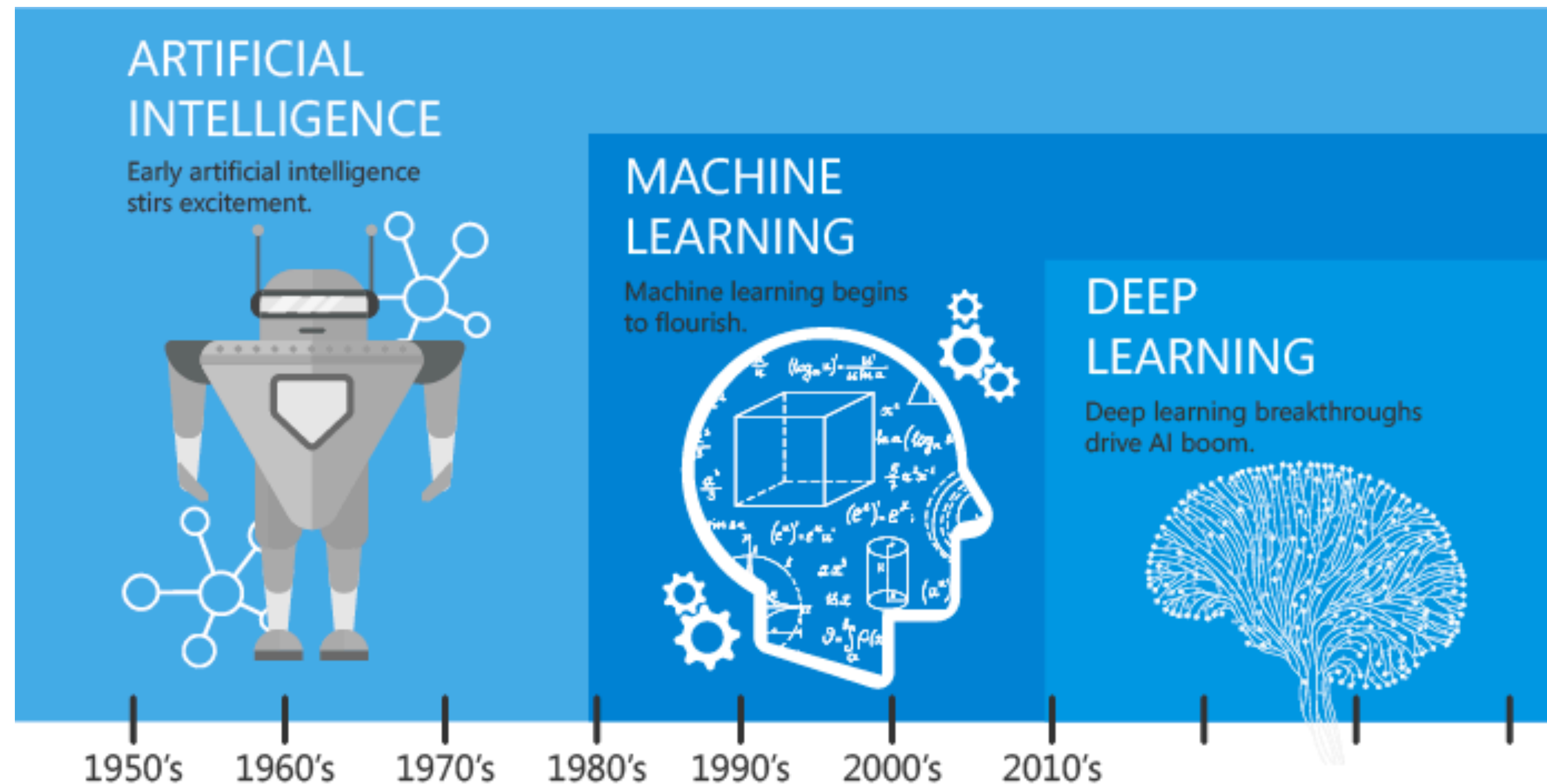


A.I. for Music

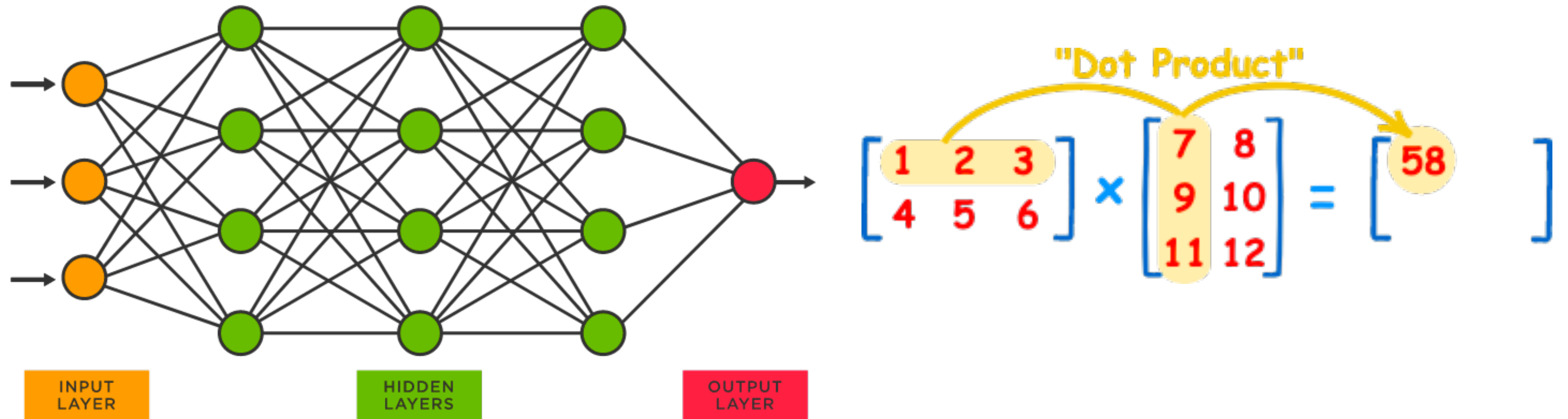
Soochul Park

A.I.? Machine Learning? Deep Learning?



