음성인식과 음성합성 기술학습과정

2020. 10.

정 준 수 Ph.D.

과정 목표: 소리(Sound) 정보처리 과정 학습

- 음성인식기술, 응용 분야에 필요한 소리의 정보처리 및 모델에 필요한 기초 지식의 이해
- 그렇다면 인간은 이러한 소리를 어떻게 인지할까요?
- Computer가 소리를 이해하는 과정을 살펴 보는 시간

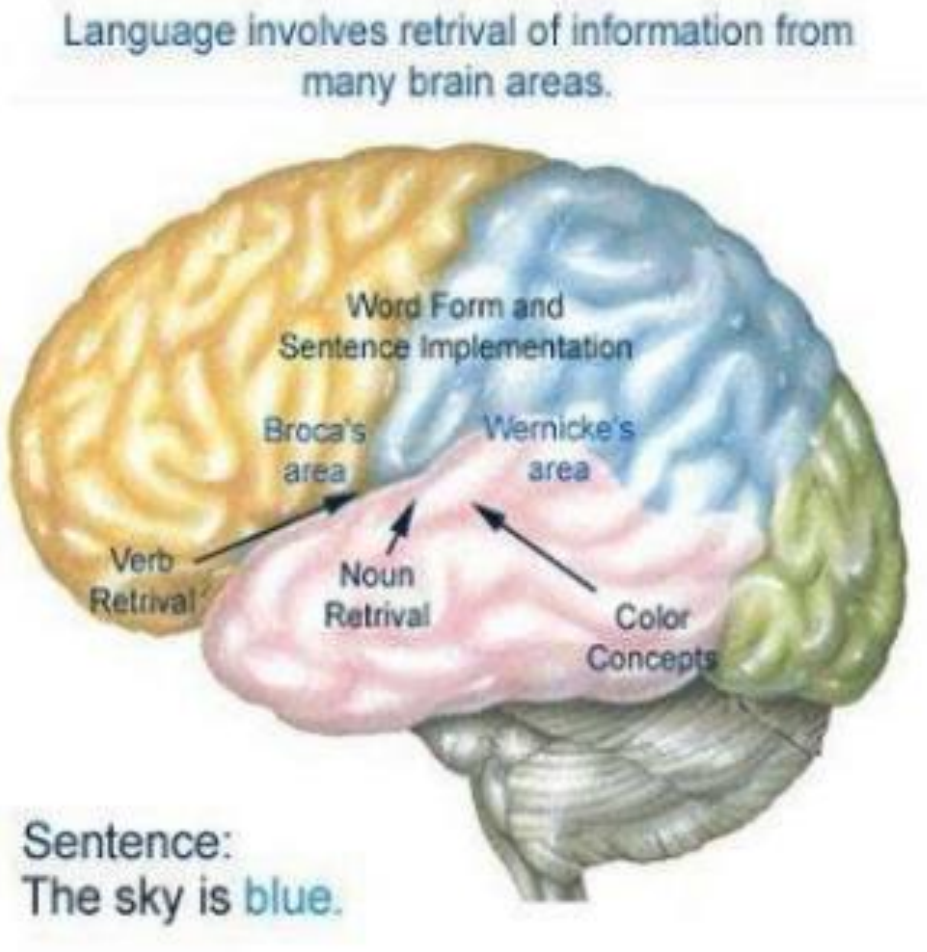
음성인식기술, 응용 분야 확대 추세

음성인식 기술이 최근 인공지능(AI) 개인비서나 스마트홈 가전제품, 자율주행차를 필두로 한 스마트카 등 다양한 산업 분야에 적용되는 추세

음성인식이란 소리 센서를 통해 얻은 음향학적 신호(acoustic speech signal)를 컴퓨터가 해석, 그 내용을 문자 데이터로 전환 처리하는 기술이다. 음성인식 기술은 화자의 고유 정보를 바탕으로 개인 식별이 가능하고 입력 속도가 빠르다는 장점을 갖고 있음

THE "LAD" (Chomsky, 1965)

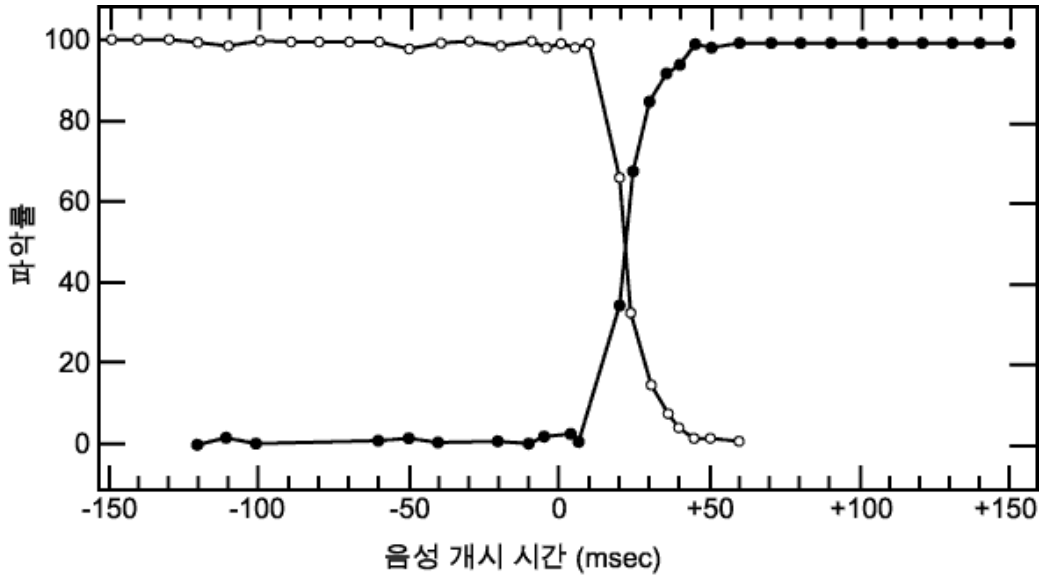
- The language acquisition Device (LAD) is a postulated organ of the brain that is supposed to function as a congenital device for learning symbolic language (i.e., language acquisition).



사람은 누구나 태어나면서부터 언어를 쉽게 터득할 수 있도록 언어습득장치(LAD)를 가지고 태어난다.

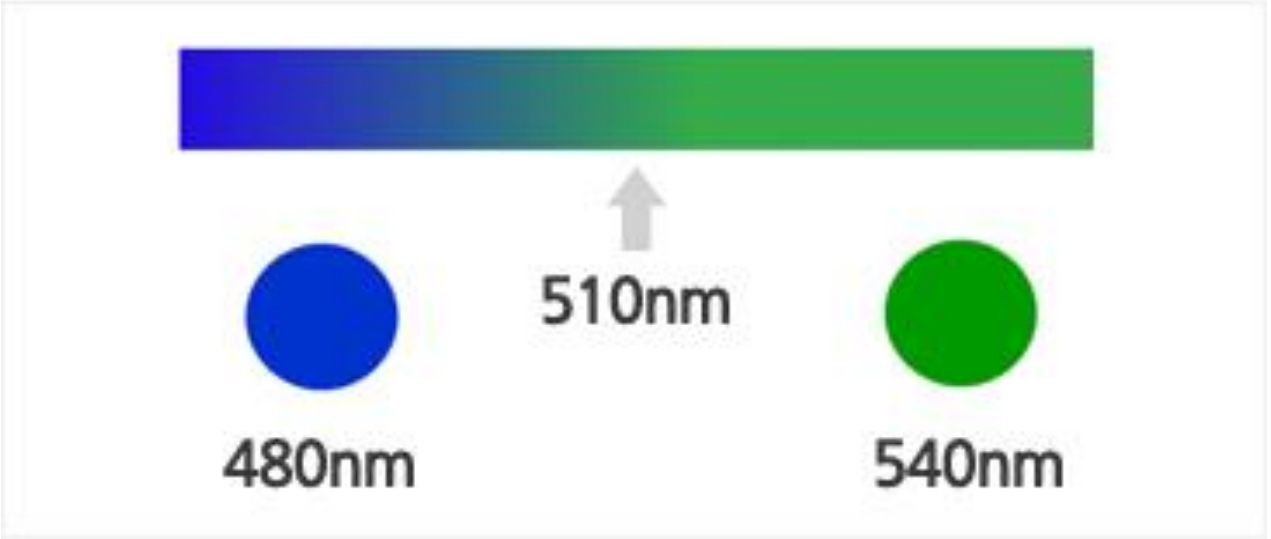
◈ 범주화 지각은 사람의 기본적 속성

소리 (Sound)



사람들은 음소들이 하나의 연속적 차원에서 다르더라도 이들이 별개의 범부에서 유래한다고 지각하는 경향이 있다.

색깔 (Color)



510nm에서 540nm로 변화할 경우 여전히 같은 색에 있다고 생각하지만 480nm로 변화하면 우리는 전혀 다른 범주의 색으로 느끼게 된다.

Innate Knowledge of Language

The Language Acquisition Device

'Universal Grammar'

Input → LAD → Final State

(Primary Linguistic Data)

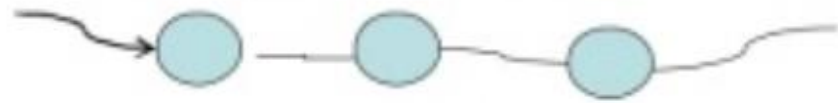
↑

The Mental Grammar for a particular language

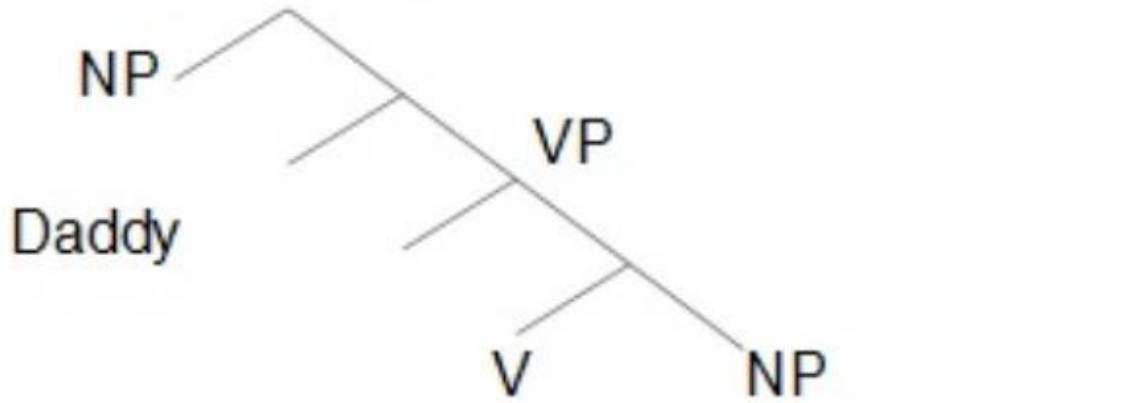
Computational System

UG gives us sentence representations that are hierarchical, not linear

'Daddy drinks coffee'



IP = S

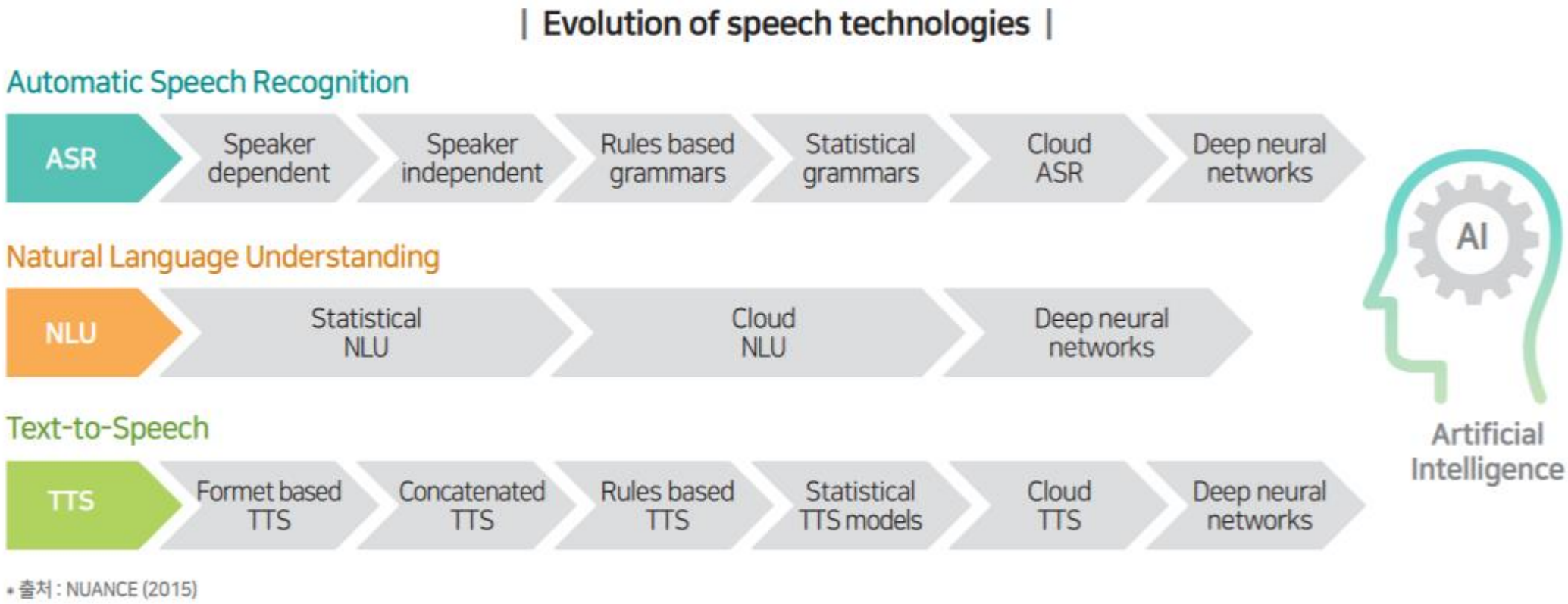


- Sound
  - Speech Classification & Auto-tagging (Acoustic Scene / Event Identification)
- Speech
  - Speech Recognition (STT)
  - Speech Synthesis (TTS)
  - Speech Style Transfer (STS)

