



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش: مخابرات \bar{O} قدرت

عنوان:

حسگری فشرده (Compressed sensing)

استاد رهنما:

دکتر مصطفی چرمی

نگارش:

میلاذ نظری \bar{O} رضا دارویی

بهار و تابستان ۱۳۹۲

فهرست مطالب

صفحه

مقدمه ۱

فصل اول: نمونه برداری و فشرده سازی ۲

نمونه برداری و قضیه نایکوئیست ۳

فشرده سازی یک سیگنال ۴

فصل دوم: حسگری فشرده ۸

نمونه برداری فشرده و بازیابی سیگنال ۹

شبیه سازی نمونه برداری فشرده از یک تصویر ۱۵

تعداد نمونه بهینه ۱۷

کاربرد عملی از حسگری فشرده ۲۰

نتیجه گیری ۲۳

منابع و مراجع ۲۴

ضمیمه ۲۵

فهرست اشکال

صفحه

شکل ۱ _ یک سیستم پردازش سیگنال دیجیتالی در حالت کلی ۱

شکل ۲ _ نمونه برداری و بازبازی یک سیگنال و خطای ایجاد شده ۴

شکل ۳ _ یک تصویر و تبدیل DCT آن ۶

شکل ۴ _ تصویر فشرده شده و تبدیل DCT آن ۷

شکل ۵ _ حسگری فشرده ۱۱

شکل ۶ _ حداقل $L1$ و $L2$ ۱۳

شکل ۷ _ دیتا اصلی و بازبازی شده ۱۴

شکل ۸ _ حسگری فشرده با $m=n/4$ ۱۶

شکل ۹ _ نمونه برداری فشرده از یک سیگنال تنک ۱۷

شکل ۱۰ _ تعداد نمونه بهینه ۱۸

شکل ۱۱ _ تعداد نمونه بهینه ۱۹

شکل ۱۲ _ دوربین تک پیکسلی ۲۱

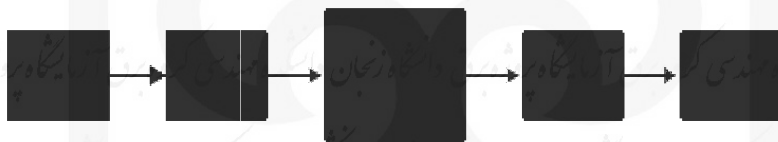
شکل ۱۳ _ تصویر برداری توسط دوربین تک پیکسلی ۲۲

مقدمه

با پیشرفت تکنولوژی نیاز به پردازش سیگنال به صورت دیجیتال هر روز بیشتر می شود. از مزایای این نوع پردازش سرعت بیشتر، هزینه کمتر، دقت بیشتر و ... می باشد.

برای پردازش سیگنال ها به صورت دیجیتال، ابتدا باید از سیگنال مورد نظر (این سیگنال می تواند ولتاژ خروجی یک سنسور باشد) نمونه برداری صورت بگیرد. سپس این نمونه ها باید کوانتیزه شده و در حافظه رایانه ثبت شوند و عملیات دلخواه بر روی آنها انجام گیرد.

در این پروژه سعی داشته ایم که در رابطه با مرحله نمونه برداری کار کرده و روش حسگری فشرده را که کاربردهای آن در طی چند سال اخیر گسترش چشمگیری پیدا کرده اند را معرفی کنیم. همچنین نحوه انجام این عمل و کاربردهای این روش رو به طور مختصر بیان کرده ایم.



شکل ۱ - یک سیستم پردازش سیگنال دیجیتال در حالت کلی

فصل اول:

نمونه برداری و فشرده سازی

نمونه برداری و قضیه نایکوئیست

پایه و اساس اغلب روش‌های نمونه برداری سنتی، تئوری نمونه برداری شانون است. بر این اساس برای
بازیابی صحیح یک سیگنال، نرخ نمونه برداری باید حداقل دو برابر بزرگترین فرکانس موجود در

طیف فرکانسی آن سیگنال باشد.

دو مسئله در نمونه برداری وجود دارد که ایجاد خطا می‌کند. مسئله اول آن است که معمولاً پهنای باند
سیگنال‌ها محدود نبوده و در هنگام نمونه برداری به دلیل محدودیت‌هایی که در عمل وجود دارد اصل

شانون رعایت نمی‌شود. یعنی نمی‌توان با دوبرابر پهنای باند سیگنال نمونه برداری کرد. اما عامل دوم و