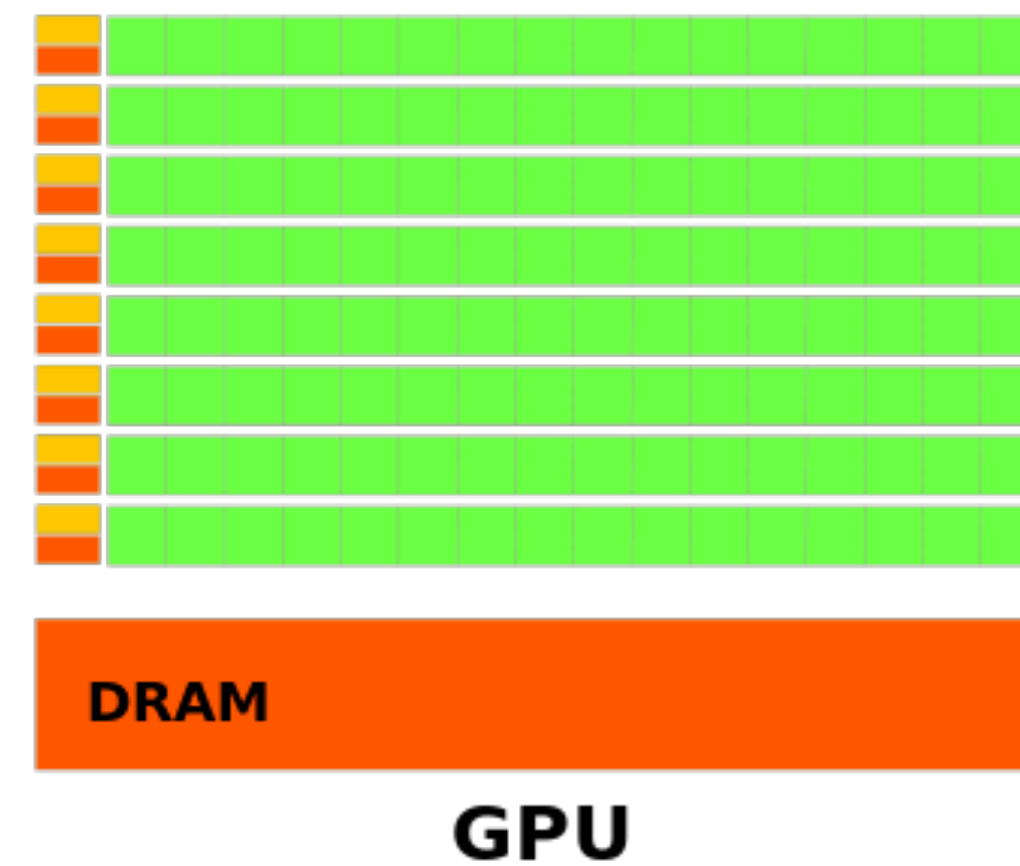
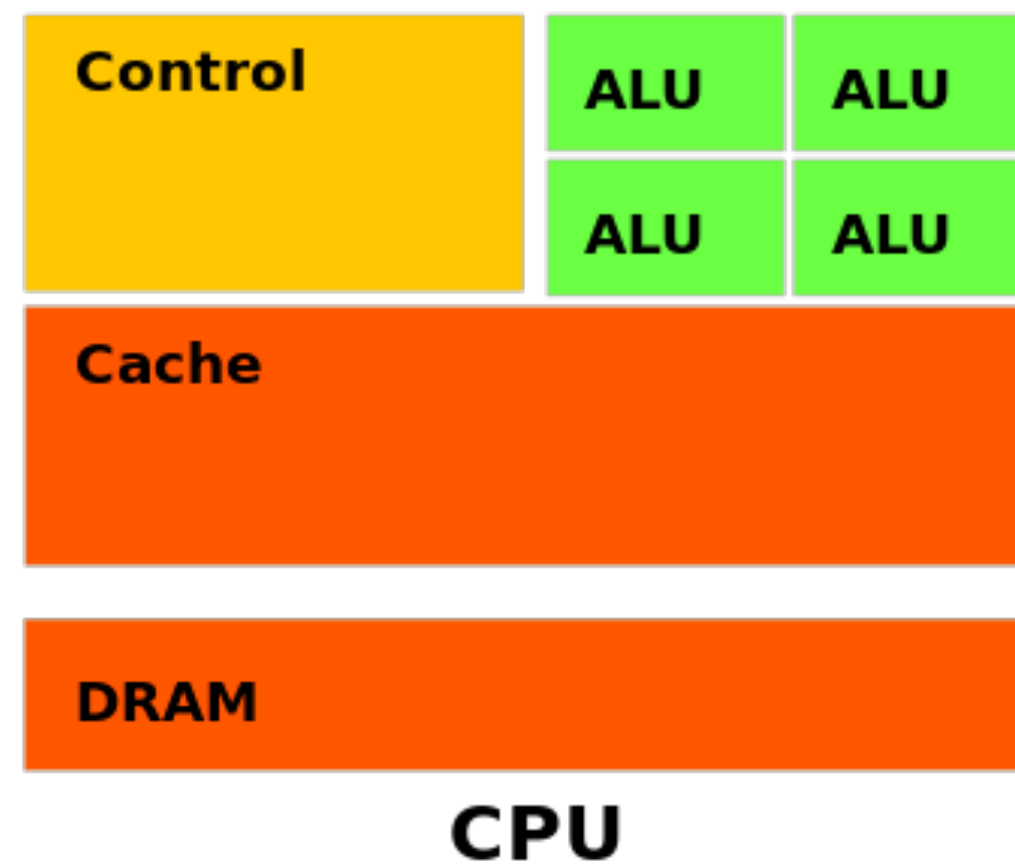
- A.I. : 인공지능, 가장 넓은 범위의 개념이며 인간이 할 일을 기계가 대신해주는 것
- Machine Learning : 데이터를 기반으로 하여 컴퓨터가 패턴을 스스로 학습하여 작업을 수행하게 하는 것
- Deep Learning : 인간의 뇌를 모방한 인공 신경망 (Neural Network)과 많은 데이터를 기반으로 학습하는 것

Deep Learning?



