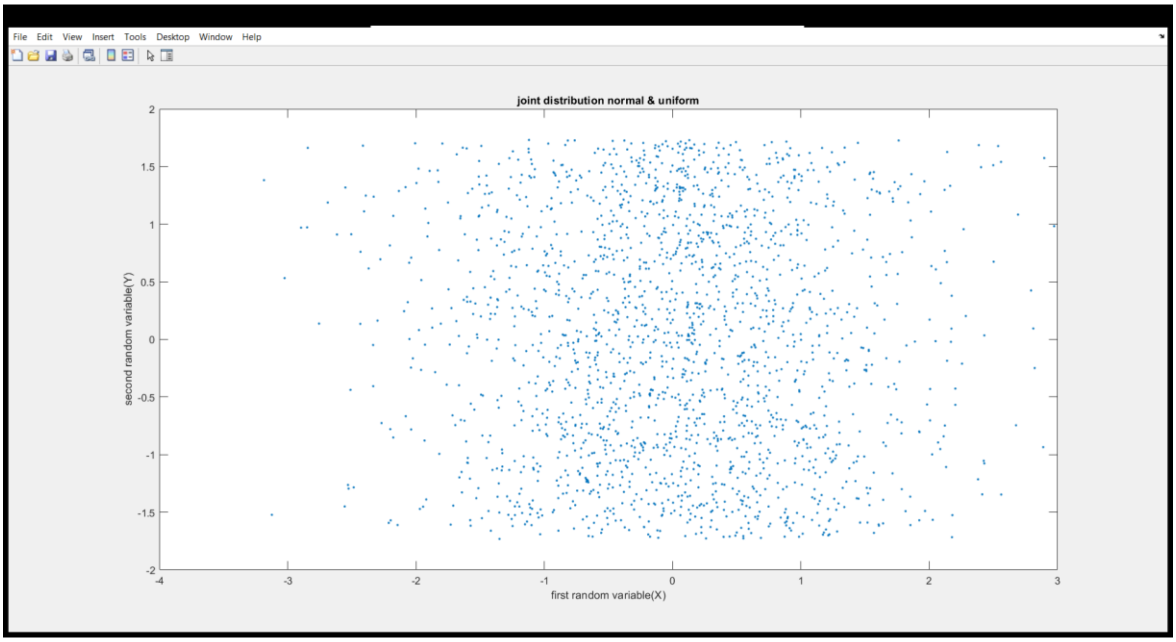


Figure 7

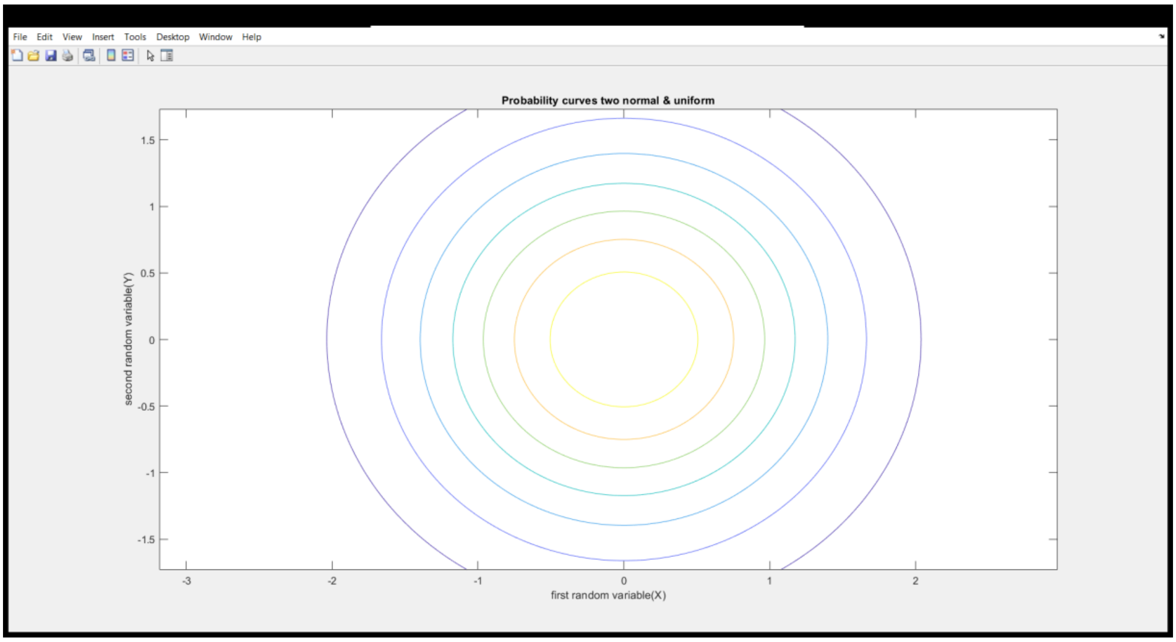


Figure 8

منحنی های بالا مربوط به 2 متغیرتصادفی یکنواخت و نرمال میباشد.

محاسبات مربوط به بدست آوردن مقدار a برای توضیع یکنواخت:

میخواهیم واریانس برابر 1 باشد لذا :

$$E(x^2) - E(x)^2 = 1 \;\Rightarrow\; fx(x) = \frac{1}{b-a} = \frac{1}{2a} \quad \int_{-a}^{a} x^2 . \frac{1}{2a} dx - \int_{-a}^{a} x . \frac{1}{2a}^2 = 1$$

$$\frac{1}{2a}\left[\frac{a^3}{3} + \frac{a^3}{3}\right] - 0 = 1 \;\Rightarrow\; \frac{a^2}{3} = 1 \;\Rightarrow\; a^2 = 3 \;\Rightarrow\; a = +\sqrt{3}$$

همانطورکه دیده شد دربالا منحنی های هم احتمال و تابع توزیع توام برای هر3 حالت ترسیم شده است .

حالت نرمال_نرمال : همانطور که انتظارداشتیم منحنی نقطه ای این قسمت شامل نقطه هایی است که حول نقطه 0 که درواقع میانگین توزیع میباشد با پراکندگی قابل انتظار ترسیم شده اند که کامل شکل توزیع را نمایان میکنند.

منحنی های هم احتمال نیز به صورت دایره هایی هستند و دراین حالت هرچی از نقطه 0و0 دور شویم پراکندگی کمتر میشود که نشان دهنده میزان تابع توام میباشد.

حالت یکنواخت_یکنواخت :

دراین توضیع کاملا با توضیحی یکنواخت با پراکندگی یکنواخت حول 0 و1 روبه رو هستیم همانطور که شکل نشان میدهد و هرچه از مرکز دور شویم بمانند این است که نمی توان منحنی های هم احتمال دقیقی برای آن گزارش کرد و درهمه فضا یکنواخت است.

حالت یکنواخت_نرمال:

دراین حالت نیز روی محوری که حالت یکنواخت را نشان میدهد پراکندگی و پخش شوندگی یکسانی خواهیم داشت و اما روی محور مربوط به گوسین با دور شدن از مرکز با کاهش پراکندگی نقاط مواجه خواهیم بود.

دراین حالت نیز منحنی های هم احتمال خطوط موازی هستند که با فاصله گرفتن از صفر با احتمال وقوع کمتری خواهند بود.

(part 1.3

یک از مفاهیم مهم در مخابرات توزیع شرطی است چرا که در بیشتر مواقع ما از نتیجه ی یک متغیر تصادفی مطلع هستیم و میخواهیم با استفاده از آن متغیر تصادفی دیگر را تخمین بزنیم.

دراین پارت به بررسی عملی این توضیع بااستفاده ازمتلب خواهیم پرداخت.

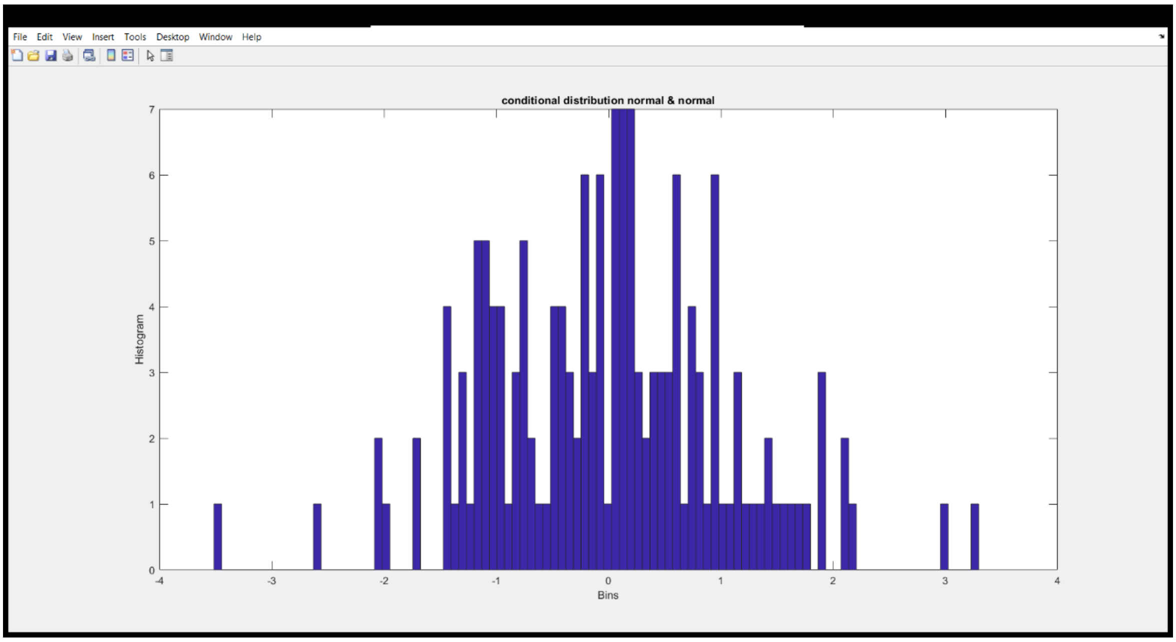
درقسمت اول بادردست داشتن 2 توضیع نرمال x,y به ترسیم هیستوگرام شرطی P(x|y=0.5) خواهیم پرداخت.

