



دانشکده سیستم های هوشمند و علوم داده

## عنوان تکلیف ۷:

پیاده سازی مثال اسلاید ۴۴ با استفاده از فیلتر کیزر

استاد : دکتر قیمتگر

دانشجو : محمد رضا منصوری

شماره دانشجویی: ۴۰۲۰۷۲۳۱۰۸

زمستان ۱۴۰۳

## گزارش کار پیاده‌سازی فیلترهای چندمرحله‌ای به روش IFIR

### مقدمه

در طراحی فیلترهای دیجیتال، کاهش پیچیدگی محاسباتی و بهینه‌سازی مرتبه فیلترها از اهمیت زیادی برخوردار است. روش IFIR (فیلترهای چندمرحله‌ای) یکی از راهکارهای مناسب برای دستیابی به این هدف است. در این گزارش، مراحل طراحی و پیاده‌سازی فیلترهای چندمرحله‌ای IFIR شامل فیلترهای  $H(z)$  و  $G(z)$  (به صورت دقیق توضیح داده شده است. همچنین پاسخ فرکانسی هر مرحله مورد بررسی قرار گرفته و میزان خطای بین فیلتر اصلی و فیلتر چندمرحله‌ای محاسبه شده است.

### مراحل پیاده‌سازی

#### مرحله اول: طراحی فیلتر $H(z)$

در این مرحله، یک فیلتر با مشخصات اولیه طراحی می‌شود:

- فرکانس قطع باند گذر  $\omega_p = 0.09\pi$

- فرکانس توقف  $\omega_s = 0.11\pi$

- تلفات باند گذر  $\delta_1 = 0.02$

- تلفات باند توقف  $\delta_2 = 0.0011$

با استفاده از پنجره کایزر، فیلتر طراحی می‌شود. این فیلتر به عنوان فیلتر هدف یا  $H(z)$  در نظر گرفته می‌شود و پاسخ فرکانسی آن محاسبه و ترسیم می‌شود.

#### مرحله دوم: طراحی فیلتر $G(z)$

برای کاهش مرتبه فیلتر  $H(z)$ ، ابتدا فیلتر  $G(z)$  طراحی می‌شود. مشخصات فیلتر  $G(z)$  به صورت زیر است:

- فرکانس قطع باند گذر  $\omega_p = 0.18\pi$

- فرکانس توقف  $\omega_s = 0.22\pi$

- تلفات باند گذر  $\delta_1 = 0.01$

- تلفات باند توقف  $\delta_2=0.001$

فیلتر  $G(z)$  با توجه به مشخصات فوق طراحی می‌شود. این فیلتر یک فیلتر پهن‌تر نسبت به  $H(z)$  است که در مرحله بعدی، از آن برای ساخت فیلتر نهایی استفاده می‌شود.

#### مرحله سوم: طراحی فیلتر $I(z)$

پس از طراحی فیلتر  $G(z)$ ، یک فیلتر اضافی با مشخصات زیر طراحی می‌شود:

- فرکانس قطع باند گذر  $\omega_p=0.09\pi$

- فرکانس توقف  $\omega_s=0.89\pi$

- تلفات باند گذر  $\delta_1=0.01$

- تلفات باند توقف  $\delta_2=0.001$

فیلتر  $I(z)$  وظیفه دارد که نواحی اضافه در پاسخ فرکانسی فیلتر  $G(z)$  را حذف کرده و به مشخصات نهایی فیلتر  $H(z)$  نزدیک شود.

#### مرحله چهارم: آپسمپل کردن فیلتر $G(z)$ برای تولید $G(z^2)$

برای ترکیب  $G(z)$  و  $I(z)$  ابتدا فیلتر  $G(z)$  با استفاده از آپسمپلینگ به صورت  $G(z^2)$  تغییر می‌یابد. این کار به این معنی است که ضرایب فیلتر  $G$  با ضریب ۲ افزایش داده می‌شود تا فرکانس نایکوئیست آن کاهش یابد.

- آپسمپل کردن:

از تابع `upsample` برای درج صفر در بین نمونه‌های فیلتر  $G(z)$  استفاده می‌شود.

- محاسبه پاسخ فرکانسی  $G(z^2)$ :

پاسخ فرکانسی فیلتر آپسمپل شده با استفاده از تابع `freqz` محاسبه و رسم می‌شود.

#### مرحله پنجم: ترکیب فیلتر $G(z^2)$ و $I(z)$

برای به دست آوردن فیلتر نهایی، فیلتر  $G(z^2)$  و  $I(z)$  با استفاده از کانولوشن ترکیب می‌شوند:

- کانولوشن:

از تابع `conv` برای ترکیب ضرایب دو فیلتر استفاده می‌شود.

- پاسخ فرکانسی:

پاسخ فرکانسی فیلتر ترکیبی محاسبه و ترسیم می‌شود.

مرحله ششم: محاسبه خطا بین فیلتر  $H(z)$  و ترکیب  $G(z^2)$  و  $I(z)$

## نتایج

Filter H - Order: 1138

Filter G - Order: 569

Filter I - Order: 29

Mean Squared Error (MSE) Between Filter H and Combined G+I: 4.259193e-03

>>

