English Consonants & Vowels

- Phonetics: a study on speech

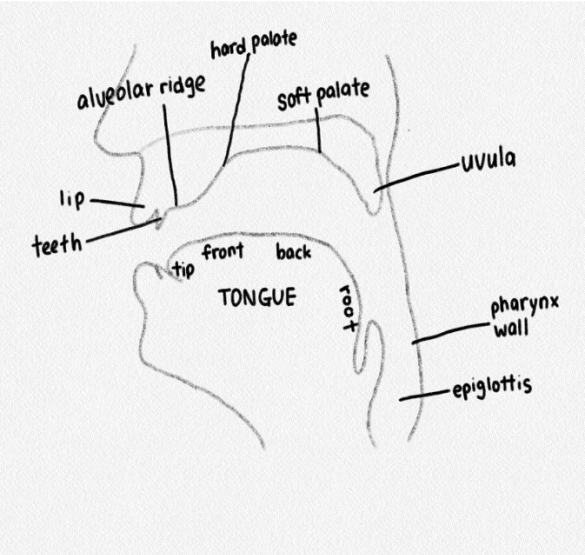
  articulatory phonetics (from mouth) → how to produce speech

  acoustic phonetics (through air) → how to transmit speech

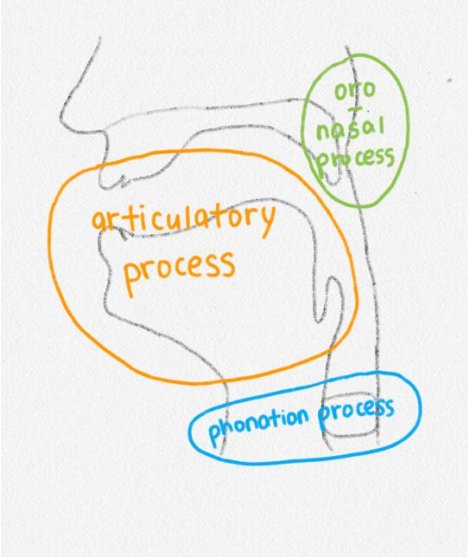
  auditory phonetics (to ear) → how to hear speech

Articulation

- Vocal tract:



- 5 speech organs = constrictors = articulators



Phonation Process in Larynx

- larynx = voicebox: voiced → can feel vibration

  ex. v, z, l, m, a, i

  voiceless → can't feel vibration

  ex. f, s, k, p, h

Oro-nasal Process in Velum

- nasal: when velum lowered

  ex. m, n, ng

Articulatory Process

- lips / tongue tip / tongue body

Control of Constrictors(Articulators)

- Each constrictor needs to be more specific in geometry

  constriction location(CL) / constriction degree(CD)

- Constriction location: Lips → bilabial / labiodental

  Tongue body → palatal / velar

  Tongue tip → dental / alveolar / retroflex / palate-alveolar

- Constriction degree: stops > fricatives > approximants (/r, l, w, j/) > vowels

How to Produce English Consonants and Vowels

- constrictors(lips, tongue tip, tongue body) / CD / CL / velum / larynx
  ex) /p/: lips / bilabial / stop / velum raised / larynx open
  /b/: lips / bilabial / stop / velum raised / larynx closed
  /d/: tongue tip / alveolar / stop / velum raised / larynx closed
  /z/: tongue tip / alveolar / fricative / velum raised / larynx closed
  /n/: tongue tip / alveolar / stop / velum lowered / larynx closed
  * 모든 모음은 constrictor 로서 tongue body 만 사용(constrictor location 정의 X)
- Phonemes: individual sounds that form words
  a combination of speech organs' actions

