

به نام خدا



دانشگاه تهران

پردیس دانشکده‌های فنی

دانشکده‌ی مهندسی برق و کامپیوتر



# ریاضی مهندسی

تمرین کامپیوتری شماره‌ی یک

کاربرد تبدیل فوریه

استاد: دکتر مهدی طالع ماسوله

طراح: محمدهادی عطاریه

پاییز ۹۷



### نکات پروژه:

- ✓ هنگام کد زدن در صورت نیاز از توضیحات استفاده کنید. برای این کار در ابتدای خط از علامت % (در پایتون از علامت #) استفاده کنید.
- ✓ در صورت پروژه تعدادی راهنمایی وجود دارد. اجباری وجود ندارد که حتماً از آن‌ها استفاده کنید.
- ✓ در نمودارها حتماً از `title()` `xlabel()` `ylabel()` برای نام‌گذاری استفاده کنید.
- ✓ می‌توانید از `Live Script` استفاده کنید.
- ✓ در هر قسمت برای جدا کردن بخش‌ها از %% استفاده کنید.
- ✓ بهترین راهنمای شما قسمت `help` متلب است.
- ✓ در صورت وجود هرگونه سؤال و یا ابهام به TA اطلاع دهید.
- ✓ این پروژه را می‌توانید با متلب یا زبان پایتون انجام دهید.

## سؤال یک (Pulsar)

تپ اختر (pulsar) یک ستاره نوترونی است که با سرعت زیادی به دور خود می‌چرخد. تپ اخترها بسیار چگال هستند به طوری که یک قاشق چای‌خوری از آنها وزنی برابر کوه اورست دارد! این نوع از ستاره‌های نوترونی به حدی فشرده هستند که تنها تویی با شعاع حدود 24 km از آنها ماده‌ی بیشتری نسبت به خورشید دارد. سرعت چرخش یک ستاره نوترونی به دور خود می‌تواند بین ۷ تا ۴۰۰۰ دور بر دقیقه باشد. سرعت چرخش بالا و میدان مغناطیسی قوی آنها سبب تشعشع پرتوهای الکترومغناطیسی پرانرژی شامل اشعه گاما می‌شود. هنگامی که تپ اخترها می‌چرخند، این پرتوها مانند فانوس دریایی آسمان را می‌رویند. از دید یک مشاهده کننده که در دوردست قرار دارد تپ اخترها چشمک می‌زنند.

