

190905

praat

헤르츠: 1초를 44100개로 쪼개서(44100분의 1초)

속제: 녹음하고 저장하기 WAV 파일

show pitch: 파란선 나옴, 목소리 높낮이, 여자가 높음

intensity: 세기, 노란선 나옴(폭이 넓으면 값이 높고 폭이 좁으면 값이 낮음)

wave 밑에 흑백: 소리의 spectrum(높은게 고주파, 낮은게 저주파)

190917

English consonants & vowels

철자와 소리는 다름-g/a/p

y/j/는 자음->year라고 쓰면 자음으로 소리가 시작됨(모음으로 시작하는 ear에 자음 y가 붙은 것)

voiced/voiceless

모음: monophthongs(단모음) / diphthongs(복모음)

phonology: 소리가 어떻게 grouping되는지, 머릿속에서 일어나는 일, 머릿속의 인지 과정, study on sound 'system'

phonetics: 더 물리학적, 늘 차이가 생김, physical(가를 똑같이 열 번 얘기한다고 머릿속으로는 생각하지만, 실제로는 미묘한 차이가 생겨남), study on speech

speech: 사람이 하는 모든 말

‘아’에서 ‘이’로 소리가 바뀌는 이유? 입모양 때문(입모양 속에 혀의 위치, 턱 등 포함-주된 요인은 아님)

한국어는 음절이 반복, 영어는 stress가 반복

한국어는 턱을 많이 쓰는 언어, 영어는 혀를 많이 쓰는 언어

articulatory: 말의 시작, 소리를 만들어내는 사람의 원리

acoustic: 공기와 소리가 어떻게 조화되는가, 사람과 관계없이 완전 물리적 특성

auditory: 어떻게 듣는가, 사람이 수반된 매커니즘, 고막이 움직이는 것 고려(물리학)

성대(larynx): 후두

인강(pharynx): 목젖부터 후두까지 긴 관  
구개(palate): hard / soft(velum)  
alveolar: 아주 중요한 부분  
목젖(uvula)

upper structure는 그대로 있고 lower structure가 움직임(e.g. lip, tongue tip, tongue, epiglottis- 기도로 가는 길을 막음)  
말할 때 식도는 이용하지 않고 기도를 이용

입말고 코로 가는 tract도 있음

비음을 뱉 모든 자음(nasal)은 velum이 raised된 상태에서 소리가 남(nasal은 lowered)  
코로 숨을 쉴 때: velum은 lowered된 상태

larynx: 막히면 진동, 유성음/무성음 나눔

phonation process in larynx

articulation: 성대에서 유성/무성 구분, velum에서 lowered/raised되는 것

190919

유튜브에 남호성 교수님 강의 올라옴

조음, 음향(acoustic): 말하는게 어떻게 공기를 타고 가는가, 청각(auditory): 우리 뒤로 들어가는 과정

조음: 크게 세 가지 요소(ppt에 세 동그라미)  
제일 중요한 부분: 혀를 중심으로

숨을 쉴 때: velum은 내려옴-> 코로 가는 길이 생김  
velum이 lowered 되면 m, n, ng 등 소리가 남

lip, tongue tip, tongue body 모두 constrictor(협착을 만드는 주체)  
constriction location: 앞뒤 조절  
constriction degree: 상하 조절  
constriction location과 constriction degree에 의해 자세히 조정됨

lip이 앞으로 가면 b, 뒤로 오면 v  
tongue body가 앞으로 오면 j

tongue tip: 윗니(th), alveolar(d, t, n), ...

constriction location 관점에서 lip, tongue body는 2개, tongue tip은 네 개 정도로 미세 조정됨

constriction degree: stops, fricatives, approximants(영어에서 네 개- r, l, w, j), vowels

!!시험

velum raised, glottis(larynx의 틈) open, constrictor tongue tip, CL alveolar, CD stop 소리는? /t/

모든 모음은 constrictor로서 tongue body만 씹(tongue tip과 lips는 안 씹)

모음과 같은 constrictor를 쓰는 자음의 예시 중 velum lowered? /ng/- glottis closed(진동 일어남-유성음)

phoneme: 개별적인 소리

모음과 자음 specify하는거 시험

소리를 measure하는 방법

duration: 길이, 자음은 짧고 모음은 길

pitch: 파란 곡선, 높다가 낮아지는 그래프(ppt), 소리의 높낮이(Hz), 여성의 목소리인지 남성의 목소리인지에 따라 setting-range를 다르게 해줘야함

intensity: 소리가 큰지 작은지 (같은 도라도 약하거나 세게 말할 수 있음)(dB)

spectrum: 소리가 1차원적인 것이 아님, frequency 관점에서 분석

spectrogram: 프리즘으로 빛을 분산시키듯이 frequency 관점에서 분석하는 것

까만 띠가 보임- formant라고 함

formant: 흑백의 띠, 모음이 뭔지 결정, 모음을 구별하는 수치적인 지표- formant 값에 따라 이 모음은 뭐라고 말할 수 있음, 줄여서 f1, f2 이런 식으로 말함

190924

어떻게 자음과 모음을 발성하는가?

세 가지 중요한 과정- larynx, velum, 입

p: lips-> location- bilabial, degree- stop, velum raised, larynx open

b: p에서 larynx만 closed로 바뀌면 됨

d: tongue tip-> location- alveolar, degree- stop

z: tongue tip-> location- alveolar, degree- fricative

n: tongue tip-> location- alveolar, degree- stop, velum lowered, larynx closed

praat 시험에 나올 수 있음

Hz: measure의 단위, 1초 동안 크게 반복되는 것이 몇 번 나오는가 (the number of occurrences of a repeating event per second)

1초에 sine wave가 몇 번 나오느냐에 따라 주파수를 얘기할 수 있음

frequency: 1초에 몇 번 반복되는지

magnitude: sine wave의 크기

vocal fold의 vibration에 의해 repeat이 일어남

sine wave를 결정짓는 것은 frequency와 magnitude(얼마나 소리가 큰지)

이 세상에 존재하는 모든 signal(sound 포함)은 여러 다르게 생긴 sine wave의 결합으로 표현됨

모든 신호는 조금씩 다른 sine wave의 합

파란 그래프: frequency가 상대적으로 높음(첫 번째 빨간 것보다 3배 빠름)

frequency가 작음-> slow하다는 것, 저음

magnitude는 두 번째 초록색이 제일 작고, 첫 번째 빨간색이 제일 큼

여러 sine wave의 합은 sine wave가 아닌 복잡한 소리로 만들어짐

복잡한 소리, 혹은 신호는 다양한 sine wave의 합으로 표현됨

합(complex tone): 1초에 100번 반복됨(빨간 wave와 똑같은 반복되는 주기)

sine wave에서 x축: 시간, y축: 단순한 숫자값, value(voltage)

time-value의 그래프를 frequency-amplitude 그래프(spectrum)로 변환시킬 줄 알아야함

spectrum이 어떻게 이루어져있는가? 우리 주변에서 보는 소리는 복잡한 형태

spectrogram- spectrum을 time으로 visualize함(spectrum은 시간개념이 없음, 한 given point에서 어떤 frequency 성분이 많은가를 보는 것), spectrum을 시간축으로 늘려놓은 것

아 라고 녹음하고 spectrum slice를 확인했더니 130Hz 간격으로 반복됨- 등간격 (아까 pure tone을 만들었을 때는 440hz하나만 있었는데, 사람 목소리는 complex tone이기 때문에 여러 개가 생김)

