



دانشگاه تهران
پردیس دانشکده‌های فنی
دانشکده برق و کامپیوتر



گزارش آزمایش شماره ۶
آزمایشگاه پردازش بی‌درنگ سیگنال‌های دیجیتال
پاییز ۱۴۰۰

نام و نام خانوادگی	علی ساعی زاده
شماره دانشجویی	۸۱۰۱۹۶۴۷۷

فهرست

چکیده	۳
۱-۳-۴-۶ ساختار اسپکتروم آنالایزر	۴
توضیح پیاده سازی	۴
۲-۳-۴-۶ تست اسپکتروم با داده مشخص	۵
نتایج	۵
۴-۳-۴-۶ تست اسپکتروم آنالایزر با داده خارجی	۶
نتایج	۶

در این آزمایش یک اسپکتروم آنالایزر ساده به کمک زبان C می‌سازیم. هدف از این آزمایش آشنایی تابع fft داده شده و تخمین اسپکتروم سیگنال ورودی به کمک این تابع است.

توضیح پیاده سازی

در این قسمت دو بافر ping و pong با طول ۱۰۲۴ و نوع داده complex تعریف شد. در داده ping مقادیر بافر ریخته می شود در دیگری نیز همین مقادیر ریخته می شود اما از آن برای محاسبه FFT و عملیات های آن استفاده می شود. در ادامه آرایه ای به طول ۵۱۳ برای ذخیره مقادیر spectrum و نمایش آن تشکیل می شود. با توجه به اینکه سیگنال ورودی حقیقی است، طیف فرکانسی سیگنال متقارن خواهد بود. بنابراین ما به نمایش قسمت مثبت طیف اکتفا می کنیم.

سیگنال ورودی به ۸ بافر ۱۰۲۴ تایی تقسیم می شود سپس هر دو بافر (۴ جفت بافر) پشت هم در ترتیب در قسمت حقیقی و موهومی آرایه های ping و pong ذخیره می شوند. طبق دستور کار یعنی اگر $a[n]$ دنباله حقیقی اول (بافر اول) و $b[n]$ دنباله حقیقی دوم باشد آرایه های ping و pong به شکل $c[n] = a[n] + jb[n]$ در می آیند. سپس تابع FFT (کد آن ضمیمه شده است) بر روی آرایه pong اجرا می شود تا ضرایب C_k حاصل شوند سپس به کمک رابطه $|A_k|^2 + |B_k|^2 = \frac{|C_k|^2 + |C_{N-k}|^2}{2}$ مجموع مربعات ضرایب FFT به آرایه spectrum اضافه می شود. این کار آن قدر تکرار می شود تا بافر های ورودی تمام شود.

اثبات رابطه فوق:

$$x_n \xrightarrow{DFT} X_k$$

از خواص DFT داریم

$$\text{Re}\{x_n\} \rightarrow \frac{1}{2} [X_k + X_{N-k}^*]$$

$$\text{Im}\{x_n\} \rightarrow \frac{1}{2j} [X_k - X_{N-k}^*]$$

$$c[n] = a[n] + jb[n]$$

$$\text{Re}\{c[n]\} = a[n] \xrightarrow{DFT} A_k$$

$$\text{Im}\{c[n]\} = b[n] \xrightarrow{DFT} B_k$$

$$\begin{aligned} |A_k|^2 + |B_k|^2 &= \frac{1}{4} [|C_k|^2 + |C_{N-k}|^2 + 2C_k C_{N-k}^*] \\ &+ \frac{1}{4} [|C_k|^2 + |C_{N-k}|^2 - 2C_k C_{N-k}^*] \\ &= \frac{1}{2} [|C_k|^2 + |C_{N-k}|^2] \end{aligned}$$

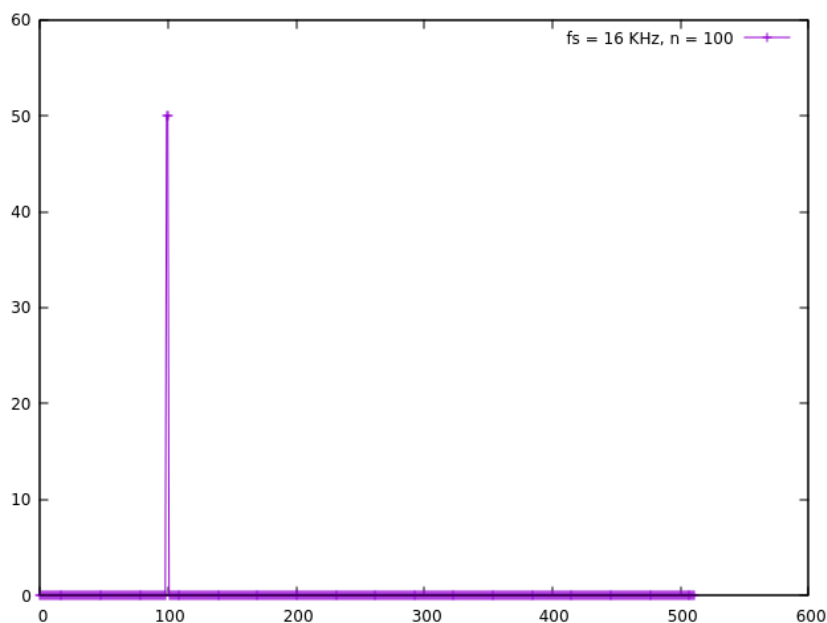
سپس به ازای ۸ فریم که به آرایه spectrum اضافه شد، آرایه spectrum بر 1024×8 تقسیم می شود تا این مقادیر نرمالیزه