<u>توضیح الگوریتم کار:</u>

برای محاسبه ی این توضیع شرطی اینطور عمل میکنیم که ابتدا بااستفاده از یک for کل ارایه ی y را پیمایش میکنیم و اندیس درایه هایی از y را که به ازای آنها y در محدوده ی 0.4 تا 0.6 قرارمیگیرد را پیدا میکنیم و ارایه جدید conditional_vector را با درایه هایی ازx که اندیس شان درشرط فوق صدق میکندپر میکنیم.

<u>توجه شود که بدلیل گسسته بودن بررسی ما در متلب از تلرانس بامقدار 0.1 استفاده شده است.</u>

درواقع بااین کار مقادیری از x را که مقدار y شان درشرایط گفته شده صدق میکند را pick up میکنیم که این همان implement کردن توزیع شرطی درمتلب میباشد درادامه منحنی های مربوط به هردو تحلیل ضمیمه شده اند.



<u>Figure 9</u>

<u>منحنی بالا برای توزیع نرمال_نرمال میباشد. P(xly=0.5)</u>

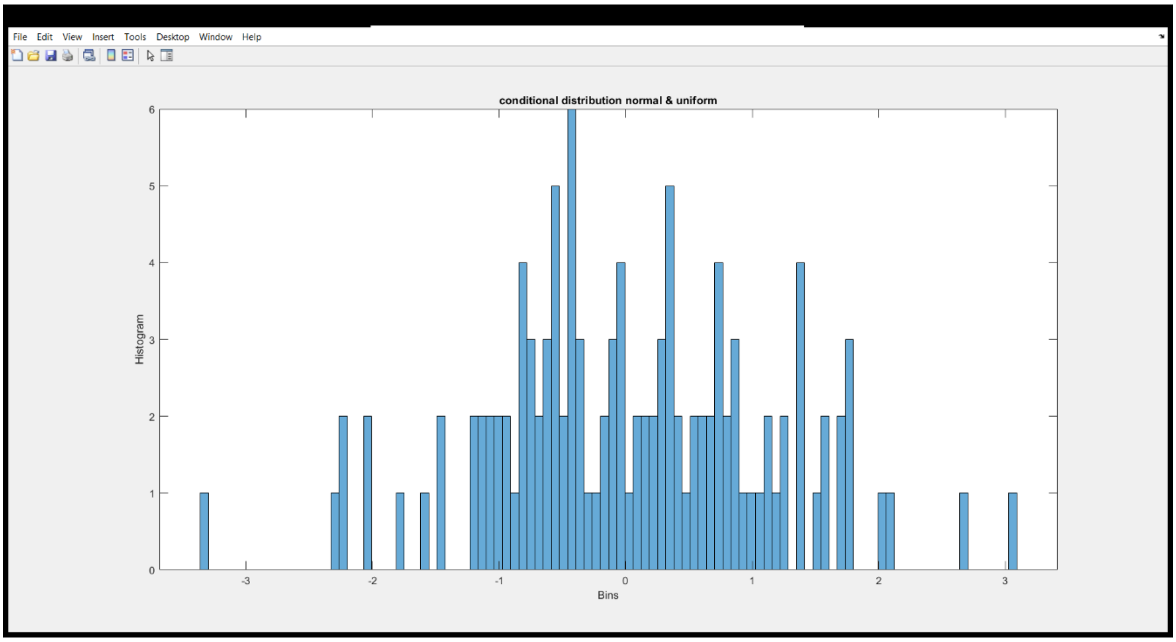


Figure 10

منحنی بالا برای توزیع نرمال_یونیفرم میباشد.   P(x|y=0.5)

بله همانطورکه منحنی های بالانشان میدهند در هریک فقط سمپل هایی از وکتور تصادفی x برداشته شده است که ایندکس شان در شرط توضیع صدق میکند پس هیستوگرام های بالا درواقع زیرمجموعه هایی از توضیحات حاشیه ای یا marginal پارت قبل میباشند و با توضیعات marginal پارت قبلی تفاوت دارند.

بخش دوم - متغیر های تصادفی همبسته

(part 2.1

دراین قسمت قصدداریم به بررسی یک متغیرتصادفی جدید تحت عنوان Z بپردازیم که به صورت ترکیب خطی 2متغیرتصادفی X,Y که خود وکتورهایی نرمال هستند بپردازیم.

درابتدا بصورت teory اثبات خواهیم کرد که متغیر Z توضیع نرمال با میانگین 0 و واریانس 1 دارد.

__اثبات:__

$$z = \alpha x + \sqrt{1-\alpha^2 y}\,, -1 \leq \alpha \leq 1.$$

$$b = \sqrt{1-a^2}\,y \quad \Rightarrow \quad z = ax + by \qquad E(z) = E(ax+by) = aE(x) + bE(y)$$

ازآنجا که میانگین x,y صفرمیباشد پس میانگین z نیز صفرمیباشد.

$$\begin{aligned} 6^2 = E(z^2) &= E(a^2x^2 + b^2y^2 + 2abxy) \;\Rightarrow\; E(z^2) \\ &= a^2E(x^2) + b^2E(y^2) \end{aligned}$$

ازآنجا که واریانس x,y برابر 1 میباشد پس حاصل واریانس برابر $a^2 + b^2$ میشود.

داریم:

$$b = \sqrt{1-a^2}\,y \quad \Rightarrow a^2 + b^2 = 1$$

پس واریانس z نیز همان مقدار 1 میباشد.

حال برای کرلیشن خواهیم داشت :

$$E\big((x+\tau).z\big) = E(ax^2 + bxy + ax\tau + bx\tau\,) = aE(x^2) = a$$

پس مقدار کرلیشن برابر a میباشد.

حال برای اطمینان از صحت محاسبات تئوری برای مقدار دلخواه a=0.6 هیستوگرام توضیع z را رسم خواهیم کرد.

__نمودارها درادامه ضمیمه خواهند شد.__

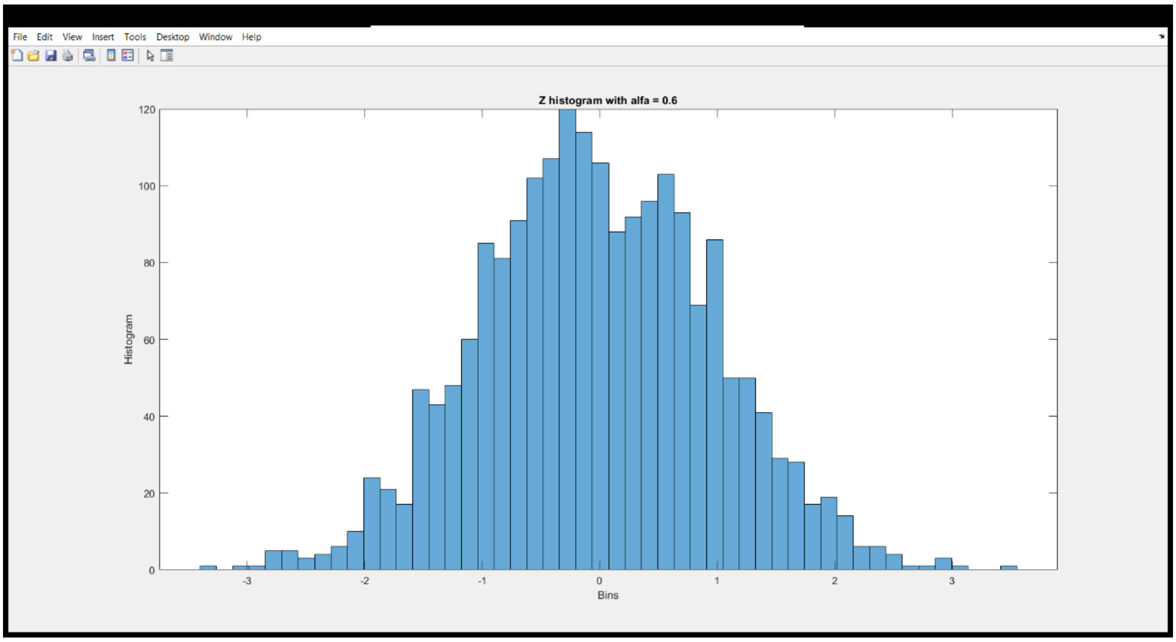


Figure 11

درادامه قصد داریم به صورت عملی نیز کرلیشن بین x,z را ترسیم کنیم و نشان بدیم که درعمل نیز این وابستگی بین x,z رابطه مستقیمی با مقدار a داشته باشد.

