$f_{max} = \frac{v}{C_0} f_0$ C_0 = 광속 f_0 = carrier frequency

제타 (t)

$$\tilde{\mu}_i = \sum_{n=1}^{N_i} \underbrace{C_{in}}_{\text{gain}} \cos(2\pi \underbrace{f_{in}}_{\text{도플러 주파수}} t + \underbrace{\theta_{in}}_{\text{페이즈}})$$

$\rightarrow \theta_{in} = 0$

$$f_{in} = \begin{cases} f_{max} \cos\left[\frac{n\pi}{2(N_i - 1/2)}\right] & i = 1, 2. \quad n = 1 \sim N_i - 1. \\ f_{max} \end{cases}$$

$$C_{in} = \begin{cases} \frac{2V_0}{\sqrt{N_i - 1/2}} \sin\left(\frac{\pi n}{N_i - 1}\right) & n = 1 \sim N_i - 1 \quad i = 1 \\ \frac{2V_0}{\sqrt{N_i - 1/2}} \cos\left(\frac{\pi n}{N_i - 1}\right) & n = 1 \sim N_i - 1 \quad i = 2 \\ \frac{2V_0}{\sqrt{N_i - 1/2}} & n = N_i \quad i = 1, 2 \end{cases}$$

$\mu_1 + j\mu_2 = \mu(t)$

$C_0 = 300\ \mathrm{Mm/s}$

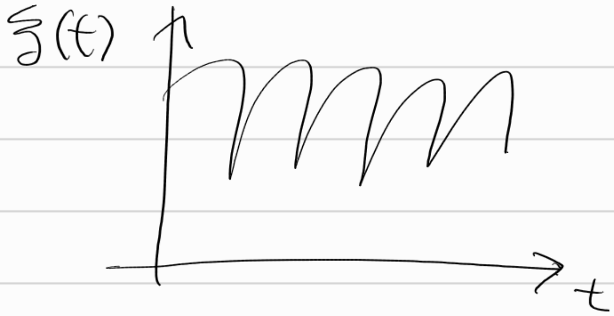
N, V_0 크기의 설정

$$\boxed{\zeta(t) = |\mu(t)| = \sqrt{\mu_1^2 + \mu_2^2}}$$

$$f_{max} = \frac{V}{C_0} f$$ → 우리가 가지고있는거

$$\mu_1 = \left(\sum_{n=1}^{N-1} \left(\frac{2V_0}{\sqrt{N-1/2}} \sin\left(\frac{\pi n}{N-1}\right) \right) \cos\left(f_{max} \cos\left(\frac{\pi n}{2(N-1/2)}\right) t \right) \right) + \frac{2V_0}{\sqrt{N-1/2}} \cos(f_{max} t)$$

$$\mu_2 = \left(\sum_{n=1}^{N-1} \left(\frac{2V_0}{\sqrt{N-1/2}} \cos\left(\frac{\pi n}{N-1}\right) \right) \cos\left(f_{max} \cos\left(\frac{\pi n}{2(N-1/2)}\right) t \right) \right) + \frac{2V_0}{\sqrt{N-1/2}} \cos(f_{max} t)$$



구현하면 될듯?

$\underline{0 \sim 100}$ (ms) 로 나누면 됨!

* 교수님가 보기 편하게 ~ ♡

$10\log_{10}P = A$

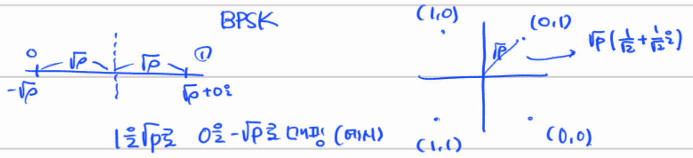
① 난수 생성하기 — 4x10 을 기준으로 만들기

② 4x10 을 1x40 배열로 바꾸기 → ①

ex)
$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 5 & 6 & 7 & 8 \\ 9 & 10 & 11 & 12 \end{bmatrix} \Rightarrow [1\ 5\ 9\ \ 2\ 6\ 10\ \ 3\ 7\ 11\ \ 4\ 8\ 12]$$

③ Mapping 일단은 "BPSK"로 매핑하기.

ex)



1을 $\sqrt{P}$로 0을 $-\sqrt{P}$로 매핑 (예시)

④ $[\sqrt{P}\ |\ -\sqrt{P}\ | \cdots \cdots |\ \sqrt{P}]$ 에다가 $\mu_1(t)+\mu_2(t)i$ 를 곱한다