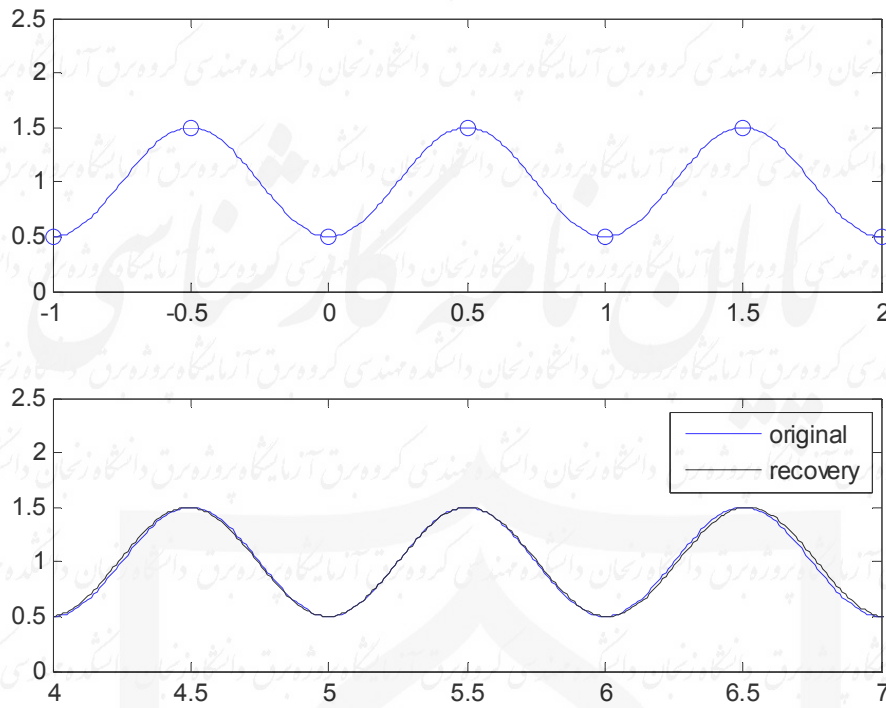
مهمتر، آن که برای بازیابی سیگنال باید آنرا از یک فیلتر پایین‌گذر ایده‌آل عبور داد که ساخت این فیلتر
به دلیل غیر علی بودن آن غیر ممکن است. در این مرحله مجبور به بریدن پاسخ ضربه این فیلتر که یک

سینک است، می‌شویم. با محدود کردن این پاسخ ضربه در بازیابی سیگنال خطا ایجاد می‌شود. برنامه

متلب مربوط به این مسئله با عنوان برنامه شماره ۱ در ضمیمه آمده است.

شکل ۲ خروجی این برنامه را برای یک سیگنال تک فرکانس (که مشکل اول برای آن وجود ندارد) نشان می‌دهد.

مشاهده می‌کنیم که با بریدن سینک، در بازیابی سیگنال خطا ایجاد شده است.



شکل ۲ _ نمونه برداری و بازیابی یک سیگنال و خطای ایجاد شده

فشرده سازی یک سیگنال

پیش از آنکه به حسگری فشرده بپردازیم، مطالبی را در رابطه با فشرده سازی بیان می کنیم تا راحتتر بتوانیم تفاوت بین این دو موضوع را که دو مسئله کاملا جدا هستند، درک کنیم.

تبدیل‌های مختلفی بر روی یک سیگنال می توان انجام داد که اکثر این تبدیلها سیگنال را از حوزه زمان یا مکان به حوزه فرکانس می برند. بیشتر سیگنالها زمانی که در یک پایه مناسب بیان شوند دارای نمایش مختصر و کوتاهی خواهند بود. بدین معنی که تعداد زیادی از مولفه های فرکانسی آنها صفر و یا خیلی کوچک می باشند. حال اگر به جای ذخیره خود داده ها، مولفه های فرکانسی آنها را ذخیره کنیم، می توانیم تعداد زیادی از آنها را حذف کردهو در نتیجه حجم دیتای ذخیره شده را کاهش دهیم. البته این حذف کردن مولفه ها موجب ایجاد خطا در سیگنال بازبازی شده می شود. ()

عمل بازبازی با عکس تبدیل گرفتن انجام می شود (هر چه تعداد بیشتری از مولفه های کوچک را حذف کنیم، خطا بیشتر می شود.

این عمل را بارها در رابطه با تصویر مشاهده کرده ایم. فرمت های مختلف یک تصویر مانند JPEG, JPG و ... بیان گر میزان حذف مولفه ها و فشرده سازی می باشد. یکی از تبدیلات پر کاربرد برای فشرده سازی تصویر تبدیل کسینوسی گسسته (DCT) می باشد. در این تبدیل مولفه ها در حوزه فرکانس از رابطه زیر محاسبه می شوند:

$$y(k) = w(k) \sum_{n=1}^N x(n) \cos\left(\frac{\pi(2n-1)(k-1)}{2N}\right) \quad k = 1, 2, \dots, N$$