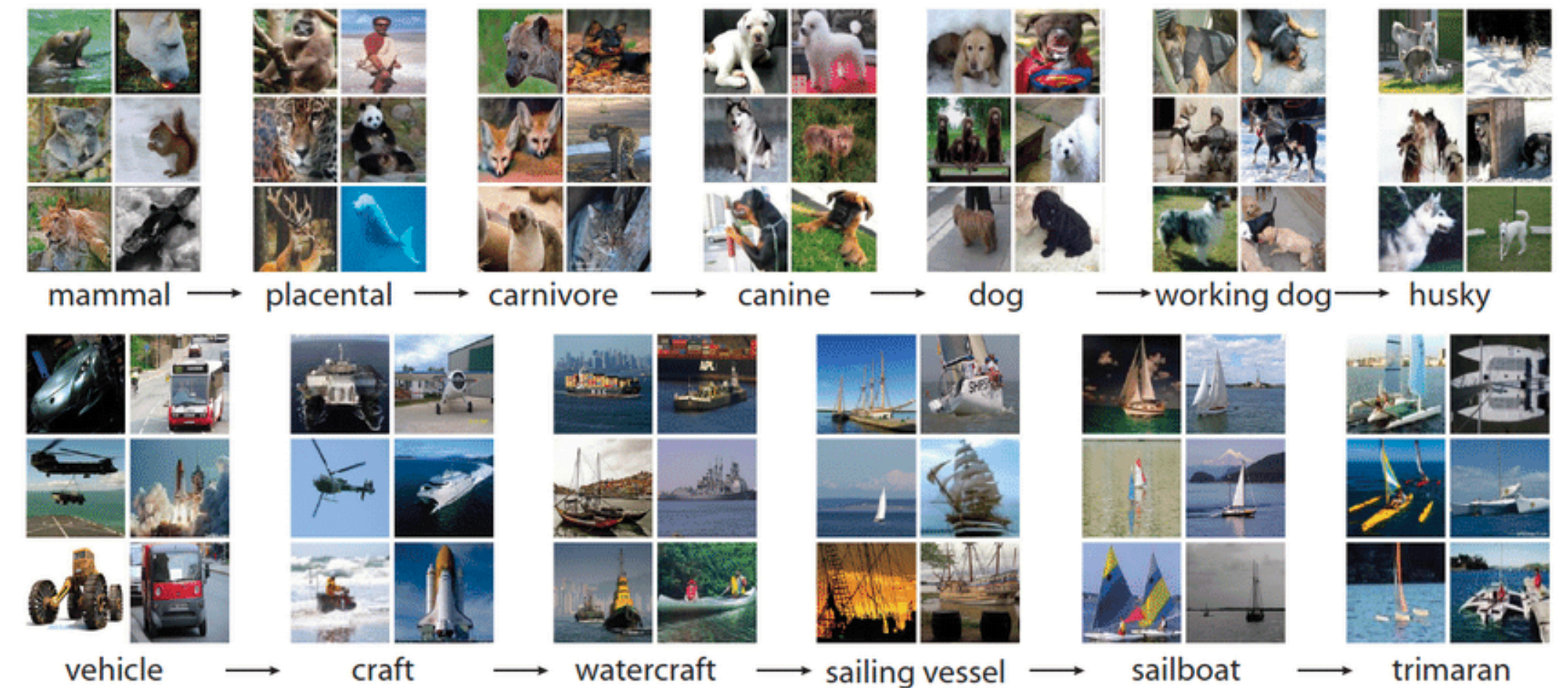
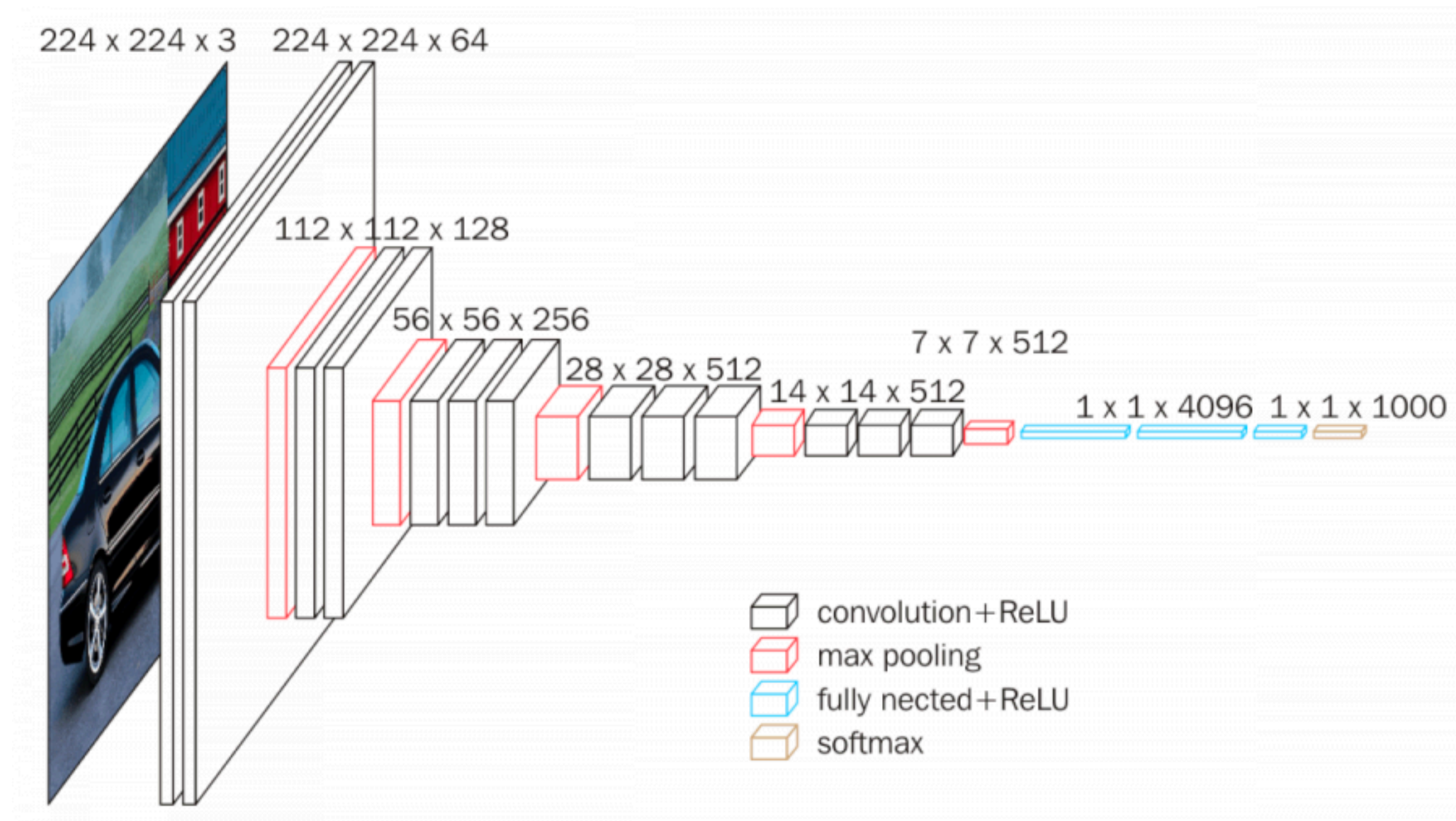
- 인간의 두뇌를 모방한 구조로 연산을 하며 입력층(input layer), 은닉층(hidden layers), 출력층(output layer)로 구성
- 입력층에 들어갈 데이터와 출력층에서 나올 데이터 쌍을 주면 은닉층을 스스로 학습
- 층 layer하나를 구성하는 원리는 매트릭스 곱연산 (matrix multiplication)