[출처] https://www.kakaobrain.com/blog/16

관련 기술 동향

음성인식 기술은 1980년대 소개된 IBM에서 제안한 통계적인 방식에서 클라우드 방식으로 발전하고 있으며, 궁극적으로 심층신경망(Deep Neural Network, DNN)을 적용하는 방식으로 발전 예상



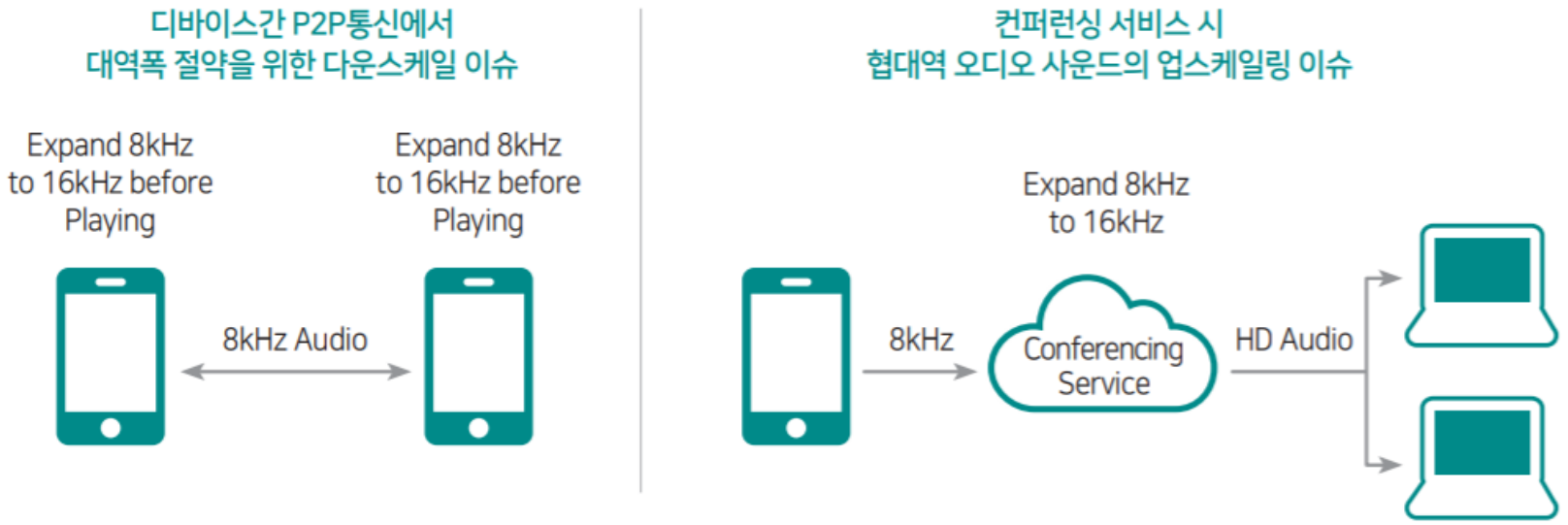
* 출처 : NUANCE (2015)

기술 동향: 샘플링 주파수

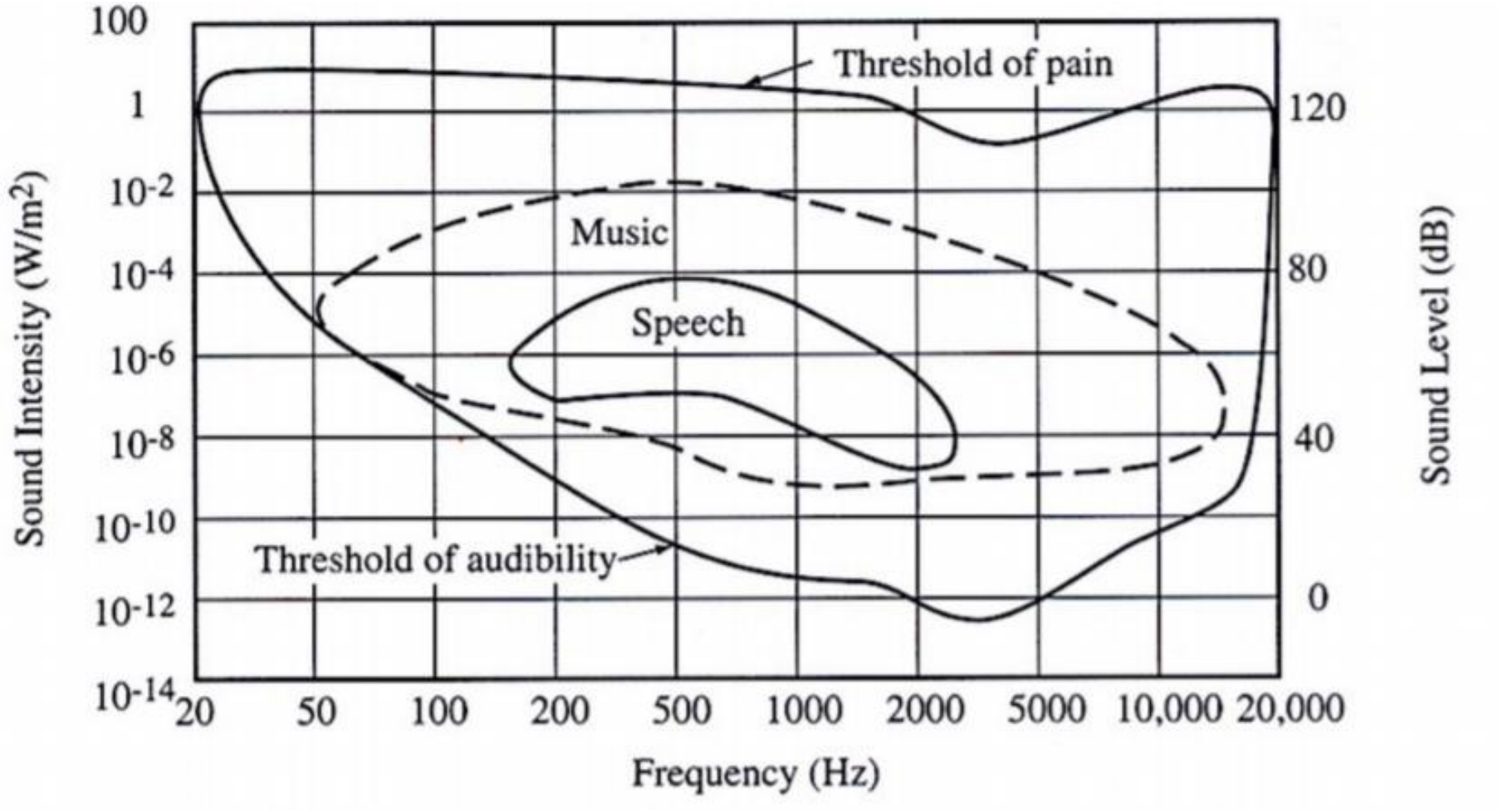
IoT 서비스 확대로 디바이스간 P2P 통신에서 대역폭을 절약하기 위한 다운스케일 이슈발생

최근 IBM등 선도기업에서는 음성-문자변환(STT)관련 서비스를 전화 회의 등으로 확장

콜센터 서비스를 제외한 다양한 STT 서비스 분야에서 협대역(8kHz) 및 광대역(16kHz) 샘플링 주파수 기반 음성인식을 동시에 활용하는 사례 증가-> 협대역 오디오 사운드의 광대역 업스케일링 이슈 발생



그렇다면 어떻게 Sampling Rate를 설정할 것인가?



음성학

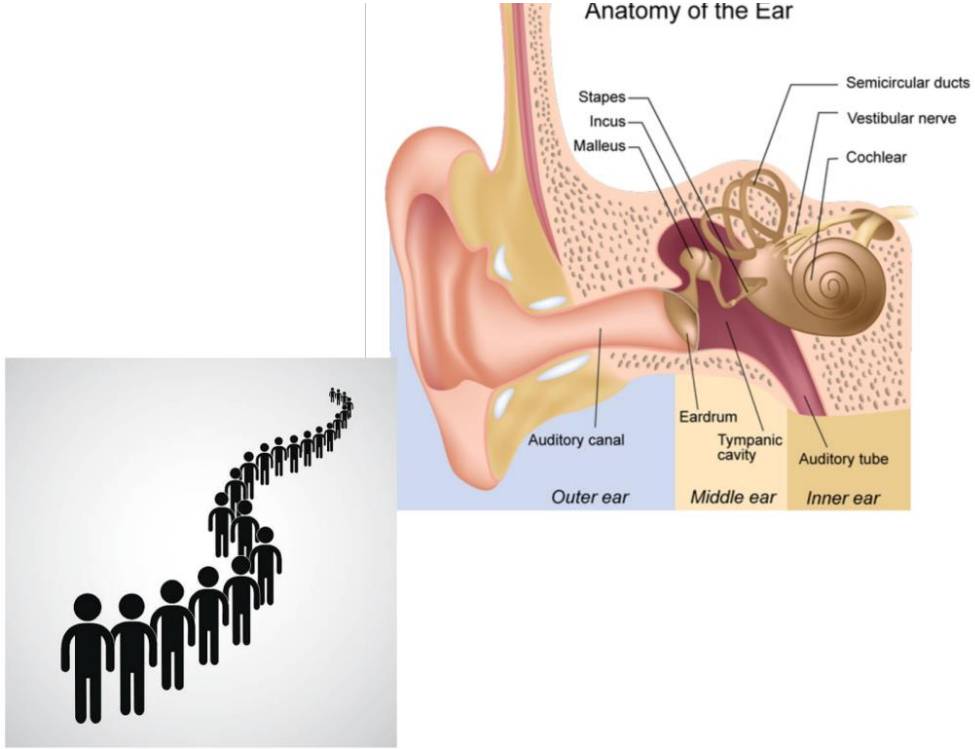
음성학은 말소리의 생성과 인지를 다루는 학문이다.
전통 음성학 에서는 말소리의 조음과 청취 인상에 바탕을 둔 연구가 주로 이루어 졌고,
현대 음성학에서는 말소리의 조음 및 청취적 특성뿐만 아니라,
말소리의 음향적 특성에 바탕을 둔 연구로 그 범위가 확대 되었다.

전통 음성학은 말소리의 조음과 청취에 대한 주관적인 연구가 주를 이루었으나
현대 음성학은 과학적 연구 방법에 바탕을 둔 객관적인 연구가 이루어지고 있다.

이런 차이에도 불구하고 전통 음성학과 현대 음성학은 배타적인 것이 아니라 상호 보완적인 관계에 있다.
전자는 말소리에 관한 인상과 영감을 주고 후자는 말소리에 관한 과학적 증거를 제공한다.

소리의 지각

소리와 음향 파형 : 압력의 변화가 고막에 영향을 미칠 때 생성된다. 음향 파형은 소리가 생성되는 압력 변화(pressure fluctuatuion)를 시간에 따라 기록한 것이다.



소리의 전파

소리 전파는 중간에 틈(압력의 변화)이 이동하여 마지막에 줄 서 있는 사람도 맨 앞에 서 있는 사람의 영향을 받는 것과 비슷함, 반동에 의한 전파라는 점이 줄 서기와 다름 인접한 사람들 사이의 공백은 음의 공기 압력 즉 희박(rarefaxtion)에 해당하고 충돌은 양의 공가 즉 압축(compression)에 해당한다.

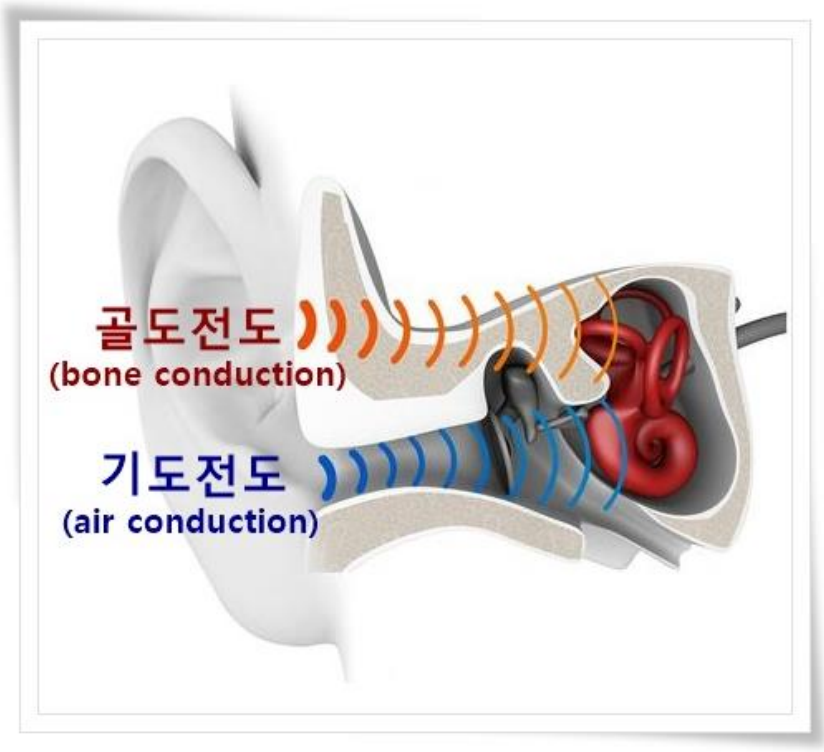
소리를 듣는 원리를 이해하려면 먼저 음향이란 공기를 통해 전달되는 보이지 않는 진동이라는 것을 알아야 합니다. 누군가 말을 하고, 나뭇잎이 바스락거리고, 전화벨이 울리거나 무언가 '음향'을 만들어 낼 때 진동이 공기를 통해 모든 방향으로 전달됩니다. 이것을 음파라 부릅니다

소리의 전달 경로

초기의 소리 전달 경로는 에너지 형태의 변환이 일어나기 전의 과정에서 **기도 전도(air conduction)**와 **골도 전도(bone conduction)**로 나누어집니다. 기도 전도는 소리를 듣는 일반적인 방법으로 소리가 공기를 통해 외이-중이-내이를 거쳐 전달되는 경로인 반면, 골도 전도는 소리가 고막을 거치지 않고 뼈를 통해 내이로 직접 전달되는 방법을 말합니다.