맨 처음 나오는 130Hz는 목소리의 pitch와 일치- 제일 낮은 주파수의 것과 일치(ppt- 100Hz의 반복 패턴이 합성한 그래프에서 나타나는 것처럼)

-> 사람의 음의 높낮이는 어떤 frequency와 일치하는가? 제일 작은 pure tone(sine wave)의 진동수와 일치(위에서는 130Hz)

-> 아 라고 얘기를 할 때, 여러 다른 simplex tone의 합으로 녹음됨-> 제일 slow한 simplex tone의 frequency가 우리 목소리의 pitch(음높이)와 동일-> 성대에서 vocal folds가 1초에 몇 번 떨리는지와 일치

진동수- frequency, 1초에 몇 번 반복되는지, 단위는 Hz

source(성대에서 나는 소리)에서 filter(tube, 입모양 등)가 어떻게 바뀌는지에 따라 ㅏ 소리로, ㅣ 소리도 만들 수 있음

graph가 decreasing- 모든 사람의 source의 패턴

제일 처음에 나오는 F0(fundamental frequency, pitch, the number of vocal fold's vibration in a second)이 이후 곱하기되어서 나옴(115->230->...)- harmonics(배음- 배를 이룸)

speech의 source는 sine wave의 합처럼 저렇게 생김(ppt에서 gradually decreasing하는 그래프), 점점 amplitude가 작아짐

모든 사람의 source는 똑같은 패턴이지만, 거리는 다를 수 있음- 여자면 첫 시작이 남자보다 높을 것-> graph 모양이 더 듬성듬성인 모양일 것 (10000Hz에서 자른다고 생각했을 때, 남자가 갖는 배음의 숫자가 여자보다 많음- 시험)

head 소리의 graph- 배음의 구조가 안 깨짐(115의 배수대로 가는 건 그대로 유지)  
amplitude가 깨짐- smoothly decreased가 아닌 제멋대로 왔다갔다

spectrogram은 wave와 쌍을 이룸

x축은 wave와 마찬가지로 time이지만 y축은 frequency

밑은 까맣고 위로 갈수록 열어짐, 진한 부분이 amplitude가 큼

low frequency 쪽에서 energy가 크고, high frequency에서 에너지가 약해짐 (까맣게 생긴 것이 에너지가 큼)-> 옆에 analysis한 graph도 마찬가지

190926

모든 소리: simplex sound의 합

sine wave: 다양하게 패턴 바꿈

wave form: x축이 시간, y축은 그냥 value

spectrogram에서 x축은 시간, y축은 frequency(!시험)

sine wave에 F0가 정해지고, 그것의 배음의 합으로 목소리의 source가 정해짐

목소리의 pitch는 첫 번째 frequency와 일치- F0 (단위는 Hz)

저주파에선 에너지가 높고, 고주파로 가면 약해짐

입모양이 filter 역할

harmonics가 gradually decreased되지 않음

위의 source와 마찬가지로 harmonics가 일정 간격 유지

source: peak가 없음, gradually 낮아지기 때문-> 산맥 형성 안 됨

pure tone들이 high frequency로 갈수록 decrease되는 것이 voice source의 패턴

누가 /아/라고 말하든 산맥은 똑같은 패턴으로 나타남

산맥- formants

harmonics에서 제일 첫 번째- F0(pitch)

산맥에서 첫 번째, 두 번째.. 산맥을 f1, f2... 라고 말함(harmonics와는 다름)

fundamental frequency: 220Hz (guitar)

기타는 complex tone- 사람의 목소리와 똑같음 (220, 440... 의 합으로 되어있음)

100Hz부터 1000Hz까지 combined mono된 소리: 반복주기는 F0와 일치- 인지심리학적으로 100Hz(F0)의 높이와 비슷하다고 느껴짐

F0: 첫 번째 나오는 것의 frequency(Hz)

F1: 처음 나오는 peak

F2: 두 번째로 나오는 peak

영어와 한국어의 /아/: 영어가 더 back, low한 소리

191001

컴퓨터 언어는 여러 종류가 있음(java, python 등)

다 다르지만 공통점 있음- 모든 language는 단어(정보가 들어 있음, 정보를 담는 그릇)와 문법(단어를 어떻게 combine?)이 존재

변수(variable): 단어에 해당, 정보를 담는 그릇의 역할 (정보의 종류는 많지 않음- 숫자와 글자 두 가지)

기계의 문법은 생각만큼 어렵지 않음

컴퓨터 문법: 변수라고 하는 그릇에 정보를 담음, conditioning(if문법), 여러 번 반복(for-loop?), 함수를 배움(입력-출력)(제일 중요)

디렉토리: 컴퓨터에서 어디에 위치해있는지

=: 오른쪽에 있는 정보를 왼쪽의 variable로 assemble하는 것 의미 (1이라는 정보를 a라는 변수에 넣음)

python의 모든 함수는 누가 만들어놨던걸 수도 있고, 내가 만들 수도 있고

```

In [9]: a=1
In [6]: print(a)
1
In [7]: a = 2
In [10]: print(a)
1
In [11]: b = 'love'
In [12]: print(b)
love
In [13]: love = 2
In [14]: b = love
In [15]: print(b)

```

print라는 함수의 입력: a

입력을 표시해주는 것: 괄호()

셀을 초록색에서 파란색으로 바꾼 후 b라고 치면 below에 셀을 만들어줌

x를 치면 없어짐

print(a)라고 쳤을 때 1이 나오는 것은 새로운 셀이 아니라 결과값

a=2라고 치고 run을 눌러 실행하면 1은 없어지고 2가 됨-> print(a)를 했을 때 2가 나옴

print(a)=1인걸 실행하고 밑에 print(a)를 실행하면 2가 아니라 다시 1이 됨

문자를 입력하고 싶을 땐 반드시 quote를 넣어줘야 함(e.g. b = 'love')

run의 단축키: shift+enter

love = 2

b = love (b = 'love'였던 아까와는 다름)

라고 한 후 print(b)=> 2라는 결과값이 나옴

```

In [17]: a = 1
         b = 2
         c = 3
         c
Out[17]: 3

In [18]: c
Out[18]: 3

```

```

In [19]: a = 1; b = 2; c = 3
In [20]: print(a); print(b); print(c)
1
2
3

```

여러 번 입력한 것 중 변수를 한 번 더 써주면 print 함수 없이도 그 결과값을 보여줌, 다음

셀에 c를 그냥 쳐도 3을 보여줌

variable은 quote없이, 문자 정보는 반드시 quote(single, double 상관 없음)

```
In [21]: a = [1, 2, 3, 5]
```

```
In [22]: type(a)
```

```
Out[22]: list
```

```
In [23]: print(a)
```

```
[1, 2, 3, 5]
```

```
In [26]: a = 1
```

```
In [25]: type(a)
```

```
Out[25]: int
```

```
In [27]: a = 1.2
```

```
In [28]: type(a)
```

```
Out[28]: float
```

```
In [29]: a = 'love'
```

```
In [30]: type(a)
```

```
Out[30]: str
```

[]: 여러 숫자를 한 번에 넣을 수 있음(e.g. a = [1, 2, 3, 5])

type의 종류: int, float, str, list, tuple, dict...

