



به نام خدا



تمرین دوم درس سیستم های تعیین موقعیت ماهواره ای

استاد درس: جناب آقای دکتر سعید فرزانه

دستیار آموزشی: جناب آقای مهندس علیرضا عطوفی

فرزانه نادری - ۸۱۰۳۰۱۱۱۵

خواندن فایل Observation

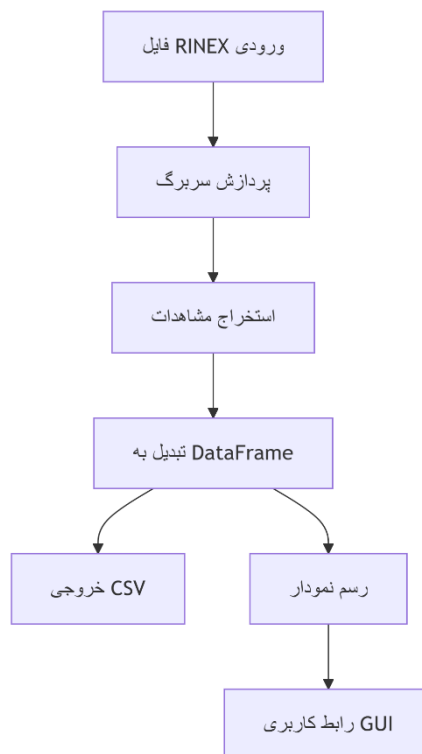
نیمسال دوم ۱۴۰۳-۱۴۰۴

دانشکده مهندسی نقشه برداری و اطلاعات مکانی دانشگاه تهران

❖ مقدمه

این گزارش کار، مستندسازی پروژه پردازش فایل‌های مشاهدات GPS در قالب استاندارد RINEX نسخه ۳.۰۲ می‌باشد. هدف اصلی پروژه، استخراج مشاهدات کد C1C به صورت epoch-by-epoch برای ماهواره‌های GPS و ارائه خروجی‌های تحلیلی است. این پروژه دقیقاً مطابق با مفاد assignment 5 و با استفاده از کدهای ارائه شده پیاده‌سازی شده است.

❖ بخش فنی پروژه



❖ ویژگی‌های کلیدی پیاده‌سازی شده

- خواندن خودکار نسخه فایل RINEX
- شناسایی انواع مشاهدات موجود در سربرگ
- استخراج انتخابی مشاهدات C1C برای ماهواره‌های GPS
- فیلتر کردن داده‌های نامعتبر (مقادیر صفر یا خالی)
- تبدیل زمان به فرمت GPS Seconds-of-Week
- تولید گزارش CSV با قالب‌بندی حرفه‌ای

- رابط کاربری گرافیکی تعاملی

❖ مراحل پیاده‌سازی

خواندن اطلاعات Header

در بخش ابتدایی فایل، اطلاعات Header استخراج شد. این شامل:

نسخه RINEX: بررسی نسخه فایل برای اطمینان از سازگاری (۳.۰۲)

انواع مشاهدات: تشخیص وجود مشاهدات C1C

اندیس C1C: مکان قرارگیری داده‌های C1C در ردیف مشاهدات

```
def extract_header_info(filepath):
```

وجود C1C در داده‌ها پیش‌نیاز بود. عدم وجود این داده منجر به خطا می‌شود.

استخراج مشاهدات Epoch-by-Epoch

برای هر epoch، ابتدا زمان و تعداد ماهواره‌ها استخراج شد، سپس برای هر ماهواره GPS که در لیست وجود داشت، مقدار C1C خوانده شد. فقط داده‌های معتبر (مثبت و غیرخالی) نگه‌داری شدند.

```
def parse_observations(filepath, c1c_index):
```

استفاده از ساختار خطی و انعطاف‌پذیر موجب سرعت بالای پردازش فایل‌های بزرگ شد.