Acoustics

- Praat: duration > select(click and drag on waveform or spectrogram) →
  read a value (sec.) on the top → zoom in (if not visible)
  intensity > show intensity → click on green → read a value (dB) on the right
  pitch > show pitch → pitch setting > pitch range > 65-200Hz male / 145-276Hz female
  → click on blue → read a value (Hz) on the right
  formant(모음 구별 수치) > show formants → place the cursor on one of the trajectories
  → read a value (Hz) on the left
- the number of occurrences of a repeating event per second (frequency, Hz)
  repeating event = vibration of vocal folds / repeating > sine wave = pure tone
  * sine wave: frequency + magnitude(amplitude) (x 축 시간 / y 축 value, voltage)
- 모든 신호는 단순한 sine wave 들의 합으로 표현된다. (synthesis)
  complex tone 이 반복하는 주기는 Fundamental Frequency 와 동일
  spectrum: x 축 frequency / y 축 magnitude(amplitude)
  spectrogram: spectrum 을 시간으로 visualize 한 것 (x 축 시간 / y 축 frequency)
  sine wave(time-value graph)→spectrum: spectral analysis
- pure tone→spectral analysis: frequency 가 같은 sine wave 한 개
  complex tone→spectral analysis: 일정한 간격의 sine wave 여러 개 (간격=pitch)
  (Praat: Spectrum > View Spectrum Slice)
- source: 성대에서 나는 소리 (measured by EGG)
  human voice source consists of harmonics
  a complex tone = sum of pure tones at integer multiples of the lowest pure tone
  the lowest pure tone = fundamental frequency(F0) = rate of vibration of the larynx
  = the number of opening-closing cycles of the larynx per second
  amplitude of pure tones gradually decreases
- filter: vocal tract 에 의해서 달라지는 소리
  filter 의 spectrum → jigjagging with peaks and valleys (amplitude 의 패턴이 사라짐)
  peaks/mountains: frequencies VT likes (formants)
  valleys: frequencies VT does not like

- Synthesize Source: New > Sound > Create Sound as Pure Tone
  > Tone frequency 100~1000Hz / Amplitude 1.0~0.55Pa (10 개의 pure tone)
  Combine > Combine to Stereo (10 개의 channel 을 가진 하나의 stereo)
  Convert > Convert to Mono (10 개의 pure tone 이 합쳐진 complex tone)
  반복 주기: frequency 100Hz / Amplitude 1.0Pa 와 일치
  음: frequency 100Hz / Amplitude 1.0Pa 와 일치
  Spectrum > View Spectral Slice: gradually decrease / 10 개 / 100Hz
- F1: 모음의 height / F2: 모음의 frontness / backness
  F1 and F2 are enough to disambiguate vowels.
  (Praat: New > Sound > Create Sound as VowelEditor)

Coding

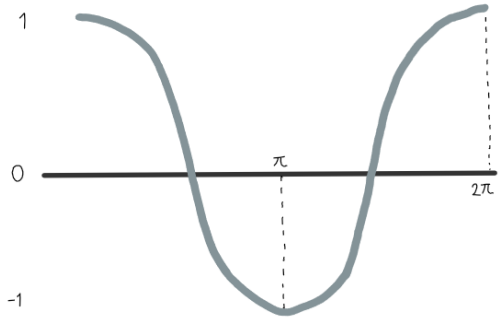
- 코딩: 자동화 > 똑같은 과정을 쉽게 반복할 수 있기 위해서
- 모든 language 는 공통적으로 단어와 문법으로 이루어짐
  단어: 정보를 담는 그릇
- Computer Language 의 단어: 변수(variable)
  Computer Language 의 문법: 1. variable assigning
  2. 'if' conditioning
  3. 'for' loop
  함수: 어떤 입력을 넣어야 자신이 원하는 출력이 나오는지
  ex. Praat 입력: 마우스로 구간 설정 / Praat 출력: 소리
- Anaconda Prompt > 'Jupyter Notebook' 입력
  원하는 디렉토리 > New > Python 3
- cell 생성: cell 선택 후 b(아래쪽에 생성) / a(위에 생성) / x(삭제)
- Run: Shift + Enter
- =: 오른쪽에 있는 정보를 왼쪽에 있는 variable 로 assign 한다
  ex. a=1 > 정보: 1 / variable: a
  Print: 어떤 변수를 넣으면 그 값을 출력함
- Comment 쓰기: cell 에 #을 쓴 후 내용 적기
  Code 를 Markdown 으로 바꾼 후 내용 적기
- numpy: 라이브러리 중 하나 (수학적으로 계산 가능)
  numpy 라는 라이브러리 안에 여러가지 함수가 들어있음.
  numpy.A.D.f: numpy 라이브러리 안의 A 안의 D 안의 f 함수
  import numpy: numpy 안의 모든 함수를 쓸 수 있음
  from numpy import A: numpy 라이브러리에서 A 를 불러옴
  from numpy import A.D: numpy 라이브러리에서 A 안의 D 를 불러옴
- float64: float 의 정밀함의 정도 (64 비트) / 메모리를 많이 차지함