ازانجا که دراین قسمت بدنبال یافتن شباهت بین 2 متغیر x,z هستیم که هردو توضیع نرمال بامیانگین 0و1 دارند میتوانیم شباهت کامل بین این 2 متغیر تصادفی را با خط y=x مپ کنیم به این صورت که ازانجا مه این خط تناظر و شباهت یک به یک و کامل میان سمپل های 2 متغیرتصادفی را نشان میدهد میتوانیم از ان به عنوان کرلیشن بسیاربالا بین 2 متغیرتصادفی یاد کنیم .

حال نمودار نقطه ای یا scatterplot را بازای 4 مقدار الفا برای z, x ترسیم میکنیم که در ادامه منحنی ها پیوست شده است.

طبق بررسی های انجام شده اگر a=1 انتخاب شود منحنی نقطه ای بسیار به خط y=x شباهت دارد که نشان دهنده ی کرلیشن بسیار بالاست و همچنین اگر الفا 0.1 انتخاب شود به معنای کرلیشن بسیار کم است که همانطور که دیده میشود منحنی نقطه ای دراطراف y=x پخش میشود که نشان دهنده ی وابستگی مستقیم کرلیشن به آلفا میباشد که این درواقع همان راه ساده ای است ک درصورت سوال از آن به عنوان راهی برای یافتن کرلیشن یادشده است.

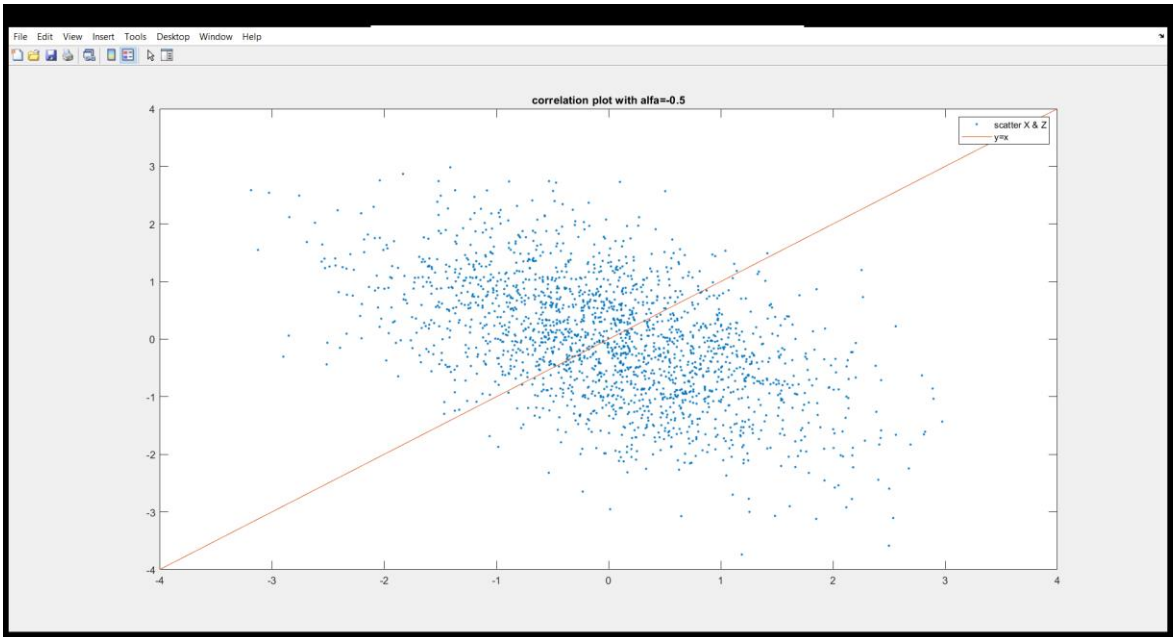


Figure 12

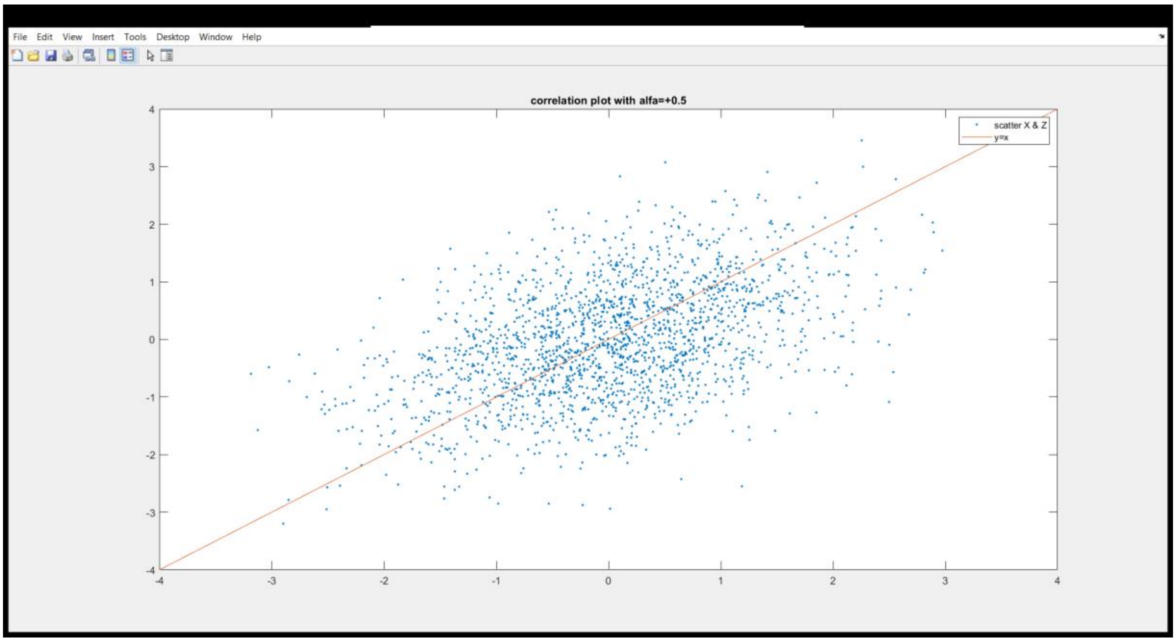


Figure 13

همانطور که دیده میشود به ازای الفا 0.5 تقریبا کرلیشن کمی خواهیم داشت و به ازای الفاهای منفی میزان کرلیشن کاهش می یابد که بدین ترتیب میفهمیم که کرلیشن باعلامت الفا نیز رابطه مستقیم دارد. و به ازای الفا های منفی کرلیشن کاهش می یابد.

همانطور که دیده میشود به ازای الفا 0.9 تقریبا کرلیشن زیادی خواهیم داشت و بشدت 2متغیر به هم شباهت خواهند داشت و به ازای الفاهای منفی میزان کرلیشن کاهش می یابد که بدین ترتیب میفهمیم که کرلیشن باعلامت الفا نیز رابطه مستقیم دارد.و به ازای الفا های منفی کرلیشن کاهش می یابد.