(type 종류 묻는 거 시험에 나올 수 있음)

```
In [31]: a = [1, 2, 3, 5, 'love']
```

```
In [32]: type(a)
```

```
Out[32]: list
```

```
In [33]: a = [1, 'love', [1, 'bye']]
```

```
In [34]: type(a)
```

```
Out[34]: list
```

```
In [36]: a = (1, 'love', [1, 'bye'])
```

```
In [37]: type(a)
```

```
Out[37]: tuple
```

list- 반드시 숫자일 필요는 없음(e.g. a = [1, 2, 3, 5, 'love'])

list와 tuple은 완전 똑같음- list는 대괄호 사용, tuple은 그냥 괄호 사용

tuple이 보안에 더 강함

a = {'a': 'apple', 'b': 'banana'} - dictionary에 2개를 넣은 것 (콤마로 인해 2개가 들어와 있음, 중괄호를 씌- 중괄호를 써야 dictionary, 몇 개를 넣을지는 콤마로 표현, 설명의 쌍은



콜론으로 표현, 콜론 안에 string만 들어갈 필요는 없음)

191008

중간- 오픈북, 암기 필요 없음, 이해해야하는 문제 위주로

순서: variables-> string-> syntax-> numpy (sound는 중간고사 이후)

```
In [6]: a = {"a": "apple", "b": "orange", "c": 2014}
        print(type(a))
        print(a["a"])

<class 'dict'>
apple

In [9]: a = 1
        b = 1
        c = a+1
        print(c)

2
```

제일 advanced된 것- dict

list는 단편적 정보를 넣지만, dict는 페어(콜론)로 넣음(두 개짜리 페어가 여러 개- a-apple, b-orange, c-2014)

```
In [13]: a = [1, 2]
         b = [3, 4]
         c = a[0] + b[0]
         c

Out[13]: 4

In [15]: a = [1, 2]
         b = [3, 4]
         c = a[1] + b[1]
         c

Out[15]: 6
```

a 리스트에서 0번째, b에서 0번째를 가지고 와서 더하면 4  
각각 1번째를 가지고 와서 더하면 6

```
In [16]: a = 1.2; a = int(a); print(type(a))

<class 'int'>
```

```
In [17]: a = 1; print(type(a))

<class 'int'>
```

```
In [1]: a = 1; a = float(a); print(type(a))

<class 'float'>
```

```
In [19]: a = 1.2; a = int(a); print(type(a))

<class 'int'>
```

세미콜론: 두 줄 적을거 한 줄에 적고 싶을 때

float 함수: 어떤 variable이 들어오면 그것을 float로 바꿔줌(e.g. 원래 int였던 a=1이 float로 됨)

int 함수: int로 바꿔줌 (e.g. float를 int로 바꿔줌) a = 1.2; a = int(a); print(type(a))=> int

```
In [18]: a="123"; print(type(a)); print(a[1])
```

```
<class 'str'>  
2
```

어떤 variable의 내부 정보에 들어갈 때는 반드시 대괄호를 씀

대괄호 안에 들어가는 것은 index

variable 이름을 a라고 적고-> 대괄호 열고 닫고-> 내부적 정보를 부분적으로 가져옴

-> 2라는 문자를 가지고 옴(숫자가 아님)

```
In [17]: a=123; print(type(a)); print(a[1])
```

```
<class 'int'>
```

```
-----  
TypeError                                Traceback (most recent call last)  
<ipython-input-17-b0076a8d2193> in <module>  
----> 1 a=123; print(type(a)); print(a[1])
```

```
TypeError: 'int' object is not subscriptable
```

a='123'이 아닌 a=123을 넣었을 때(quote를 뺐을 때) 에러 나는 이유: 0번째 것밖에 없기 때문

```
In [21]: a = '123'; a = list(a); print(type(a)); print(a); print(a[2])
```

```
<class 'list'>  
['1', '2', '3']  
3
```

str(문자)이었던 것을 list로 바꿈-> 123이 쪼개져서 각각 문자로 list화 됨

```
In [22]: a = [1, '2', [3, '4']]; print(type(a)); print(a[0]); print(a[1]); print(a[2])
```

```
<class 'list'>  
1  
2  
[3, '4']
```

```
In [23]: a = (1, '2', [3, '4']); print(type(a)); print(a[0]); print(a[1]); print(a[2])
```

```
<class 'tuple'>  
1  
2  
[3, '4']
```

1은 숫자로서, 2는 문자로서 print된 것임

```
In [24]: a = {"a": "apple", "b": "orange", "c": 2014}
print(type(a))
print(a["a"])

<class 'dict'>
apple
```

```
In [27]: a=[(1,2,3), (3,8,0)]
print(type(a))
a

<class 'list'>
```

Out[27]: [(1, 2, 3), (3, 8, 0)]

24번

a, b, c: index로서 기능 (페어에서 앞부분이 index)

사전과 같음- 표제어(a, b, c)와 내용

index의 type: 전부 다 string(quote로 되어 있음)

“a”를 1로 바꿔도 똑같음(quote 빼도 똑같음)

```
In [6]: s = 'abcdef'
print(s[0], s[5], s[-1], s[-6])
print(s[1:3], s[1:], s[:3], s[:])

<class 'str'>
a f f a
bc bcdef abc abcdef
```

```
In [3]: n = [100, 200, 300]
print(n[0], n[2], n[-1], n[-3])
print(n[1:2], n[1:], n[:2], n[:])

100 300 300 100
[200] [200, 300] [100, 200] [100, 200, 300]
```

```
In [4]: len(s)
```

Out[4]: 6

제일 앞은 늘 0, 제일 마지막은 늘 -1, 끝에서 몇 번째를 구할때는 마이너스 기호를 붙임

[1:3] - 첫 번째부터 세 번째 직전(=두 번째)까지 가져온다는 뜻-> bc가 됨

[1:] - 첫 번째부터 끝까지

[:3] - 맨 처음부터 두 번째 까지

[:] - 전부 다

list(3번)와 string(6번)은 똑같은 방식으로 정보를 가져옴

print- 콤마를 찍으면 한 줄에서도 여러 개를 print out 할 수 있음

len: variable 내에 있는 정보의 길이, 개수

s의 길이: 6(abcdef)

n의 길이: 3

```
In [23]: a=[(1,2,3), (3,8,0)]
print(type(a))
print(a[0])
type(a[0])

<class 'list'>
(1, 2, 3)
```

Out[23]: tuple

```
In [7]: s.upper()
```

```
Out[7]: 'ABCDEF'
```

upper: 일종의 함수, s 속의 문자가 대문자로 바뀜, s를 upper 시킨 함수

파이썬과 같은 language에서는, 어떤 variable을 만들고 그 옆에 .을 붙여 함수같이 쓰면 실행됨

```
In [10]: s = 'this is a house built this year.\n'
s
```

```
Out[10]: 'this is a house built this year.\n'
```

```
In [11]: result = s.find('house')    # index of first instance of string t inside s (-1 if not found)
result
```

```
Out[11]: 11
```

```
In [12]: result = s.find('this')    # index of last instance of string t inside s (-1 if not found)
result
```

```
Out[12]: 1
```

```
In [13]: result = s.rindex('this')  # like s.find(t) except it raises ValueError if not found
result
```

```
Out[13]: 23
```

```
In [14]: s = s.strip()              # a copy of s without leading or trailing whitespace
s
```

```
Out[14]: 'this is a house built this year.'
```

find: 찾아주는 함수 (string-7: s 속에 담겨있는 string 속에서 무언가를 찾는 것)

