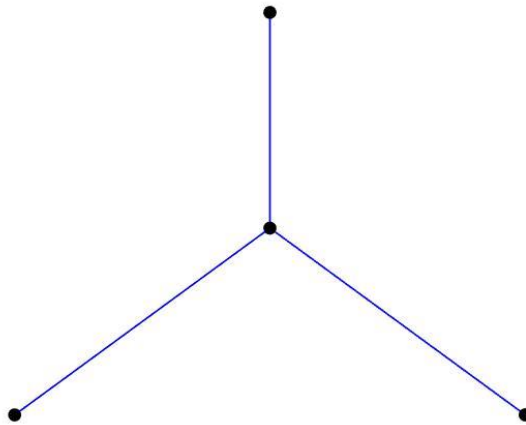


(۱) با استفاده از توضیحات موجود، Toolbox مورد نظر را دانلود و در MatLab نصب می‌کنیم.

(۲) ماتریس‌های وزن و مختصات را برای هر یک از دو گراف به طور جداگانه و به صورت دستی تعریف می‌کنیم و سپس با استفاده از دستورهای `gsp_graph` و `gsp_plot_graph` گراف‌های خواسته شده را ایجاد و رسم می‌کنیم.

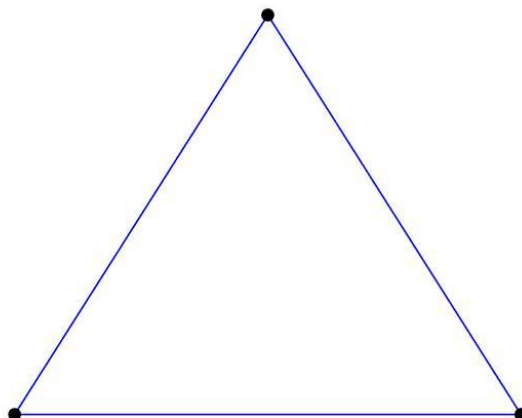
$$W_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0.7 & 1.1 & 2.3 \\ 0.7 & 0 & 0 & 0 \\ 1.1 & 0 & 0 & 0 \\ 2.3 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$C_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ -1 & -\sqrt{3} \\ 1 & -\sqrt{3} \\ 0 & 2 \end{bmatrix}$$



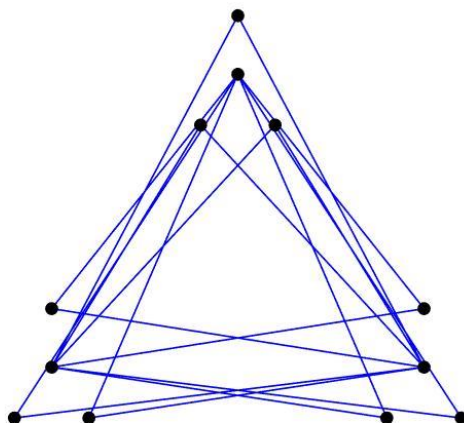
$$W_2 = \begin{bmatrix} 0 & 1.6 & 2.4 \\ 1.6 & 0 & 0.8 \\ 2.4 & 0.8 & 0 \end{bmatrix}$$

$$C_2 = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & -1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$$

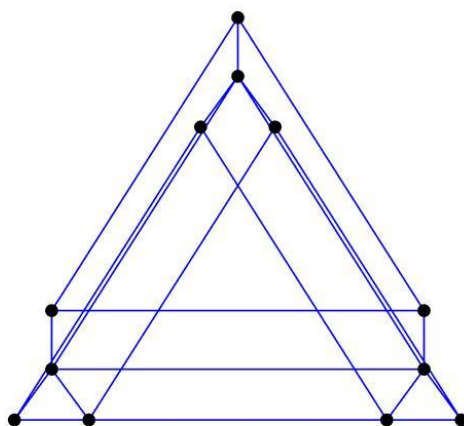


۳) با استفاده از دستور `gsp_graph_product`، گراف‌های خواسته شده را تولید می‌کنیم.