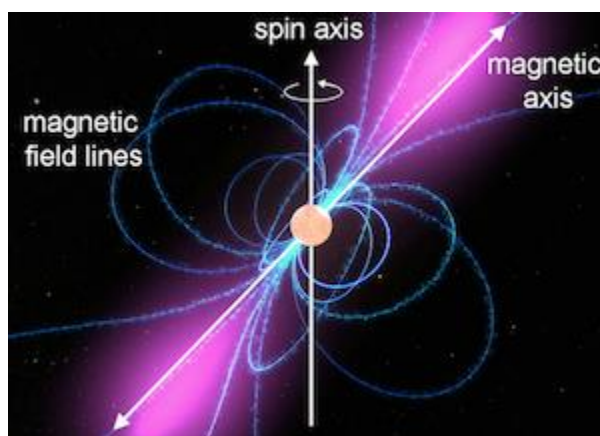
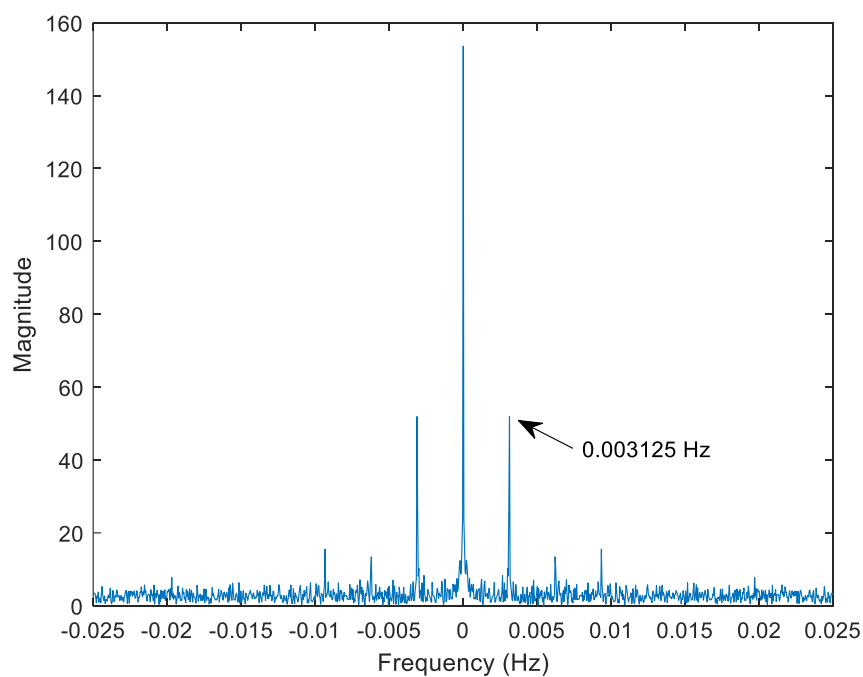
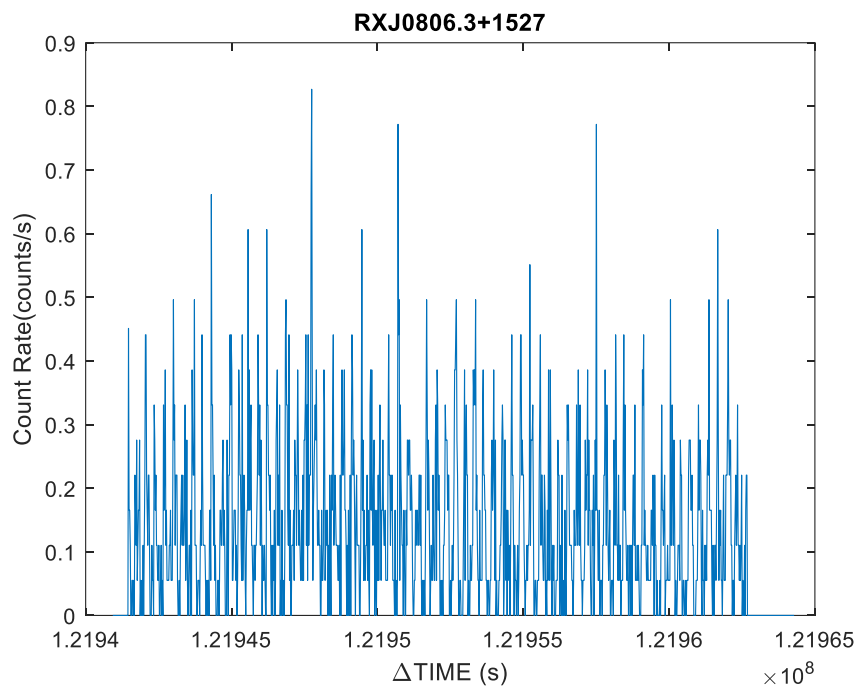


Figure ۱ This diagram of a pulsar shows the neutron star with a strong magnetic field (field lines shown in blue) and a beam of light along the magnetic axis. As the neutron star spins, the magnetic field spins with it, sweeping that beam through space. If that beam sweeps over Earth, we see it as a regular pulse of light. (Credit: NASA/Goddard Space Flight Center Conceptual Image Lab)

## شرح مسئله

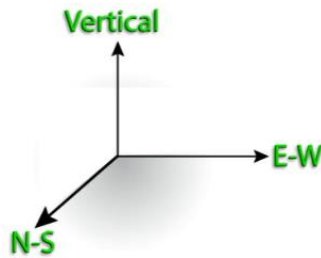
اخیرا تلسکوپ Chandra مشاهده‌های جدید خود را به ناسا ارسال کرده است. داده‌ها مربوط به دوتایی پرتوایکس (X-ray Binary) به نام [RXJ0806.3+1527](#) است. تعدادی از دانشمندان ناسا در پی یافتن مدت زمان چرخش (orbit period) این سیستم هستند. آنها به دلیل فشردگی فعالیت‌های خود، از شما کمک می‌خواهند.

داده‌های مربوطه در فایل `data.csv` قرار دارد. این فایل را با نرم افزار متلب بخوانید. سپس نمودار تعداد فوتون بر حسب زمان را رسم کنید. در گام بعد با استفاده از دستور `fft` و مشاهده مولفه‌های هر فرکانس، سرعت چرخش این سیستم (Binary Pulsar) را به طور تقریبی به دست آورید.