تبدیل داده‌ها به DataFrame

با استفاده از تابع `observations_to_dataframe` داده‌ها به قالب ستونی تبدیل شدند تا قابلیت تحلیل، ذخیره‌سازی و ترسیم بهتر داشته باشند.

```
def observations_to_dataframe(obs_records):
```

نمایش و ذخیره‌سازی خروجی‌ها

ذخیره CSV: امکان ذخیره‌سازی فایل خروجی با زمان‌بندی و ساختار منظم.

نمایش نمودار: ترسیم نمودار برای ۴ ماهواره انتخابی (یا تعداد دلخواه) با نمایش نقاط اوج و رنگ‌بندی مناسب.

```
def save_to_csv(df, filename=None):
```

```
def plot_pseudorange(df, selected_sats=None):
```

❖ رابط گرافیکی (GUI)

با استفاده از PyQt5 یک رابط گرافیکی کاربرپسند طراحی شد که امکانات زیر را فراهم می‌کند:

- انتخاب فایل RINEX
- نمایش اطلاعات Header
- انتخاب ماهواره‌ها یا تعداد آن‌ها
- ذخیره فایل CSV با فیلدهای مرتب
- نمایش نمودار با legend و annotation
- کنسول برای نمایش گزارشات و خطاها
- استفاده از PyQt5 با پالت تیره و layout مدرن

❖ تحلیل داده‌های خروجی

کیفیت داده‌ها

داده‌های ناقص (مثلاً صفر یا رشته خالی) فیلتر شدند.
در اکثر epochs، بین ۵ تا ۱۲ ماهواره دیده می‌شود.
مقادیر pseudorange بین ۲۰ تا ۲۵ میلیون متر متغیر است که با فواصل مداری GPS سازگار است.

نمودارها

نمودارها تغییرات pseudorange را در زمان نشان می‌دهند.
تغییرات ناگهانی یا ناپیوستگی در داده‌ها می‌تواند به اختلالات سیگنال یا انسداد اشاره داشته باشد.
بیشترین مقدار pseudorange با annotation نمایش داده شده و موقعیت زمانی آن قابل تحلیل است.

❖ سناریو تعیین موقعیت (Mission Scenario)

در سناریوی ماموریت SPOC، گیرنده باید بر اساس مشاهدات C1C موقعیت خود را تعیین کند. اطلاعات استخراج شده از RINEX برای موقعیت‌یابی دقیق مورد استفاده قرار می‌گیرد.

نتیجه‌گیری: داده‌های استخراج شده به صورت موفقیت‌آمیز می‌توانند برای تخمین موقعیت در فضا یا سطح زمین به کار روند.