- Developed for the Jakes PSD exclusively
- Closed-form expressions for $c_{i,n}$, $f_{i,n}$ and $\theta_{i,n}$
- Parameters:

$$c_{i,n} = \begin{cases} \frac{2\sigma_0}{\sqrt{N_i - 1/2}} \sin\left(\frac{\pi n}{N_i - 1}\right), & n = 1,2,\ldots,N_i - 1 \quad i = 1 \\ \frac{2\sigma_0}{\sqrt{N_i - 1/2}} \cos\left(\frac{\pi n}{N_i - 1}\right), & n = 1,2,\ldots,N_i - 1 \quad i = 2 \\ \frac{2\sigma_0}{\sqrt{N_i - 1/2}}, & n = N_i \quad i = 1,2 \end{cases}$$

$$f_{i,n} = \begin{cases} f_{\max} \cos\left[\frac{n\pi}{2(N_i - 1/2)}\right], & n = 1,2,\ldots,N_i - 1, \quad i = 1,2 \\ f_{\max} & n = N_i \quad i = 1,2 \end{cases}$$

$$\theta_{i,n} = 0 \quad n = 1,2,\ldots,N_i, \quad i = 1,2$$

- Deterministic Gaussian process: $\tilde{\mu}_i(t) = \sum_{n=1}^{N_i} c_{i,n} \cos(2\pi f_{i,n} t + \theta_{i,n})$

gains　discrete Doppler frequencies　phases

⑤ Noise $C_n + D_n i$를 추가 　C, D Gaussian $(0, (\sqrt{\frac{1}{2}})^2)$ 으로 매 순간마다 다르게 하기 　$1 \le n \le 40$

⑥ [1 | 1 | 1 | ---- | 1]

$a_n + b_n i$

↓

[1 | 0 | 1 | 1 | ---- | 1] … 랑 ①을 비교

BPSK
$a_n+b_n i$ → a_n 이 양수일경우 1
a_n 이 음수일경우 0)) Mapping에 따라 달라질수있음

QPSK (2bit씩 매핑)
1사분면 ⇒ (0,1) 　3사분면 ⇒ (1,1)
2사분면 ⇒ (1,0) 　4사분면 ⇒ (0,0) 　(이유, 01 → 1, 10 → 2, 11 → 3, 00 → 4 = 0)

⑦ 위 반복을 2500번 반복하기 //

⑧ 에러 개수 비교

참고 　나와야 되는 그래프

$10\log_{10}\frac{P}{\nabla^2}$

∇=1로 가정

$S = 10\log_{10}P$

$P = 10^{\frac{S}{10}}$

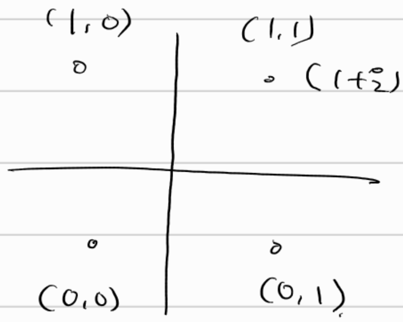
$10^{\frac{1}{2}} = P$ ⇒ 5dB일때

$10 = P$ ⇒ 10dB

$10^{\frac{3}{2}} = P$ ⇒ 15dB

$10^{2} = P$ ⇒ 20dB

QPSK



□□ □□ □□. ① 98개의 (0,1) 배열

↓ Mapping

□ □ □ ② 49개의 (a+bi) 배열

$\sqrt{P}(a_n+b_n i)$

↓ Jake 적용

③ □ □ □ $\sqrt{P}(a_n+b_n i)(u_1+u_2 i)$ → Random generation.

④ □ □ □ $\sqrt{P}(a_n+b_n i)(u_1+u_2 i)+\underline{c+di}$

↓

⑤ □ □ □ $\left(\sqrt{P}(a_n+b_n i)(u_1+u_2 i)+c+di\right)/(u_1+u_2 i) = A+Bi$

↓ ↓ ↓

□□ □□ □□ 다시복원 ⇒ A가 ⊕ B가 ⊕ ⇒ (1,1)

A가 ⊖ B가 ⊕ ⇒ (1,0)

A가 ⊖ B가 ⊖ ⇒ (0,0)

A가 ⊕ B가 ⊖ ⇒ (0,1)

① ⑤를 비교해 오류율 검출!