행렬과 벡터

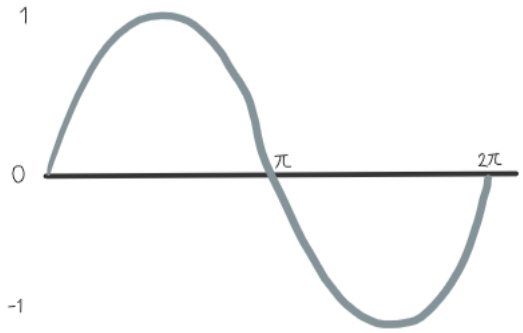
- 이미지, 소리, 텍스트 > 벡터
  모든 데이터는 벡터로 나타낼 수 있음
- 흑백 이미지 > 2 차원 / 컬러 이미지 > 3 차원 / 영상 > 4 차원

Sound

- Sinusoidal: cos 이나 sin 과 같은 곡선
  Phasor: sinusoidal 의 function 을 만드는 것
- π (무리수)
  0 ~ π ~ 2*π (radians - sin/cos 의 입력값 / Θ)
  0° ~ 180° ~ 360° (degree)
- Phasor:

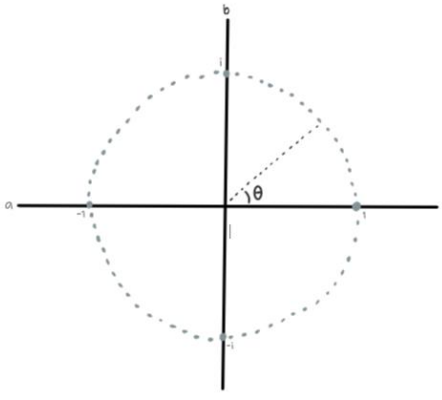


cos 함수



sin 함수

- 오일러 공식: $f(\theta) = e^{\theta i} = \cos(\theta) + \sin(\theta)i$
  e = 2.71... (무리수)
  i = imaginary (허수, $\sqrt{-1}$)
  복소수 = a + bi (모든 수 표현 가능) > f(Θ)
  Θ = 0 > f(0) = e^0 = 1
  Θ = $\frac{\pi}{2}$ > f($\frac{\pi}{2}$) = cos($\frac{\pi}{2}$) + sin($\frac{\pi}{2}$)i = i
  Θ = π > f(π) = cos(π) + sin(π)i = -1
  Θ = $\frac{3\pi}{2}$ > f($\frac{3\pi}{2}$) = cos($\frac{3\pi}{2}$) + sin($\frac{3\pi}{2}$)I = -i



복소평면 (complex plane): a 실수 / b 허수

Projection: x 축(a)에서 볼 때 > 허수(sin 그래프)

y 축(b)에서 볼 때 > 실수(cos 그래프)

- sin 과 cos 음의 같음 (sin 그래프와 cos 그래프는 $\frac{\pi}{2}$의 차이)

인간의 귀는 phasor shift 는 구별하지 못함 / frequency 의 차이만 구별

Linear Algebra

- 인공지능: 데이터(vector) > 기계(행렬) > 데이터(vector) / 행렬의 곱

$$- \begin{matrix}5 & 3 & 0 & 1\end{matrix} \times \begin{matrix}-1 & 0 & 2\\ 0 & 1 & 3\\ 3 & -5 & 7\\ 2 & 3 & 4\end{matrix} = \begin{matrix}-3 & 6 & 23\end{matrix}$$