where

$$w(k) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{N}} & k = 1 \\ \sqrt{\frac{2}{N}} & 2 \leq k \leq N \end{cases}$$

$$x(n) = \sum_{k=1}^N w(k)y(k) \cos\left(\frac{\pi(2n-1)(k-1)}{2N}\right) \quad n = 1, 2, \dots, N$$

where

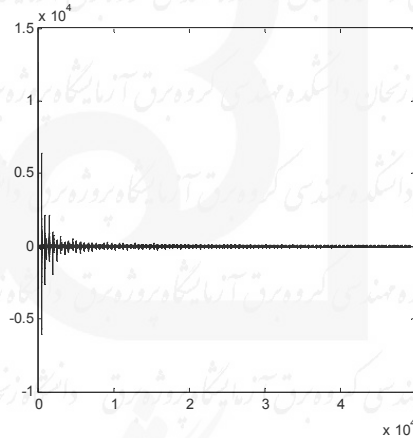
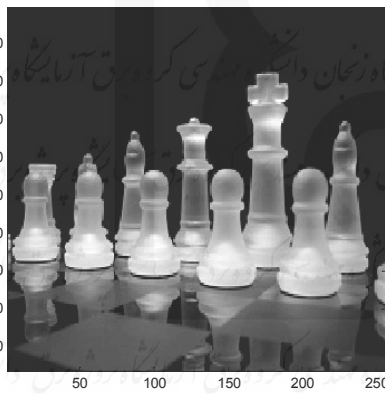
$$w(k) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{N}} & k = 1 \\ \sqrt{\frac{2}{N}} & 2 \leq k \leq N \end{cases}$$

در شکل ۳ یک تصویر و همچنین تبدیل DCT آن نمایش داده شده است. مشاهده می شود که بیشتر

مولفه های فرکانسی آن نزدیک صفر است. حال می خواهیم این تصویر را فشرده کنیم. برای این منظور

باید مولفه های کوچک را حذف کنیم تا تعداد داده های ذخیره شده کم شود. برنامه ۲ برای این منظور

نوشته شده است.

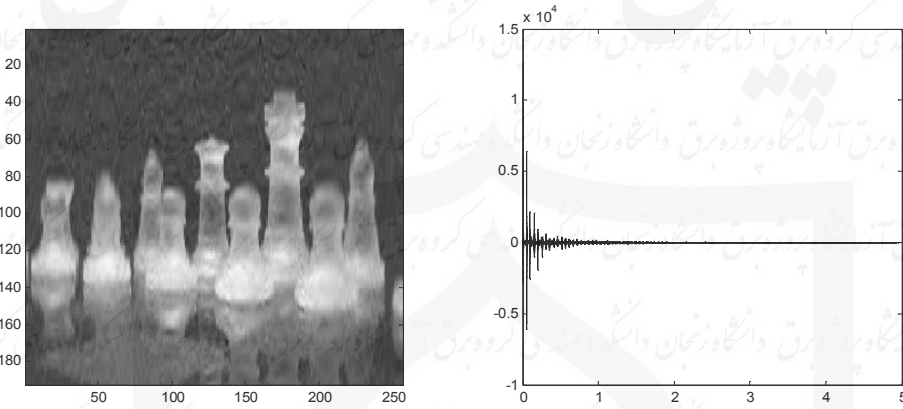


شکل ۳_ یک تصویر و تبدیل DCT آن

سپس با نگه داشتن این میزان از مولفه ها و حذف سایرین، عمل فشرده سازی انجام می گیرد. شکل ۴

تصویر فشرده شده و تبدیل DCT آنرا نمایش می دهد. برای این مثال $r=10$ است، یعنی فقط ۱۰ درصد

کیفیت شده است.



شکل ۴ - تصویر فشرده شده و تبدیل DCT آن

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

نتیجه گیری

در این پایان نامه ما با تئوری نمونه برداری فشرده آشنا شدیم. مشاهده کردیم که تعداد نمونه ها در این روش، کمتر از روش های سنتی است. که این خود موجب افزایش سرعت و کاهش هزینه می گردد. نکته اصلی در استفاده از روش حسگری فشرده، بیان سیگنال در یک حوزه به گونه ای که سیگنال در آن حوزه تنک باشد، است. اگر بتوان پایه ای پیدا کرد که این کار را ممکن سازد، سیگنال قابل نمونه برداری

با این روش خواهد بود.

منابع و مراجع

- [1] G.Baraniuk, Richard, Compressive Sensing,IEEE Signal Processing Magazine,2007.
- [2] J.Candes,Emmanuel,B.Wakin,Michael,An Introduction To Compressive Sampling,IEEE Signal Processing Magazine,2008.
- [3] JV.Holtz,Olga,Compressive sensing:a paradigm shift in signal processing,Math.Ho,2008.

ضمیمه:

کدهای MATLAB