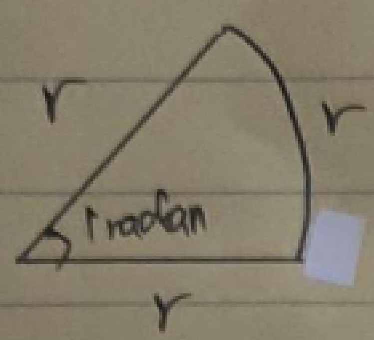
Radian은 각을 재는 단위



반지름 = 부채꼴의 호 일때, 1 radian 이다

1 radian ≒ 57.296°

π radian ≒ 180°

오일러공식 $e^{\theta i} = \cos\theta + \sin\theta i$

① $\theta = 0$ $e^{0} = 1 + 0 = 1$

② $\theta = \frac{\pi}{2}$ $e^{\frac{\pi}{2}} = 0 + i = i$

③ $\theta = \pi$ $e^{\pi} = -1 + 0 = -1$

④ $\theta = \frac{3\pi}{2}$ $e^{\frac{3\pi}{2}} = 0 - i = -i$

복소수 pdf 범벅 ⇒ 복소평면

Phasor : sinusodial (sine wave and cosine wave) 를 만들어주는 것.

complex wave는 cosine 파 sine의 성질을 동시에 갖고 있음

사전 값 설정

① amp (amplitude) : 소리의 크기를 결정함

② sampling rate : 음질의 해상도, 단위 HZ (1초에 몇개의 점이 있는가?)

③ dur (duration) : 몇 초 소리가 지속되는가?

④ frequency : 1초에 몇개의 sine wave 가 있는가?

1. generate time : time을 생성해야 실제 소리로 구현된다. (모든 사물은 sine wave로 구현 가능하다)
2. generate phase : time × 2π (np.pi) × freq → freq가 높을 경우 sine 반복 함수가 만들어짐
3. generate signal by cosine-phasor : amp × sin(theta)

- 만들어진 sine 함수의 경우 각 점 사이의 거리가 일정하지 않다
- 실제 소리에 time이 필요하며 theta 값은 변하기 때문에 일정하지 않는다.

3차원 phasor (complex phasor) (exponential phasor)

$c = e^{\theta i}$

① time, imag : sine 함수

② time, real : cos 함수

$e^{\theta i} = \cos\theta + \sin\theta i$

⊖ Generate Pulse Train (성대 진동 방법)

- RG : frequency of the Glottal Resonator (공명기) → 산맥의 위치
- BWG : bandwidth of the Glottal Resonator → 산맥이 뾰족한가? 뭉툭한가?

→ gradually decrease 하기 때문에 소리가 더 좋아짐

⊙ Fourier Transform

- 복잡한 (complex wave) 여도 simple sine wave의 합이다.

⇒ 스펙트럼

① bar의 개수는 sampling 의 개수와 동일하다.

② 좌우 대칭 → 반만 의미 있음

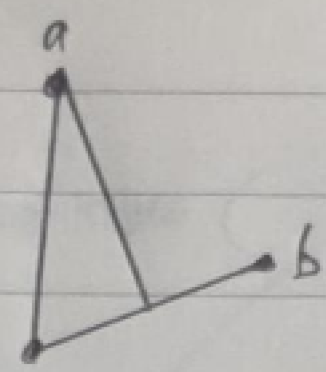
③ 각 성분의 frequency 를 찾으면서 Dot product의 절댓값을 한 것이 스펙트럼에서 볼 수 있음

12/5 정리

1. Dot product란

▭ ▯ = ◻

a • b scalar



$a \cdot b = |a| \times |b| \times \underbrace{\cos\theta}_{= r}$

$\cos\theta = \dfrac{a \cdot b}{|a| \times |b|}$ ⇒ dot product와 $\cos\theta = r$은 비례.

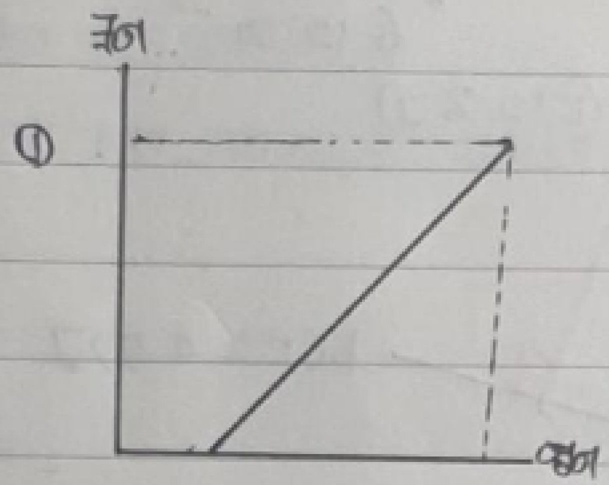
ex) 90° ⇒ orthogonal

$\cos 90° = 0 = r$ (상관관계)