결과: 몇 번째로 나오는지 (e.g. 11번째에서 house가 시작됨- 제일 앞 띄어쓰기(space) 때문에 11번째가 됨 / this- 두 번 나오는 것 중 제일 처음 나오는 것을 찾아줌)

rindex: 여러 개 중 제일 마지막 index

strip: 잡스러운걸 지워주는 함수, 순수한 텍스트만 남겨줌

```
In [15]: tokens = s.split(' ')    # split s into a list wherever a t is found (whitespace by default)
tokens
```

```
Out[15]: ['this', 'is', 'a', 'house', 'built', 'this', 'year.']
```

```
In [16]: s = ''.join(tokens)    # combine the words of the text into a string using s as the glue
s
```

```
Out[16]: 'this is a house built this year.'
```

```
In [17]: s = s.replace('this', 'that') # replace instances of t with u inside s
s
```

```
Out[17]: 'that is a house built that year.'
```

```
In [17]: s=', '.join(token)
s
```

```
Out[17]: 'this,is,a,house,built,this,year.'
```

split: . 앞에 오는 긴 string을(e.g. s) split 함수에 있는 입력을 이용해서 자르라는 뜻, 단어 수준에서 작업하고 싶을 때, 긴 string을 자름(여기서는 ‘‘안이 space이므로, space를 기준으로 자름, 콤마가 사용되었으면 콤마일 수도 있음)

tokens: 임의로 정한 variable의 이름

join: split을 이용해 잘라 list로 자른 후 이것을 다시 문장으로 복구하고 싶을 때 사용

. 앞에 space 입력-> space(' ')를 이용해 token에 들어있는 list를 붙이라는 뜻

replace: e.g. 이 string 속의 모든 this를 that으로 바꿔라

191010

syntax 문법

loop: 여러 개를 반복할 때 씀

if: 조건, 컨디셔닝

function: 입력-출력

셀에 comment다는 방법: # 다음 글씨를 씀

markdown: 셀에 무엇을 써도 실행이 안 됨, 주석의 기능 (code라고 적힌 버튼을 누르고 markdown으로 바꾸면 됨)

for loop: 여러 개를 여러 번 할 때

for: 어떤 language든 똑같이 씀

```
In [2]: a=[1, 2, 3, 4]
        for i in a:
            print(i)
```

```
1
2
3
4
```

```
In [3]: a=[1, 2, 3, 4]
        for i in range(4):
            print(a[i])
```

```
1
2
3
4
```

for i in a:

in 뒤에 있는 것(a)을 하나씩 돌려서 i가 그 하나하나씩을 받아 무언가를 하라를 콜론 밑에 적어주면 됨

a 속에 있는 것을 처음부터 하나씩 i에다가 넣어라(할당해라)

1번째 루프- i가 1을 받아 print하면 1이 나옴, 2번째 루프- 2가, 3번째는 3이, 그 다음에는 4

in 뒤에 list를 그대로 쓸 수도 있지만 range함수를 쓸 수도 있음

range 뒤에 어떤 숫자가 나오면 list를 만들어줌- e.g. 4를 넣으면 0부터 3까지 list를 만들어줌- 4개의 index를 만들어줌(0부터 3까지)(index는 0부터 시작)

-> 루프를 돌면서 a의 i번째가 print됨, 제일 처음에는 0번째 것(1)(i에 0이 들어와 있기 때문)-> a의 0번째 것이 print됨이 print되고 쪽 이어지는 식

for loop 쓰는 두 가지 방법- 리스트를 그대로 쓰거나(각각의 element를 in 앞의 variable에 담아둠), range 함수를 씀(0부터 얼마까지 index를 만들어주고 그것을 i가 받음)

```
In [4]: a=[1, 2, 3, 4]
        for i in range(4):
            print(i)
```

```
0
1
2
3
```

앞의 range 함수 예시에서 그냥 print(i)라고 하면 0,1,2,3이 나옴- range(4)는 0부터 3까지 4개의 index이기 때문

```
In [3]: a = [1, 2, 3, 4]
        for i in range(len(a)):
            print(a[i])
```

1  
2  
3  
4

```
In [6]: a=[1, 2, 3, 4,5,6,7]
        for i in range(len(a)):
            print(a[i])
```

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7

in[6]

range에 len(a)를 넣으면- 7개의 index(0부터 6)가 만들어짐. 그것이 for loop를 돌면서 i 받음

제일 첫 번째 루프에서 i는? 0 (range는 0에서 6)

-> a의 0번째, 1번째.. 이런 식으로 가게 됨

```
In [7]: a = ['red', 'green', 'blue', 'purple']
        print(a[0])
        print(a[1])
```

red  
green

```
In [9]: a = ['red', 'green', 'blue', 'purple']
        for s in a:
            print(s)
            #for loop 4번 돈 것
```

red  
green  
blue  
purple

for loop를 쓰지 않고 결과를 내는 방법: print(a[0]), print(a[1]) 이런 식으로 노가다

for loop의 내용은 반드시 indent가 있어야 함(for loop를 치고 콜론 치고 엔터하면 자동으로 indent 생김)

in[9]

a list를 개수만큼 for loop를 돌려라- for loop를 4번 돈 것

s variable은 4번 바뀜

```
In [13]: a = ['red', 'green', 'blue', 'purple']
         for s in range(len(a)):
             print(s)
```

```
0
1
2
3
```

```
In [14]: a = ['red', 'green', 'blue', 'purple']
         for s in range(len(a)):
             print(a[s])
```

```
red
green
blue
purple
```

in[13, 14]

a의 길이만큼 range를 만들어서 loop를 돌리라는 뜻의 함수

13- 0, 1, 2, 3이 나옴-> range의 index 값이 4개가 만들어지기 때문(0부터 3)

14- a의 몇 번째를 print

```
In [15]: a = ['red', 'green', 'blue', 'purple']
         b = [0.2, 0.3, 0.1, 0.4]

         for i, s in enumerate(a):
             print(a[i])
```

```
red
green
blue
purple
```

```
In [16]: a = ['red', 'green', 'blue', 'purple']
         b = [0.2, 0.3, 0.1, 0.4]

         for i, s in enumerate(a):
             print("{}: {}%".format(s, b[i]*100))
```

```
red: 20.0%
green: 30.0%
blue: 10.0%
purple: 40.0%
```

in[15]

a, b 각각 string과 number가 있는 길이가 같은 list

enumerate 함수: ( )안 list의 번호를 매김, output 값이 자기 자신도 되지만 그것에 대한 번호도 매겨줌 e.g. a의 list의 번호를 매김

variable이 두 개가 들어가 있음(i, s)- 번호까지 받아줘야 하기 때문(앞이 번호, 뒤가 자기 자신인 element)

i는 번호가 enumerate되서 들어온 것-> a의 몇 번째 이런 식으로 4번 loop (s를 안 씀)

in[16]