기도 전도 (air conduction): 외이 → 중이 → 내이 → 청신경 → 대뇌

골도 전도 (bone conduction): 뼈 → 내이 → 청신경 → 대뇌



기도 전도와 골도 전도

이때, 기도 및 골도에서 전달되는 주파수 성분은 지나는 경로에 따라 다를 수 있습니다.

골도 전도에는 세 가지 성분이 있습니다.

① 와우의 골 구조가 진동되어 생기는 성분 (**distortional component**)

② 이소골과 내이 액체의 질량에 골도의 진동이 영향을 미쳐 발생하는 관성 성분 (**inertial component**)

③ 골도의 진동이 외이도를 통해 고막으로 전달되어 생기는 반응 (**osseo-tympanic component**)

이들 성분은 임상적으로 난청의 원인에 따라 상호 작용을 하여 청력검사 결과에 영향을 미치기도 합니다.

디지털 신호처리

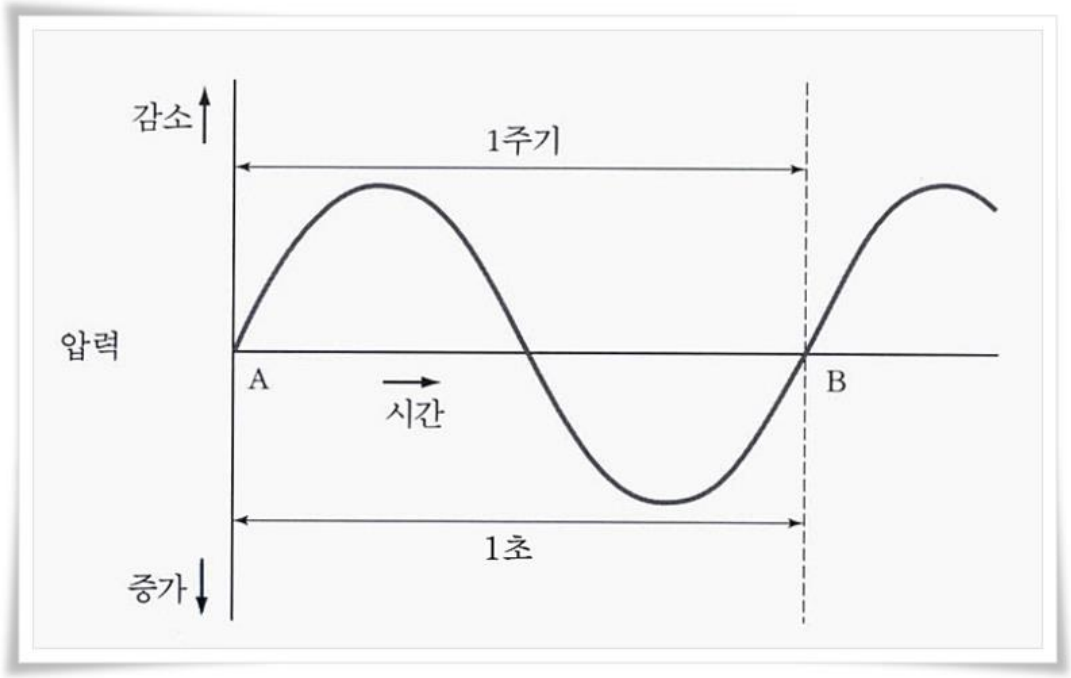
디지털 신호 처리(digital signal processing), 즉 컴퓨터로 음향 신호를 다루는 방법

- 단순음
  - 복합음
  - 주기적인 소리
- 비주기적인 소리

주파수 (Frequency)

주파수(frequency)는 공기 입자의 진동, 즉 압축과 희박을 겪는 속도를 말하는 것으로서, **하나의 연속적 압축과 희박을 1주기(cycle)**라고 합니다. **1초에 일어나는 주기의 수가 주파수**이며 이는 **Hertz(Hz)**로 나타냅니다.

한 예로 1초에 100여개의 연속적인 압축과 희박이 있으면 1초에 100 cycle, 즉 100Hz입니다.



주파수는 1초의 시간 동안 생기는 완전한 압축과 희박의 수

진폭(amplitude)압력 변화가 보통의 대기압으로부터 벗어난 정도를 나타낸다. 소리의 압력을 나타내는 파형에서 진폭은 수직 축에 나타난 다.

위상(phase) : 어떤 기준 시점에 대하여 파형이 가지는 상대적 시간. 한 원 안에 들어가는 직각 삼각형으로부터 진폭을 취하여 사인파를 그리면 원 둘레 한 바퀴는 종이 위에서 하나의 사인파와 같다.

강도(intensity)와 **진폭(amplitude)**은 정해진 시간동안 소리에 전해지는 에너지를 나타내는 데 쓰이는 용어입니다. 더 자세하게는 힘, 음압 혹은 에너지로 표현될 수 있습니다.

데시벨(dB)은 소리의 에너지를 나타내는 단위로 사용됩니다. 소리의 크기를 비교할 때 'A는 B보다 100배 크다'라고 표현합니다. 음의 크기를 측정할 때도 이러한 '~배'를 쓸 수 있지만, 우리가 듣는 소리 크기의 범위는 상당히 넓기 때문에 그 범위를 압축한 단위를 쓰게 됩니다. 즉, dB은 근본적으로 '배'와 같은 개념입니다. A가 B보다 몇 배 더 크다고 하면 그 기준을 알아야 하는 것처럼, dB에서도 그 기준이 무엇인지 알아야 합니다. 즉, dB은 두 소리 간 또는 기준에 대한 두 소리의 강도 혹은 음압의 비율을 나타내는 것입니다.

단순 주기파(사인파)

추운동과 같은 단순 조화 운동의 결과로 생김

- 어린 아이의 성대 진동은 사인파에 가깝다. 여자들의 성대 진동은 남자들의 성대진동보다 사인파에 가깝다.

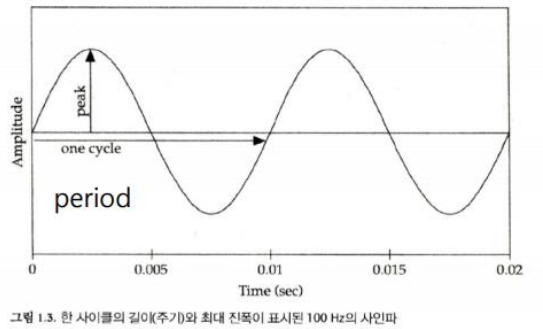


그림 1.3. 한 사이클의 길이(주기)와 최대 진폭이 표시된 100 Hz의 사인파

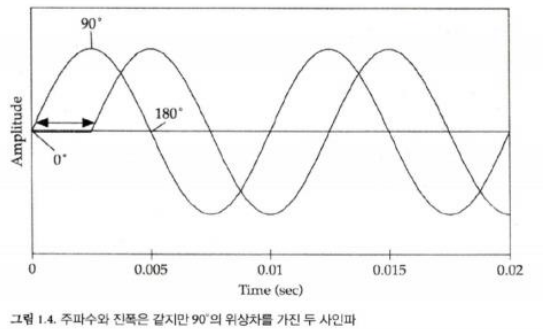


그림 1.4. 주파수와 진폭은 같지만 90°의 위상차를 가진 두 사인파

주파수(frequency): 수평축에서 단위 시간 당 사인파 패턴이 반복되는 횟수

사이클(cycle) : 반복되는 패턴

주기(period) : 한 사이클이 완성되는데 걸리는 시간

주파수는 초당 사이클 수를 나타내면 헤르츠(Hz)로 나타낸다.

복합 주기파

전체 파형의 한 사이클 안에 추가된 10개의 잔물결(작은 마루)를 셀 수 있다. 복합파의 패턴이 반복되는 빈도를 기본 주파수(fundamental frequency, F0)라고 한다.

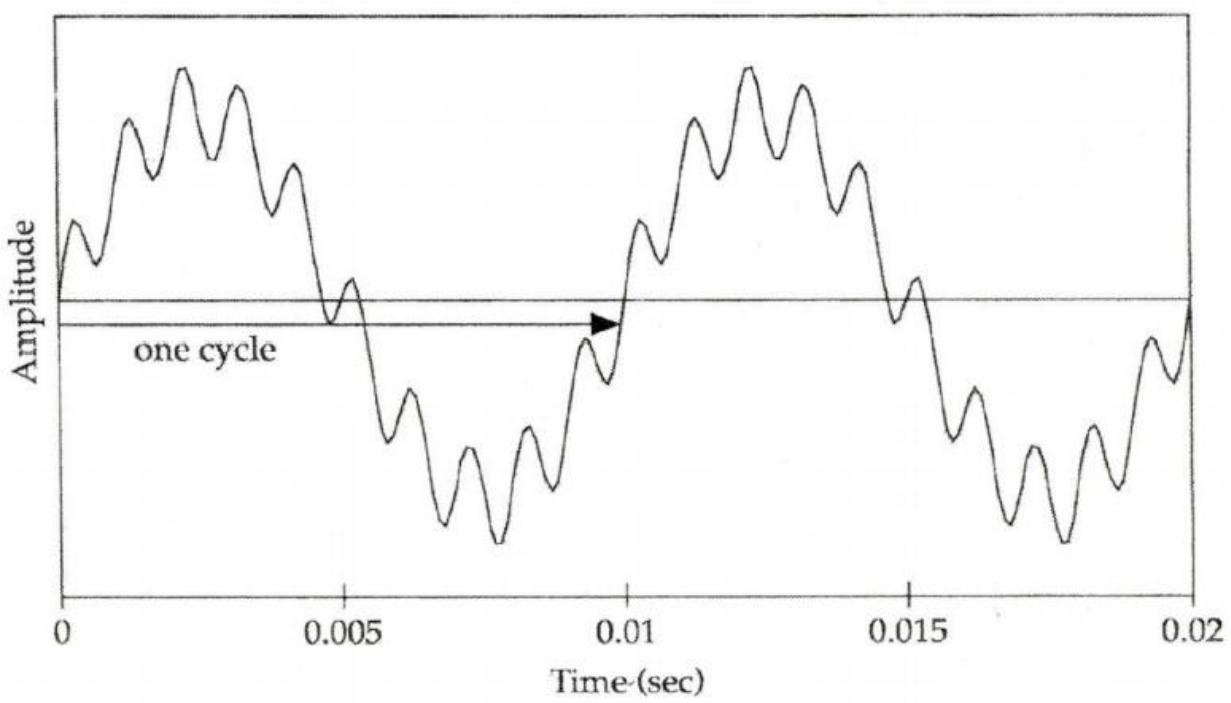
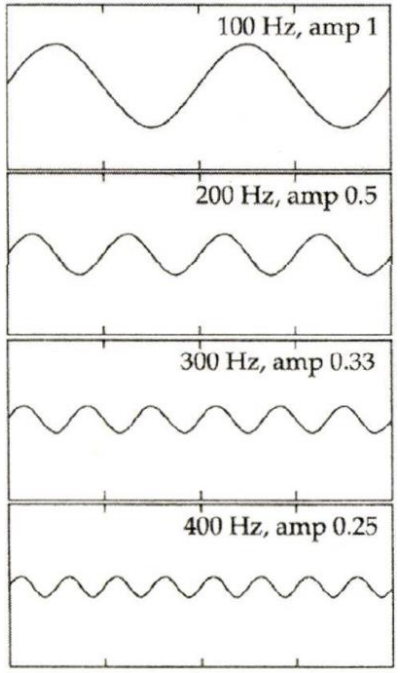
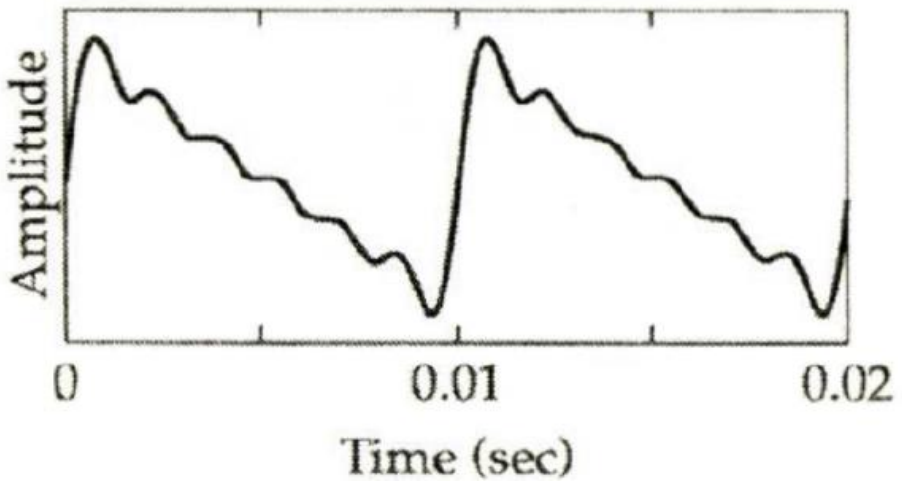


그림 1.5. 100 Hz의 사인파와 1,000 Hz의 사인파를 합성한 복합 주기파. 기본 주파수(F_0)의 한 사이클이 표시되어 있다.

보통 많은 주파수 구성 요소로 이루어져 있기 때 문에 표로 제시하는 것은 비현실적이다. 복합파 의 구성 요소인 단순 사인파를 진폭 대 주파수로 보여주는 그림을 파워 스펙트럼이라 한다.

