

2025 AI 정보영재교육원

중등영재캠프

[과정 2] IoT 프로그래밍

7.19 ~ 7.20

❖ 본 실험 강의는 아래와 같은 환경에서 진행되었습니다. ❖

❖ 실험 환경

- ✓ NUC 11TNHi5
- ✓ Raspberry Pi 4
- ✓ Raspberry Pi Camera 2

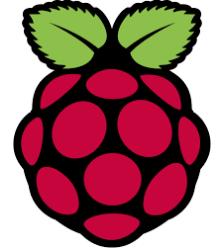
❖ 실험 OS

- ✓ Ubuntu 24.04 LTS
- ✓ Raspberry Pi OS Bookworm

1. Raspberry Pi & Linux 기초

- 강의 목표
 - Raspberry Pi 란?
 - 운영체제
 - Linux CLI 및 Vim 사용 방법
 - Linux 기본 명령어 학습
 - Python 이란?
 - 실험 환경 설정

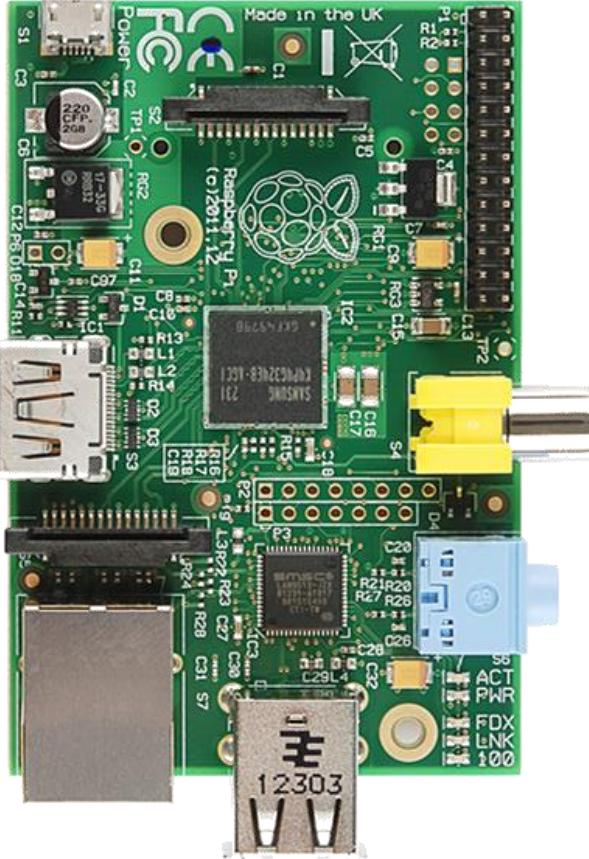
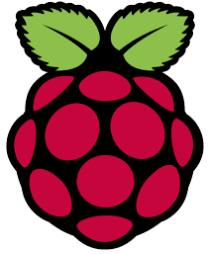
Raspberry Pi란?



- 2012년 2월 영국 라즈베리파이 재단에서 교육적인 목적으로 제작 발표한 Smartphone 크기의 크기의 Single Board Computer
 - Single Board Computer : micro processor, memory, I/O 등이 포함된 단일 회로 보드
- 현재 Element14, RS Component, Egoman 사에 의해 제작
- 특징
 - 우수한 성능과 저렴한 가격 : Model A: \$25, Model B 및 2 : \$35
 - Linux를 사용한 편리한 개발 환경(Open platform)
 - 전 세계 수많은 사용자들이 참여하는 다양한 프로젝트/커뮤니티 활성화
 - Intel processor와 달리 Embedded platform에서 강세를 띠는 ARM processor를 사용
 - 많은 전력이 필요하지 않음
 - 기존 platform 위에 결합 가능한 Shield와 액세서리, 센서 등을 연결하여 구성 가능