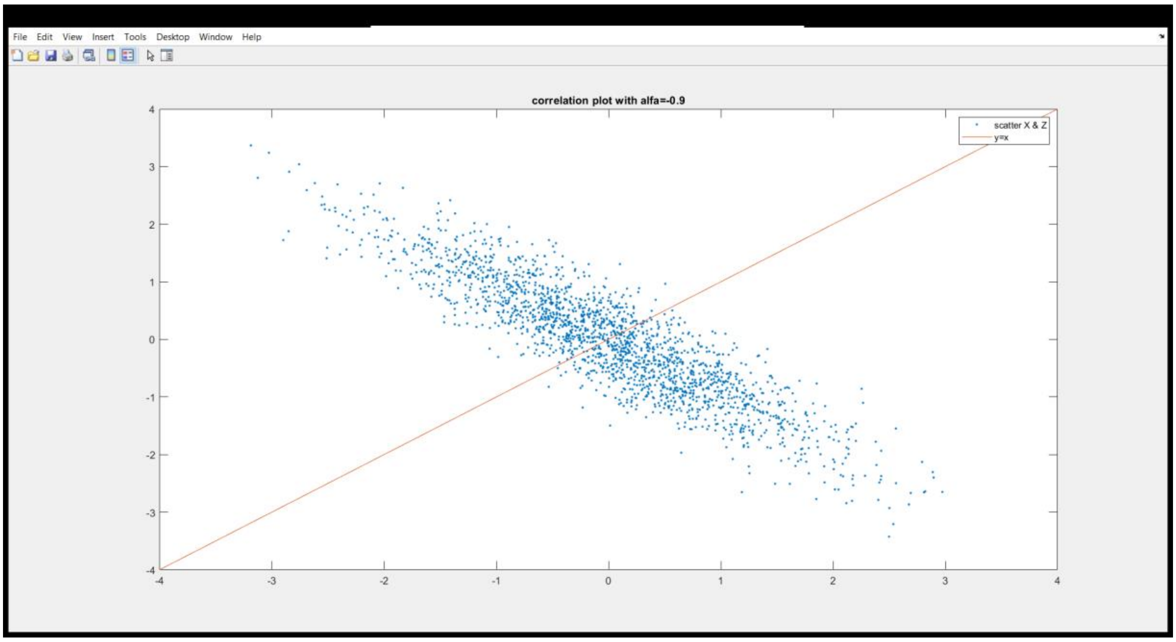


Figure 14

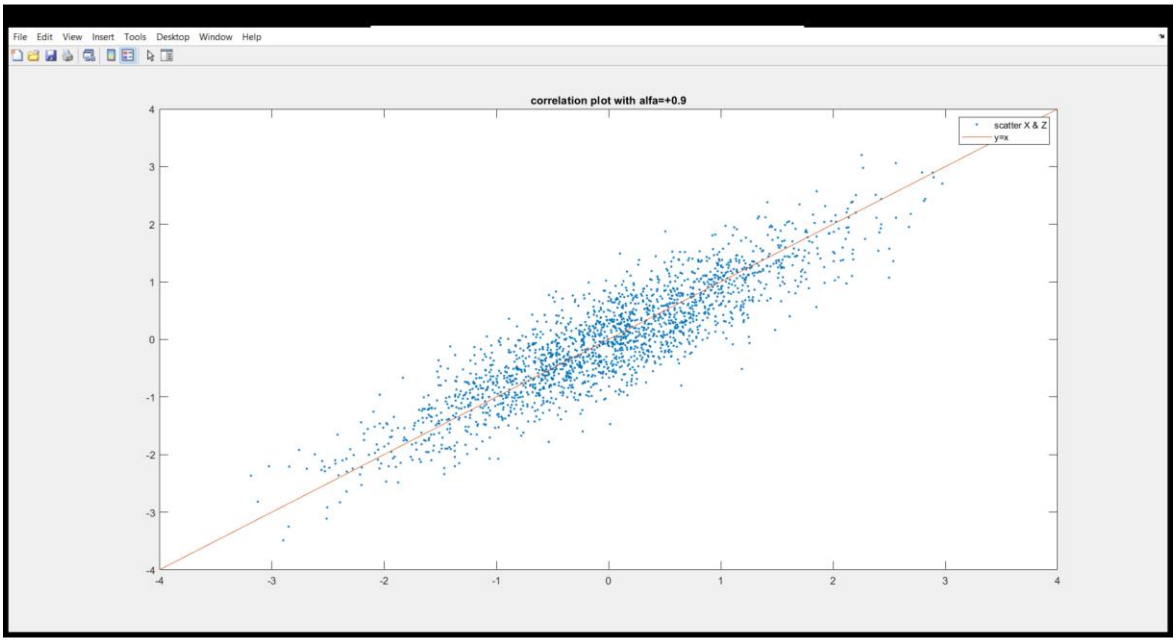


Figure 15

همانطور که دیده میشود به ازای الفا 0.9 تقریبا کرلیشن زیادی خواهیم داشت و بشدت 2متغیر به هم شباهت خواهند داشت و به ازای الفاهای منفی میزان کرلیشن کاهش می یابد که بدین ترتیب میفهمیم که کرلیشن باعلامت الفا نیز رابطه مستقیم دارد.و به ازای الفا های منفی کرلیشن کاهش می یابد.

(part 2.2

دراین قسمت قصدداریم که توضیع های شرطی P(x|z=0.5) و P(x|z=-0.5) را به ازای 2 مقدار مختلف آلفا 0.7 و -0.7 ترسیم کنیم.