첫 번째 variable i에는 index(번호값)를 받아오고, 두 번째 variable s에는 list의 값을 받음



-> 첫 번째 루프가 돌 때 i는 0, s는 red가 들어옴, 두 번째는 i는 1, s는 green 이런 식으로 들어옴

double quote를 하고 내가 원하는 variable의 개수만큼 중괄호를 써줌(format 안 2개가 for loop를 돌며 중괄호 속에 꽂힘)- format 안 콤마로 연결된 것의 개수랑 quote 속 중괄호 개수가 똑같음(2개)

format 함수 속에 두 개가 들어있음- 그 두 개가 for loop를 4번 돌면서 매번 두 개의 중괄호 안에 들어감

red와 20(b의 0번째인 0.2에 100을 곱한 값)이 double quote안의 중괄호 형태 속에 들어감  
b[i]: b의 i번째 것

```
In [18]: a = ['red', 'green', 'blue', 'purple']
         b = [0.2, 0.3, 0.1, 0.4]

         for s, i in zip(a, b):
             print("{}: {}%".format(s, i*100))
```

```
red: 20.0%
green: 30.0%
blue: 10.0%
purple: 40.0%
```

a, b는 반드시 같은 길이의 list

zip: 두 개를 세트로 합침(독립적으로 존재하는 두 개의 list가 페어가 됨-> 루프를 돌)

첫 번째 루프에서 red와 0.2가 각각 s, i에 들어감

```
In [24]: a=0
         if a == 0:
             print("yay!")
             print("let's go")
```

```
yay!
let's go
```

```
In [27]: a=0
         if a != 0:
             print("yay!")
             print("let's go")
         else:
             print("no")
```

```
no
```

만약 a가 0이면 yay!와 let's go를 print 해라

equal sign을 두 개 넣어줌(==)-> 진짜 equal sign이 됨 (if에서 equal sign을 많이 씀)

>=: 크거나 같음(부등호 순서 바뀌면 안 됨- equal sign 앞에, ==대신 넣어줌)

!=: 아닌 경우 (if a !=0: print("t") - a가 0이 아니면 t를 print 해라)

else: 맞으면 ~하고, 아니면 ~하고

range 다음 숫자 하나가 들어가면? (e.g. range(10)- 0부터 9까지 index가 만들어짐)  
숫자 두 개가 들어가면?

e.g. for i in range (1,3):

print (i)

<결과>1, 2

: 1부터 3 직전까지 감-> 1, 2가 i에 받아지면서 loop가 돛

```
In [28]: for i in range(1,3):  
         for j in range(3,5):  
             print(i*j)
```

3  
4  
6  
8

```
In [29]: for i in range(1,3):  
         print(i)  
         for j in range(3,5):  
             print(i*j)
```

1  
3  
4  
2  
6  
8

in[28]

시험- 두 번 for loop

제일 바깥 for loop- 2번 돛(range가 1, 2 이렇게 돛)-> 각각 1, 2 for loop 할 때도 2번씩 돛

-> 총 4번 실행됨

-> 1x3, 1x4, 2x3, 2x4인 결과가 나옴

in[29]

print(i): 첫 번째 for에서만 실행됨, 2번 실행됨

print(i\*j): 4번 실행됨

```
In [30]: for i in range(1,3):
         for j in range(3,5):
             if j!=4:
                 print(i*j)
```

4  
8

```
In [31]: for i in range(1,3):
         if i != 3:
             for j in range(3,5):
                 print(i*j)
```

File "<ipython-input-31-cd2f4c498173>", line 3  
for j in range(3,5):  
^

**IndentationError:** expected an indented block

in[30]

일단 크게 for loop- i가 바뀌면서 1부터 2까지 2번 돌-> 각각의 i에 대해 j가 2번 돌  
실행에 if를 걸- j가 4보다 커야한다는 조건을 통과해야함(j가 3일 때는 안 돌 것이고, 4일 때  
만 돌 것)  
-> 4번이 아니라 2번만 돌

in[31]

error: if 밑에 나오는 for가 indent되어야 함  
indent 되면? 아무런 결과가 안 나옴- i가 1, 2 이렇게 돌아 3보다 크거나 같을 수 없기 때  
문

191015

집중적으로 배웠던 부분: articulation

5 speech organs 그림 중요(velum, major articulation 3가지(lips, tongue tip, tongue  
body)- 제일 중요, larynx), 어떻게 소리 specify?

larynx: vocal cord가 vibration-> 유성음/무성음

velum(soft palate): lowered/raised (nasal sound를 나눔)

lip, tongue tip, tongue body

constriction degree: 혀를 어느 정도로 올리는지

constriction location: 혀가 앞으로 가는지/ 뒤로 가는지

constriction degree: approximants(r, l, j, w)

모든 영어 phoneme은 stop, fricative, approximant, vowel 중 하나

velum, larynx, lip/tongue tip/tongue body, constriction degree and location- 모든  
가능성 중 거기 해당하는 영어 phoneme이 없을 수도 있음- 어떤 조건인지 생각해볼 것  
lips가 constriction location으로 velar 가질 수 있나? 영어에서의 gap인가 사람이 못 하는

건가? 사람이 할 수 없는 소리

lips가 alveolar를 constriction location으로 가지는 language가 이론상 가능한가? 가능한  
긴 함(accidental gap), velar는 physical하게 불가능

praat: pitch, intensity, formant가 뭔지

중요! source-filter theory 그림을 설명할 수 있어야 함

source 부분에서 pitch가 조절됨, pitch는 제일 처음에 있는 pure tone에 의해 결정됨  
(F0(pure tone의 frequency)의 크기가 pitch)

입모양이 filter 역할-> source spectrum이 filter에 의해 재구성됨(peak와 valley가 결정됨,  
source에선 peak 없음, 제일 첫 번째에 있는 peak- first formant(f1))

F0과 f1, f2는 다름- 그림도 다름

f1과 f2에 의해 모음이 결정됨

f1: 높낮이 결정

f2: front, back 결정, f2가 클수록 front(i>e)

variable- number(int/float)/str

하나 이상의 정보 저장- list(대괄호), tuple(괄호)

페어로 묶음- dict(표제어와 내용)

시험! str과 list는 유사

list는 index 이용(정보에 부분적으로 access)

str도 정보 access 할 때 대괄호 사용할 수 있음- list와 똑같음

dict도 콜론의 앞부분을 index로 이용할 수 있음

제일 끝: -1, 그거에서 하나 앞: -2

range 이용하고 싶을 때: 콜론 사용

split이랑 join이 중요

split: s속에 담긴 str을 split 다음에 있는 캐릭터를 가지고 split하라

함수를 잘 알아야 함: print, range, len 등

indent 다음 내용이 for이 지배하는 부분

for in: in 뒤에거부터 먼저 읽음, in에 있는 것들을 하나하나씩 루프를 돌려서 in 앞에 있는  
거에 넣음

enumerate, zip, format 어떻게 쓰는지 잘 보기

if 쓰는 방법: 콜론 꼭 써야함(else를 쓸 때도)

모음: 무조건 tongue body

int, float, join, split 이런 것도 함수임

파찰음은 안함

여자가 남자보다 F0가 높음

등성등성 있는 것이 여자 것(F0가 높기 때문)- 주어진 frequency range 속에서 남자의 pure tone이 더 많음

e.g. 남자가 105Hz면 0부터 10000까지 몇 개 들었는가? 105, 210, ... 세보면 됨 (filtered되어도 숫자값은 안 변함)

191029

영어의 nasal consonant는 velum lowered-> nasal tract으로 air flow가 있지만 oral tract는 막혀서 air flow가 없다: T

영어모음 /a/, nasal tract의 air flow 차단됨: T

발화시 air pressure와 가장 관계있는 것: 진폭과 관계가 있음-> intensity

자음 중 코를 막고 숨을 쉴 때 가장 유사한 articulation 상태인 음소? h

영어 /h/는 어떤 articulator(lip, tongue tip, body)에서 constriction? none

음소 중 tongue body에서 constriction, constriction degree는 frelicative, location은 velar인 자음 개수: 없음