❖ فایل نهایی CSV

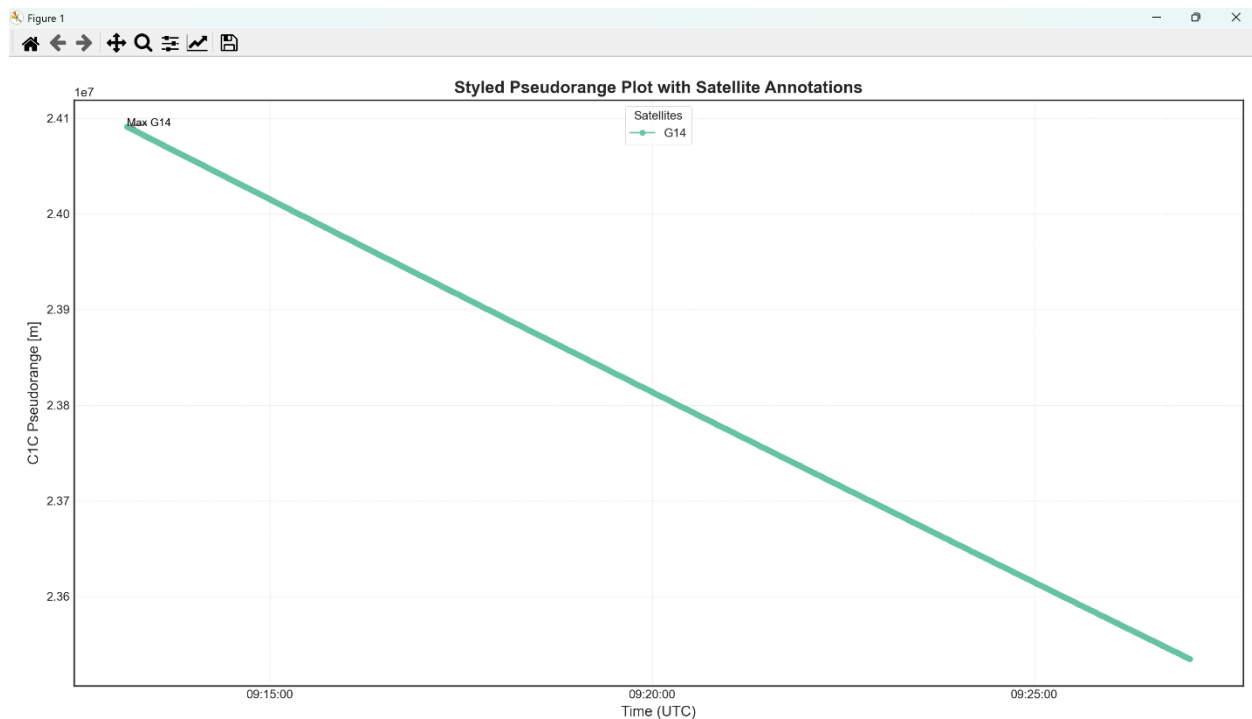
خروجی نهایی شامل:

زمان UTC با فرمت استاندارد

شناسه ماهواره (G01، G02، ...)

مقدار C1C به متر

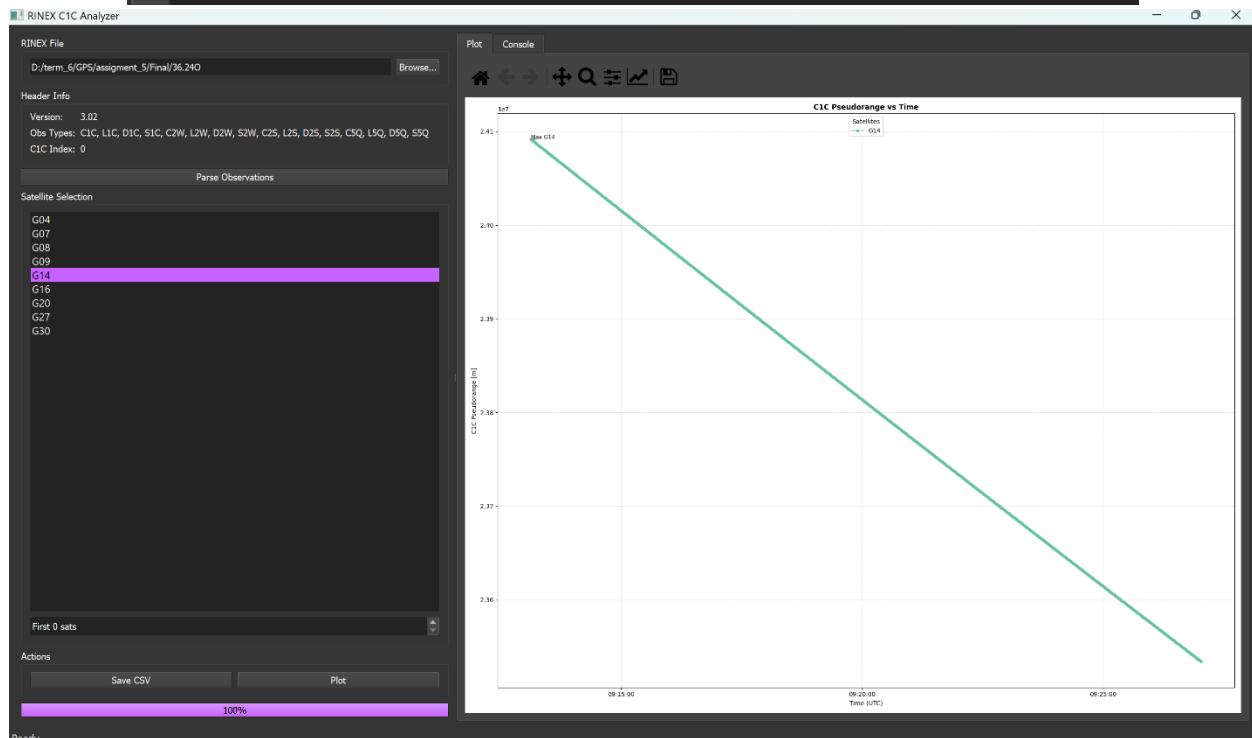
شماره epoch (Epoch_ID)



```

23:56:36 Header parsed successfully.
23:56:37 Parsed 1785 epochs with 9 satellites.
23:56:41 Plot updated.
23:56:54 CSV saved to: None