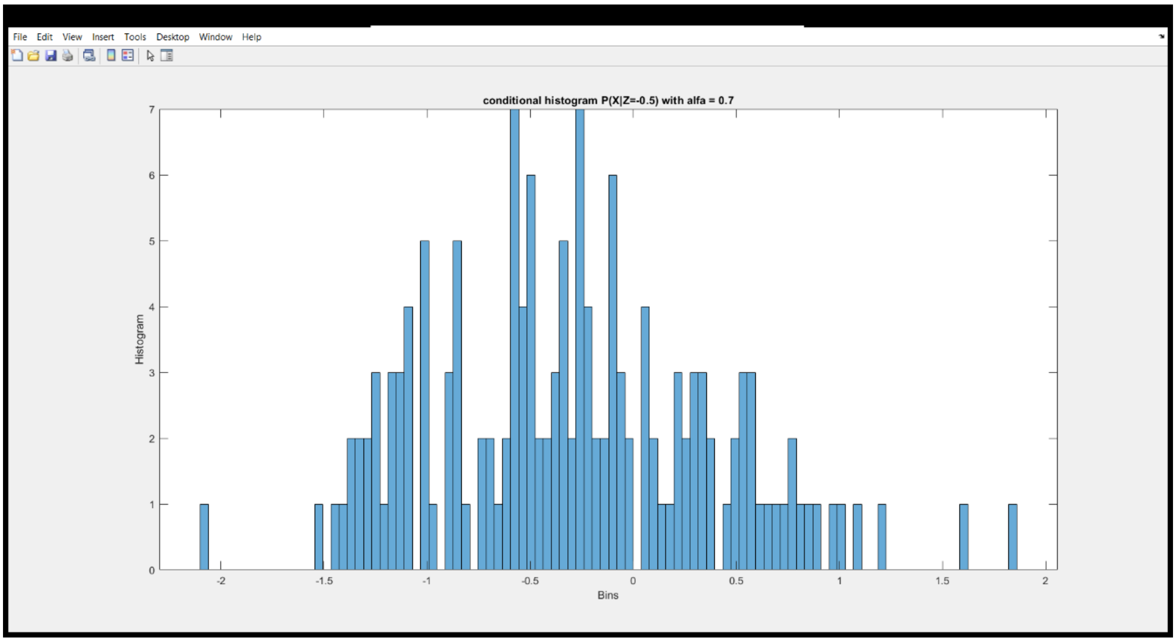


Figure 16

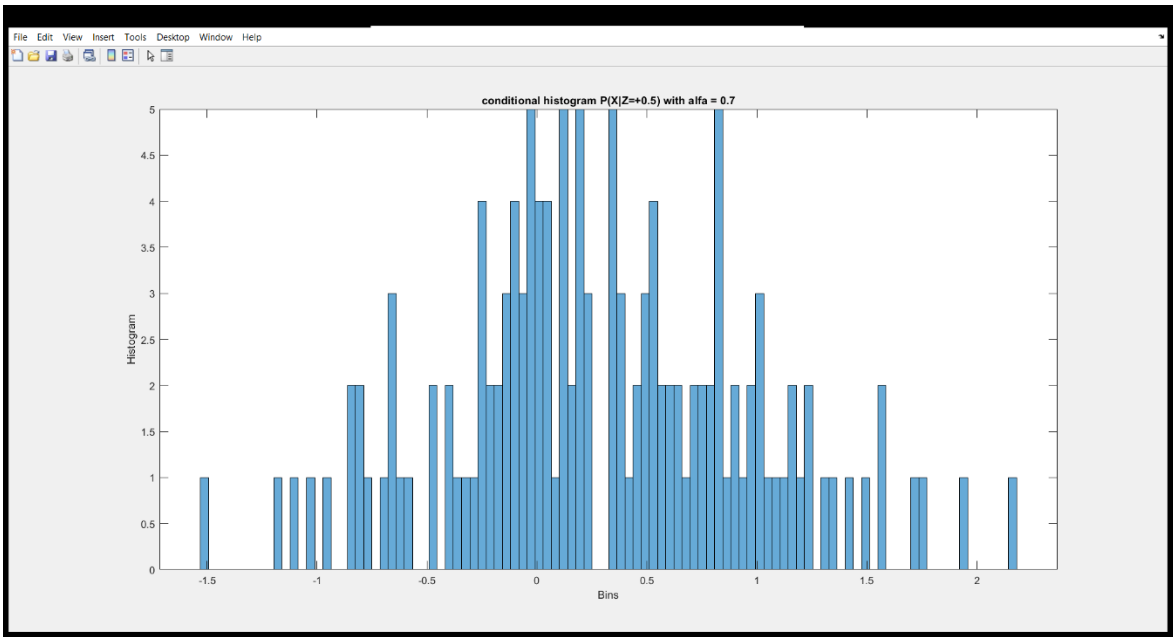


Figure 17

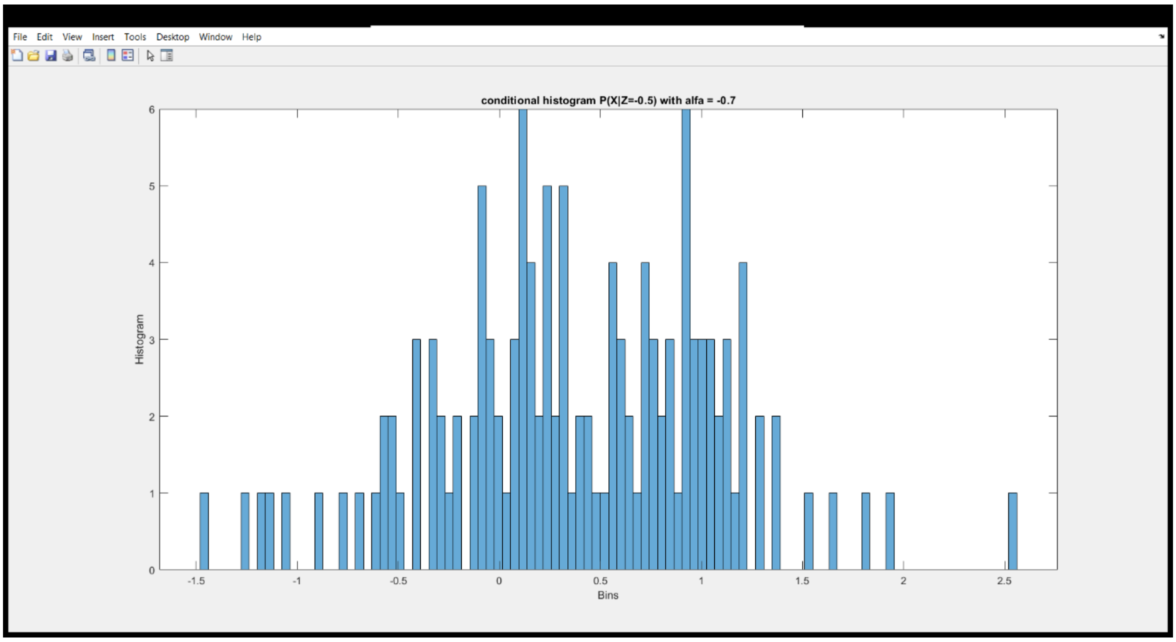


Figure 18

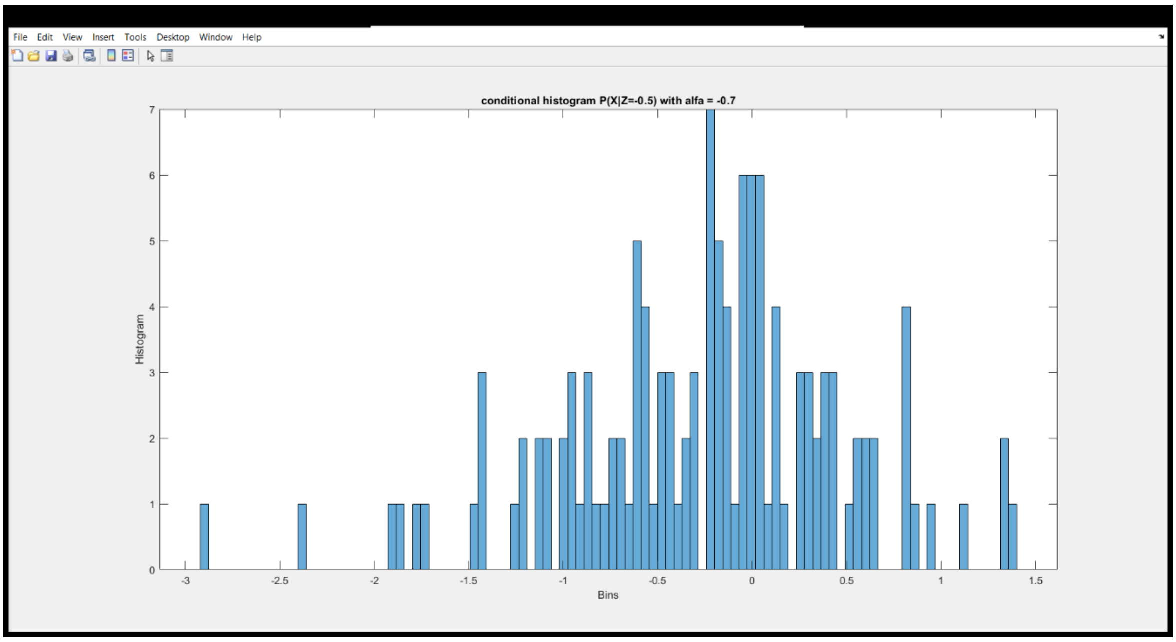


Figure 19

ازآنجا که درتوضیع های شرطی ما به دنبال این هستیم که ببینیم چه مقدار ازداده های z در سمپل های xوجود دارند و یا به عبارتی چه مقدار نمونه ها بهم شبیه هستند و چه مقدار کرلیشن دارند پس درواقع مقدار الفا یا همان کرلیشن به این صورت این مفهوم را که چقد بهم شبیه هستند را در خود ذخیره میکند.

بخش سوم - فرآیند های تصادفی (نویز سفید)

برای نشان دادن و کار کردن با فرآیند های تصادفی از ماتریس های دو بعدی به ابعاد N ×K استفاده میکنیم.

در این جا n بیان گر متغیر زمانی است و k هم برابر تعداد متغیر های تصادفی.

نویز سفید گوسی، یک فرآیند تصادفی است که میانگین تمام متغیر های تصادفی در هر لحظه برابر با صفر است و این متغیر های تصادفی هیچ گونه همبستگی ای با هم ندارند . همچنین این نویز ساده ترین مثال از فرآیند های تصادفی است.

(part 3.0

سطرهای ماتریس فوق بیانگرسمپل های متغیرهای تصادفی هستند که درواقع درهرسطر زمان یا n ثابت است. و همچنین ستون های ماتریس بیانگر سمپل های باالندیس یکسان در زمان های مختلف است که درواقع متغیر زمانی میباشند.

(part 3.1

دراین قسمت قصد داریم ماتریس x را به عنوان فرایند یادشده تعریف کنیم و سپس پردازش های لازم را برروی آن انجام دهیم.

برای این کار با پیمایش سطرهای ماتریس توسط دستور for به مقداردهی کردن و ایجاد سطرهای گوسیین با میانگین 0 و واریانس1 خواهیم پرداخت.

درادامه قرار است یک بردار ایجاد کنیم که هردرایه ازآن میانگین متغیرهای تصادفی مربوط به همان سطرخواهد بود.

درادامه مراحل همین میانگین را به صورت زمانی میگیریم و در xk ذخیره میکنیم. درادامه خروجی های ضمیمه شده.