영어 자음 /v/의 articulator의 location을 bilabial, degree를 approximant로 바꾸면 어떤 음소? w

/s/, /l/은 major articulators 중 공통적으로 tongue tip에서 조음됨

어떤 모음의 pitch가 128Hz일 때 F1은 128Hz보다 반드시 크다: T

/i/ 모음 128Hz로 발화, 똑같은 pitch로 /a/ 발화, 각각의 모음에 대해 0Hz~5000Hz 사이 몇 개의 harmonics 존재하는지 구하면? 같은 개수

```
a=[[1], [2,3], [4,5,6]]
```

```
n=0
```

```
for b in a:
```

```
    for d in b:
```

```
        n+=1
```

```
print(n)
```

6(1번 돌고, 2번 돌고, 3번 도니까)

```
n=[1,2,3,4]
```

```
for i in range(len(n)):
```

```
    print(i)
```

몇 개의 unique한 함수가 있는가? range, len, print 3개

함수가 몇 번 실행되는가? len(1번), range(1번), print(4번 실행)- 6번

```
a=[1,2,[3,4]]
```

```
print(a[-1][-1])
```

4

이유: [3,4]-> 4

```
b= [1, 'a', {'a': [3,6], 'b':[9]}, 'b']
```

```
print(b[-2][b][-1])
```

9

```
c=[1, 'a', {'a': 'abc'
```

```
print(c[-1][b][-2])
```

e

```
print('join(d)[-3]
```

h

17번: e에 list 4개-> for loop 4번 돌

dict라고 나오는 것이 없음

k만 print out됨

18번: range 3: 0,1,2

14\*1

19번: a의 length는 4

20번: tuple, element 3개

len(a): 3

int(10): 10

for loop는 함수가 아님, 함수는 반드시 함수명과 괄호가 있어야함

행렬 알아야함- 직사각형 안에 숫자

vector화 해야함

이미지는 행렬임, 그것을 길게 늘어놓은 것을 vector화 한다고 함

모든 데이터는 vector의 형태로 해야 다루기 쉬움

컬러: 행렬이 3겹으로 있음(RGB)

흑백 이미지: 2차원, color image: 3차원, 시간까지 있으면 4차원

이미지도 벡터, 소리도 벡터화 됨, 텍스트도 벡터화 됨-> 모든 데이터는 벡터화

library: 쓰기 좋게 함수들을 누가 만들어놓는 것, 추가해서 우리가 쓸 때 library를 불러옴

numpy: list 중에서도 그 안에 숫자가 들어갈 때

in[3]: list 안에서는 수학적 계산이 일어나지 않음, 수학적 계산을 해주는 것이 numpy

import numpy를 해와야 numpy를 쓸 수 있음

array: list를 행렬 혹은 벡터로 만들어줌, 계산이 가능하게 바꿔줌(list에선 계산 불가)

numpy를 np로 많이 줄여씀

X.shape: 차원(2 by 3)- 2행 3열의 matrix(행렬)

191031

numpy를 import해야 함

numpy라는 library 속에 다른 package들이 있을 수 있음

from numpy로 쓸 수도 있음- from numpy import A(numpy 안에 있는 A를 불러오자),

from numpy import A.D

matplotlib: plotting과 관련됨

import matplotlib.pyplot=from matplotlib

.은 library의 포함관계를 말함

numpy: list와 비슷

수학적으로 계산할 수 있기 때문에 사용-> list가 아닌 numpy 처리를 해야 함

empty: 함수(괄호로 input 받음)

in[2]

리스트가 두 개 나옴, 안에 있는 숫자는 랜덤, int라고 적어뒀기 때문에 소수점은 아님, 여러 번 실행할 때마다 값이 달라짐

in[4]

0으로 채워져서 나옴

in[5],[6]

2 by 3(2행 3열)- 리스트(아무 쓸모 없음)

이 리스트를 array로 바꿔줌

[5]와 [6] 같음- list를 array로 convert한 것

in[7]

1이 만들어짐

.이 있음- int가 아니라 float(default로 data type을 float로 함)

arange, linspace- 중요한 함수

in[9]

계산이 되는 array를 만들어줌- 숫자 5개가 나옴(index 5개, 0부터 4까지)

in[10]

0부터 10 전까지 index 만들어줌

in[11]

0부터 2씩 뛰면서 만들어줌

in[12]

linspace: 각 값의 space가 똑같음(각 값의 차이가 똑같음)

in[13]

3 by 2의 벡터

처음과 끝 대괄호 2개가 붙어있음-> 2차원 (3개가 붙어있으면 3차원)

in[14]: 3차원

X.ndim: 3차원

X.shape: 3x2 직사각형이 2개 있음

X.dtype: 원래 type

in[20]: 숫자를 다 0으로 바꿔줌 (X\*0만 해줘도 됨)

normal: normal distribution을 만들어주는 함수

괄호 안에 차례로 mean(0), standard deviation(1), data의 개수(100)

in[21]

100개의 랜덤한 데이터가 나옴

data.ndim하면 1차원, shape은 100

histogram

y값 절대 소수로 나올 수 없음, 전부 정수값

y축 합하면 몇 개인지 시험에 나올 수 있음

in[25]

2 by 3 by 4

안에 있는 element의 개수: 24



reshape: shape을 바꿈  
element 개수는 안 바뀜  
-1: 원래 4를 적어야하는데, 모르겠을 때 알아서 하란 의미로 앞에 -1이라고 씀  
element는 여전히 24개

allclose: 두 함수가 똑같은 형태인지 비교  
assert 몰라도 됨

randint: 0부터 10 사이 숫자를 pick up해 2 by 3의 matrix로 만들어줌  
random: random을 2 by 3로 만들어냄  
savez: 실제 file로 저장해줌

data를 메모리에서 지우고 싶을 때: del하고 variable 이름을 적음

who: 몰라도 됨(available한게 뭐가 있는지 찾아보는 것)

np.load 함수를 써서

loadtxt, savetxt: 직접 해볼 것(regression.csv)  
csv: comma seperated values(모든 것이 콤마로 분리 됨)  
skiprows=1: 처음 것 빼기  
dtype: 처음은 X, 두 번째는 Y라고 하자고 적음  
formats

in[34]  
random data의 shape을 5 by 2 by 3로 만듦  
length: 5  
shape이랑 dimension이 중요  
size: 총 element의 개수  
dtype: default로 만들어진 것

같은지 작은지 비교하기 위해서는 두 개의 차원이 같아야함

in[38]  
numpy 속에 들어있는 sum 함수를 씀- a를 sum하라  
a 자체가 numpy의 산물이기 때문에 a.sum()이라고 써도 가능함(함수라서 반드시 괄호가 있어야 함, 자기 자신이기 때문에 괄호 안에 무언가를 적을 필요는 없음)

in[39]  
첫 번째 차원의 값들을 더함(위에서 아래로)

191105

np.array 한 다음 리스트를 넣어주면 numpy 형태의 data로 바뀔  
다차원의 array로 만들 수 있음-> 계산 가능

pure tone의 합이 복잡한 sound 만들-> sinu soidal

phasor

radian

$\pi$ : 180도

$\sin()$ ,  $\cos()$ 에 들어가는 입력값은 degree가 아닌 radian

$\sin 0 = \sin 2\pi$

그래프만 외우기

0부터  $100\pi$ 까지 그래프를 그리면 총 몇 번의 반복? 50번 ( $2\pi$ 가 반복되기 때문, sin이든 cos  
이든)