주파수 (Hz)	100	200	300	400	500
진폭	1	0.5	0.33	0.25	0.2

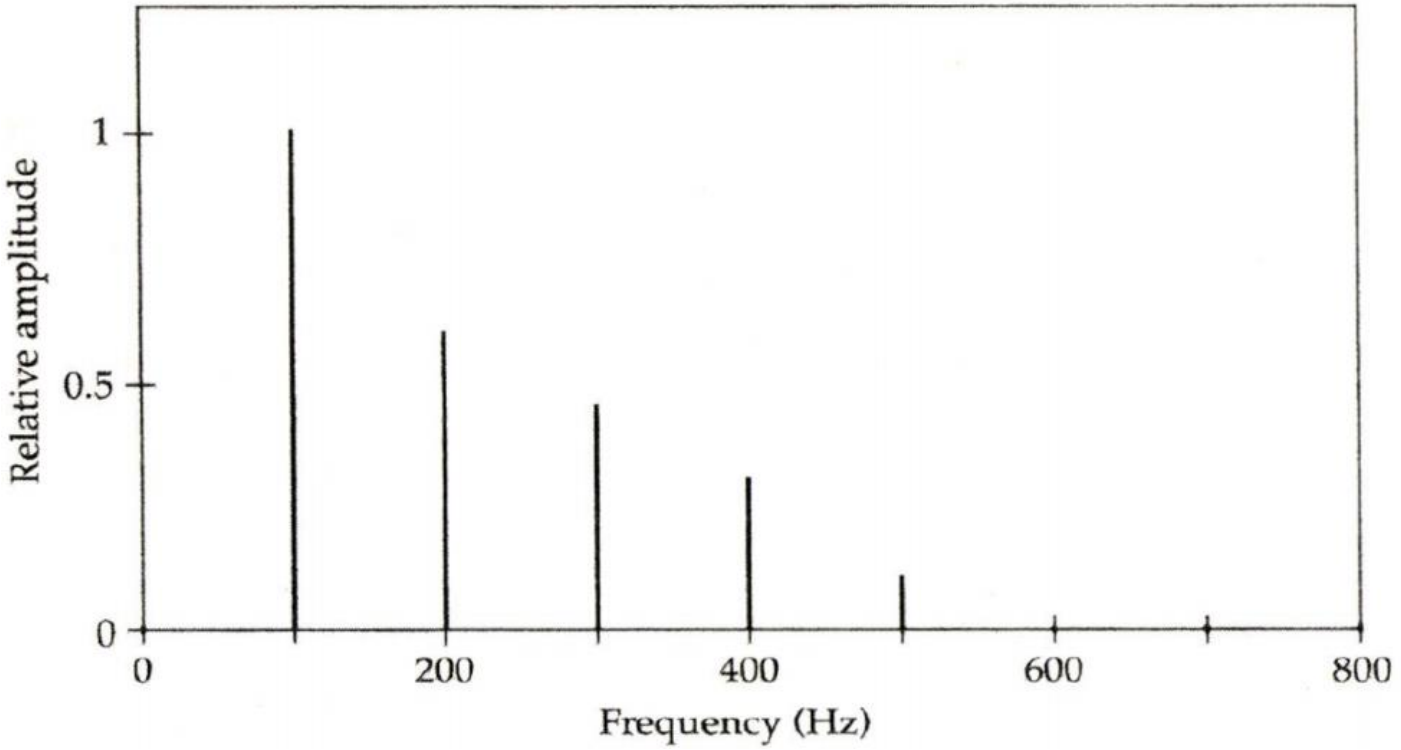




"톱니" 파 모양과 유사한 복합 주기파, 그리고 복합파를 만들기 위해 합성된 사인파들중 주파수가 가장 낮은 사인파 4개

파위 스펙트럼

어떤 복합파라도 주파수 , 진폭 , 위상이 각각 다른 일단의 사인파로 해체할 수 있다. 음파의 이러한 속성은 이 사실을 발견한 17 세기의 수학자 푸리에 (Fourier)의 이름을 따 퓨리에 변환 (Fourier transform)이라 한다.



이전 17 Page에 나타난 복합파의 구성 용인인 단순 주기파의 주파수 진폭을 나타낸 그래프

특정한 **순음은 주파수(frequency), 진폭(amplitude), 위상(phase) 등으로 결정**됩니다. **주파수는 소리의 고저**를, **진폭은 소리의 크기**를 결정 짓습니다. 위상이 순음의 인식에 미치는 영향은 거의 없으나 여러 순음이 합쳐진 복합음(complex sound)의 경우에 각 성분의 위상이 음 인식에 미치는 영향은 다양하다고 알려져 있습니다.

$i^0 = 1$

$i^1 = i$

$i^2 = -1$

$i^3 = (i^2)(i^1) = (-1)(i) = -i$

$i^4 = (i^2)(i^2) = (-1)(-1) = 1$

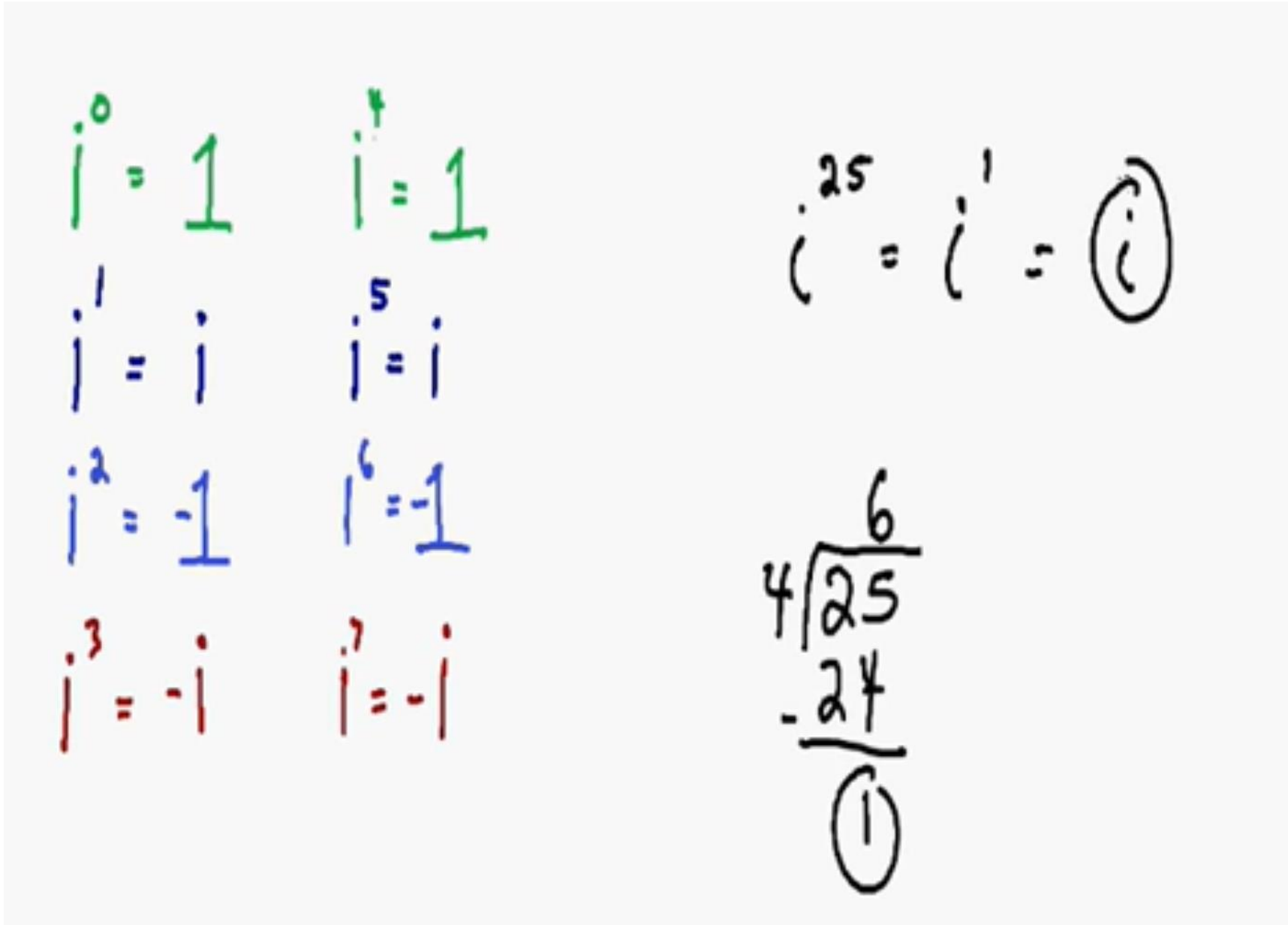
$i^2 = \sqrt{-1}^2$

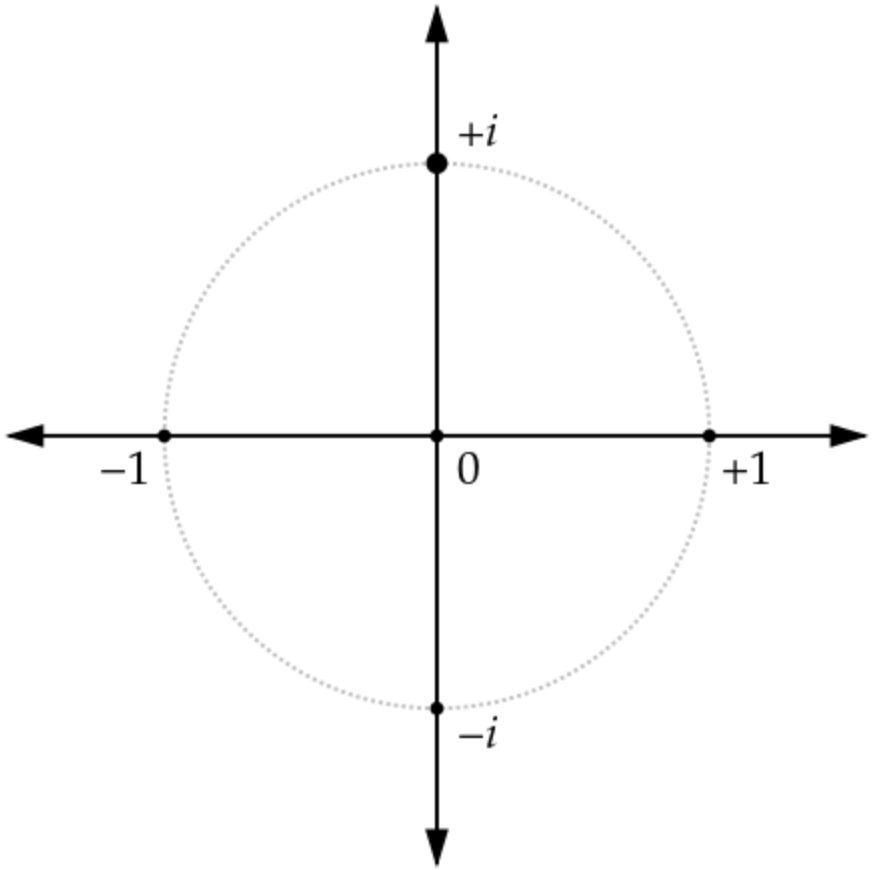
$i^2 = -1$

$i^5 = (i^4)(i^1) = (1)(i) = i$

$i^6 = -1$

$i^7 = -i$


$i^0 = 1$
$i^4 = 1$
$i^1 = i$
$i^5 = i$
$i^2 = -1$
$i^6 = -1$
$i^3 = -i$
$i^7 = -i$
$i^{25} = i^1 = i$
6
4 | 25
-24
1



복소 평면에서의 . 실수는 수평선에 놓이고, 허수는 수직선 위에 위치한다.

Fourier 변환 실습

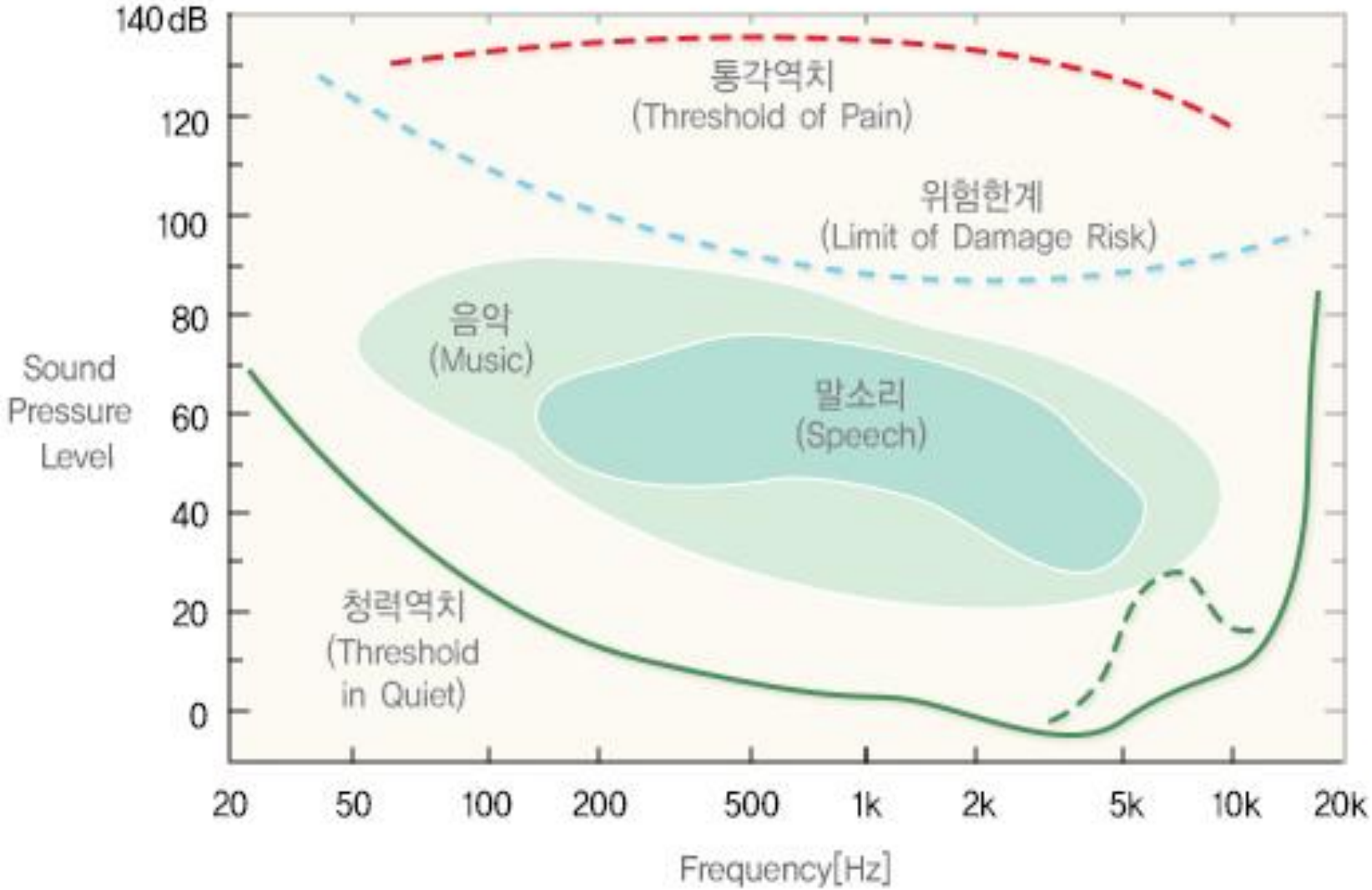
가청역치 (Threshold of Audibility)

최소 가청역치(absolute hearing threshold)는 **검사음의 50% 이상을 인지**할 수 있는, 정적과 겨우 구별할 수 있는 정도의 **최소 강도의 소리**를 말합니다. 최소 가청역치는 환자와 다양한 역치 측정 방법에 따라 차이가 납니다.