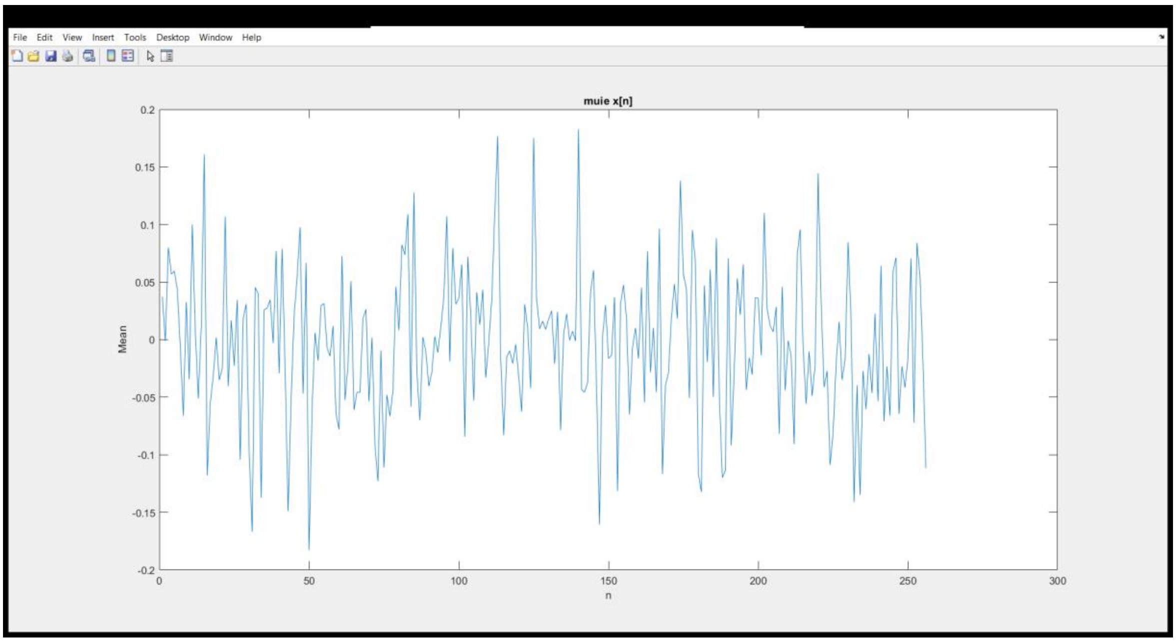


Figure 20

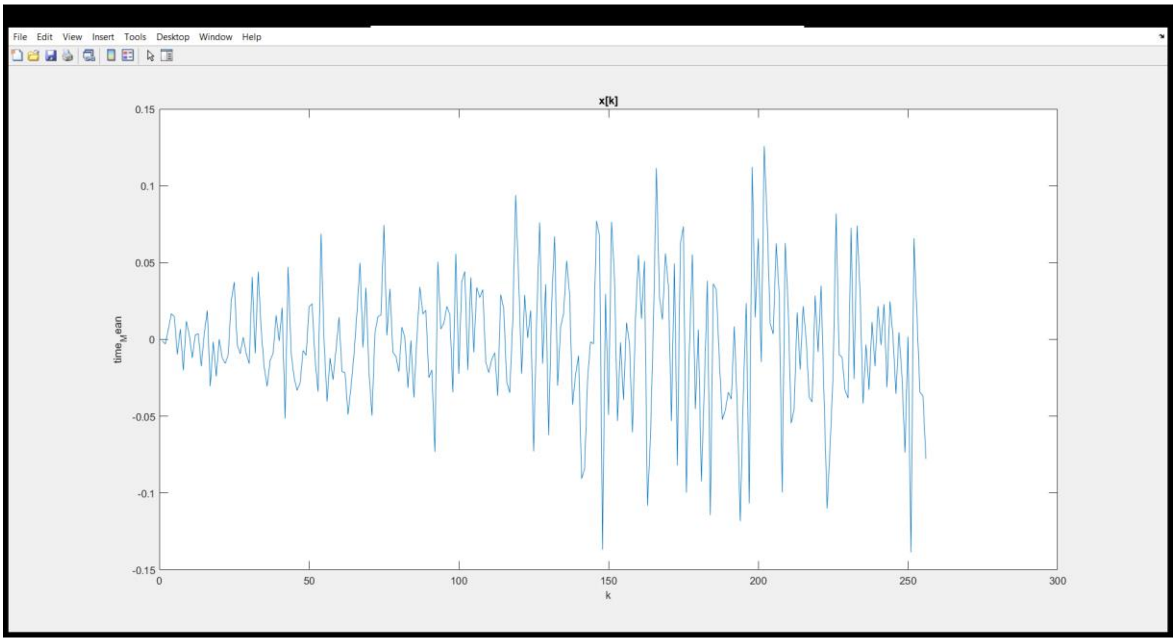


Figure 21

Command Window
```
ans =

   -0.0028


ans =

   -0.0023

fx >>
```

<u>همانطورکه در commandwindow نشان داده شده است میانگین هر دو بردارهای زمانی و بردارمیانگین درراستای ستون ها برابر صفراست. پس میتوانیم بگوییم که این فرایند یک فرایند ergodic درمیانگین میباشد.</u>

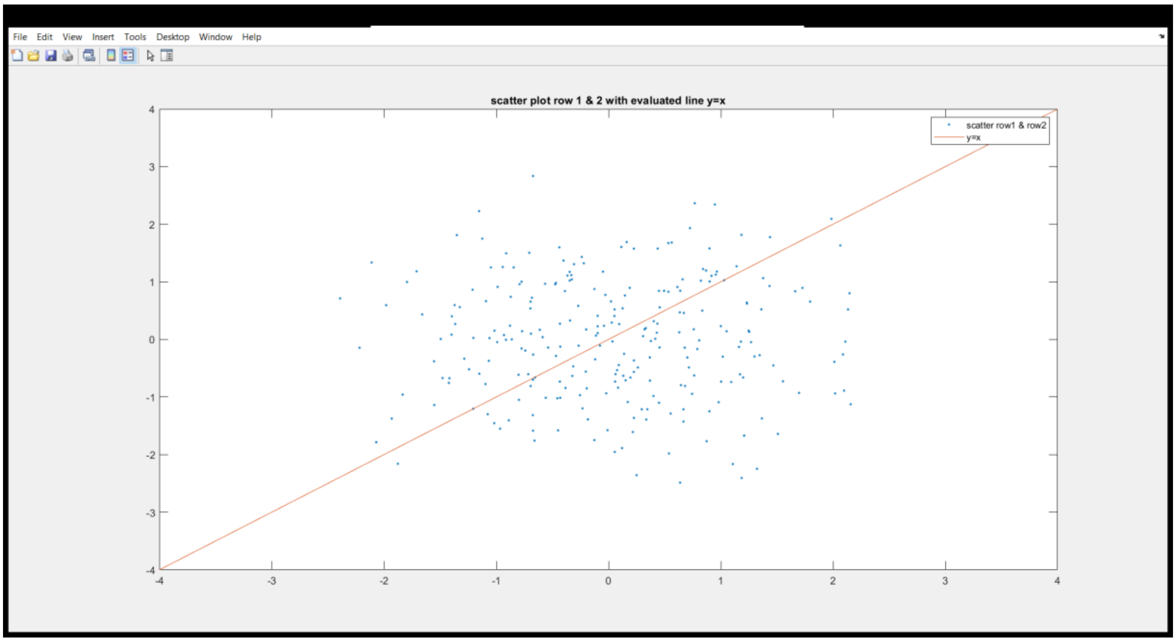
درنهایت نیزباتوجه به این موضوع که درفرایندهای ergodic بادیدن ویژگی های یک سمپل میتوان به ویژگی های کل فرایند پی برد این فرایند را میتوان ergodic درمیانگین پنداشت .

<u>تحلیل ریاضی ان نیز مطابق بالا میباشد که به صورت عملی درمحیط متلب انجام شده است. علت اینکه این مقدار دقیقا صفر نشده است این است که ماتریس ما متناهی فرض شده است.</u>

(part 3.2

دراین قسمت 2 سطر دلخواه ازماتریس x را به عنوان متغیرتصادفی انتخاب میکنیم و scatterplot آنرا به همراه خط y=x رسم میکنیم تا بتوانیم شباهت و کرلیشن بین این 2متغیرتصادفی را درمتلب نشان دهیم.

<u>توجه شود که من سطرهای 1و2 را برای بررسی انتخاب کرده ام.</u>

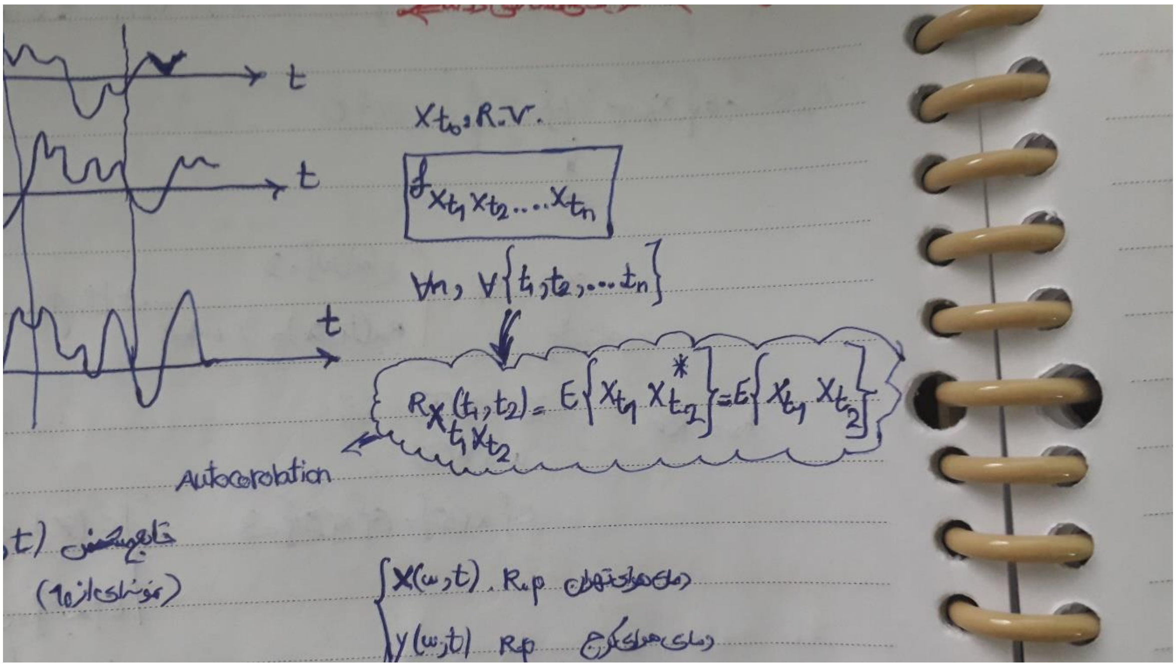


<u>Figure 22</u>

همانطورکه از scatterplot بالا دیده میشود توزیع مشترک اینها یک توضیع توام نرمال میباشد که حول صفر و صفر به صورت دوایری پراکنده شده اند همانطورکه منحنی بالا نشان میدهد correlation بین این 2 متغیر بسیار کم بودخ ومقدار دقیق همبستگی توسط تابع متلب ()corrrcoef محاسبه شده که صحتی بر نمودار ماست و این مقدار همبستگی درزیر امده است.