شود.

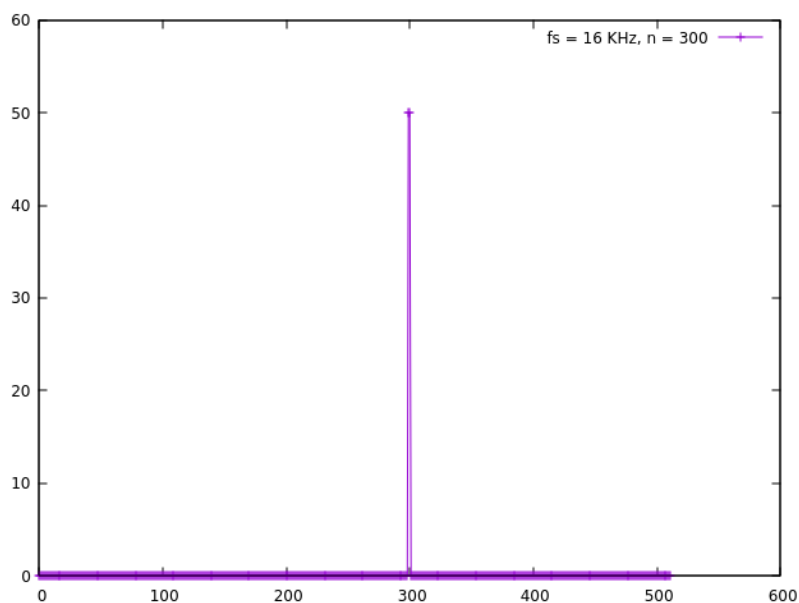
۲-۳-۴-۶ تست اسپکتروم با داده مشخص

در این قسمت، اسپکتروم آنالایزر به کمک داده های مشخص $10000 \cos(n \times 100 \times \frac{2\pi}{1024})$ و $10000 \cos(n \times 300 \times \frac{2\pi}{1024})$ تست شده است نتایج همانطور که انتظار داشتیم، اسپکتروم شامل یک ضربه در فرکانس (نرمالیزه) تابع \cos است که به ترتیب در شکل ۱ و ۲ مشخص است. همچنین رسم این اسپکتروم و تولید تابع \cos در زبان C اجرا شده است که در فایل Lab6.c قابل مشاهده است.