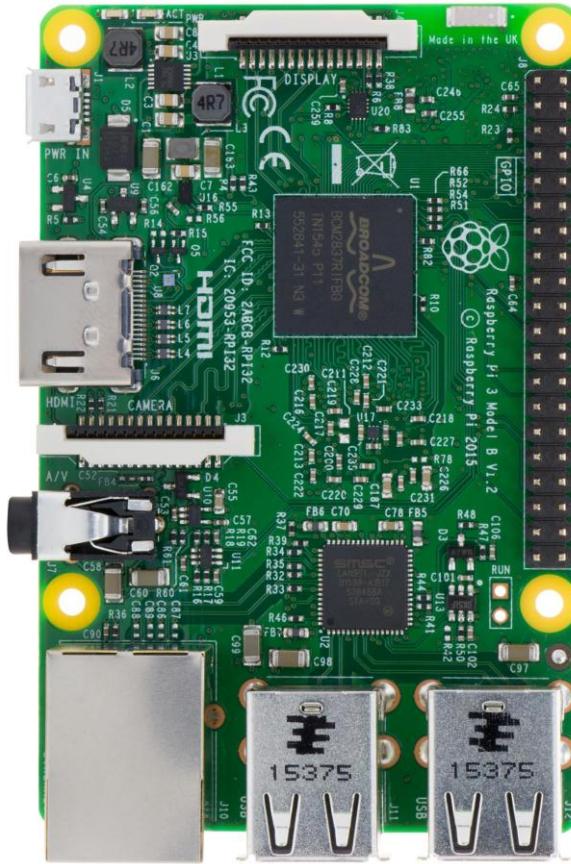
Raspberry Pi 초기 모델



Raspberry Pi 1

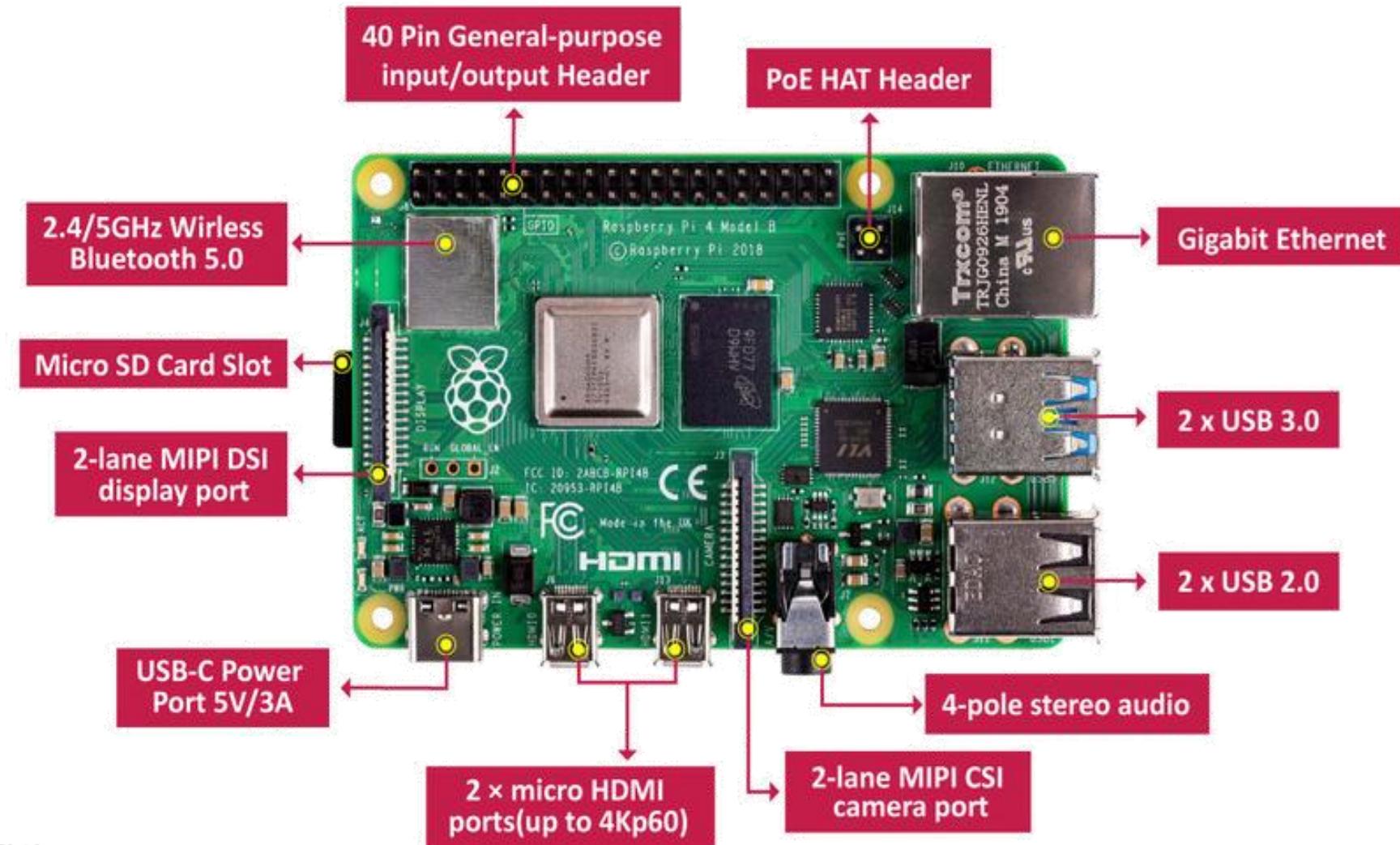
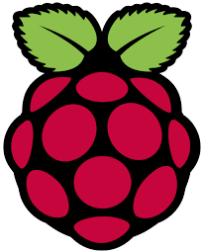