- 1) به نظر شما چرا دومین قله در فرکانس های نامنفی (0.003125 Hz) به عنوان فرکانس چرخش انتخاب می‌شود؟
- 2) چرا بلندترین قله در مبدا قرار دارد؟
- 3) به نظر شما چه زمانی ممکن است در انتخاب فرکانس چرخش دچار اشتباه شویم؟

## سوال دوم) Earthquake



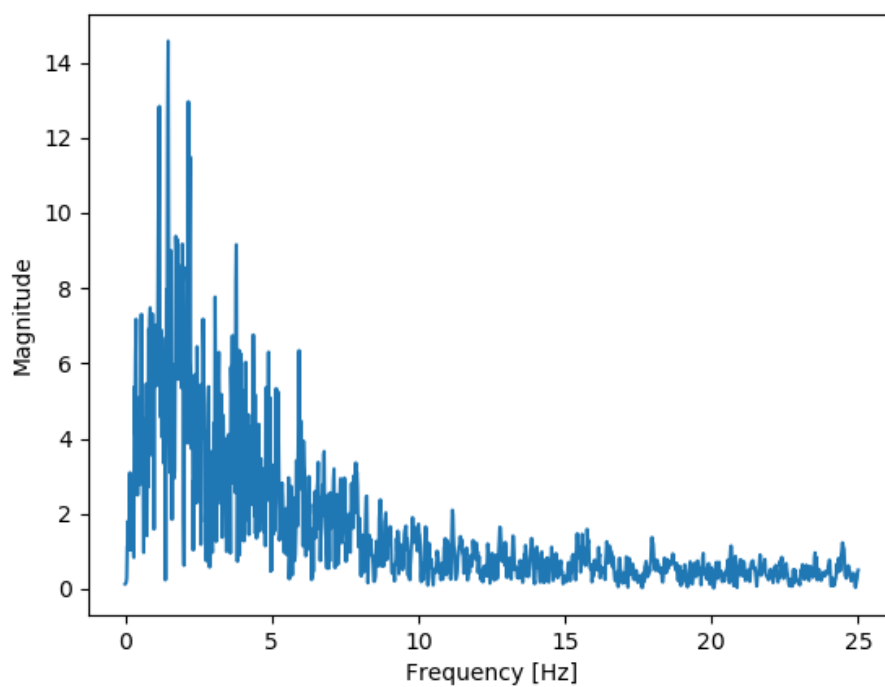
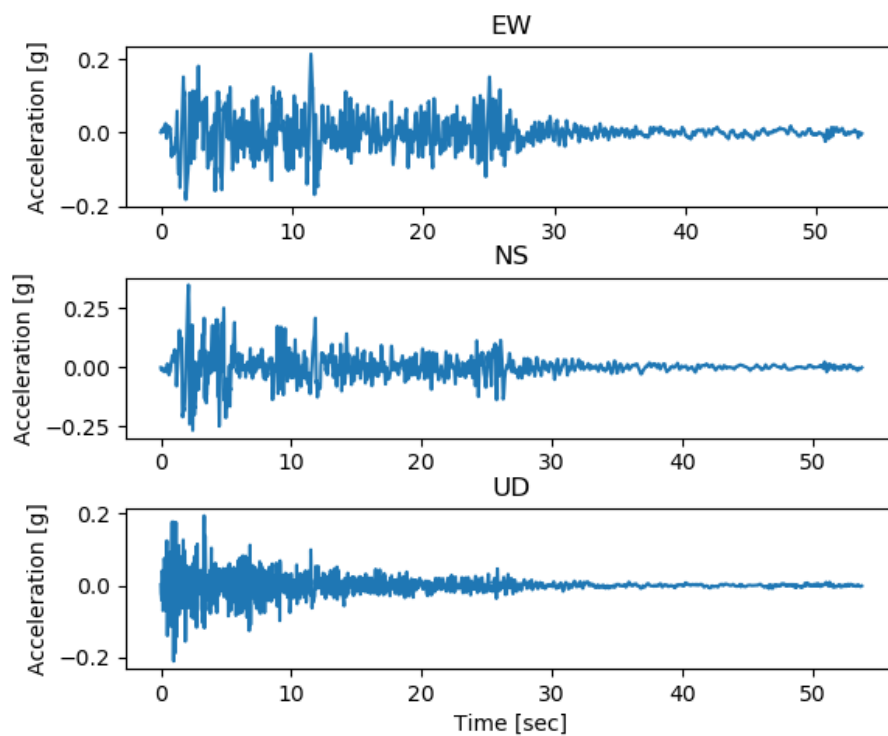
در سال ۱۹۴۰ زلزله ای به بزرگی 6.9 ریشتر در شهر El Centro کالیفرنیا رخ داد. مقدار شاخص intensity به میزان **X (Extreme)** گزارش شد. Intensity معیاری برای میزان خرابی زلزله ها به کار می‌رود. سیگنال های ذخیره شده توسط لرزه نگار سه دسته هستند. N-S، E-W و UD. هر کدام نشان دهنده جهت جابه‌جایی جسم می‌باشند.