1x4 4x3 1x3

행렬의 곱 계산법: 5*(-1) + 3*0 + 0*3 + 1*2 = -3

5*0 + 3*-1 + 0*-5 + 1*3 = 6

5*2 + 3*3 + 0*7 + 1*4 = 23

- Matrices: $\begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}$ (m 행 n 열 / m by n 행렬)
- Vector: $\begin{matrix} a_1 \\ \vdots \\ a_m \end{matrix}$ (m by 1 행렬 / column vector)

[a_1 ... a_n] (1 by n 행렬)

- Vector Spaces: linear combinations still stay in the space

Linear Combinations: c*v + d*w (c, d: scalars / v, w: vectors)

R^n space consists of all vectors with n components (차원의 모든 공간 / 일부분 X)

- Column Space: A = $\begin{bmatrix} 2 & -1 \\ 1 & 3 \end{bmatrix}$ > (2, 1) (-1, 3)을 linear combination 하면 모든 공간을 채움

column vector 가 column space 를 채움

col1 & 2 not on a line > independent

: Whole Space(vector 가 속해있는 space) = Column Space = 2 차원

A = $\begin{bmatrix} 2 & -1 \\ 1 & -0.5 \end{bmatrix}$ > (2, 1) (-1, -0.5)

col1 & 2 on a line > dependent

: Whole Space = 2 차원 / Column Space = 1 차원

dim(whole space) = n rows / dim(column space) = n of independent columns

A = $\begin{matrix}1 & 3 & -2\\ 2 & 3 & 0\\ 4 & 1 & 5\end{matrix}$ > Whole Space = Column Space = 3 차원

A = $\begin{matrix}1 & 2 & -2\\ 2 & 4 & 0\\ 4 & 8 & 5\end{matrix}$ > Whole Space = 3 차원 / Column Space = 2 차원

(2*Col1 = Col2)

A = $\begin{matrix}1 & 1 & 2\\ 2 & 1 & 3\\ 4 & 1 & 5\end{matrix}$ > Whole Space = 3 차원 / Column Space = 2 차원

(Col1 + Col2 = Col3)

A = $\begin{matrix}1 & 2 & 4\\ 2 & 4 & 8\\ 4 & 8 & 16\end{matrix}$ > Whole Space = 3 차원 / Column Space = 1 차원

(2*Col1 = Col2 / 2*Col2 = Col3)

$$A = \begin{matrix}1 & 3\\ 2 & 3\\ 4 & 1\end{matrix}$$ > Whole Space = 3 차원 / Column Space = 2 차원

(independent 한 column 2 개)

$A^T = \begin{matrix}1 & 2 & 4\\ 3 & 3 & 1\end{matrix}$ (transpose) > Whole Space = 2 차원 / Column Space = 2 차원

(Column Space 는 Whole Space 보다 차원이 클 수 없음)

- Four spaces in a matrix: two whole spaces R^m / R^n

$$A = \begin{matrix}1 & 2\\ 2 & 3\\ 4 & 6\end{matrix}$$ > Whole Space(column) = 3 차원 / Whole Space(row) = 2 차원

Column Space = 1 차원 / Row Space = 1 차원

Independent 한 column/row 의 개수: rank (column 과 row 의 rank 는 같음)

Null Space: Whole Space 에서 사용하지 않는 차원

$$A_x = \begin{matrix}1 & 2\\ 2 & 3\\ 4 & 6\end{matrix} * \begin{matrix}x_1\\ x_2\end{matrix} = \begin{matrix}0\\ 0\\ 0\end{matrix}$$ > null space $\begin{matrix}0 & 2 & -2 & 1\\ 0 & -1 & 1 & -\frac{1}{2}\end{matrix}$ …

- Linear Transformation: $\mathrm{A} * \mathrm{x} = b$ (기계 * 출력 = 입력)
- Detransformation: Inverse matrix

$A^{-1} * b = x$

dependent column > not invertible

- Eigenvector: transformation 후 원점과 일직선 상에 있는 vector