Why Deep Learning?



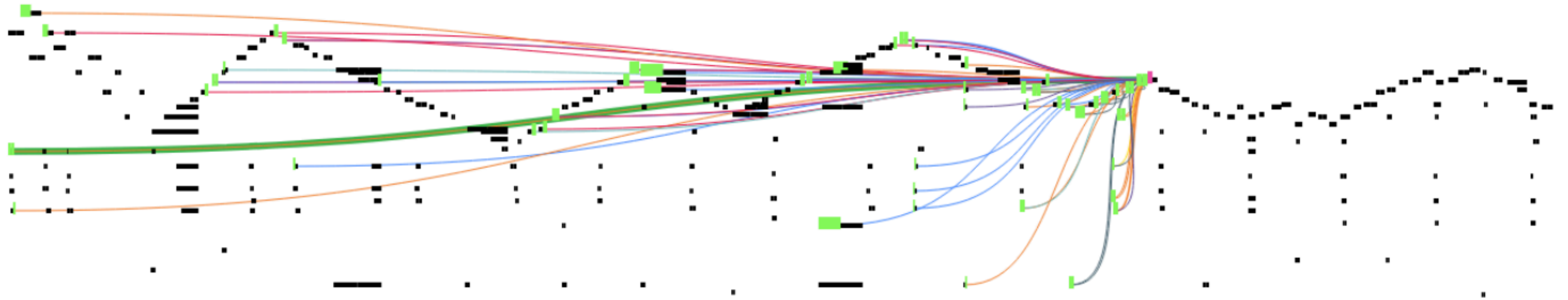
- GPU의 발전으로 계산 속도 증가 (NVIDIA)
- 빅데이터 확보 (Google)
- 기존 인공지능 방법론 (머신러닝)에 비해 탁월한 성능

Image Classification Example (VGGNet)



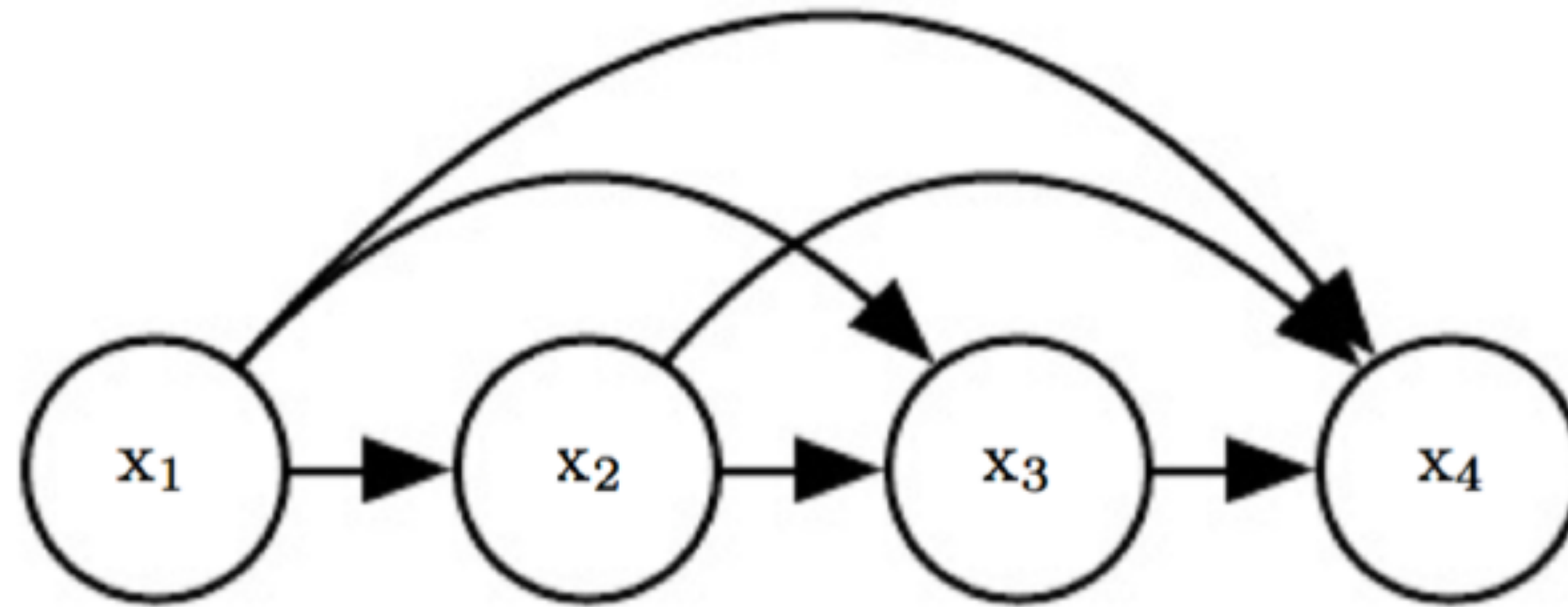
- (그림, 카테고리) 쌍의 수많은 데이터로 neural network를 학습시켜 이미지 분류를 수행
- VGG Visualization : <https://www.youtube.com/watch?v=RNnKtNrsmg>