نتایج



شکل ۱ اسپکتروم تابع \cos با فرکانس ۱۰۰

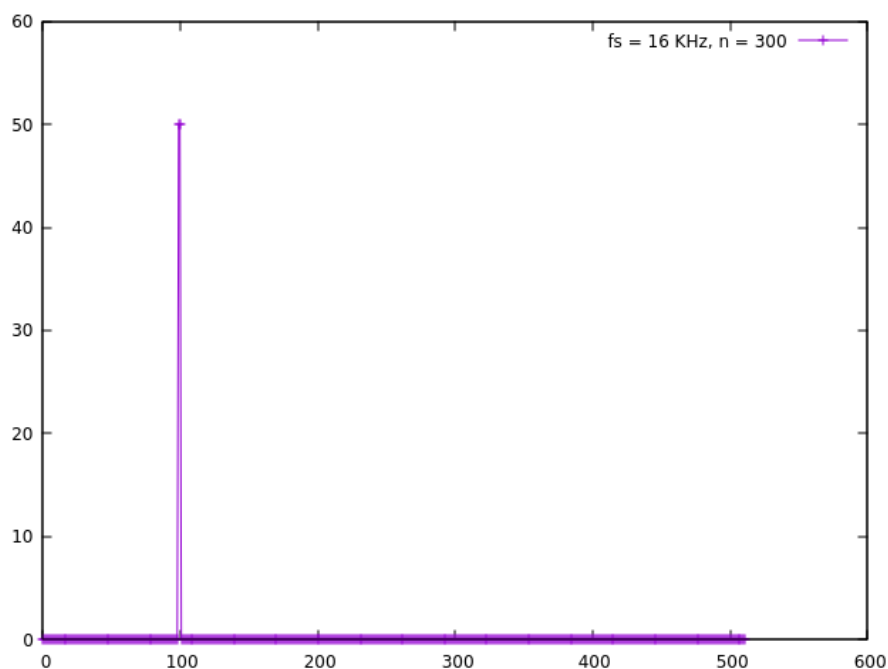


شکل ۲ اسپکتروم تابع \cos با فرکانس ۳۰۰

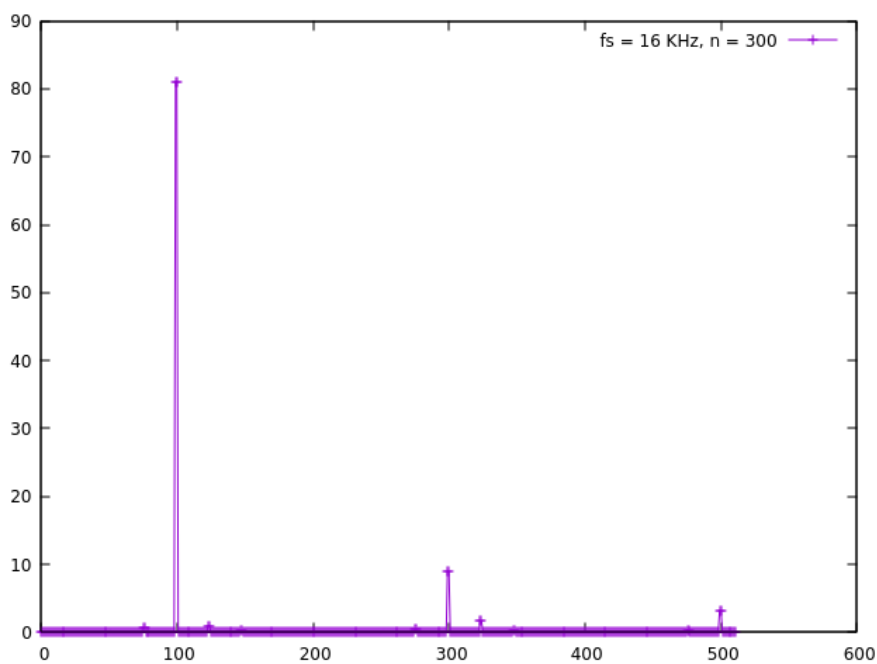
۴-۳-۴-۶ تست اسپکتروم آنالایزر با داده خارجی

نتایج

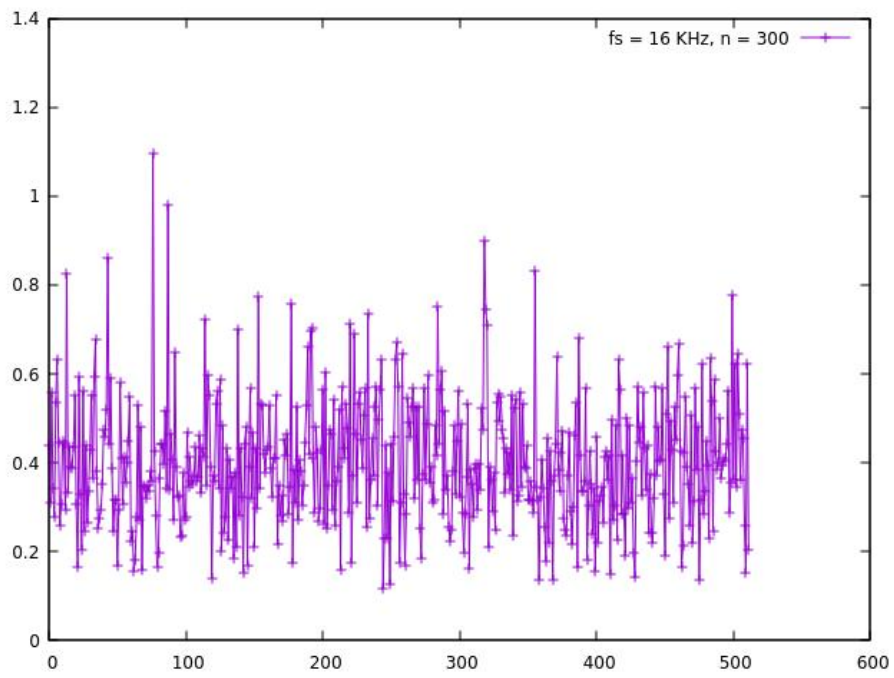
سیگنال‌های ورودی سینوسی، مربعی و نویز در زبان C پیاده سازی شد و به اسپکتروم آنالایزر داده شد. نتایج به ترتیب در شکل‌های ۳، ۴ و ۵ قابل مشاهده است. تمامی اشکال درست و طبق انتظار ما بود.



شکل ۳ اسپکتروم تابع \sin



شکل ۴ اسپکتروم تابع مربعی با فرکانس ۱۰۰



شکل ۵ اسپکتروم نویز سفید