청력검사기기에서 사용되는 **청력검사 상의 0(audiometric zero)**이란 청력검사 상의 기준 0점을 말하며, **정상 청력을 가진 사람들의 평균 가청역치**입니다.

큰 소리에 대한 불쾌감은 **불쾌역치**(threshold of discomfort; **TD**, loudness discomfort level; **LDL**, uncomfortable loudness level; **UCL**)라고 부릅니다. 이는 **소리가 불쾌하게 들리기 시작하는 강도**를 말하는 것으로 **120~140dB SPL에서 간지러움 혹은 통증**을 경험합니다. 이것은 촉각이라 추정되며 귓바퀴, 외이도, 고막, 또 다른 중이내 구조의 신경 말단과 관련이 있습니다.

〈그림 인간의 가청역과 소리의 음압 분포〉

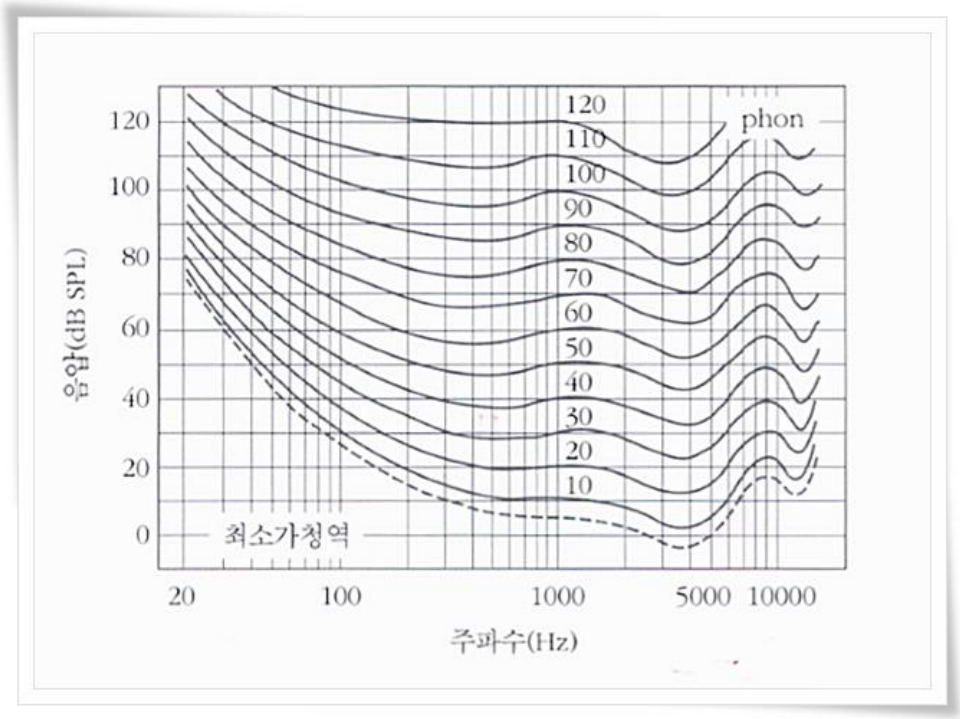


주관적 소리의 크기와 음조

소리의 세 가지 물리적 특성인 주파수, 강도, 주파수역은 인간의 청력 없이도 전기적 기구를 사용하는 물리적 방법으로 쉽고 일관되게 측정될 수 있습니다. 그러나 **인간의 청력만으로만 측정**하여 **주관적 특성을 나타내는 값인 음량(loudness), 음조(pitch)**를 아는 것 역시 중요합니다. 특히 이런 특성들은 주관적 청각과 청감각적 신호에 대한 대뇌 반응을 연구하는 **심리음향학(psychoacoustics)**의 기본적 개념이 됩니다

음량 (Loudness)

음압의 진폭이 커지면 소리가 크게 들리지만, 이들 사이의 관계는 정비례하지 않습니다. 우리가 **주관적으로 느끼는 소리의 강약**을 **음량(loudness)**이라고 합니다. 물리적 음압이 같더라도 주파수가 다르면 음의 강약이 다르게 느껴집니다. 같은 음량 정도를 연결한 것이 **Fletcher-Munson curve**라고도 불리는 **등청감곡선(equal loudness curve)**입니다



이 음량을 정량화한 단위는 phon과 sone입니다. **phon**은 **1000Hz를 기준으로 하여 같은 크기로 들리는 다른 주파수의 SPL 값들을 연결**한 것으로 **1000Hz에서의 dB SPL값**으로 정의합니다. 예를 들어, 1000Hz의 40dB은 40phon으로, 100Hz의 52dB, 10000Hz의 50dB와 같은 크기로 들린다는 것입니다. phon은 실제로 몇 배 크게 들리는가보다는 심리량의 단위로서, 음향 환경에 대하여 쉽게 정량화하는 데에는 사용하기가 어렵습니다. 이를 위해 만든 것이 **sone**으로, **40phon의 1000Hz 순음을 기준으로 만든 음량 척도(loudness scale)가 1 sone**이고, 여기서 소리의 크기가 반 정도로 느껴지면 0.5이라고 할 수 있습니다. sone phon과 sone의 관계는 아래와 같습니다.

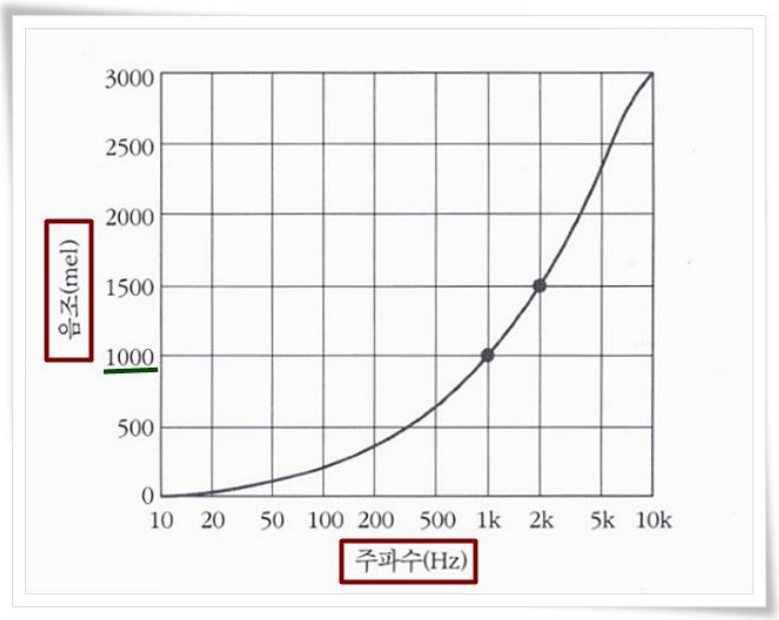
S = 2(P-40)/10

(**S**: sone, **P**: phon)

같은 주파수에서 감지할 수 있는 조그만 음의 크기 변화를 **음의 강도차 판별역치(intensity discrimination limen)**라고 합니다. 이는 자극음에서 인지할 수 있는 가장 작은 변화를 의미하며, 보통 50%의 정확도 확률을 보이는 강도를 역치로 결정합니다.

음조(Pitch)

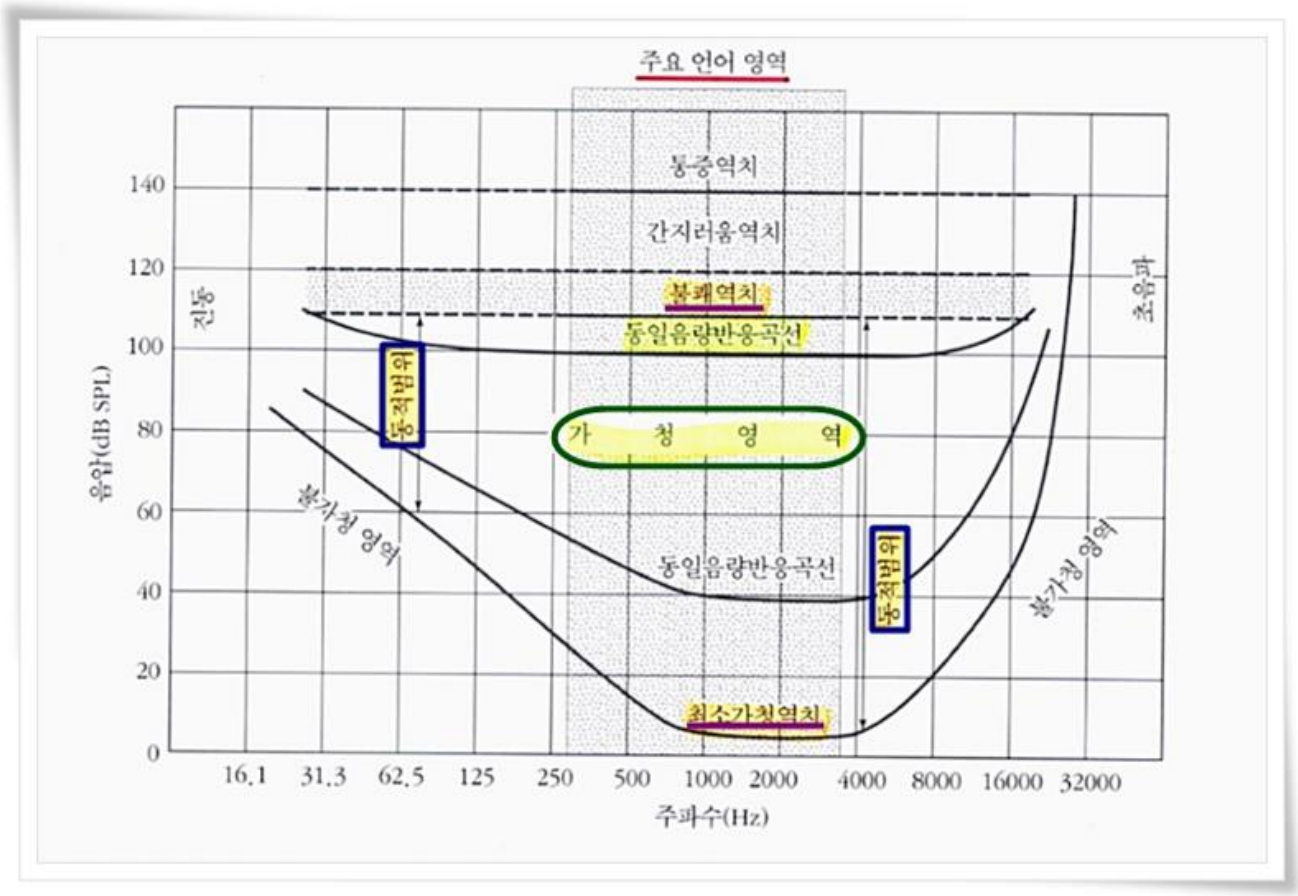
주관적인 음의 고저 감각을 **음조(pitch)**라고 합니다. 음조는 한쪽 또는 양쪽 청력과 밀접한 관계가 있습니다. 음의 주파수가 2배가 된다고 해서 음조도 2배가 되지는 않습니다. 이 음조를 정량화하기 위해서 만든 단위가 **mel**입니다. **1000Hz의 순음을 40dB SPL에서 고정시켰을 때를 1000mel**로 정의합니다. 따라서 2배 높게 들리는 음은 2000mel이 되어 2배의 음조를 느끼게 됩니다.



주파수에 따른 음조의 측정 단위(mel) 그래프 - 음강도는 40dB SPL로 고정

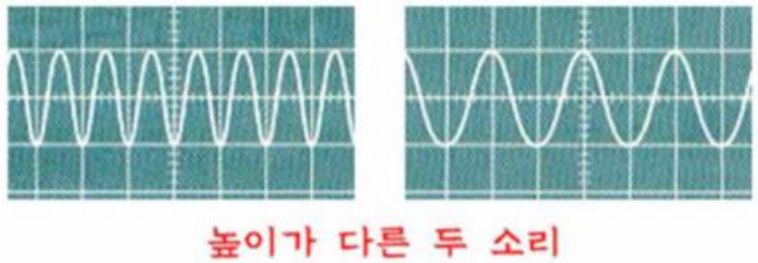
동적 범위 (Auditory Dynamic Range; DR)

가청 영역의 **동적 범위(auditory dynamic range; DR)**는 말을 들었을 때 **불쾌한 소리의 정도와 가청역치의 차이**를 말합니다. 이는 주파수에 따라서 다른데, 중간 주파수 대역보다는 저주파수나 고주파수에서 더 좁습니다.