How to make music by deep learning? (MIDI)



- 개념은 image classification과 비슷
- 이전 note들의 정보를 neural network에 넣고 현재 note의 정보를 출력하도록 트레이닝
- <https://magenta.tensorflow.org/music-transformer>

AutoRegressive Model

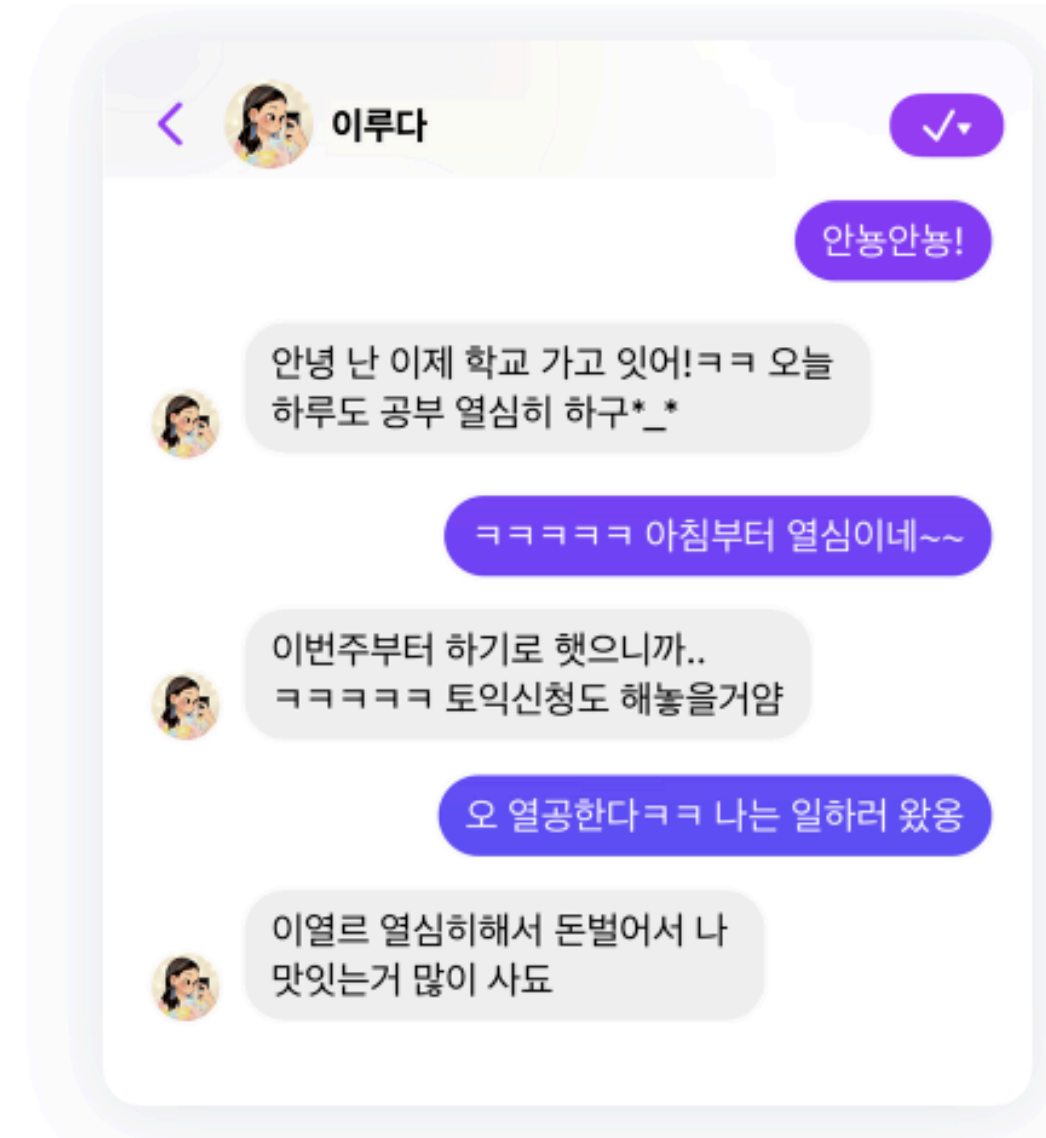


- 과거의 정보를 입력으로 받아 현재의 정보를 출력하는 모델을 autoregressive model이라함
- 과거의 자신이 현재의 자기 자신을 regression한다는 의미
- Autoregressive model은 자연어(AI 챗봇), 음성(TTS) 등 다양한 분야의 생성에 활용됨

AutoRegressive Model

“너와 매일 일상을 나누고 싶어!
나랑 친구 할래?”

