



دانشکده سیستم های هوشمند و علوم داده

عنوان تکلیف ۸:

پیاده سازی مالتی پلکس زمانی و فرکانسی

استاد : دکتر قیمت گر

دانشجو : محمد رضا منصوری

شماره دانشجویی: ۴۰۲۰۷۲۳۱۰۸

زمستان ۱۴۰۳

گزارش درباره مالتی پلکسینگ TDM و FDM با ساختار چندنرخی و بررسی تفاوت‌ها

مقدمه

در سیستم‌های مخابراتی و پردازش سیگنال، اغلب نیازمند انتقال یا پردازش چند سیگنال به صورت همزمان بر روی یک کانال مشترک هستیم. برای این کار از تکنیک‌های مالتی پلکسینگ (Multiplexing) استفاده می‌شود. دو روش متداول مالتی پلکس کردن سیگنال‌ها، تقسیم زمانی (TDM) و تقسیم فرکانسی (FDM) است.

مالتی پلکسینگ تقسیم زمانی (TDM)

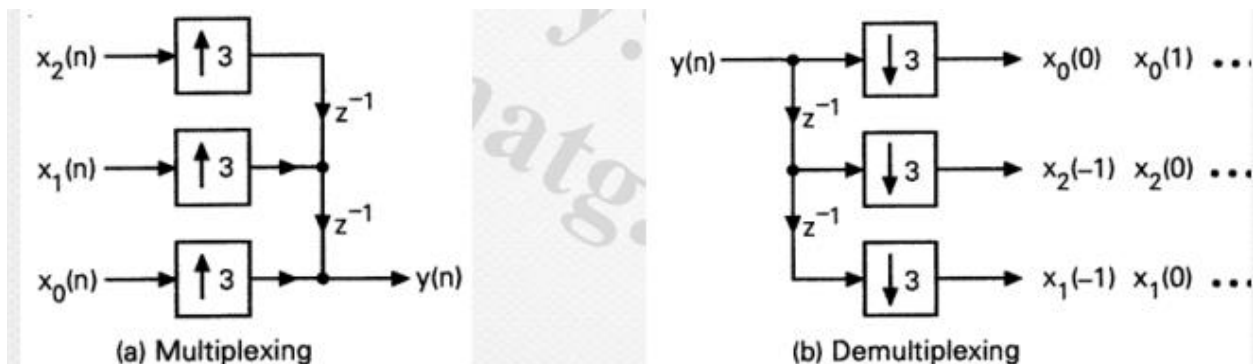
در روش تقسیم زمانی، محور زمان به چند بازه زمانی کوچک تقسیم می‌شود. هر سیگنال ورودی تنها در بازه‌های زمانی خاص خود نمونه‌برداری و ارسال می‌شود. به عبارت دیگر، سیگنال‌ها به ترتیب زمانی در کنار هم قرار می‌گیرند تا یک سیگنال مرکب به دست آید. در سمت گیرنده نیز با انتخاب نمونه‌ها در فاز زمانی مناسب، هر سیگنال مجدداً استخراج (Demultiplex) می‌شود.

مالتی پلکسینگ تقسیم فرکانسی (FDM)

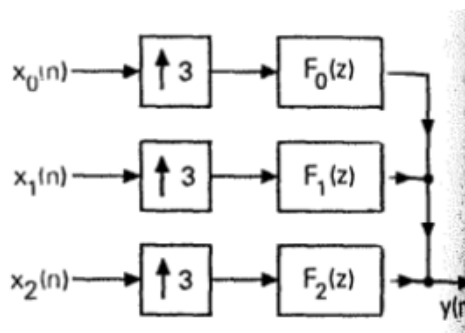
در روش تقسیم فرکانسی، سیگنال‌ها ابتدا به باندهای فرکانسی جداگانه منتقل می‌شوند. برای این منظور، هر سیگنال با یک فرکانس حامل متفاوت مدوله شده و به یک بخش مشخص از طیف فرکانسی کانال منتقل می‌شود. با این کار، تمامی سیگنال‌ها به صورت همزمان اما در باندهای فرکانسی مختلف بر روی یک کانال ارسال می‌گردند. در سمت گیرنده، با استفاده از فیلترهای باندگذر مناسب، هر باند فرکانسی جدا شده و با انجام دمودولاسیون، سیگنال اصلی بازسازی می‌شود.

استفاده از ساختار چندنرخی در TDM و FDM

در سیستم‌های چندنرخی، نرخ نمونه‌برداری ورودی‌ها برای آماده‌سازی آن‌ها جهت ادغام (Multiplex) یا استخراج (Demultiplex) تغییر می‌کند. در TDM، می‌توان با Upsample کردن سیگنال‌ها، فضای زمانی لازم برای قرار گرفتن نمونه‌های سیگنال‌های دیگر را فراهم کرد. سپس در گیرنده با Downsample نمودن و انتخاب فاز مناسب، سیگنال‌ها دقیقاً بازسازی می‌شوند.



در FDM، چندنرخی بودن بیشتر برای تغییر نرخ نمونه‌برداری به منظور افزایش دقت در حوزه فرکانس استفاده می‌شود. برای مثال، با Upsample کردن سیگنال پایه و مدولاسیون آن به باند فرکانسی بالاتر، می‌توان جداسازی باندها را به کمک فیلترهای دیجیتال انجام داد. سپس در سمت گیرنده، Downsample کردن پس از فیلتر و دمودولاسیون به نرخ اصلی بازگشت را آسان می‌کند.