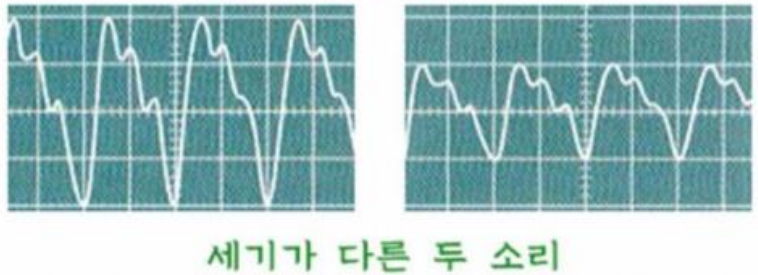


소리에서 얻을 수 있는 물리량

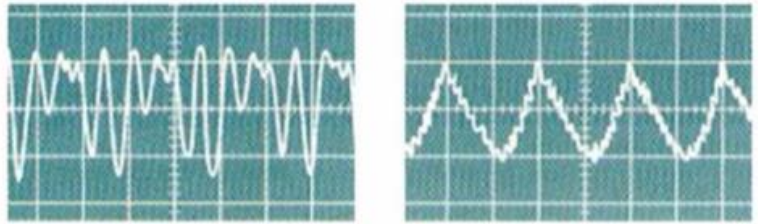
- Amplitude(Intensity) : **진폭**
- Frequency : **주파수**
- Phase(Degress of displacement) : **위상**



높이가 다른 두 소리



세기가 다른 두 소리



맵시가 다른 두 소리

물리 음향

- Intensity : 소리 진폭의 세기
- Frequency : 소리 떨림의 빠르기
- Tone-Color : 소리 파동의 모양

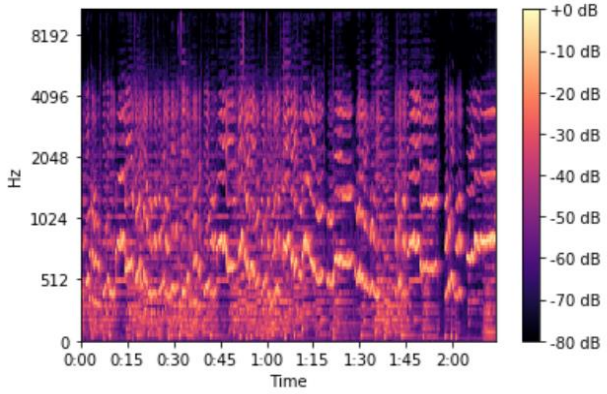
심리 음향

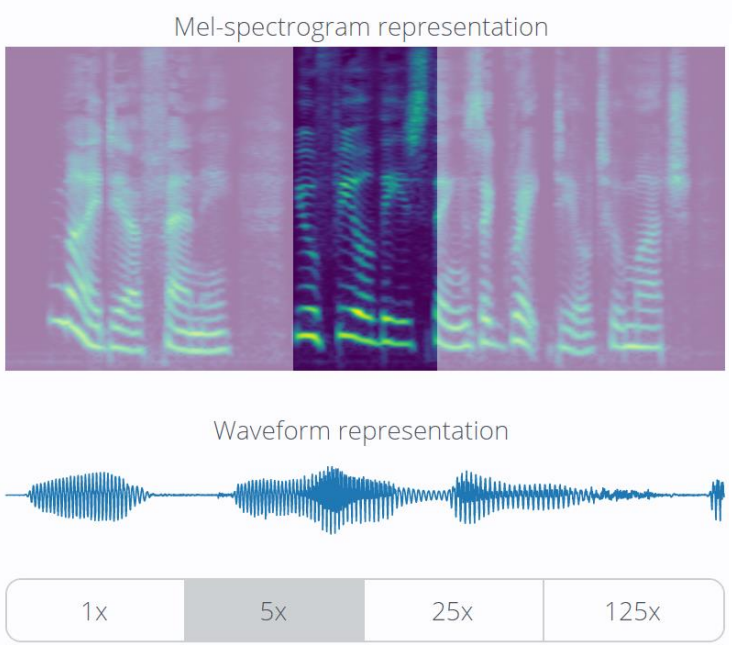
- Loudness : 소리 크기
- Pitch : 음정, 소리의 높낮이 / 진동수
- Timbre : 음색, 소리 감각

https://www.youtube.com/watch?v=s9PQ7qPkluM

The Mel Spectrogram

[9]:
```
S = librosa.feature.melspectrogram(whale_song, sr=sr, n_fft=n_fft,
                                   hop_length=hop_length,
                                   n_mels=n_mels)
S_DB = librosa.power_to_db(S, ref=np.max)
librosa.display.specshow(S_DB, sr=sr, hop_length=hop_length,
                         x_axis='time', y_axis='mel');
plt.colorbar(format='%+2.0f dB');
```





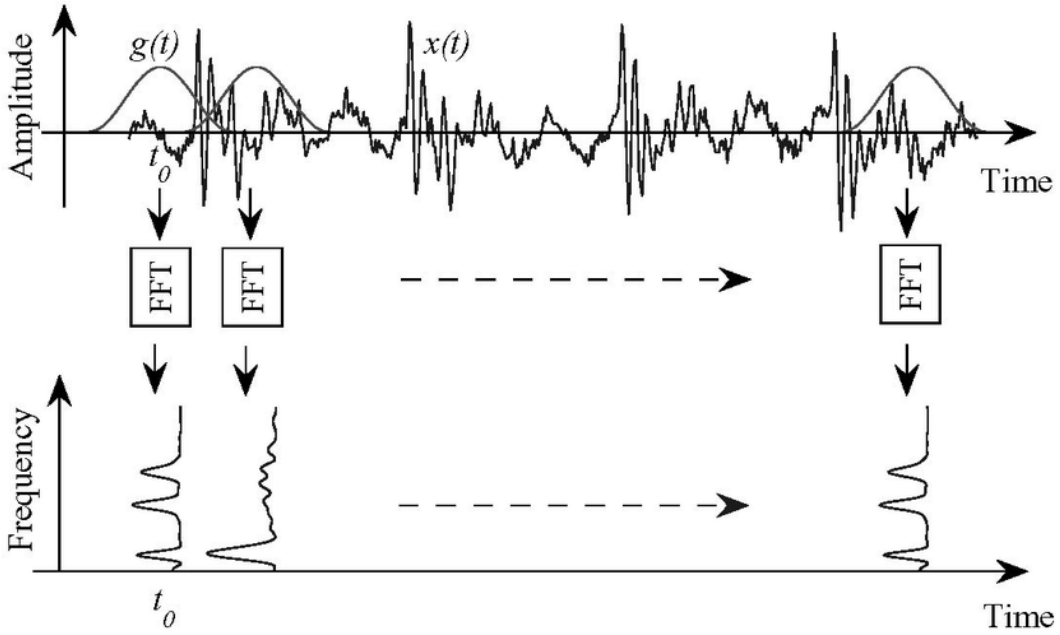
First rows

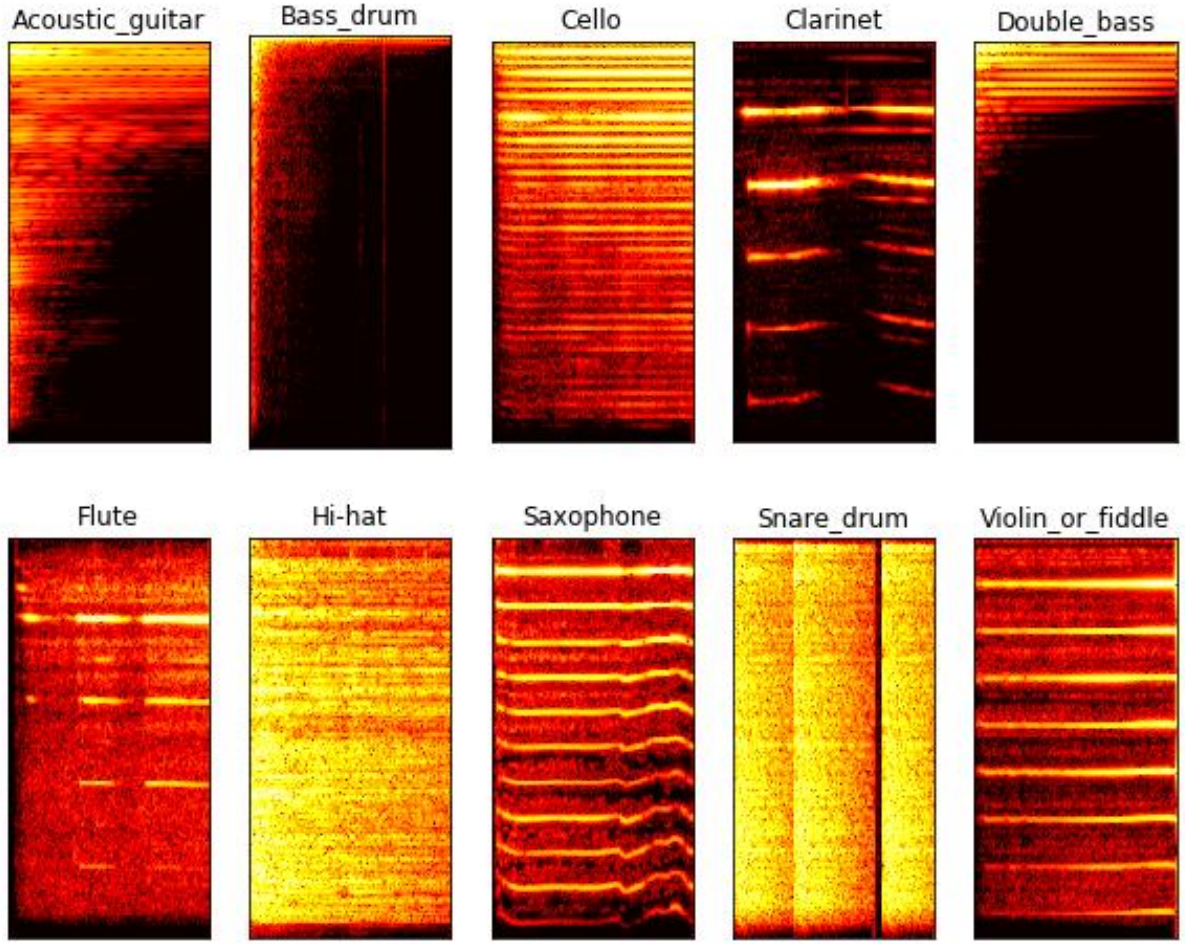
	0	1	10	100	101	102	103	104	105
0	0.071488	0.112931	0.093710	0.003623	0.002465	0.000812	0.001944	0.004218	0.004891
1	0.327453	0.696546	1.089640	0.010338	0.006793	0.005620	0.006476	0.013521	0.017855
2	0.310112	0.253482	0.210603	0.009782	0.007759	0.017301	0.011055	0.008583	0.010366
3	0.010208	0.109415	0.129118	0.020580	0.003772	0.006510	0.011296	0.012814	0.016841
4	0.053919	0.066492	0.029974	0.007042	0.011837	0.012552	0.007069	0.012861	0.014812
5	0.254680	0.086527	0.016534	0.011019	0.005026	0.008153	0.011811	0.008895	0.008429
6	0.208996	0.060032	0.019137	0.016377	0.009610	0.007126	0.014477	0.010154	0.013721
7	0.392639	0.159828	0.190023	0.123125	0.096298	0.053775	0.071976	0.059147	0.069463
8	0.320323	0.092376	0.031002	0.028073	0.022313	0.012524	0.011378	0.007347	0.061672
9	0.108713	0.042663	0.011409	0.142361	0.072162	0.047233	0.037520	0.051558	0.181629

MelNet combines various representational and modelling improvements to yield a highly expressive, broadly applicable, and fully end-to-end generative model of audio.

Short-Time Fourier Transform

Sampling Rate = 16 kHz
Window Length = 25 ms = 400 samples
Step Size = 10 ms = 160 samples
N FFT = 512 samples

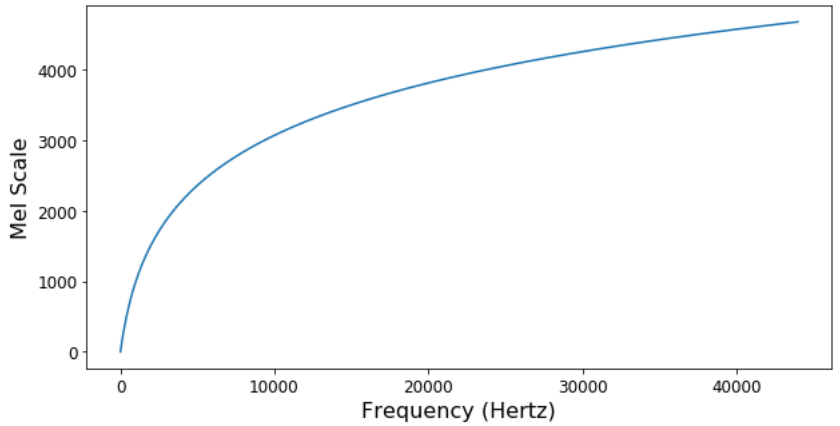


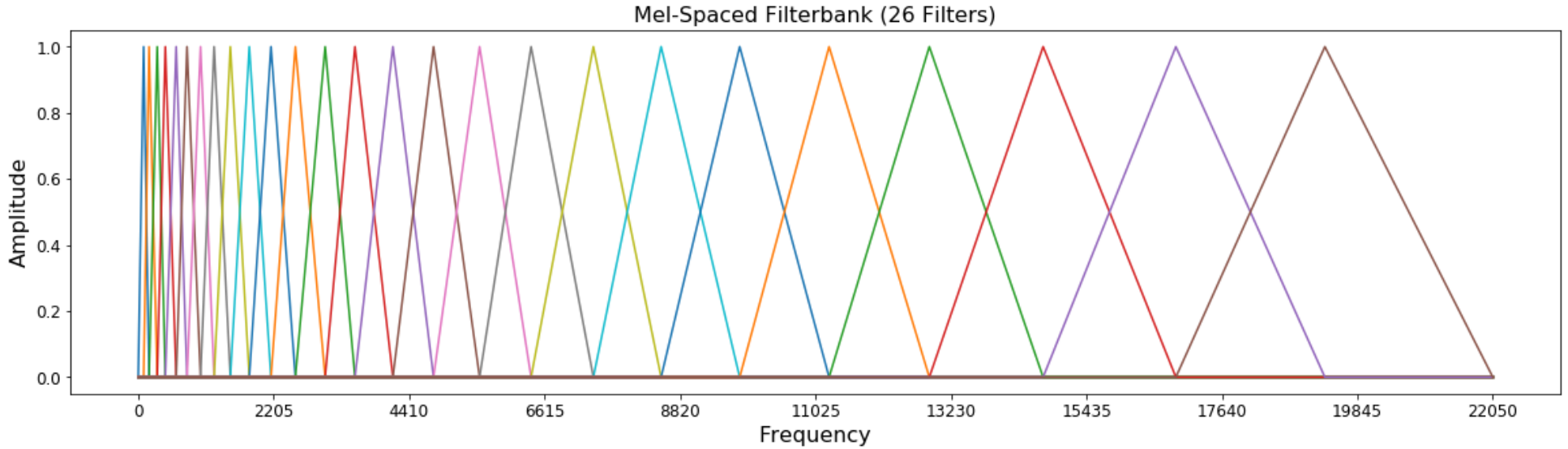


Mel Filterbank

$$M(f) = 1125 \ln(1 + f/700)$$

$$M^{-1}(m) = 700(\exp(m/1125) - 1)$$





표상 (REPRESENTATION)

원래의 것과 같은 인상을 주는 이미지 또는 형상

- **정신적 표상은** 정신 안에서 비교적 일관되게 재생산되는 의미 있는 사물이나 대상에 대한 지각을 일컫는다.
- **관념적 표상은** 사고나 생각의 토대를 제공하는 정신적 표상으로서, 실질적으로는 정신적 표상과 동일하다.
- **본능적 표상은** 자기 표상 안에 존재하는 개인의 욕동(원본능) 측면들을 말한다.