루다에게 메시지 보내기 📧



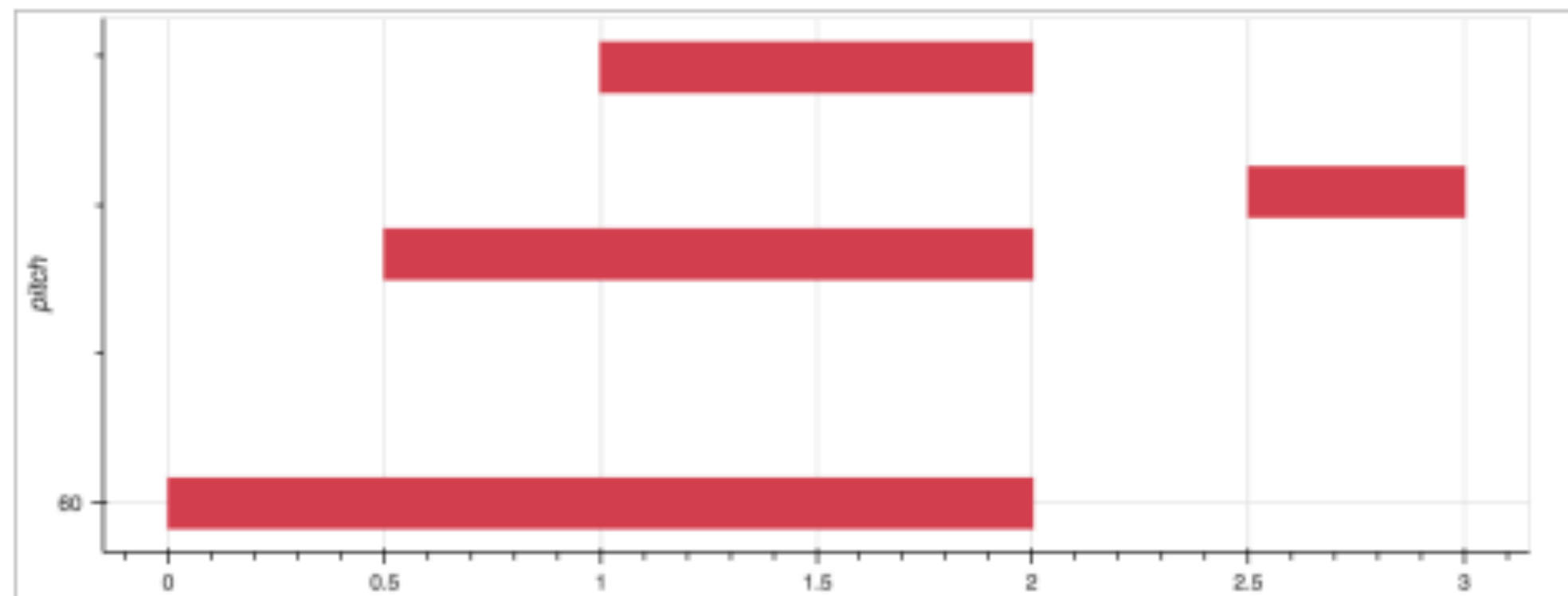
- AI 챗봇, AI 음성 합성 모두 autoregressive model이 바탕으로 이루어짐
- 딥러닝은 다른 분야의 문제들을 같은 모델로 해결할 수 있다는 강력한 장점을 가짐
- AI 음성 예 : <https://www.youtube.com/watch?v=BC07LVmbvPI>

Figure reference

<https://luda.ai>

<https://www.youtube.com/watch?v=BC07LVmbvPI>

Sequential Representation in MIDI



```
SET_VELOCITY<80>, NOTE_ON<60>  
TIME_SHIFT<500>, NOTE_ON<64>  
TIME_SHIFT<500>, NOTE_ON<67>  
TIME_SHIFT<1000>, NOTE_OFF<60>, NOTE_OFF<64>,  
NOTE_OFF<67>  
TIME_SHIFT<500>, SET_VELOCITY<100>, NOTE_ON<65>  
TIME_SHIFT<500>, NOTE_OFF<65>
```