<u>مقدار نزدیک به صفر 0.0049 میباشد.</u>

<u>پس این فرایند همبسته نمیباشد.</u>



فرمول همبستگی بین 2 متغیرتصادفی انتخاب شده از فرایند مطابق شکل بالا میباشد.

که دراینجا هردو متغیر نرمال با میانگین 0 و1 میباشند. پس مستقل اند.

Rx(n1,n2)=E{Xn1,Xn2}

بخش چهارم Random Walk Process

مفاهیم قابل درک در این بخش: استفاده از مفهوم مهم random walk process در فرآیند های تصادفی.

عبارت زیر را در نظر بگیرید: $x[n] = x[n-1] + \omega[n]$ (2)

که در آن w[n] یک WGN است. این فیلتر همبستگی بین نمونه های پی در پی x[n] را نشان مید هد. در ابتدا به صورت نظری نشان میدهیم این فیلتر کورلیشن را نشان میدهد و در ادامه با استفاده از ابزار متلب آن را مدل میکنم.

(part 4.1

PART 4.1

می خواهیم ثابت کنیم عبارت روبه رو برابر صفر است.

$$x_k[n] = \lim \frac{1}{k} \sum_{k=1}^{K} x_k[n]$$

مطابق روابط بازگشتی خواهیم داشت ←

$$x_k[1] = x_k[0] + w[1] \quad ①$$

$$x_k[2] = x_k[1] + w[2] \xrightarrow{①} x_k[2] = x_k[0] + w[1] + w[2]$$

$$\vdots$$

$$x_k[n] = x_k[0] + \sum_{i=1}^{K} w[i]$$

حال میانگین گیری و حد گیری را اعمال می کنیم ←

$$\mu_x[n] = \lim_{K \to \infty} \frac{1}{K} \times \left[K x_k[0] + K w[1] + (K-1) w[2] + \dots + w[K] \right]$$

از آن جا که میانگین ترم های $w[i]$ به دلیل وضعیت نویز و گوسی بودن دارای صفر است پس داریم.

$$\mu_x[n] = \lim_{K \to \infty} \frac{1}{K} \times K \; x_k[0] = x_k[0]$$

از آن جا که این فرآیند ergodic می باشد پس میانگین هر سطر از آن جا ثابت بودن متغیرمان برابر صفر است ← $x_k[0] = 0$ ←

$$\mu_x[n] = 0$$

(part 4.2

PART 4.2

مطابق گفته سؤال فرآیند از 0 شروع می‌شود لذا خواهیم داشت ⇐ $x[0]=0$

ابتدا $E[x^2[1]]$ را محاسبه می‌کنیم ⇐ مطابق روابط بازگشتی خواهیم داشت ⇐

$$x[0]=0 \longrightarrow E\{x^2[0]\}=0$$

$$x[0]=0 \xrightarrow{*} x[1]=x[0]+w[1] \xrightarrow{*} x[1]=w[1] \Rightarrow E\{x^2[1]\}=E\{w^2[1]\}$$

$$\Rightarrow E\{x^2[1]\}=E\{w^2[1]\}$$

⇐ از آنجا که نویز فرم گوسی دارد و چون واریانس آن 1 می‌باشد ⇐ $E\{x^2[1]\}=1$

$$x[2]=w[1]+w[2] \Rightarrow E\{x^2[2]\}=\underbrace{E\{w^2[1]\}}_{1}+\underbrace{E\{w^2[2]\}}_{1}+2\underbrace{E\{w[1]w[2]\}}_{0}=2$$

گوسی ⇐ 0

$$\vdots$$

$$x[n]=\sum_{i=1}^{n} w[i] \quad **$$

حال $P_x[n]$ را مطابق خواسته سؤال بدست می‌آوریم ⇐

$$P_x[n]=E\{x^2[n]\}=E\left\{\left(\sum_{i=1}^{n} w[i]\right)^2\right\}=\sum_{i=1}^{n} E\{w^2[i]\}$$

$$=E\{w^2[1]\}+E\{w^2[2]\}+\dots+E\{w^2[n]\}=n\times 1=n$$

گوسی‌ان (نویز گوسی)

واریانس = 1

$$\Rightarrow P_x[n]=n \quad , \quad P_x[n-1]=n-1 \Rightarrow P_x[n]=P_x[n-1]+1$$

حال برای بررسی همبستگی به محاسبه‌ی متقابل کورلیشن $w[n]$ و $x[n-l]$ خواهیم پرداخت ⇐ تغییر اندیس سیگما

$$E\{x[n-l]w[n]\}=E\left\{\sum_{i=1}^{n-l} w[i]w[n]\right\}=\sum_{i=1}^{n-l} E\{\underbrace{w[i]w[n]}_{\text{مستقل‌اند}}\} \Rightarrow =\sum_{i=1}^{n-l} E\{w[i]\}E\{w[n]\}=0$$

پس نسبت بهم هیچ‌گونه شباهتی نخواهند داشت و در نتیجه ناهمبسته خواهند بود.

$$E\{x[n-l]x[n]\} \overset{**}{=} E\left\{\sum_{i=1}^{n-l} w[i]\sum_{j=1}^{n} w[j]\right\}$$

برابریم زیرا متفاوت از هم نویزهای گوسین مستقل می‌باشند.

$$\Rightarrow E\{x[n-l]x[n]\}=E\left\{\sum_{i=1}^{n-l} w^2[i]\right\} \xrightarrow{\text{واریانس نویز}=1} n-l$$

اگر $n\to\infty$ و به اندازه کافی طول داده ماتریس داشته باشیم مقدار تئوری و عملی یکسان خواهند شد.

(part 4.3

PART 4.3)

$$r_x(n,n-1) = E\left\{x[n-1]x[n]\right\} = E\left\{\sum_{i=1}^{n-1} w[i] \sum_{j=1}^{n} w[j]\right\}$$

متغیرهای گوسی که منشأ نویز دارند مستقل هستند،

و اگر $j \neq i$ به دلیل نویز بودن دارای میانگین صفر هستند که ترم های $E\{w_i w_j\}=0$

می‌شود و تنها ترم های دارای اندیس یکسان باقی خواهند ماند $\Leftarrow$

$$r_x(n,n-1) = E\left\{\sum_{i=1}^{n-1} w^2[i]\right\} = \sum_{i=1}^{n-1} E\left\{w^2[i]\right\} = \boxed{n-1}$$

برای هر $l > 1$ نیز به طریق مشابه خواهیم داشت $\Leftarrow$

$$r_x(n,n-l) = \boxed{n-l}$$

همان طور که دیده می‌شود cross correlation تابع n (متغیر زمانی نیز می‌باشد) در نتیجه طبق تعریف تنها تابع n_1-n_2 نمی‌باشد

و در نتیجه WSS نیست.

برای عبارت مفروض نیز مطابق توضیحات گفته شده خواهیم داشت $\Leftarrow$

$$\rho_x(n,n-l) = \frac{r_x(n,n-l)}{\sqrt{\rho_x(n)\rho_x(n-l)}} = \frac{n-l}{\sqrt{n(n-l)}} = \frac{n-l}{\sqrt{n^2-nl}}$$

$\Leftarrow \quad n \to \infty \quad \Leftarrow$

$$\lim_{n\to\infty} \rho_x(n,n-l) = 1$$

(part 4.4

دراین قسمت نیز ابتدا به تولید ماتریس white guassian noise میپردازیم و سپس بااستفاده ازدستور filter فرایند random_walk را تعریف میکنیم. که ترسیم ماتریس آن درزیر نشان داده شده است.