خطای بازسازی:

- در شرایط ایده‌آل (بدون نویز و عدم اختلال زمانی)، بازسازی سیگنال‌ها بدون خطا است.
- به FDM به دلیل وجود فیلترهای غیرایده‌آل و تداخل جزئی بین باندهای فرکانسی، مقداری خطا در بازسازی اجتناب‌ناپذیر است.

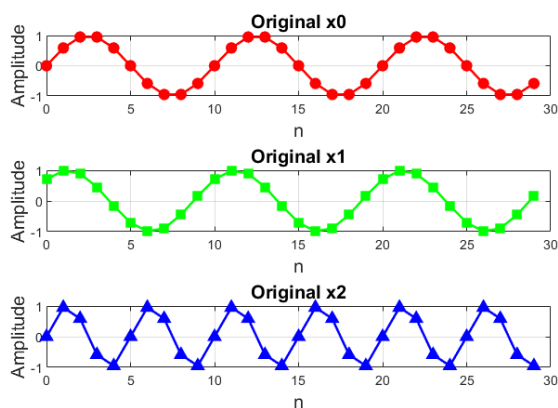
شبیه سازی:

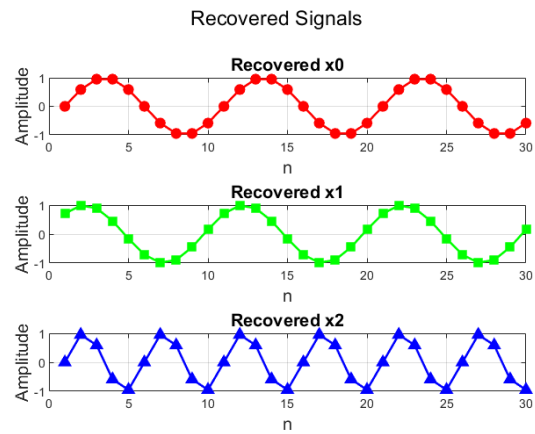
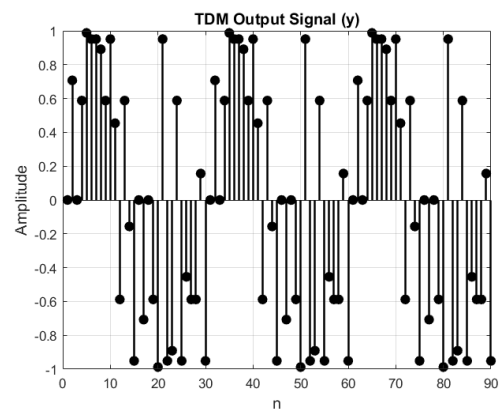
مالتی‌پلکسینگ تقسیم زمانی با ساختار چند نرخی (TDM)

کد در فایل tdm.m موجود است

نتایج TDM

Original Input Signals





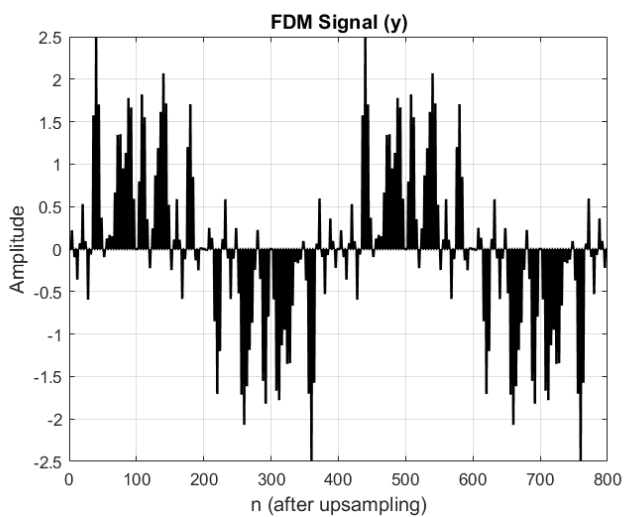
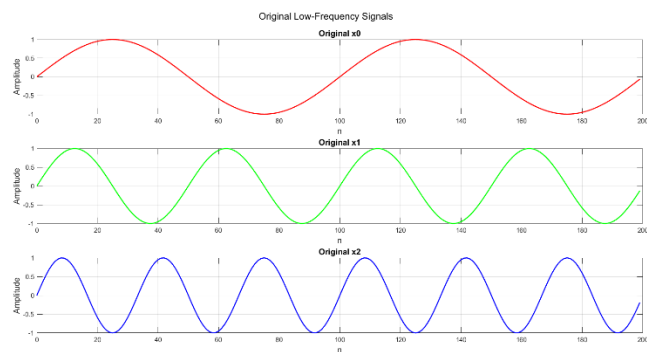
Mean Squared Error between original and recovered:

x0 MSE: 0

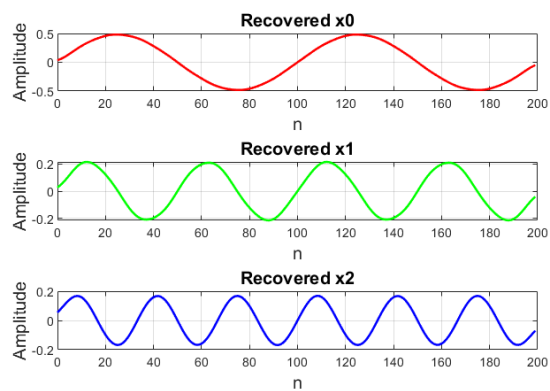
x1 MSE: 0

x2 MSE: 0

نتایج برای FDM



Recovered Signals



Mean Squared Error between original and recovered:

x0 MSE: 0.13316

x1 MSE: 0.30411

x2 MSE: 0.32882