```



روند تقریباً خطی: در بازه ۱۲ دقیقه‌ای، منحنی هر ماهواره تقریباً به صورت یک خط صاف و با شیب ثابت تغییر می‌کند.

شیب منحنی ($\Delta R / \Delta t$):

مقدار منفی شیب نشان‌دهنده نزدیک شدن ماهواره به گیرنده و مثبت آن دور شدن است.

نقطهٔ بیشینه (Annotation): برای اولین ماهوارهٔ رسم‌شده نقطهٔ بیشینهٔ pseudorange (بزرگ‌ترین فاصله) نشانه‌گذاری شده که آغاز بازه زمانی را نشان می‌دهد.

همگرایی یا تلاقی منحنی‌ها: در برخی لحظات دو یا چند منحنی در یک مقدار pseudorange با هم برخورد می‌کنند.

این وضعیت به معنای مساوی بودن فاصلهٔ هندسی آن ماهواره‌ها از گیرنده در آن لحظه است.

کمینه نویز و نوسان: منحنی‌ها بسیار صاف هستند و پراکندگی یا لرزش محسوسی ندارند؛ نشان از

- داده‌های خام با کیفیت بالا یا
- پس‌پردازش نویزگیری (فیلترینگ)

تفسیر فیزیکی

مولفه شعاعی سرعت ماهواره: (Range-Rate) شیب $\Delta R/\Delta t$ تقریباً برابر مولفه شعاعی سرعت ماهواره نسبت به گیرنده است. مقادیر چند صد متر بر ثانیه کاملاً منطبق با فیزیک مداری GPS (سرعت مداری $\approx 3.7 \text{ km/s}$ اما بخش شعاعی معمولاً $0-1 \text{ km/s}$).

هندس ماهواره-گیرنده:

شیب‌های متفاوت برای ماهواره‌های مختلف بازتاب‌دهنده زوایای متفاوت حرکت مداری نسبت به محل گیرنده است. برخورد منحنی‌ها (هم‌مقداری) می‌تواند در تعیین موقعیت با روش تری‌انگولاسیون کارساز باشد. اثرات محیطی و ساعت: تثبیت کامل منحنی‌ها حاکی از آن است که در بازه زمانی کوتاه ($\sim 12 \text{ min}$)، اثر تأخیر یونوسفریک/تروپوسفریک و بایاس‌های ساعت گیرنده/ماهواره تقریباً ثابت یا تصحیح شده‌اند.

نتیجه‌گیری

رفتار نمودار C1C Pseudorange vs Time در این پروژه

- صحت استخراج داده: نمایش یکنواخت و پیوسته مقادیر pseudorange
- امکان محاسبه دقیق Range-Rate برای کاربردهای دینامیکی
- کیفیت بالای داده خام یا پس‌پردازش مؤثر نویز

Assignment 5 - GPS