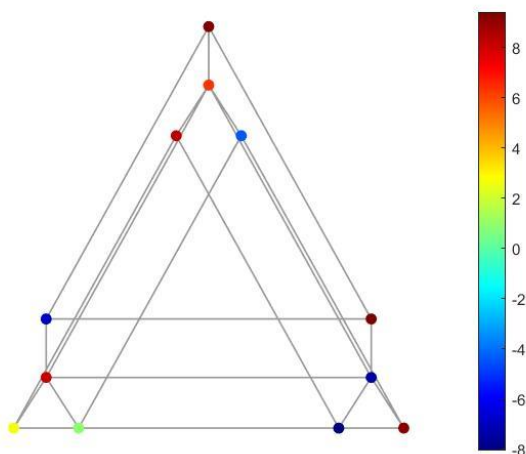
ضرب تانسوری (کرونکر):



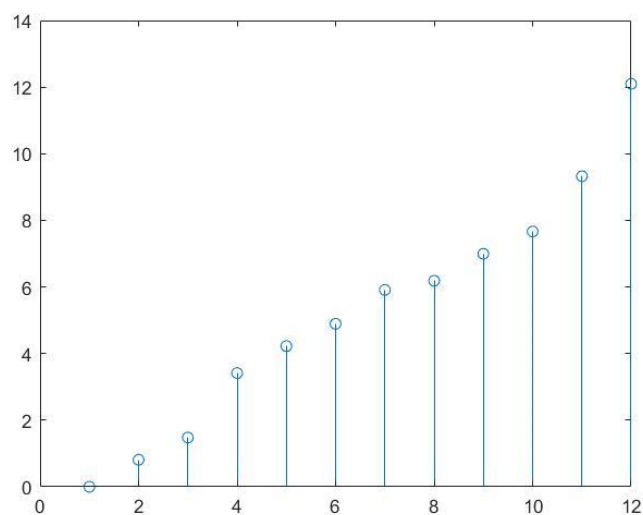
ضرب دکارتی:



۴) با انتخاب گراف حاصل از ضرب دکارتی و ایجاد یک سیگنال تصادفی در بازه داده شده، گراف خواسته شده را بدست می‌آوریم و با استفاده از دستور `gsp_plot_signal` رسم می‌کنیم.

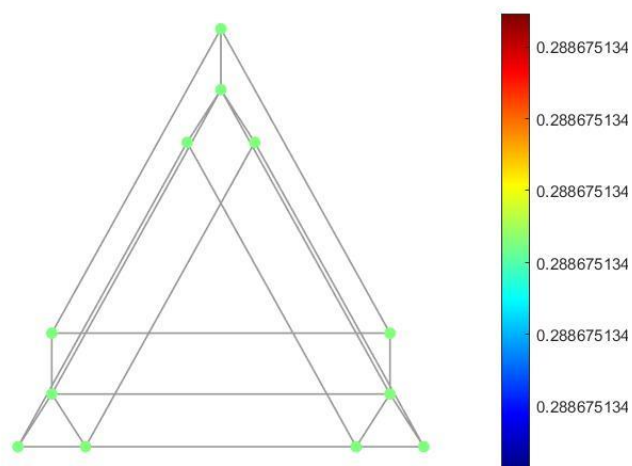


۵) با استفاده از دستور `gsp_compute_fourier_basis`، مقادیر ویژه و بردارهای ویژه ماتریس لاپلاسیان گراف `myG` را بدست می‌آوریم.