표상은 **자아의 하부 구조를 구성하며 자아 내용물의 일부로 간주된다**.

표상을 쉽게 설명하면

우리가 대상에 대한 지식, 정보를 다룬다고 할 때, 실제 대상을 **그대로 우리 머릿속으로 가져와서 다루는 것이 아니다**. 인간은 실제 대상을 어떤 상징이나 다른 형태로 재표현하여, 즉 **추상화하여 다룬다**.

이러한 점에서 앎, 정보를 '표상(表象; representations)' 이라 한다. 다시 말하여 실물 자체가 아니라, 다시(re-)-나타냄(presentation)의 결과가 우리 마음의 내용이기 때문이다.

예를 들어 우리가 사랑하는 사람을 생각한다고 할 때, 우리의 머리 속에 사랑하는 사람 실물이 들어 있는 것이 아니라, 그 사람에 대한 심상(image)이라던가 다듬어진 생각이나 언어화된 일화나 감정에 대한 기억이 들어있는 것이다. 자동차 한 대, 자동차 세 대라는 생각도 대상 자체가 아니라 심상(Image)이 표상되어서 우리 마음에 남는다고 본다. 즉 실제의 대상이 아니라 '다시-나타내어(표현되어)' 추상화되어진 어떤 내용이 상징으로, 표상으로 우리 마음속에 들어있는 것이다. 마음의 내용들이 곧 표상인 것이다.

사진을 보시고 무엇이 머리에 떠오르시나요?

스프링 – 소라, 다슬기, 용수철, 골뱅이, 꽈배기, X 등 각각의 시선으로 바라봄 반면, 작가인 올덴버그는 인도양 조개에서 모티브로 했고, 다슬기 모양, 한국의 도자기와 한복의 옷고름에서 영감을 받아 제작 했다고 함.

https://www.youtube.com/watch?v=y9lDhy8mhA4&t=537s

쇼펜하우어의 위치

플라톤

이데아

현상계 넘어 이데아를 추구하라

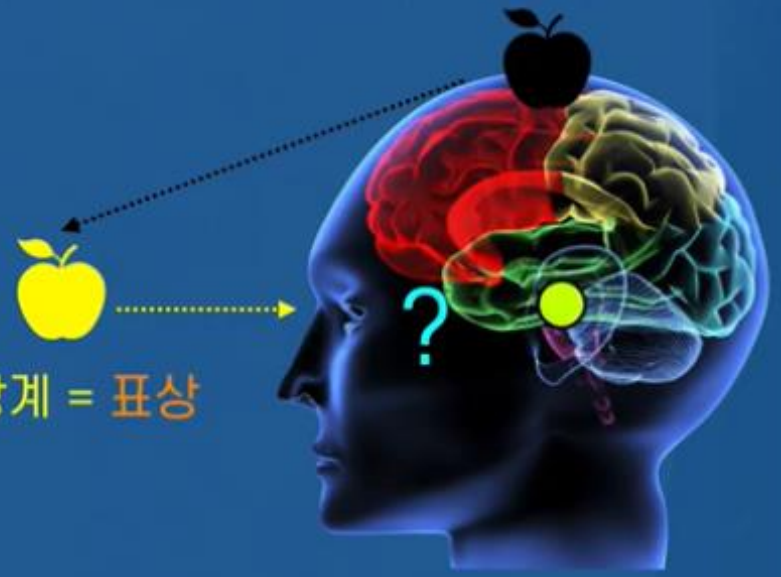
칸트

이데아 = 물자체

인간은 물자체를 인식할 수 없으므로,
현상계에서 보이는 것만
이성으로 올바르게 추구하라

쇼펜하우어

이데아 = 물자체 = 의지



물자체는 욕망이라는 의지이며,
현상계는 의지[욕망]의 표상이므로,
의지를 줄여라

쇼펜하우어의 철학

의지 = 삶의 맹목적 욕망 = 고통

현상계 = 표상

물자체는 욕망이라는 의지이며, 현상계는 의지[욕망]의 표상이므로, 의지를 줄여라

Representation

Optical Character Recognition

심상 표상과 심상 모형

인간은 경험을 통해 사물, 사건, 일, 사람들을 하나씩 표상 함

- 명제적 표상 (propositional representation) : 논리와 기호, 언어 세계와 연관된 표상
- 심상(Mental Imagery) : 대상에 대한 지각적인(perceptual) 특징을 보전하는 특수한 표상 (구체적이고 실제 대상과 근접한 표상, 회화적(picture-like) 표상)
- 심상 모형(mental model) : 위 둘 사이에 존재 (각 개인이 그들의 경험을 이해하고 설명하기 위해 세우는 지식 구조)

회화적 ⟷ 언어적

CAR

표상(표현: representation)의 강조 (Fodor, 1975)

인간과 컴퓨터가 자극 정보를 어떠한 상징으로 기억에 저장한다는 것은 자극 자체를 저장하는 것이 아니라 자극에 대한 표상(표현)을 저장하는 것이며 이는 마음과 컴퓨터 모두가 자극의 정보를 내적 기호(상징)로 변화시켜 기억에 보유한다는 것이다. 따라서 무엇을 안다는 것은 이들 **표상간의 연관을 찾거나 새로운 관계성을 만들어 낸다는 것을 의미한다.** 따라서 앎의 과정에 대한 연구는 자극들이 어떻게 상징(기호) 표상들로 전환되고 또 활용 되는가를 연구하는 것이라 하겠다. 즉 **인지과학의 핵심 연구주제는 마음이나 컴퓨터에서의 표상의 처리과정(계산)과, 표상의 본질 및 그 구조적 특성의 연구**라고 할 수 있다.

핵심어 -> 연관성과 추상화

인간들이 보여주는 다양한 종류의 의사 결정 행동과 문제 풀이 행동 또 학습 등은 내적 표상의 도움이 없이는 불가능한 듯 보이기 때문이다. 인간에게 내적 표상 체계가 있음을 주장하며 포더가 드는 예는 체스 경기이다. 포더에 따르자면, 체스 경기를 할 때 복잡한 수를 마음속으로 이리 저리 두어볼 수 있다는 사실은 우리에게 체스 경기를 표현할 수 있는 표상 체계가 존재함을 증명하는 것이다. 더 나아가 포더는 학습을 위해서도 내적 표상이 요구됨을 지적한다. 학습에는 마음 속으로 가설을 형성하고 수정하는 작업이 요구되는데, 내적 표상이 없다면 그런 가설을 표현할 수 없기 때문이다.

표상의 존재론을 수용하고 나면, 이제 풀어야 문제는 그 같은 표상이 과연 어떤 구조를 가지고 있는가 하는 것이다. 이 문제에 대한 표상적 심리론의 표준적 견해는 표상의 구조가 마치 자연 언어 같다는 것이다. 이른바 **사고 언어 가설**(language of thought hypothesis)로 불려지는 이같은 생각은 포더에 의해 최초로 제안되었으며, 오늘날에는 대부분의 표상적 심리론자들에 의해 어떤 형태로든 수용되고 있다.

포더는 특히 사고 언어 가설

인간의 언어 습득과 의사소통의 핵심적 국면을 설명하기 위한 일종의 '최선의 설명'으로서 요구된다는 점을 강조함.

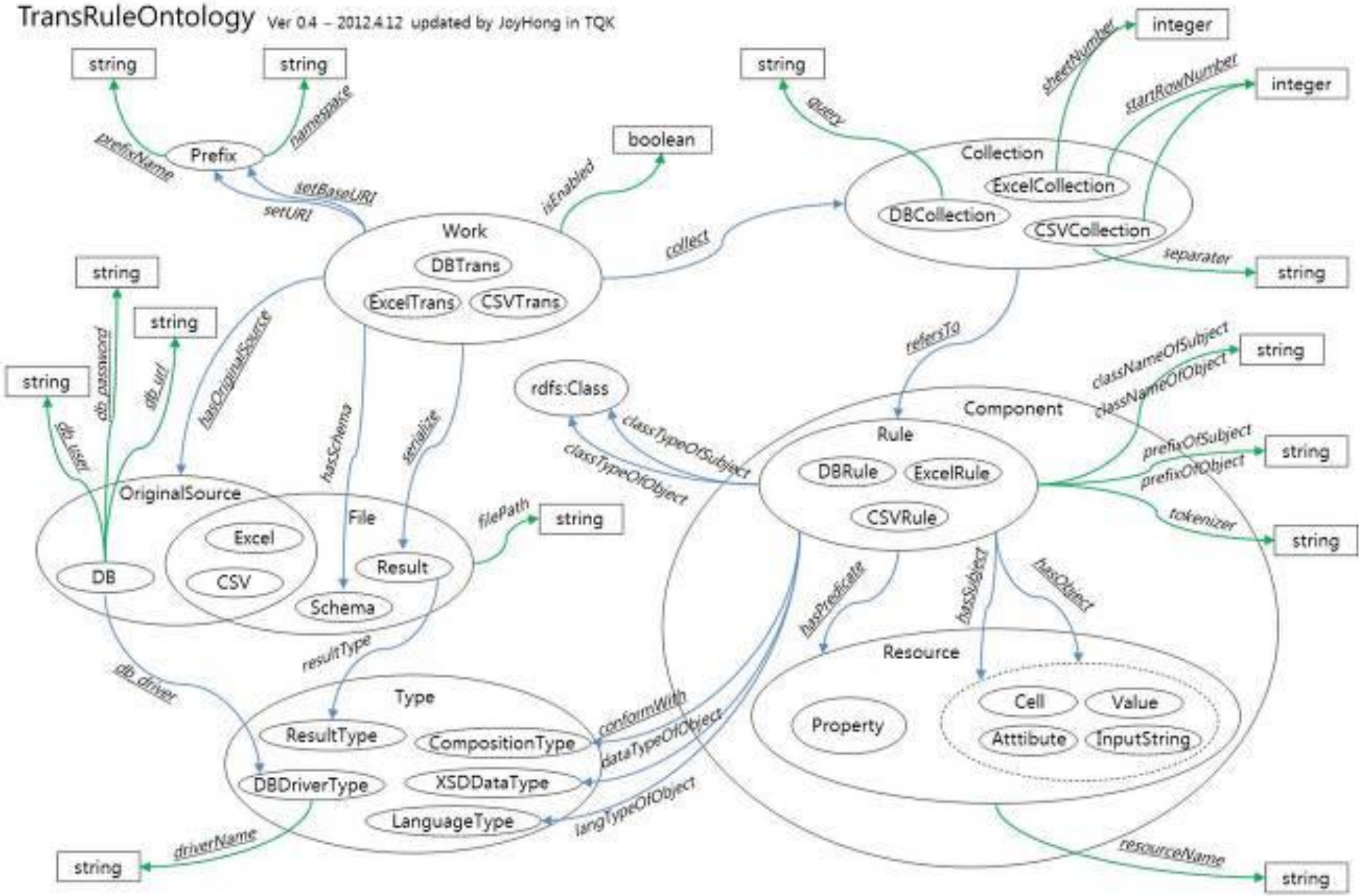
사고언어가설(language of thought hypothesis)과 계산주의 마음이론(computational theory of mind)을 주창한 철학자다. 사고언어가설이란 인간의 마음이 언어 구조와 동일한 구조를 가졌다는 이론이다. 인간의 자연 언어는 의미론적 성질과 통사적 성질을 갖는 언어들로 이루어져있으며 이 두 성질을 동시에 갖는 것들은 기호라고 불린다. 이 가설에 따르면 인간의 인지는 자연언어가 의미론적 성질과 통사적 성질을 갖는 것과 마찬가지로 동일한 구조를 가졌다. 계산주의 마음이론은 이런 사고언어가설을 토대로 하고 있다. 즉 마음(인지)는 앞에 설명한 바와 같은 언어적 구조를 가졌는데 이 구조는 기호 논리학에서의 추론 과정의 형식을 지녔으며 단일한 명제들의 결합을 통해 부분에서 전체로 인지적 구조가 형성된다. 계산주의 마음이론은 컴퓨터나 인간이나 이런 식의 정보처리시스템을 가졌다고 보는 철학적 입장이다.

흥미로운 점은 포더는 초창기 본인이 주장하던 계산주의 마음이론을 비판했다는 것이다. 포더에 따르면 마음은 계산주의 마음이론에서 설명하는 것처럼 단순하지 않으며 (대중에서의 인공지능에 대한 의견과 다르게) 현대 인지과학은 마음의 본질을 밝히려면 한참 멀었다고 한다.

