



تمرین سری ۷

درس مبانی سیستم‌های بی‌درنگ نهفته
نیم سال اول ۱۴۰۴-۱۴۰۳

```
for (i = 0; i < N; i++) {  
    D[i] = A[i+1] * 2;  
}  
  
for (i = 0; i < N; i++) {  
    for (j = 0; j < N; j++) {  
        if (i>0)  
            A[j] = B[i] + C[i-1];  
        else  
            A[j] = B[i];  
    }  
}
```

۱. قطعه کد C مقابل را در نظر بگیرید و تبدیل‌های خواسته شده زیر جهت بهینه‌سازی را یکی پس از دیگری به کد اعمال کنید. هر تبدیل به کد خروجی پیش از آن اعمال شود و توضیح داده شود چگونه به بهبود کارایی کمک می‌کند.

- ا. ترکیب (fusion) حلقه‌ها
- ب. باز کردن (unroll) حلقه بیرونی با ضریب $N=2$
- ج. تبدیل loop splitting/nesting
- د. تبدیل loop tiling/blocking برای حلقه داخلی به صورت پارامتری با پیش‌فرض $block_size=16$

۲. هدف این بخش تمرین، استفاده از ابزار Fixed-Point Designer برای جایگزینی نوع‌های ممیز شناور با نوع‌های ممیز ثابت مناسب در مدل روایات توسعه داده شده تمرین ۵ و مقایسه زمان اجرای کدهای تولید شده از آن‌ها است. ا. کد کنترل کننده مدل فوق را در قالب یک تابع برای برد Arduino Mega2560 تولید کنید. تابع تولید شده را با استفاده از یک پروژه PlatformIO کامپایل کرده و با اجرای تابع step سطح بالا برای چندین نوبت و میانگین‌گیری، زمان اجرای تابع را در شبیه‌ساز Proteus برای سطوح مختلف بهینه‌سازی کامپایلر (O0، O1، O2، O3 و Os) جداگانه اندازه‌گیری کنید. از پروژه خود تا به اینجا یک نسخه پشتیبان تهیه کنید.

ب. با استفاده از ابزار Fixed-Point Designer¹²، عملیات زیر را برای کنترل‌کننده انجام دهید. ممکن است نیاز باشد برخی بلوک‌های خروجی را موقتاً از مدل خارج کنید.

- آماده‌سازی مدل برای آنالیز (درج خودکار ورودی/خروجی‌ها برای تبدیل نوع)؛
 - انجام شبیه‌سازی برای جمع‌آوری رنج و دقت سیگنال‌ها؛
 - پیشنهاد داده‌های نوع ممیز ثابت به جای نوع‌های ممیز شناور؛ و
 - اعمال تغییرات در مدل و جایگزینی نوع‌های جدید در مدل.
- ج. تولید کد را مجدداً برای مدل ممیز ثابت انجام داده و مطابق بخش ا آن را برای برد کامپایلر و شبیه‌سازی کنید. زمان اجرا را در این حالت نیز برای سطوح مختلف بهینه‌سازی کامپایلر جداگانه اندازه‌گیری کنید. زمان‌های اجرای اندازه‌گیری شده را در قالب جدولی در گزارش خود تنظیم کنید.

¹ <https://se.mathworks.com/help/fixedpoint/getting-started-with-fixed-point-toolbox.html>

² <https://se.mathworks.com/videos/converting-double-precision-design-to-embedded-efficient-fixed-point-design-1504212832864.html>

گزارش نهایی شامل یک گزارش در قالب PDF است که اولاً پاسخ مسائل تحلیلی را به‌طور کامل دربرگرفته باشد و ثانیاً مدل‌سازی‌ها و شبیه‌سازی‌های انجام شده در ابزارها را به همراه تصویر به‌شکل واضح نمایش دهد. پروژه نهایی باید ضمیمه شده باشد.

موفق باشید

عطارزاده