



دانشکده سیستم های هوشمند و علوم داده

عنوان تکلیف ۹:

پیاده سازی فیلتربانک QMF دو کاناله

استاد : دکتر قیمت گر

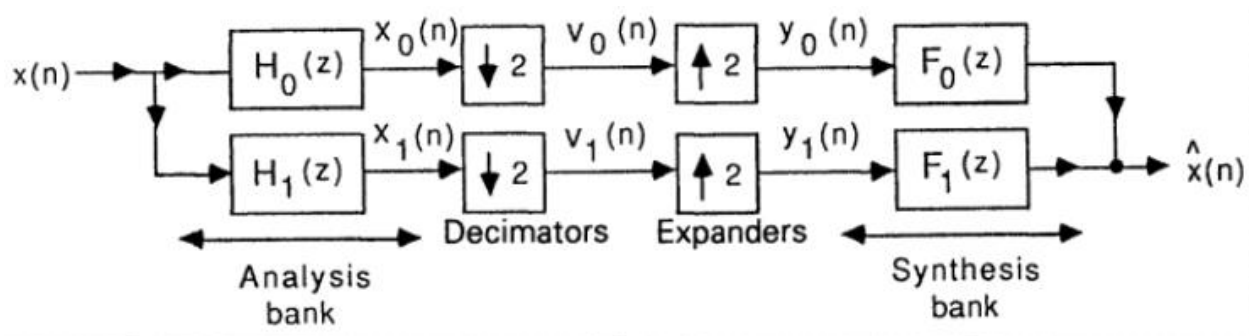
دانشجو : محمد رضا منصوری

شماره دانشجویی: ۴۰۲۰۷۲۳۱۰۸

زمستان ۱۴۰۳

فیلتربانک QMF دو کاناله

در پردازش سیگنال دیجیتال، فیلتربانک‌های دو کاناله یا **QMF (Quadrature Mirror Filter)** نقش مهمی در روش‌های کاهش نرخ نمونه‌برداری، تحلیل چندرزولوشنه و سیستم‌های کدگذار-بازکدگذار ایفا می‌کنند. ایده کلی یک فیلتربانک دوفیلتره آن است که سیگنال ورودی $x(n)$ ابتدا از دو فیلتر آنالیز (Analysis Filters) با پاسخ ضربه‌ای H_0 و H_1 عبور می‌کند؛ سپس با ضرب ۲ کاهش نرخ (Downsample) شده و در مسیر بازسازی (Synthesis Bank) پس از افزایش نرخ (Upsample)، توسط فیلترهای سنتز F_0 و F_1 ترکیب شده تا سیگنال بازسازی‌شده $\hat{x}(n)$ به دست آید. در یک فیلتربانک QMF ایده‌آل، انتظار می‌رود که $\hat{x}(n) = x(n)$ (بازسازی کامل) برقرار باشد؛ اما در عمل خطاهایی رخ می‌دهد.

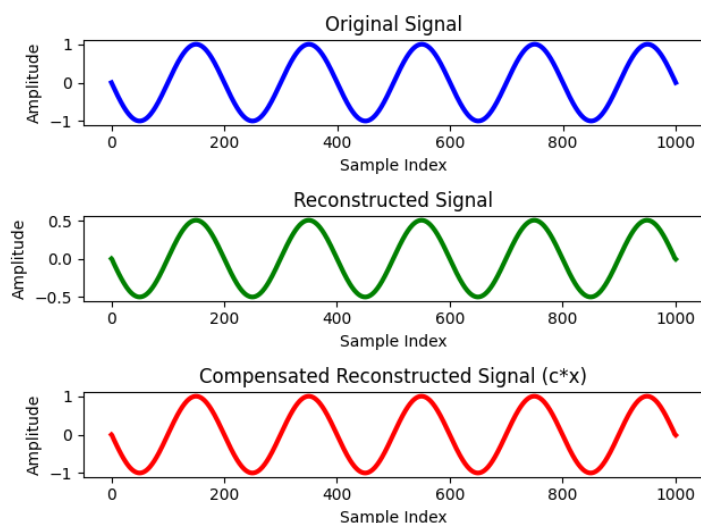


نتایج:

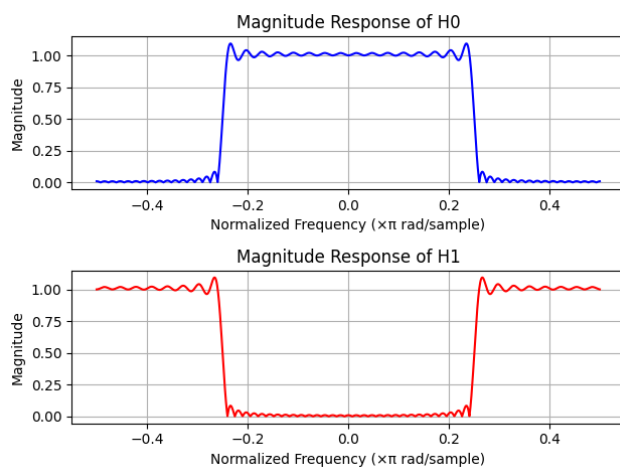
خطای ما:

```
keyboar...
○ DSP & C:/Users/pr/AppData/Local/Programs/Python/Python311/python.exe c:/Users/pr/Desktop/DSP/
QFM.py
Mean Absolute Error (MAE) After Compensation: 0.00028536438336109485
Mean Squared Error (MSE) After Compensation: 1.7849575045367102e-06
□
```

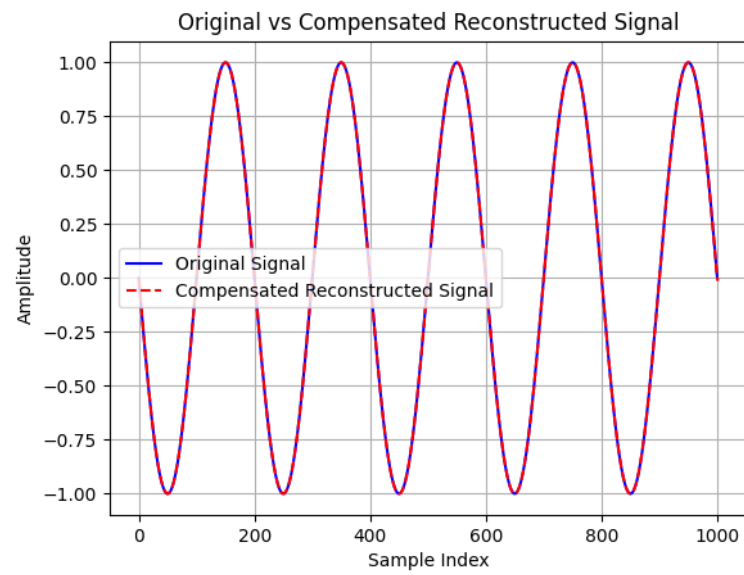
نمودار های مربوطه



این نمودار سه سیگنال را در یک فیلتربانک دوکاناله نشان می‌دهد. نمودار اول (آبی)، سیگنال اصلی است. نمودار دوم (سبز)، سیگنال بازسازی شده پس از عبور از مراحل فیلترینگ، زیرنمونه‌برداری و بالانمونه‌برداری است. نمودار سوم (قرمز)، همان سیگنال بازسازی شده است که با یک ضریب جبرانی به دامنه‌ی سیگنال اصلی نزدیک شده است.



این دو نمودار، پاسخ فرکانسی فیلترهای آنالیز H_0 (پایین‌گذر) و H_1 (بالاگذر) را نشان می‌دهند. در نمودار بالایی (آبی)، مشاهده می‌شود. عملاً این دو فیلتر مکمل یکدیگر هستند تا سیگنال اصلی را در باندهای فرکانسی جداگانه تحلیل کنند.



در این نمودار، سیگنال اصلی (آبی) و سیگنال بازسازی شده جبران شده (قرمز با خط چین) به صورت هم زمان رسم شده اند. مشاهده می شود که پس از اعمال ضریب جبرانی برای تنظیم دامنه، منحنی قرمز عملاً با منحنی آبی منطبق شده و خطای بازسازی بسیار کم است.