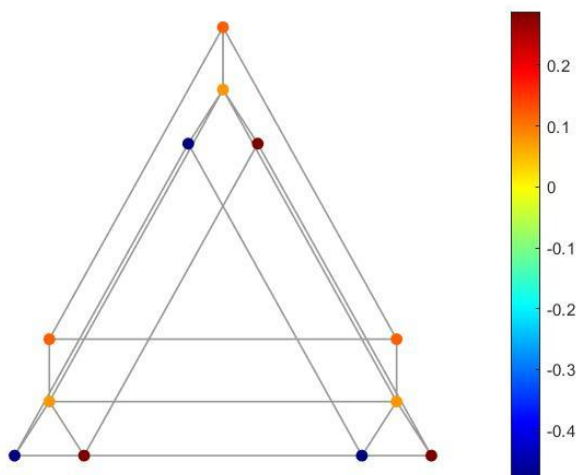


۶) موارد خواسته شده را با استفاده از دستور `gsp_plot_signal`، رسم می‌کنیم.

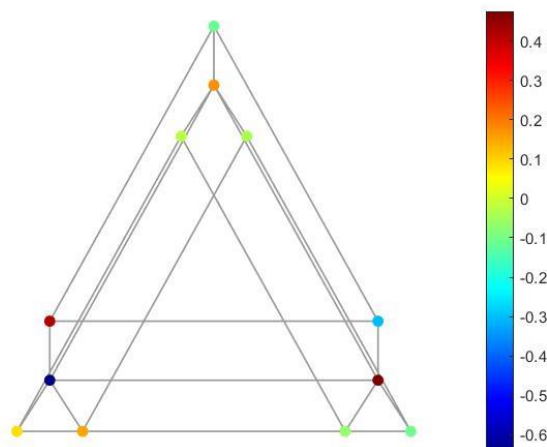
:U1



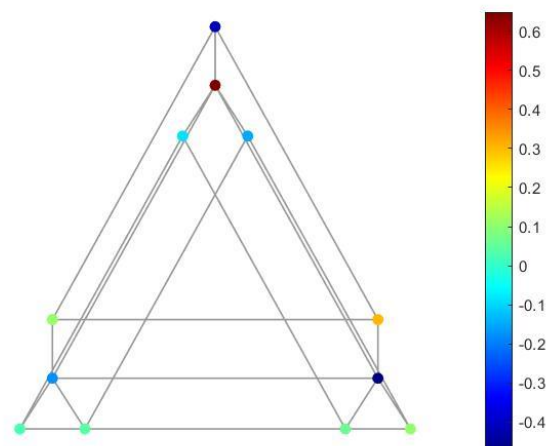
:U2



:U11

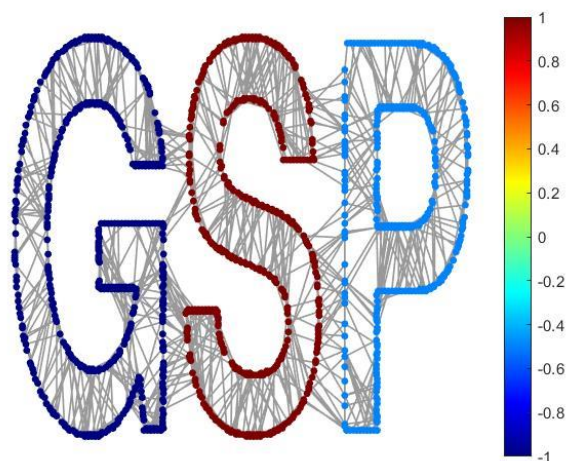


:U12



به وضوح مشخص است که بردارهای ویژه متناظر با مقادیر ویژه بزرگ‌تر، اختلاف مقدار بیشتری در نودهای مجاور گراف ایجاد می‌کنند.
بخش دوم: خوشه‌بندی گراف

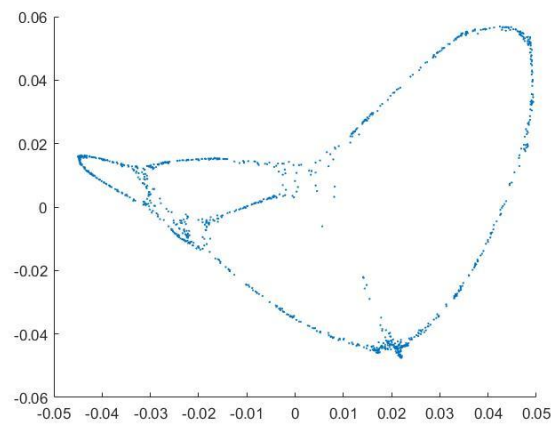
(۷) با بررسی مقدار مولفه x مختصات نودهای گراف `gsp_logo`، سیگنال خواسته شده را تعریف می‌کنیم.



