방향에 따라 출력에 영향을 미칠수도 아닐수도 있다.

이를 구분하는 것이 null space와 그렇지 않은 space의 차이를 아는 것

**[null space] - 입력이 변하더라도 출력에 영향을 미치지 않는다.**

* 수학적 해석: 어떠한 행렬이 있을 때, 무엇을 곱하여도 반드시 0이 될 가능성이 있는 모든 점들
* 기하학적 해석: whole space에서 column space를 제외한 모든 공간
* 실용적 해석: ex.아기가 드럼을 배울 경우
* 어떠한 업무를 할 때, 출력이 우리가 최종적으로 하려는 일, 가는 길에 장애물이 있으면 피해가야 한다. 피해가지만 특별한 영향없이 업무를 마무리 할 수 있다.
  + nullspace를 충분히 확보해야 되는 이유
  + 인류는 진화하면서 nullspace를 확장해왔다.
  + nullspace의 필요성
* 이를 통해, 인공지능과 선형대수와의 관계를 설명

**[상관관계] – correlation**

* -1 <= r <= 1 : 0일 때 상관이 가장 적다.
* Cos theta = r, 90도 = 0, 0도 = 1

**[inner product = dot]**

* 기하학적 의미: 90도 일 때, projection을 시킨 이후 곱해도 값은 0이 된다.
* Ex. [ 1 2 3 ]

[ 4 5 6 ] = 32(세로로 각각 곱해서 더하기)

* + Inner product = ㅣaㅣ \* cos theta \* ㅣbㅣ
  + ㅣaㅣ나 ㅣbㅣ의 길이 = 루트(각 원소 제곱의 합), 이를 이용해 cos theta 구하기
  + Cos theta = Cos similarity, 통계쪽에서는 r과 비슷하며 이를 구하는 게 중요함
  + Correlation 높으면 큰 값, 반대로 낮으면 작은 값이 나온다.
* 행렬의 형태가 다를 경우 transpose를 시키는데 두 가지 방법
  + 형태의 크기가 작을 경우: inner product / 반대로 클 경우: outer product
* 웨이브에 적용
  + 각 hz별로 inner product를 구하면 해당 hz에 얼마나 분포해 있는지 알 수 있음
  + 이는 slice된 한 타임 기준이고 시간이 계속되면 spectrogram이 만들어진다.

Ex) 100개로 이루어진 2개의 wave[a, b]와 2배 빠른 wave[c]가 있을 때, a \* b와 a \* c하여 inner product : 후자의 경우 불일치가 존재하기 때문에 상대적으로 그 수가 작을 수 밖에 없다. 즉, 성분이 같을수록 값이 크게 나온다. -> 상관관계

* + Sin 그래프[a]와 cos 그래프[b]를 inner product 하면 값은 0이고 90도 정도를 움직여 phase를 바꾸면 완전히 동일해진다. 또한, 벡터 상에서 90도를 이루면 inner product가 0이 된다. 즉, 공간이 다르더라도 그 값을 볼 때 연관이 있다.
  + Phaser로 complex를 쓰는 이유: sin, cos에서의 단점(wave는 complex가 아님)