



۱- مقدمه

آشنایی با کدینگ شکل موج

مادولاسیون کدینگ پالس (پی سی ام)

۲- مادولاسیون کدینگ پالس یکنواخت

در کدینگ PCM هر نمونه از سیگنال در حوزه زمان به 2^B سطح دامنه کوانتایز می شود.

این 2^B به صورت B بیت نشان داده می شود.

نرخ بیت منبع BF_s بیت بر ثانیه می باشد.

شکل موج کوانتایز شده به صورت زیر مدل می شود:

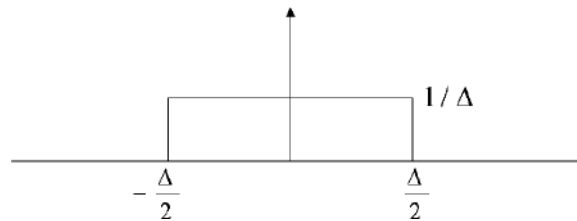
$$\tilde{s}(n) = s(n) + q(n)$$

$q(n)$ نشان دهنده خطای کوانتیزیشن می باشد. این نویز را به صورت نویز جمع شونده در نظر می گیریم.

خطای کوانتیزیشن به صورت یک فرآیند تصادفی ایستا q درک می شود. هر متغیر تصادفی $q(n)$ یک تابع چگالی احتمال

$$-\frac{\Delta}{2} \leq q \leq \frac{\Delta}{2} \quad \text{یکنواخت دارد.}$$

اندازه گام کوانتایزر $\Delta = 2^{-B}$ می باشد.



تصویر ۱- تابع چگالی احتمال

در صورتی که دامنه سیگنال A_{\max} باشد، اندازه گام $\Delta \approx \frac{A_{\max}}{2^B}$ می باشد.

میانگین مقدار مربعات خطای کوانتیزیشن برابر فرمول ۱ است.

$$\begin{aligned} \langle q^2(n) \rangle &= \int_{-\Delta/2}^{\Delta/2} \frac{1}{\Delta} q^2(n) dq \\ &= \frac{1}{3\Delta} q^3(n) \Big|_{-\Delta/2}^{\Delta/2} = \frac{\Delta^2}{12} = \frac{A_{\max}^2}{2^{2B} \times 12} \end{aligned} \quad \text{فرمول (۱)}$$



اندازه در مقیاس دسیبل، مقدار متوسط مربعات نویز برابر است با فرمول ۲.

$$10 \log_{10} \frac{\Delta^2}{12} = 10 \log_{10} \frac{2^{-2B}}{12} = -6B - 10.8 \text{ dB.} \quad \text{فرمول ۲}$$

می توان گفت که به ازای اضافه شدن هر بیت، خطای کوانتیزیشن ۶ دسیبل کم می شود.

در صورتی که فاکتور headroom را با h نشان دهیم، انرژی سیگنال را با فرمول ۳ نشان می دهیم.

$$X_{rms} = \frac{A_{max}}{h} = \frac{2^B \Delta}{h} \quad \text{فرمول ۳}$$

نسبت سیگنال به نویز این کدینگ (با فرض $A_{max}=1$) در فرمول ۴ نشان داده شده است.

$$\text{SNR} = \frac{S}{N} = \frac{X_{rms}^2}{\Delta^2 / 12} = 12 \frac{2^{2B}}{h^2} \quad \text{فرمول ۴}$$

در دسیبل در فرمول ۵ نشان داده شده است.

$$\text{SNR}_{dB} = 10 \log_{10} \frac{12 \times 2^{2B}}{h^2} = 6B + 10.8 - 20 \log_{10} h \quad \text{فرمول ۵}$$

مثال ۱: فرض کنید یک نسبت سیگنال به نویز ۶۰ دسیبل از کدر می خواهیم. فرض کنید فاکتور headroom ۴ مورد نظرمان است.

$$B = \lceil 10.2 \rceil = 11 \text{ bit} \quad \text{که} \quad 60 = 10.8 + 6B - 20 \log_{10} 4 \quad \text{با} \quad 4 \text{ مورد نظر برابر است}$$

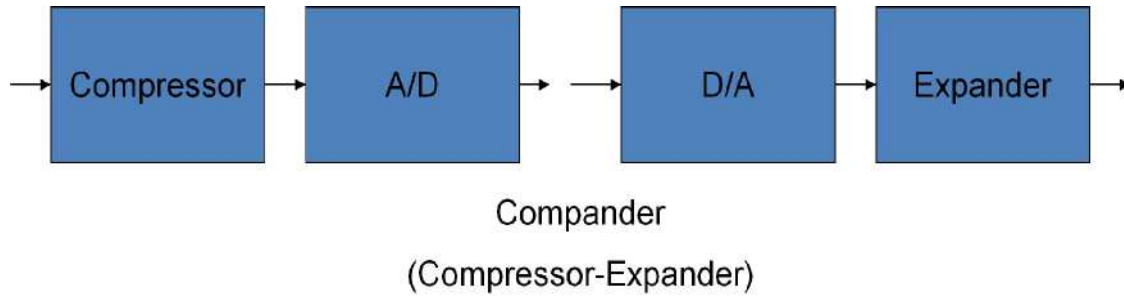
در صورتی که فرکانس نمونه بردار ۸ کیلوهرتز باشد، نرخ ارسال بیت $8k \times 11 = 88000 \text{ bit/s}$ می باشد.

۳- مادلایون کدینگ پالس غیریکنواخت

یک کوانتایزر غیرخطی معمولاً به این صورت به دست می آید که دامنه سیگنال را از یک دستگاه غیرخطی عبود می دهند تا دامنه سیگنال فشرده شود.

سپس دامنه سیگنال را بوسیله یک کوانتایزر یکنواخت کد می کنند.

در سمت گیرنده عکس این عمل (گذراندنش از تابع معکوس فشرده ساز) انجام می شود (تصویر ۲).



تصویر ۲ - کدینگ پی سی ام غیر خطی

فشرده ساز لگاریتمی

یک فشرده سازی لگاریتمی در سیستم های مخابراتی آمریکای شمالی استفاده می شود.

$$|y| = \frac{\log(1 + \mu |s|)}{\log(1 + \mu)}$$

ویژگی های اندازه ورودی خروجی به شکل زیر است:

μ پارامتری است که میزان فشرده سازی را مشخص می کند.

به فشرده ساز لگاریتمی به کار رفته در مخابرات اروپا A-law گفته می شود و به صورت زیر تعریف می شود:

$$|y| = \frac{\log(1 + A |s|)}{1 + \log A}$$

۶ - خلاصه و نتیجه گیری

در این فصل بحثکدینگ شکل موج را شروع نمودیم.

اولین کدینگ به نام پی سی ام را بیان کردیم.

۷ - منابع درس

- ۱- Rabiner, "Fundamentals of Speech Recognition"
- ۲- Huang, Acero, "Spoken Language Processing"
- ۳- Deller, "Discrete-time processing of speech signals"