۸) با استفاده از دستور `gsp_compute_fourier_basis`، مقادیر ویژه و بردارهای ویژه ماتریس لاپلاسیان گراف GL را بدست می‌آوریم.

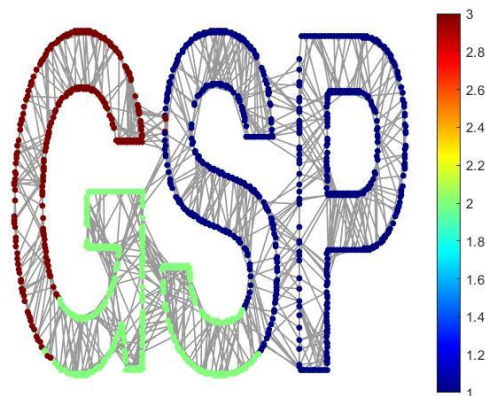
۹) `signal_2D` را به عنوان بردار ویژگی دو بعدی خواسته شده تعریف می‌کنیم.

۱۰) با استفاده از دستور `scatter`، نمودار خواسته شده را رسم می‌کنیم.



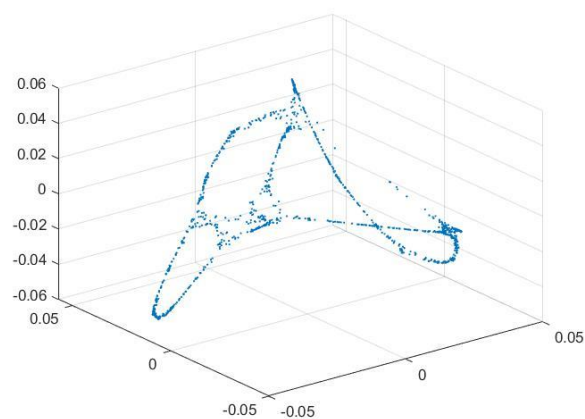
۱۱) با استفاده از دستور `kmeans`، نودهای گراف GL را به سه خوشه دسته‌بندی می‌کنیم.

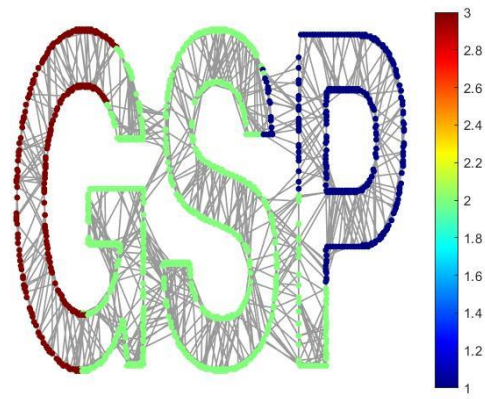
۱۲) مورد خواسته شده را با استفاده از دستور `gsp_plot_signal` رسم می‌کنیم.



خوشه‌بندی بدست آمده بر اساس دو بردار ویژه ابتدایی، نمایشی از دسته‌بندی بر حسب میزان شباهت نودهای گراف به یکدیگر از دید ماتریس وزن گراف است و به وضوح به نتیجه متفاوتی با بخش ۷ منجر می‌شود.

۱۳) با طی کردن مراحل مشابه، خوشه‌بندی بدست آمده بر اساس سه بردار ویژه ابتدایی را بدست می‌آوریم.





خوشه‌بندی بدست آمده بر اساس سه بردار ویژه ابتدایی، نسبت به قسمت قبل، به نتیجه نزدیک‌تری به بخش ۷ منجر می‌شود.