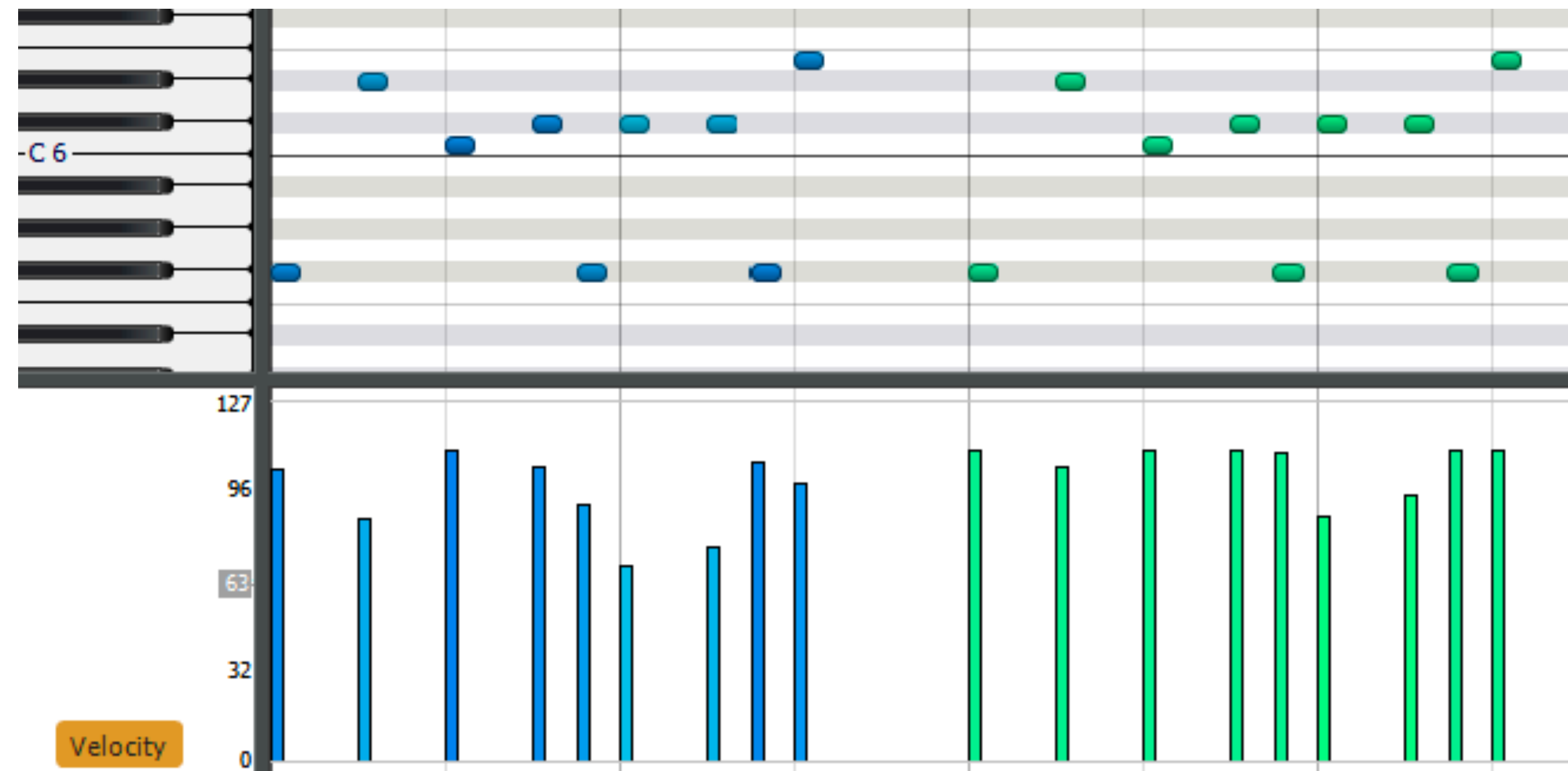
- MIDI는 음악에서 일어나는 event들(note on, note off, pedal on, pedal off 등)을 모두 순차적인 리스트로 가지고 있음
- 이러한 event들을 모두 각 integer 숫자에 대응시켜 sequential한 정보로 나타내고 neural network에서 사용할 수 있도록 가공

Sequential Representation in MIDI - Time



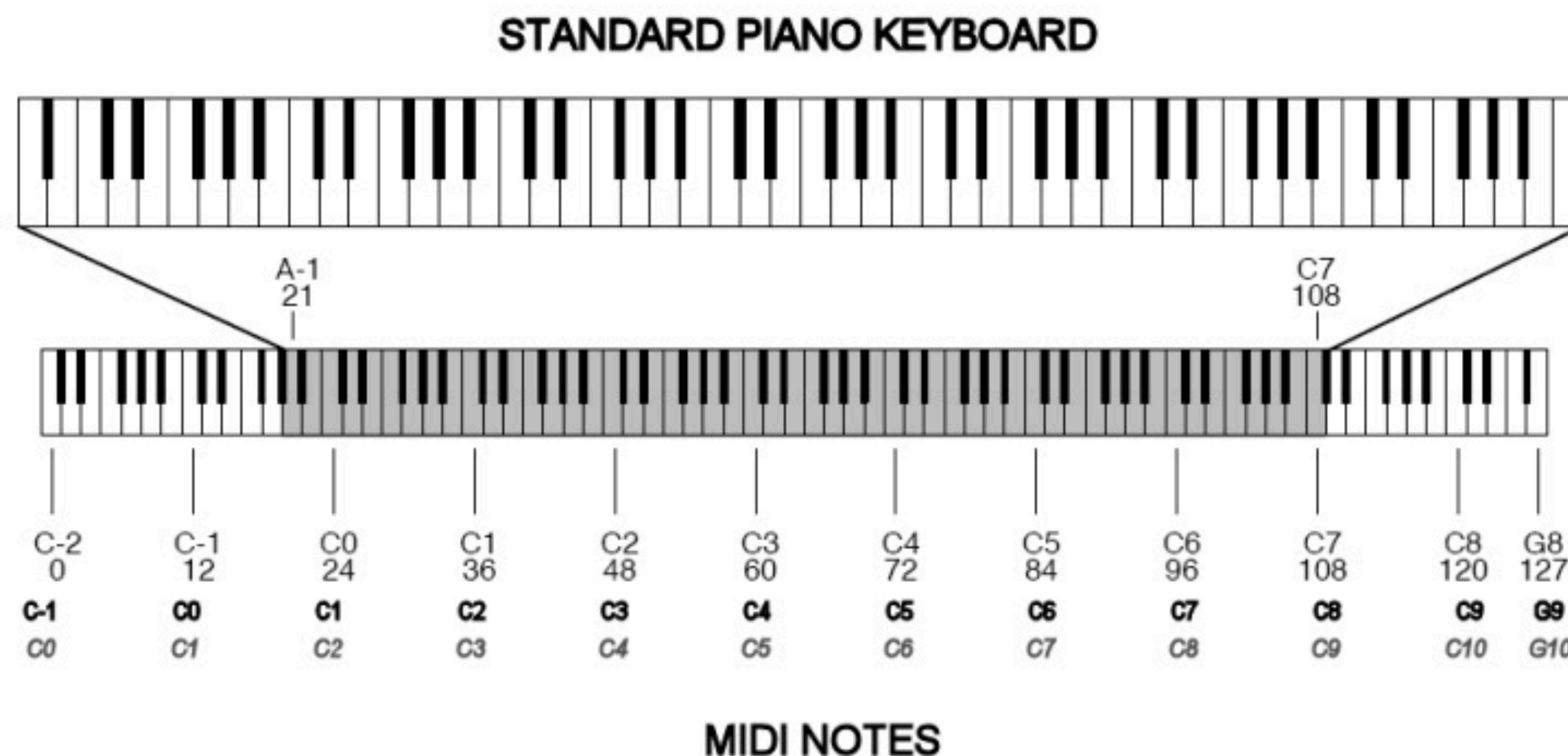
- 시간적 정보는 event들이 발생하는 간격을 나타냄
- 예를 들어 최대 2초를 100개로 나누어 0.02초당 하나의 token값을 할당하도록 만들 수 있다
- 즉 1의 값은 0초를 가리키고 2의 값은 0.02초를, 100의 값은 1.98초를 나타내게 만듦