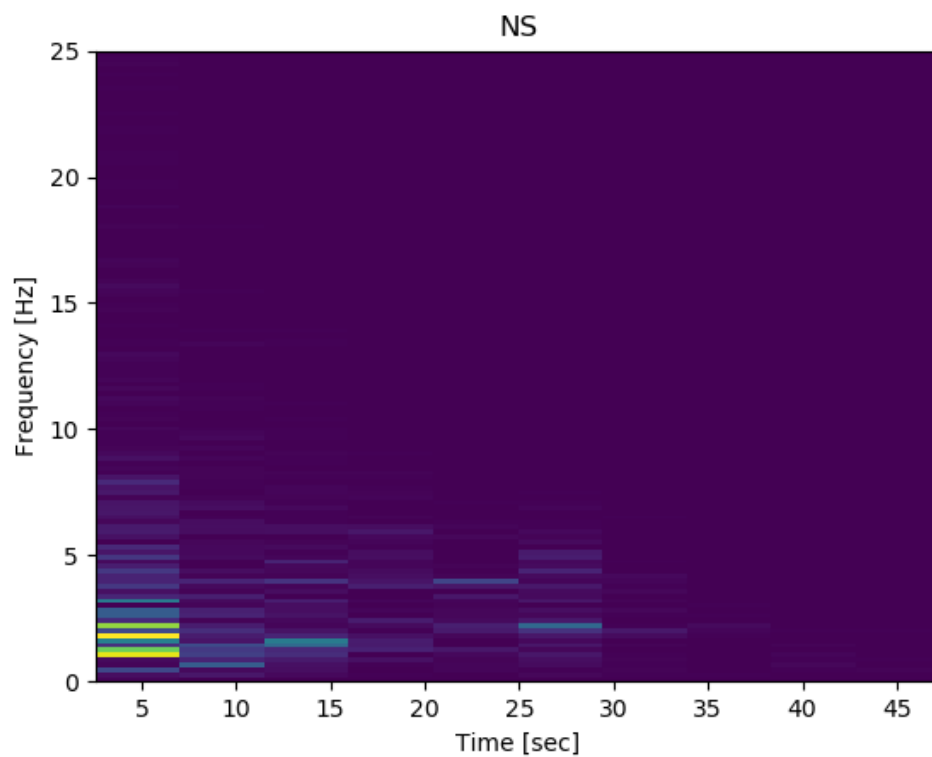
سه فایل elcentro\_UD.dat و elcentro\_EW.dat و elcentro\_NS.dat را بخوانید. ستون اول زمان و ستون دوم مقدار شتاب بر حسب شتاب گرانش زمین است. این سه دسته داده را در یک پنجره نمایش دهید. مقدار peak نمودار elcentro\_NS را به دست آورید. آن را PGA بنامید. واحد PGA بر حسب  $\frac{cm}{s^2}$  است. با تبدیل مناسب و با فرمول زیر می‌توان مقدار Intesity را با مقیاس Mercalli حدودا به دست آورد.

$$\log_{10} PGA = \frac{Intensity}{3} - 0.5$$

به هنگام طراحی ساختمان ها یکی از پارامتر هایی که در نظر گرفته می‌شود، Predominant Frequency است. که نشان دهنده فرکانسی است که بیشترین مقدار را در حوزه فرکانس داراست. اگر فرکانس طبیعی سیمان استفاده شده با Predominant Frequency یکسان باشد، می‌تواند باعث تخریب ساختمان شود. از این پارامتر در مهندسی زلزله استفاده می‌شود. از نمودار مربوط به داده های elcentro\_NS تبدیل فوریه بگیرید و مقدار این پارامتر را تعیین کنید.

با استفاده از دستور spectrogram نمودار مولفه های فرکانسی را در زمان های مختلف نمایش دهید. به نظر شما اگر مدت زمان سیگنال زلزله کوتاه باشد کدام نمودار برای تحلیل سیگنال زلزله مناسب تر است (نمودار حوزه فرکانس یا تبدیل فوریه یا spectrogram)؟







### نکات تحویل

- سوالات خود را از طریق ایمیل به آدرس [mhadi.attarieh@gmail.com](mailto:mhadi.attarieh@gmail.com) بفرستید.
- مهلت تحویل این پروژه تا ساعت ۲۳:۵۵ مورخه ۱۳ دی ماه ۹۸ خواهد بود.
- گزارش کار خود را با فرمت PDF به همراه کد ها در یک فایل فشرده به نام CA2-STD.zip آپلود نمایید.
- در صورت مشاهده تقلب برای طرفین نمره صفر در نظر گرفته خواهد شد.
- به دلیل امتیازی بودن این پروژه آپلود با تاخیر قابل قبول نیست.

موفق باشید.