그렇다고 계산주의 마음 이론을 완전히 부정한 것은 아니다. 포더의 요지는 말단 인지는 계산주의로 설명할 수 있지만, 중앙 인지는 그렇지 못하다는 것이다. 중앙 인지가 계산주의로 설명될 수 있는지의 문제는 진화심리학과도 관련이 있다. 계산주의는 인지가 모듈적이라는 주장과 연관이 있는데, 포더는 말단 인지는 모듈적이지만 중앙 인지는 모듈적이지 않다고 주장하고 진화심리학자들은 말단 인지뿐만 아니라 중앙 인지까지 모듈적이라고 주장한다.[1] 이와 관련해 포더가 내놓은 책이 '마음은 그렇게 작동하지 않는다'인데, 제목은 진화심리학자인 스티븐 핑커의 책 '마음은 어떻게 작동하는가'를 겨냥한 것이다. 유의할 점은 포더 본인의 자연선택설에 대한 비판적 입장과는 별개로, 진화심리학 비판이 곧 진화론 비판은 아니라는 것이다. 진화심리학 항목을 보면 알 수 있듯이 진화심리학은 기존 진화생물학계에서도 아직 여러 가지 비판을 받고 있는, (적어도 아직까지는) 충분히 발달되지 않은 학문이다.

[출처] https://namu.wiki/w/%EC%A0%9C%EB%A6%AC%20%ED%8F%AC%EB%8D%94

정보처리적 패러다임의 인지과학은 마음에 대한 보는 틀을 이와 같이 상정하고 나서, 정보처리체계로서의 마음의 작용을 감각, 지각, 학습, 기억, 언어, 사고, 정서 등의 여러 과정으로 나눈 다음, 각 과정에서 어떠 한 정보처리가 일어나는가, 각 과정들은 어떻게 상호 작용 하는가를 묻고, 각 과정에서 어떠한 정보(지식)구조, 즉 표상(표현)구조가 관련 되는가를 규명하려 한다. 따라서 마음의 현상, 즉 심리적 사건은 정보의 내용 및 정보를 처리하는 사건으로 개념화 되어지는 것이다.


TransRuleOntology Ver 0.4 – 2012.4.12 updated by JoyHong in TQK
string
string
prefixName
Prefix
namespace
setBaseURI
setURI
boolean
isEnabled
Work
DBTrans
ExcelTrans
CSVTrans
collect
string
query
integer
sheetNumber
integer
startRowNumber
Collection
ExcelCollection
DBCollection
CSVCollection
separater
string
string
string
db_password
db_url
db_user
hasOriginalSource
hasSchema
serialize
OriginalSource
DB
File
Excel
CSV
Result
Schema
filePath
string
rdfs:Class
classTypeOfSubject
classTypeOfObject
refersTo
Component
Rule
DBRule
ExcelRule
CSVRule
classNameOfSubject
classNameOfObject
string
prefixOfSubject
prefixOfObject
string
tokenizer
string
hasPredicate
hasSubject
hasObject
Resource
Property
Cell
Value
Atttibute
InputString
resourceName
string
db_driver
resultType
Type
ResultType
CompositionType
DBDriverType
XSDDataType
LanguageType
conformWith
dataTypeOfObject
langTypeOfObject
driverName
string

노만(D. Norman), HCI에 심성 모형의 개념을 처음 도입

컴퓨터와 관련되어 사람들이 갖고 있는 심성 모형은 대개 부정확(1983) 좋은 인터페이스 제공을 통해 사용자의 심성 모형이 정확히 형성될 수 있게 도와준다면 (인지적) 사용성은 올라갈 것이라 함.

Norman이 제시한 세 개의 다른 모형

심성 모형 (mental models)

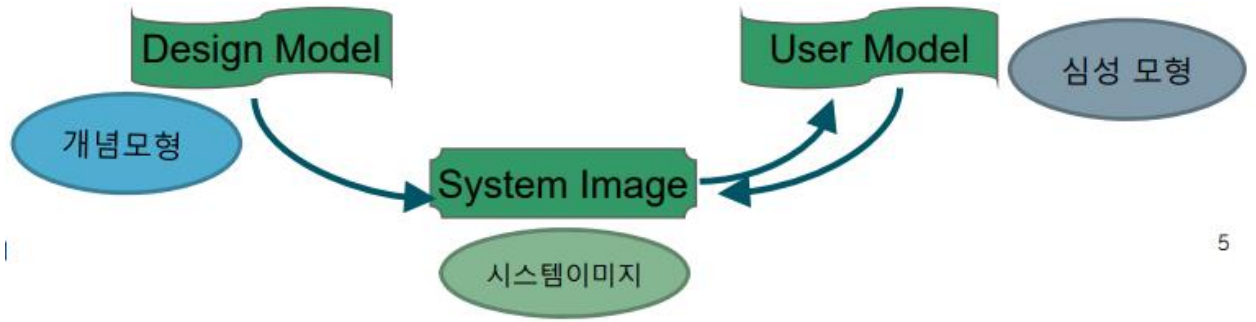
- 사용자가 시스템을 사용하는데 필요한 표상

개념 모형 (conceptual models)

- 시스템 디자이너가 가지고 있는 시스템의 정확한 모형
- 심성 모형과 개념 모형은 다를 수 밖에 없고, 사용자들 사이의 심성 모형도 다름

시스템 이미지 (system image)

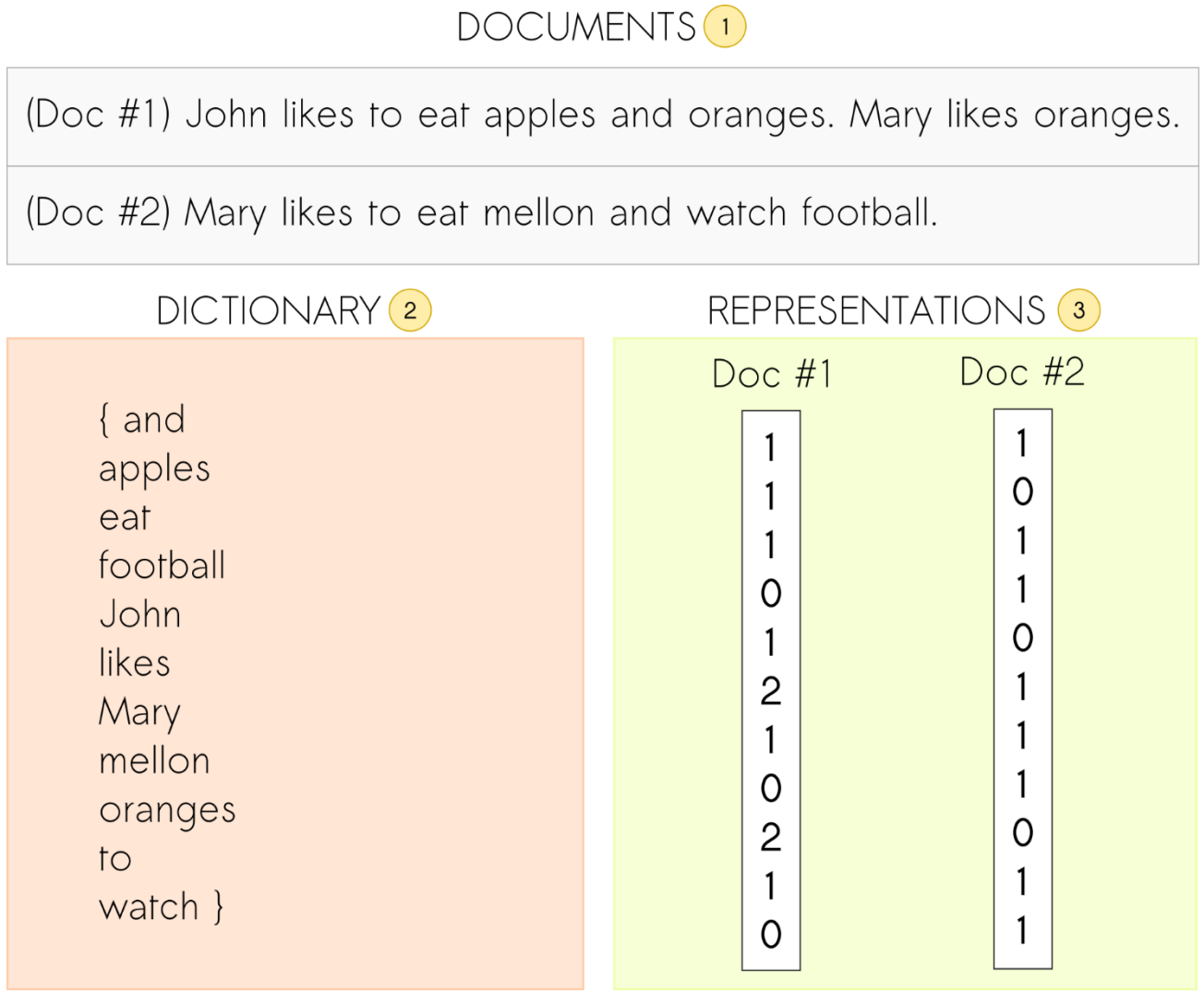
- 사용자와 디자이너의 대화는 시스템을 통해서 발생(시스템 = 매개자)
- 시스템의 인터페이스/동작/반응을 통해 둘 사이의 소통이 이루어짐
- 시스템이 사용자에게 줄 수 있는 중요한 표상은 외형 표상



표상 학습(Representation learning)

표상 학습(representation learning) 혹은 특성 학습(feature learning)은 직접적인 데이터 대신, 유용한 정보를 더 쉽게 추출할 수 있게 만들어진 데이터의 표상(representation)을 통해 분류기나 다른 예측 기계를 학습시키는 것을 뜻한다. -> **Neural Networks**

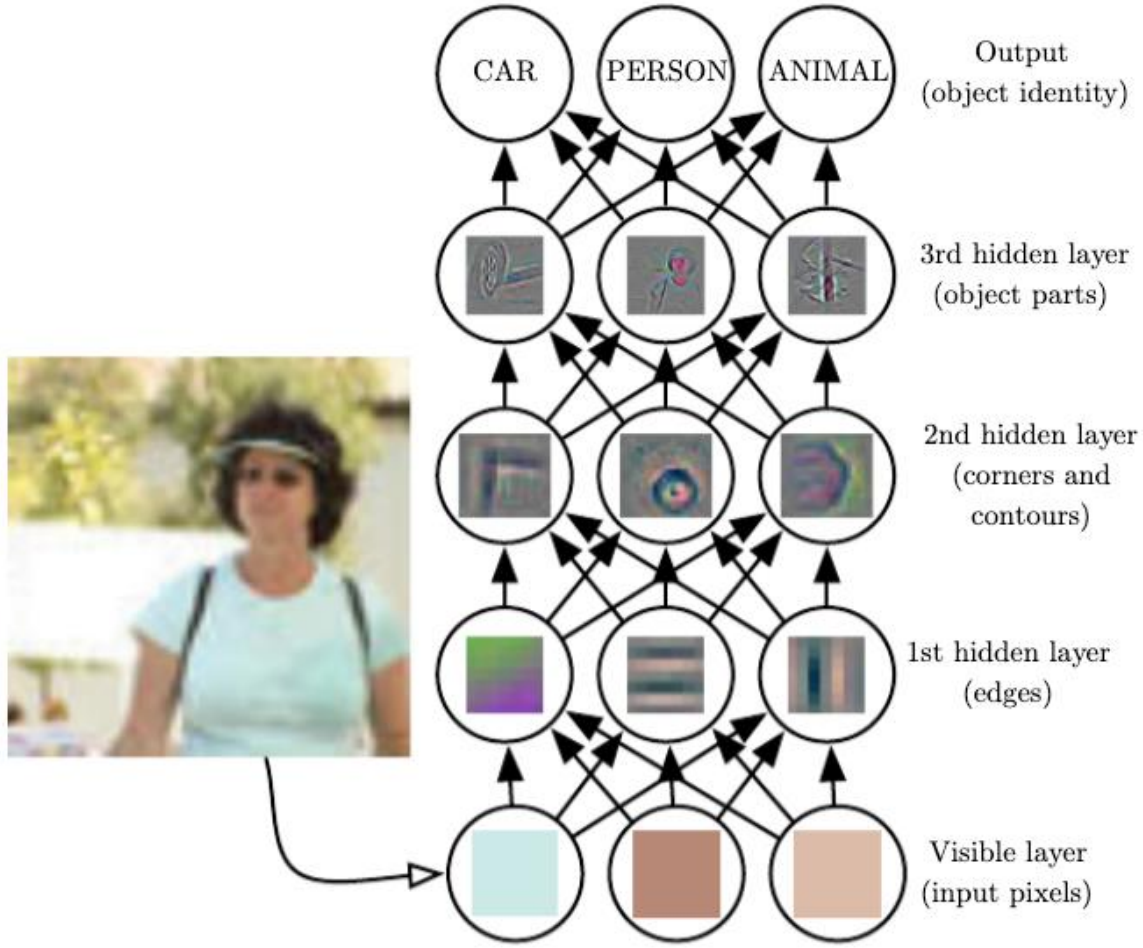
확률적으로 좋은 표상은 입력을 설명할 수 있는 내재적인 설명 요인들의 posterior 분포를 포함할 때가 많다. 대화 인식, 신호 처리, 물체 인식, 자연어 처리와 같은 분야들에서 표상 학습 방법론은 실증적인 성공을 이루어 냈으며, 다양한 확률 모델과 인공 신경망, 그리고 딥러닝이 자동으로 표상 학습을 위한 특성 추출에 이용된다.



From a set of documents, build a dictionary containing the set of unique words, then each document is represented as a feature vector containing the count (the number of times) of each word in that document.

https://sthalles.github.io/a-few-words-on-representation-learning/

Deep Learning Model



Deep neural networks learn representations by combining simple concepts to derive complex structures in a hierarchical pipeline. Each layer iteratively refines the information from the layers before. In the end, a classifier takes the transformed representations and draws linear boundaries among the classes.

실습 파일

https://github.com/JSJeong-me/Sound

정 준 수 Ph.D.

jsjeong@hansung.ac.kr

소프트웨어를 아는 자가 미래를 연다!