$\cos(2\text{분의}3\pi) = 0$        $\sin(2\text{분의}3\pi) = -1$

오일러공식

e: 상수값(2.71...) i: imaginary의 약자, 허수

세타값이 변하면 결과가 달라짐

모든 수를 포함하는 카테고리: 복소수(실수와 허수 모두 포함,  $a+bi$ )

벡터: 숫자열

$a+bi$ 에서 (a,b)도 벡터값

코사인 그래프는 1부터, 사인 그래프는 0부터 시작

a축: 코사인과 똑같음(1부터 시작해서 내려갔다 올라갔다)

b축(허수부분): 사인과 똑같음(0부터 시작해서 올라갔다 내려갔다)

$\sin(\text{Theta})$ 에 시간의 개념이 들어갈까(e.g. frequency(초당 몇 번 왔다갔다하는지))? 안 들어  
감(각도값이기 때문, 몇 초에 몇 바퀴를 도는지는 안 들어감)

소리라는 실체는 반드시 시간의 개념이 필요함, 단순한  $\sin(\text{Theta})$ 는 실체의 소리가 될 수 없  
음

amp: amplitude, 진폭

freq: frequency, 단위 Hz, 1초에 몇 번 왔다갔다 하는지

sr: sampling rate, 단위 Hz, 음질 상 얼마나 고해상도인지

in[161], [162]가 중요

e-04: 10의 4승, 10000 ( $1.000e-04=10000\text{분의}1\text{초}$ ,  $4.998e-01=0.4998$ )

time을 먼저 만들어내고 세타값을 통해 time과 연동시켜 phase로 바꿔줌  
 $2 * \pi$

plot 함수는 두 개의 입력값을 받음(x와 y값)  
t: time      s: sine의 결과값

exp: 오일러

191107

sound의 library

as: 줄임말

큰 library의 이름: matplotlib (첫 번째 줄과 똑같은 역할을 하는 것: import matplotlib.pyplot)

parameter setting: 변수를 미리 세팅해둠

각각의 변수를 바꾸면 다른 것을 고칠 필요 없이 쉽게 바뀜

0부터 2파이까지 만든다고 할 때 제일 1값은 0, 제일 마지막 값은  $2 * \pi$  - 각도값이 정의됨  
(radian이 단위)

s로 받은 7개의 결과값이 나옴-> plot하면 사인 곡선이 나옴

figure: function(괄호가 있기 때문)

add\_subplot: figure에 담긴 함수

-> 전체 figure를 만들고, ax라는 변수로 받고 (figure는 전체 화면)

subplot안 숫자(221): 2 by 2로 나누는데(2행 2열), 그 중 첫 번째(첫 번째 네모)

y축: 사인함수의 결과(태극 문양처럼 이어짐, 0부터 시작)

line처럼 생겼을 때 equidistant- x축과 y축의 관계(캡처한 이미지는 non-linear, default는 line('.')을 없앴)

곡선이 나타난다는 말 자체가 x의 equidistant한 것이 y축에는 반영 안됨

sr\*dur: duration이 비율로 반영, time tick을 먼저 만듦 (in[19])

실제로 plot할 때는 theta가 아니라 time이 x축에 들어감(실체의 소리에 필요한 정보)

점들의 개수: 1000개(시험에 나올 수 있음)(in[28])

np.exp, 1j는 고정이고 theta만 바뀜

c를 print했을 때 하나하나의 값이 엄청나게 긴 벡터, 전부 a+bi의 형태

-01: 10분의 1, -02: 10의 제곱분의 1

표기방법이 같음- 쓰는 숫자, 정보의 양이 똑같음 (컴퓨터는 정보량을 정해야함)

plot에 입력값이 3개 들어감- 3차원(한 점이 3차원 벡터가 됨)

1000개의 점이 찍힘

c.real: a만 빼오는 역할(e.g. 0.99802673)(복소수를 real part와 imaginary part로 분할하여 받아옴)

오일러 공식에서 코사인: real part와 관련, 사인: imaginary와 관련

ipd: 오디오를 재생하기 위해 import(입력값: 시그널과 sr)

191112

사인, 코사인은 시간 없이도 만들어짐(세타값만 있어도 커브는 만들어짐), 그것만으론 실제 소리를 만들 수는 없음(소리는 시간의 개념이 반드시 들어가야 함)

sounddevice: 한번 깔아줘야 함

amp를 2로-> 더 커짐

sampling rate와 frequency가 연결되는 부분이 있음

sr이 100Hz일 때-> 우리가 표현할 수 있는 숫자는 1초에 100개

이 100개의 숫자로 1Hz의 frequency를 표현할 수 있나? ○○있다(한번의 sine wave 주기가 있으면 됨)

2Hz는? 2번 왔다갔다

100개의 숫자로 10000Hz?(1초에 10000번, 주어진 숫자 100개) 안 됨, 숫자가 너무 적음-> sr이 충분히 있어야 그만큼의 주파수 표현 가능

우리가 표현할 수 있는 주파수는 주어진 숫자의 개수의 반까지 밖에 안 됨-> sr의 반까지 표현할 수 있음(sr이 10Hz면, 표현할 수 있는 frequency는 최대 5Hz)- nyquist frequency는 sr의 2분의 1

-> 우리가 표현하고자 하는 것보다 sr을 2배로, 넉넉하게

Fend: 제일 마지막(sampling rate의 반, nyquist frequency)

s는 계속 더해지고 업데이트 됨

제일 처음 s가 정의되지 않기 때문에 error가 뜬-> 처음 s가 뭔지 위에서 정의해줘야 함 (s=np.zeros(len(t)))

pulse train: sine wave같은 부드러운 부분이 없어짐- sr이 많으면 선-0의 반복이 될 것-> pulse train이라 부름

그래프: nyquist까지 더했을 때의 그림

191114

Spectrum 역시 만들 수 있음

spectrum은 타임을 나열하는 것이 아닌 한 타임 안에 있는 주파수를 보여주는 것

Def 로 만들고 싶은 function을 정의할 수 있음

return은 출력을 의미

이후 기본 source에 vocal tract가 지나면 사람이 발음하는 소리처럼 나타남, 이는 RG와 BWG를 통해서 만들 수 있음

191119

기계: 인공지능(함수)

앞부분과 뒷부분의 데이터는 벡터(숫자열)로 되어 있어야 함: 벡터-> 기계(행렬의 형태)-> 벡터

앞부분 text-> 기계-> 뒷부분 음성으로 나옴: 음성 합성

일본어 text-> 기계-> 한국어 text: 기계 번역

중간의 기계는 행렬의 형태를 지님

인공지능: 행렬의 곱, 입력 벡터를 출력 벡터로 바꿔주는 함수의 역할(벡터는 음성, 텍스트, 이미지 등 가능)

선형대수: 행렬

linear algebra

행렬은 직사각형 형태로 생김

dimension: 차원, 행렬의 크기를 말할 때 사용됨

m행 n열(m by n 행렬)