Raspberry Pi 2

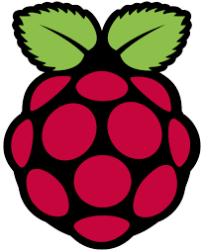


Raspberry Pi 3

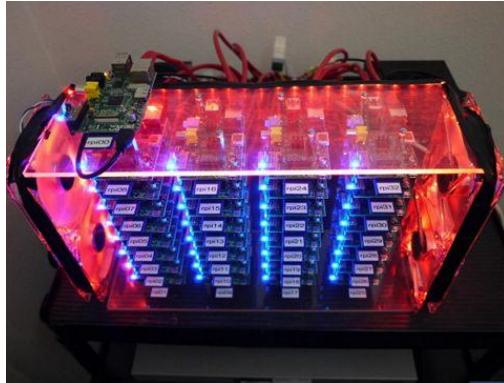
Raspberry Pi 4 구조



Raspberry Pi 응용



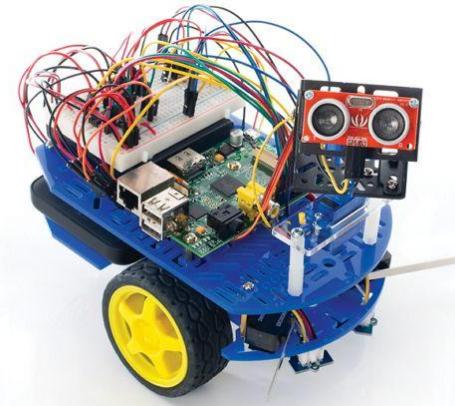
- The question isn't "**What can you do with a Raspberry Pi?**"
- The question is "**What can't you do with a Raspberry Pi?**"



Raspberry Pi supercomputer



Raspberry Pi in the sky



Raspberry Pi Robot Project

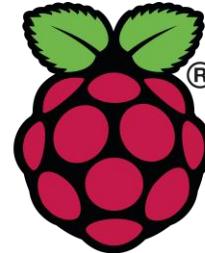


Raspberry Pi Home Brewing

운영체제란?