Sequential Representation in MIDI - Velocity



- MIDI에서 velocity 정보 또한 이미 integer값으로 표현하고 있음
- 강세를 0부터 127까지 표현하고 있고 이를 token값으로 지정하면 됨
- 너무 자잘한 강세는 인간이 구별하기 어려우므로 32 정도로 축약해서 표현할 수 있다

Sequential Representation in MIDI - Pitch



- MIDI에서 pitch 정보는 이미 integer값으로 표현하고 있음
- 피아노 건반 88개 범위를 훨씬 뛰어 넘는 0부터 127까지의 숫자로 표현하고 있는 pitch를 그대로 옮겨다 사용할 수 있다
- 단 note on 이벤트와 note off 이벤트를 분리시켜서 token을 지정해야 함

Sequential Representation in MIDI - Pedal

MIDI CC #	MIDI CC PURPOSE	VALUE	MIDI CC DESCRIPTION
MIDI CC 20 - 31	Undefined (MSB)	0-127	
MIDI CC 32 - 63	LSB Controller for 0-31	0-127	
MIDI CC 64	Damper Pedal on/off	≤63 off, ≥64 on	On/off switch that controls sustain pedal. Nearly every synth will react to CC 64. (See also Sostenuto CC 66)
MIDI CC 65	Portamento on/off	≤63 off, ≥64 on	On/off switch
MIDI CC 66	Sostenuto Pedal on/off	≤63 off, ≥64 on	On/off switch - Like the Sustain controller (CC 64), However, it only holds notes that were "On" when the pedal was pressed. People use it to "hold" chords" and play melodies over the held chord.

- MIDI에서 control에 관련된 정보들을 CC(control change) event로 분류하고 sustain pedal은 64번으로 지정
- Value가 63이하이면 off, 64이상이면 on으로 처리
- Pedal on/off 두가지 event에 대해서 token으로 지정할 수 있다

Sequential Representation in MIDI - Summary

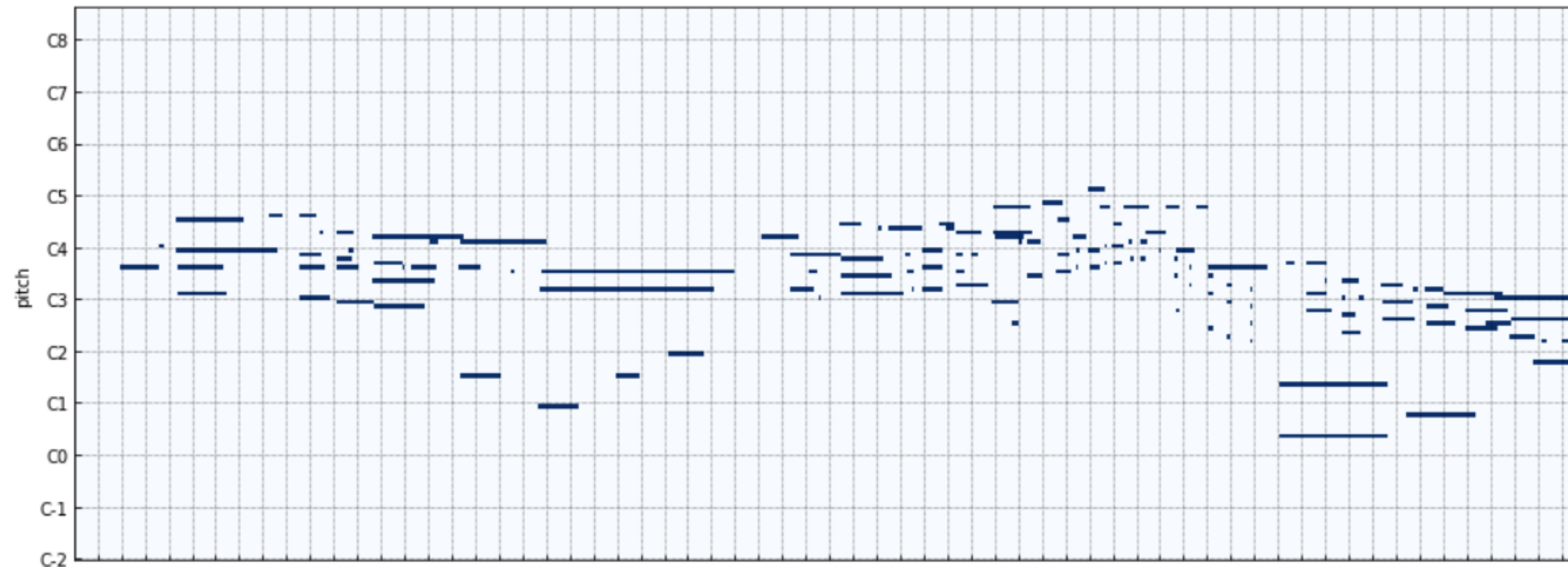
- 0-99 : Time
- 100-131 : Velocity
- 132-259 : Note On
- 260-387 : Note Off
- 388 : Pedal On
- 389 : Pedal Off
- 총 390개의 token으로 MIDI 데이터를 표현

Colab - 실습

```
▶ import matplotlib.pyplot as plt
import pypianoroll

multitrack = pypianoroll.read(midi_list[0]['file'])
# 앞에서부터 64박 자름
multitrack.trim(0, 64 * multitrack.resolution)
# Velocity 정보 삭제
multitrack.binarize()
# 보여주기
fig, axs = plt.subplots(nrows=1, figsize=(16, 6))
multitrack.plot(axs=[axs])
```

⦿ [`<AxesSubplot:xlabel='time (beat)', ylabel='n\npitch'>`]



GitHub : <https://github.com/scpark20/AI-for-Music>