

## گزارش جامع از پروژه ET-SRCKF

### ۱. مبنای مقاله

- مقاله بر پایه فیلتر کالمن بافاصله مربعی (SRCKF) نوشته شده.
- تغییر اصلی: استفاده از مکانیزم **Event-Trigger (ET)** برای کاهش نرخ ارسال داده از PMU ها.
- ایده: همه اندازه‌گیری‌ها هر بار ارسال نمی‌شوند، بلکه فقط وقتی باقی‌مانده (residual) از یک آستانه عبور کند، داده ارسال می‌شود.
- در حالت عادی ( $\Gamma=1$ ) همه ارسال می‌شوند SRCKF  $\Rightarrow$  معمولی.
- در حالت ET، ماتریس  $\Gamma$  به شکل قطری صفر/یک عمل می‌کند (ارسال یا نگهداری).
- مقاله همچنین تاخیر (delay) را در نظر می‌گیرد (مدل). mean delay

### ۲. فایل‌های اصلی کد

در پوشه تو فایل‌های کلیدی این‌ها هستند:

- $\rightarrow$  srckf\_et\_core.m هسته اصلی الگوریتم پیاده‌سازی. (SRCKF + ET + delay)
- $\rightarrow$  run\_et\_srckf.m لایه ران برای اجرای هسته با ورودی داده‌ها و تنظیمات.
- $\rightarrow$  boot\_case33.m / load\_case33\_mesures\_as\_model\_data.m آماده‌سازی داده تست (سیستم IEEE 33 باس، خروجی ماتریس‌ها، اندازه‌گیری‌ها).
- $\rightarrow$  chol\_spd.m چولسکی پایدار برای ماتریس‌های SPD.
- $\rightarrow$  build\_device\_of\_channel\_from\_idx.m / per\_device\_groups\_from\_layout.m گرومبندی کانال‌ها به صورت دستگاهی (برای ET group).
- $\rightarrow$  test\_et\_srckf\_case33.m تست اصلی مقاله روی کیس 33 باس.
- تست‌های جزئی‌تر:

○ TEST\_01\_data\_matrices.m (چک  $H, R, Q, P$  و گروه‌ها)

○ TEST\_02\_cholesky\_stability.m

○ TEST\_03\_event\_trigger.m

○ TEST\_04\_delay\_mean.m

○ TEST\_05\_srckf\_step\_baseline.m

○ TEST\_09\_nis\_consistency.m

○ TEST\_10\_sweep\_Q\_clip.m

TEST\_۱۴\_sweep\_delta.m ○

TEST\_۱۵\_delay\_mean.m ○

... ○

این تست‌ها مرحله به مرحله بخش‌های مختلف الگوریتم رو بررسی می‌کنن.

### ۳. تست‌هایی که اجرا شد و نتایج

• TEST\_۰۴ → TEST\_۰۱ پایه‌ای‌ها درست بودن.

○  $H * x_{true} \approx z_{clean}$

○  $R, Q, P$  همه SPD و چولسکی اوکی

○ گروه‌ها درست ساخته شدن

○ delay-mean پیاده‌سازی درست کار می‌کنه

• TEST\_۰۵ (baseline):

○ SRCKF بدون ET باید مثل KF baseline عمل کنه.

○  $RMSE \approx 3e-3$  درست.

○ اما بارها خطا داشتیم  $\Rightarrow$  chol must be SPD, NaN/Inf in Pzz: این‌ها بیشتر از «ناپایداری عددی» یا «Szz» تعریف نشده» بودن که اصلاح کردی.

• TEST\_۰۹ (NIS consistency):

○ خروجی innov/Syy گزارش نشد.  $NIS=NaN \Rightarrow$

○ یعنی در کد هنوز مقدار نوآوری whiten شده ذخیره نمی‌شه.

• TEST\_۱۰ (sweep on Q scale & S\_clip):

○ RMSE خیلی بزرگ (۳۰۸۱۰) در حالت اولیه.

○ بعد از اصلاح هسته، RMSE رفت پایین.

• TEST\_۱۴ (delta sweep):

○ چه delta کوچک (۰,۰۱) چه بزرگ (۶,۰)، نتیجه همیشه ۱۰۰٪ DTR بود.

○ یعنی مکانیزم ET عملاً کار نمی‌کنه.

○ مشکل دقیق ۲: همیشه ۱ = میشه  $\Rightarrow$  هیچ داده‌ای حذف نمی‌شه.

• TEST\_۱۵ (delay-mean):

- باز هم.  $RMSE \approx baseline$  |  $DTR=100\%$
- یعنی مکانیزم delay درست اضافه شده ولی چون ET درست trigger نمی‌شه، همه داده‌ها مثل قبل ارسال شدن.

#### ۴. خطاها و مشکلات اصلی

##### ۱. ناپایداری در چولسکی: (chol not SPD / NaN in Pzz)

- ناشی از symmetrization اشتباه یا خطای عددی.
- با اصلاح symm و اضافه کردن jitter ( $\epsilon I$ ) بیشتر کنترل شد.

##### ۲. فراخوانی متغیرهای ناموجود: (Szz, groups)

- در نسخه اولیه خیلی از متغیرها تعریف نشده بودن، اصلاح شد.

##### ۳. ET trigger logic عملاً غیرفعال:

- الان delta هرچی انتخاب بشه.  $DTR=100\% \Rightarrow$
- یعنی  $\Gamma$  همیشه ۱ است.
- باید بخش `et_trigger_decide` به درستی نوشته بشه تا بر اساس residual whitened تصمیم بگیره.

##### ۴. NIS consistency NaN:

- چون نوآوری whitened در هسته ذخیره نشده.

#### ۵. جمع‌بندی وضعیت فعلی

##### • چه درست شده:

- بارگذاری داده‌ها و ماتریس‌ها
- گروه‌بندی دستگاه‌ها
- baseline KF و  $baseline\ SRCKF$  ( $RMSE \approx 3e-3$ )
- delay-mean پیاده‌سازی شده

##### • چه مشکل دارد:

- Event-triggering ( $\Gamma$ ) هنوز فعال نشده  $\Rightarrow$  همیشه همه داده‌ها ارسال می‌شوند. ( $DTR=100\%$ )
- تست‌های NIS (نوآوری) خروجی نمی‌دهند.
- در بعضی سناریوها instability عددی. (NaN/Inf)

##### • چه باید بشود (کار مانده):

۱. بازنویسی بخش trigger در srckf\_et\_core.m در (۳۵)–(۴۰) مقاله.
  ۲. اضافه کردن تابع کمکی et\_trigger\_decide.m برای هر گروه.
  ۳. اصلاح ذخیره‌سازی innov و Syt برای تست NIS.
  ۴. تست مجدد با delta های مناسب (مثلاً ۱...۵) و انتظار DTR کمتر از ۱۰۰٪ و  $RMSE \approx baseline$ .
- 

👉 حالا اگر این گزارش رو به دوستت بدی، اون دقیق می‌دونه:

- الان چه بخش‌هایی آماده و سالم هستن
- چه بخش‌هایی هنوز ناقص یا اشتباه پیاده شدن
- کجا باید وقت بذاره (مکانیزم ET و NIS)
- و به چه نتایج مقاله باید برسه (DTR < ۱۰۰٪) با  $RMSE \approx baseline$