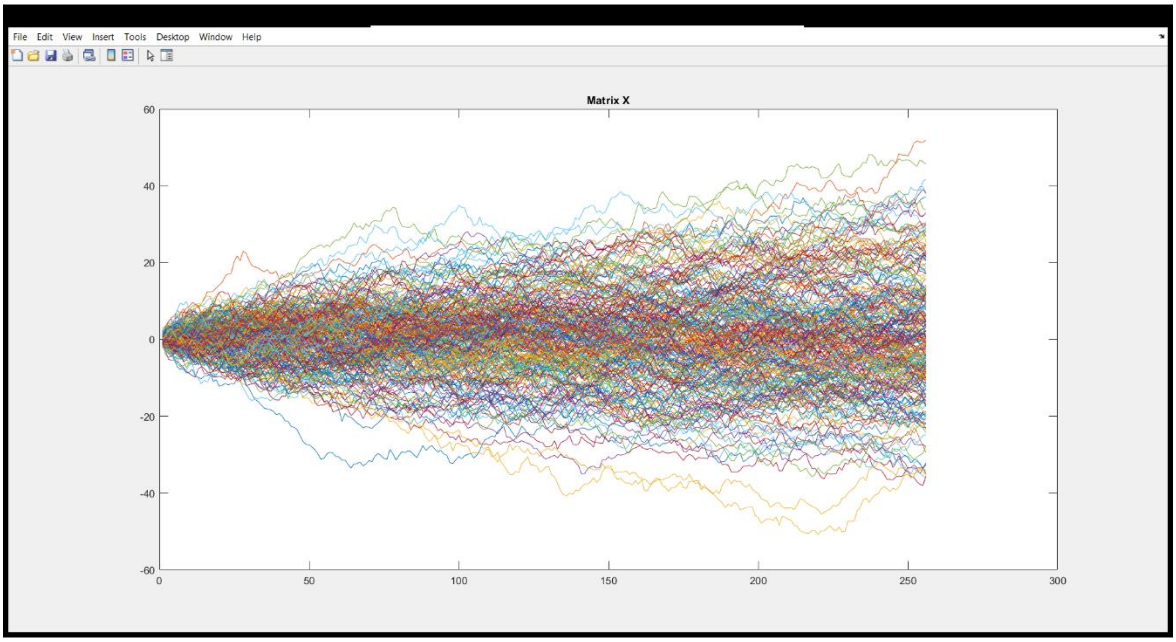


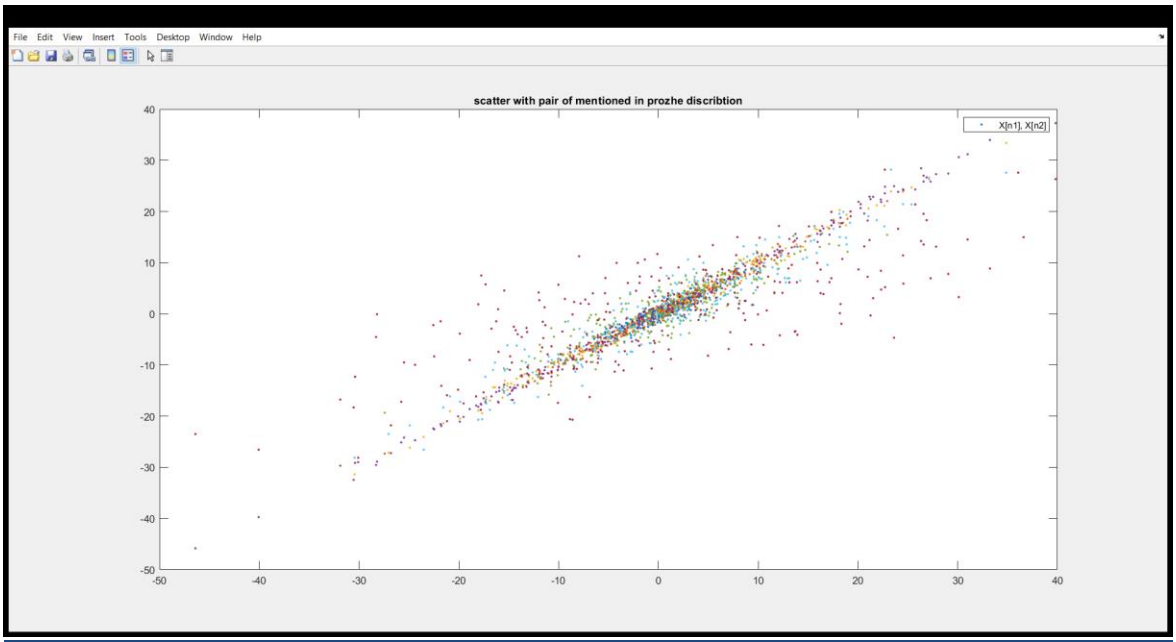
Figure 23

درتحلیل شکل بالا میتوان مطابق روابط تیوری گفت که اولا فرایند از صفر شروع شده است که درشکل بالا نیز همین طور است. همچنین مطابق ماتریس مفروض ما 256 متغیرتصادفی داشتیم درلحظات مختلف که ازنجا که فرایند رندوم واک درلحظه ی n جمع یکسری فرایندگوسی سفید با میانگین صفر است در لحظه ی n ما یک متغیر تصادفی همچنان با میانگین 0 و واریانس جمع n تا نویزگوسی خواهیم داشت که درنتیجه واریانس مقدار n راخواهد داشت پس همانطور که انتظار داشتیم باافزایش n پراکندگی سمپل ها افزایش می یابد که کاملا روند نموداربالا را به رخ میکشد. توجه شود که میانگین ها همچنان صفراست.

درادامه برای بررسی wssبودن این فرایند یکسری زوج هایی که اختلاف n1,n2 متناظرشان یکسان و برابر مقدار 9 میباشد را انتخاب میکنیم و در واقع بااین کار سعی میکنیم تابعیت τ=n2-n1 را بسازیم و بررسی کنیم که ایا نمودارهای بدست آمده ازهریک از این 4 جفت متاظر یکسان هستند یا نه که دقیقا شرط تحقق wss بودن را برآورده میسازد.

اما همانطورکه دیده میشود نمودارهای حاصل مشابه یکدیگر نمیباشند ودرنتیجه فرایند wss نمیباشد.

<u>در ادامه منحنی های مربوط به تحلیل این قسمت ضمیمه شده است.</u>



<u>همانطورکه دیده میشود باوجود اینکه در مقادیر دامنه تمامی جفت ها دارای اختلاف یکسان n2-n1 می باشند انتظار داشتیم که باوجود تفاوت در مقادیر n1,n2 نمودارها یکی میشد درحالی که این چنین نمیباسد.</u>

(part 4.5

دراین قسمت تابع cross_correlation را با پیمایش توسط یک for با میانگیری از سطرهای متناظر تشکیل میدهیم و سپس آنرا با مقدار تیوری بدست امده در پارت های قبل که n-1 میباشد تواما دریک plot رسم میکنیم.

<u>خروجی مطابق شکل زیراست.</u>

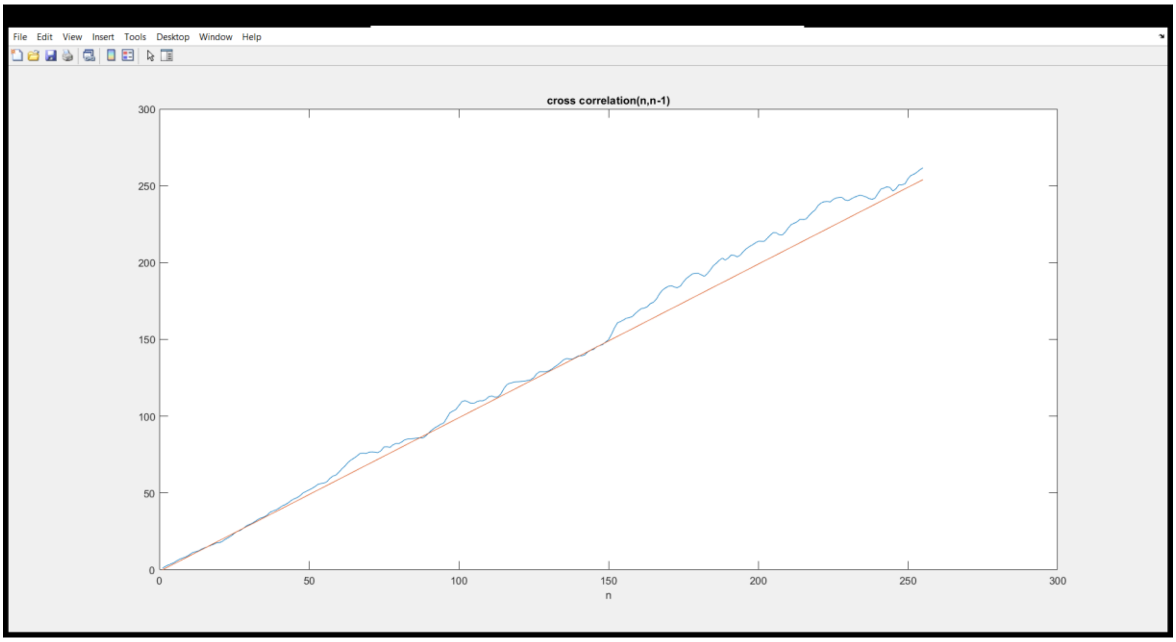


Figure 24

همانطور که دیده میشود این 2 منحنی باتقریب خوبی روی یکدیگر سوار میشوند وازانجا که دراین مثال ما ماتریسی با ابعاد 256*256 انتخاب کردیم نتیجه دقیقا با تیوری یکی نشد درحالی که اگر n به بینهایت میل کند این 2منحنی کاملا یکسان خواهند شد.

درادامه ازانجا که درپارت قبل نشان دادیم که فرایند wss نیست درنتیجه هم تابعیت τ دارد و هم تابعیت t لذا مقدار auto correlation را نمیتوانیم تنها با تابع rx(n,n-1) تخمین بزنیم.