2가지 그래프

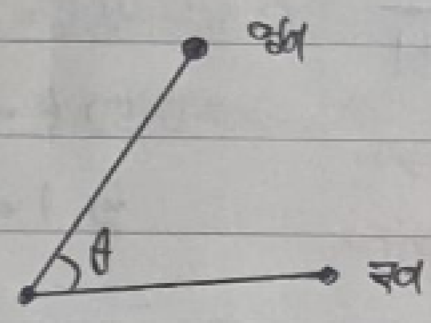
ex> 영어 국어

$$\begin{bmatrix} 10 \\ \vdots \\ 100 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 0 \\ \vdots \\ 90 \end{bmatrix}$$



일직선이므로 r=1

② 10차원의 축 (학생) → 2개의 벡터와 1개의 원점으로 생각함!



θ = 0가 되어야 된다.

⇒ $\theta = 0°$ ⇒ $\cos\theta = 1$ dot product = ↑

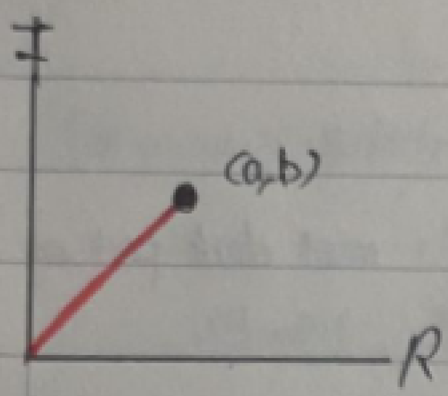
$\theta = 90°$ ⇒ 〃 $= 0$ 〃 $= 0$

$\theta = 180°$ ⇒ $\cos\theta = -1$ dot product = ↓

* Simple phasor에서 sine의 특성이 유사/동일해도

90° 차이가 날 때 dot product가 0이 나옴

∴ simple phasor → phasor sensitivity ↑ ⇒ complex phasor 사용



$c = |a+bi|$

- 원점과 복소평면 사이의 거리

◎ Fourier Transform

```
nFFT = nSamp
amp = [ ]
for n in range (0, nFFT):
    omega = 2*np.pi*n/nFFT
    z = np.exp(omega*1j)**(np.arange(0,nSamp))
    amp.append (np.abs (np.dot (s,z)))
```

omega ⇒ 0부터 $\frac{4999}{5000} \times 2\pi$ 까지

$z = (e^{omega \times 1j})^{[0 \sim 4999]}$

⇒ 처음엔 $e^{0 \times [0 \sim 4999]}$

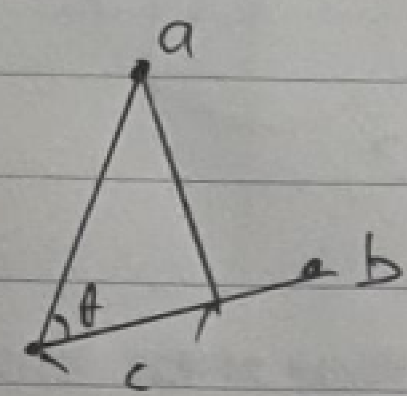
마지막엔 $e^{4999/5000 \times 2\pi \cdot \times [0 \sim 4999]}$

12/3

Review

Dot product로 similarity를 알 수 있었다

1X8 matrix X 8X1 matrix = $\underbrace{[\quad]}_{\text{scalar}}$ Dot product / Inner product



$a \cdot b = c \times |b|$

$= |a| \cdot \cos\theta \times |b|$

$\Leftrightarrow \cos\theta = \dfrac{a \cdot b}{|a| \cdot |b|}$

cosine similarity

$\theta = 0°$ 일 때, $a \cdot b$가 최대

$\theta = 90°$ 일 때, $a \cdot b$가 최소

Spectral Analysis

이 wave에 어떤 frequency 성분을 갖고 있는가? (다양한 wave의 합)

* 푸리에 법칙 (Fourier) : 아무리 복잡한 wave 여도 결국 다양한 wave의 합이다

* simple phasor
  - target wave에 대하여 여러 wave들을 probe 할 때
  - phasor에 따라 너무 민감하게 값이 바뀜 phasor sensitivity가 높음
  - 예) 90° 위상으로 이동시에 값이 0이 되버림

* complex phasor
  - 각 벡터값이 complex number로 이루어져 있음
  - Inner product 값도 complex number

    plotting이 가능하므로 $|a+bi| = \sqrt{a^2+b^2}$

    (복소평면 상 원점과의 거리)

⇒ ∴ 이를 통해 각 frequency의 에너지를 assume 가능