벡터: 행렬의 일종

1 by n 행렬

벡터는 가로로 길게 있든 세로로 길게 있든 sequence of numbers

길게 생긴 벡터: column vector

차원이 늘어난다고 점이 늘어나진 않음

벡터 스페이스

linear combinations(중요!): v와 w는 차원이 같은 두 벡터, c와 d는 scalar

단순히 곱하고 더하면 linear combination

2차원의 벡터 스페이스: 모든 가능한 벡터가 다 덮여진 공간

1사분면만 덮여진 것은 하나의 완성된 스페이스라고 할 수 없음- 모든 것을 커버하지 못함

벡터 스페이스는 1차원, 2차원, 3차원의 모든 공간

n차원의 공간은 n개의 component(3차원의 공간은 3개의 component)가 공간을 다 채워야 함

column space: column vector로 모든 공간을 채울 수 있음

column space는 column vector보다 높은 차원일 수 없다(2차원)

원점과 두 칼럼 벡터(같은 선상에 있지 않은 independent한 벡터)를 연결하면 삼각형이 만들어짐- 평면 위에 있고 쪽 확장될 수 있음-> column space

whole space: 벡터 자체가 갖고있는 space, 2차원 그대로

column space도 그것을 다 채움-> 2차원

같은 선상에 있으면 dependent-> 아무리 곱하고 더해도 같은 선상에만 있어 whole space를 다 쓰지 못하고 column space는 1차원에 불과

whole space의 dimension은 몇 개의 row가 있는지 찾으려면 됨

column space의 dimension은 몇 개의 independent한 column이 있는지 찾으려면 됨

whole space는 3차원인데 column space는 2차원- P

직사각형도 얘기할 수 있음

column vector가 2개(3차원 속에서 찍힘)- whole space는 3차원, independent한 column은 2개라 column space는 2차원

transpose: 행렬을 뒤집음

2 by 3 행렬이 됨

whole space: column vector가 2차원

column vector가 2차원 상에서 3개가 있음- 벡터가 몇 개든지 간에 무조건 2차원

whole space는 달라지지만 column space는 여전히 2차원

m by n matrix가 있다면 whole space는 2개

(1,2,3)과 (2,4,6)의 column space는 1차원

whole space는 3차원인데 column space는 1차원, 나머지 빈 공간은 null space(의미 없는 공간)

null space: whole space에서 column space를 정의하고 난 나머지, 어떤 행렬이 있을 때 무엇을 곱하든지 간에 반드시 0이 되는 모든 가능성이 되는 공간

null space는 column space와 row space 모두에 존재할 수 있음

column vector로 접근했다면 얼마나 dependent하고 independent한지

행렬은 대문자로, 벡터는 소문자로 씀 (x가 입력 벡터, b는 출력 벡터, A라는 행렬과 곱해서 출력됨)

입력 벡터와 출력 벡터의 차원은 항상 같을 필요는 없음, 달라질 수도 있음- 그 역할을 해주는 것이 행렬

A는 transformation matrix

함수에 넣어 선상으로 합쳐진 벡터를 역함수하면 점이 원래 자리로 돌아갈 수 없음(not invertible)

determinant는 row vector와 똑같다..?

eigenvector(중요!!)

191121

행렬 곱하기에서는 인접한 두 숫자가 같아야 곱해짐(e.g.  $x$  by 2, 2 by  $y$ , 둘을 곱하면  $x$  by  $y$ 의 형태가 됨)

transpose- 결과값도 transpose됨(계산해보면 나옴)

columnize- 세 점을 찍으면 plane(column space) 위의 삼각형이 됨, 이를 무한대로 밀면 결국 전체를 커버하게 됨-> spanning, 이 때 column space는 whole space와 다름(2차원 vs 3차원)

남은 1차원은 null space

spanning: linear combination으로 표현가능한 모든 것

rowize의 whole space: 숫자를 2개 쓰니까 2

row vector가 만드는 space는 2차원을 넘어가지 않음- whole space가 2차원이라 2차원보다 작거나 같아야 함

rank: independent한 column의 개수

row vector는 3개

independent한 것은 나머지의 linear combination으로 만들어질 수 없는 것이어야 함

column으로 보든, row로 보든, independent한 벡터의 숫자는 같음

column space의 개수=row space=independent

남는 것은 null space, null space는 column과 row 각각 다를 수 있음

whole space- 3차원(ppt)

linear combination: 어떤 두 벡터를 앞에 scaling 해서 더하는 것

subspace: whole space에 포함되어있다는 말

row space와 column space의 차원은 항상 같아야 함

independent한 벡터 2개-> rank 2, span된 column space도 2

P: plane, 2차원

L: line, 1차원

detransformation: 역행렬

191126

null space:  $Ax = 0$

task를 위해 중요한 공간은 아니지만, 그 공간을 확대시킴, output에는 영향 없음

방향으로의 변환은 출력에 영향을 미치기도, 미치지 않기도 함- null space와 그렇지 않은 space의 차이

(1,0), (0,1)- 어떤 입력이 들어가도 그대로 나옴

아이겐 벡터는 입력, 출력과 원점이 평행하는 순간이 생김- 벡터는 방향(물리학적 개념)

given 행렬의 아이겐 벡터는? 방향 전체(선상), 어떤 값 하나만 존재한다고 해도 되긴 하지만 여러 가능한 아이겐 벡터의 집합이 있음- 아이겐 벡터 스페이스

아이겐 벡터는 두 개가 있음, 각각의 아이겐 벡터에 대해 아이겐 value가 있음- 확대의 비율이 똑같음, 아이겐 벡터가 두 개면 value도 두 개

유니크하고 고유한 것으로 바꿔줌

상관관계(correlation): 같이 가는 느낌(e.g. 영어 점수 오르면 국어 점수도 오름),  $r$ 이라는 수치값으로 표현할 수 있음( $-1 \leq r \leq 1$ , 0일 때 상관관계가 제일 작음(그래프가 완전한 동그라미))

음의 상관관계: e.g. 커피와 수면량

1과 -1이 정확히 나오는 순간: 완전한 선상에 있을 때

inner product

191128

아이겐 analysis

$A$ 라는 행렬이 있고, 그것을 곱해주는 값인  $x$ 가 있다고 하고, 결과값인  $Ax$ 가 원점과 일직선이 되는 것

원점,  $v$ ,  $Av$ 가 전부 일직선상

$\lambda$ (람다): 아이겐 value

inner product(dot product): 중요! 기하로 먼저 이해해야

값을 작게 만들(차원이 줄어듦), 무조건  $1 \times 1$ 이 나옴(한 개의 값)

코사인 각도 아는 법

3차원 상에서 원점으로부터의 거리: e.g. 루트( $1^2 + 2^2 + 3^2$ )



correlation  $r$ 과 거의 유사

$\cos 90 = 0$ : correlation이 없음, inner product로 생각해도 마찬가지로 projection 시켜도 0, 0이 될 수밖에 없음

두 개의 벡터를 주고 cosine similarity 구하는거 시험에 나옴

100hz가 spectrogram에서 제일 밑에 있음, frequency가 높을수록 위에 있음

a와 b: 완전 correlate, 따라서  $axb$ 의 값은 큼

a와 c: a가 올라갈 때 c가 떨어질 수 있음, 불일치 존재  $\rightarrow axc$ 의 값은  $axb$ 보다 작을 수밖에 없음

차이가 90도 날 때 inner product: 0

frequency는 똑같아도 90도를 이동했기 때문에 0이 됨

inner product를 써서 어떤 주파수가 많은지 알아내는게 목표

phase에 민감하게 작용하지 않도록 해야함

$\rightarrow$  complex phasor를 써서 inner product를 함