Raspberry Pi & NUC

운영체제



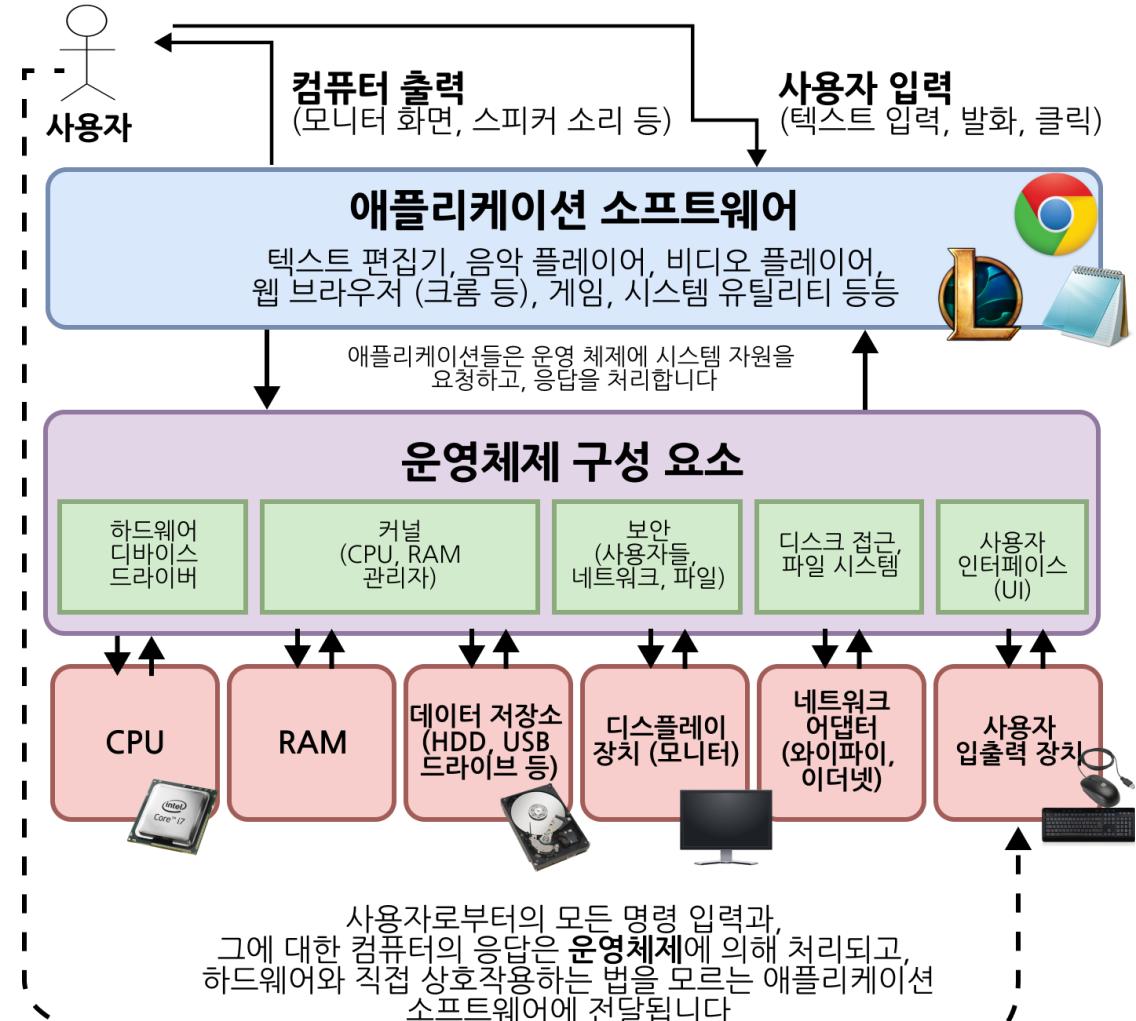
Raspberry Pi



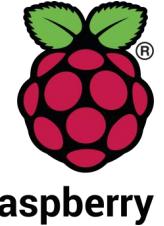
운영 체제(Operating System : OS)



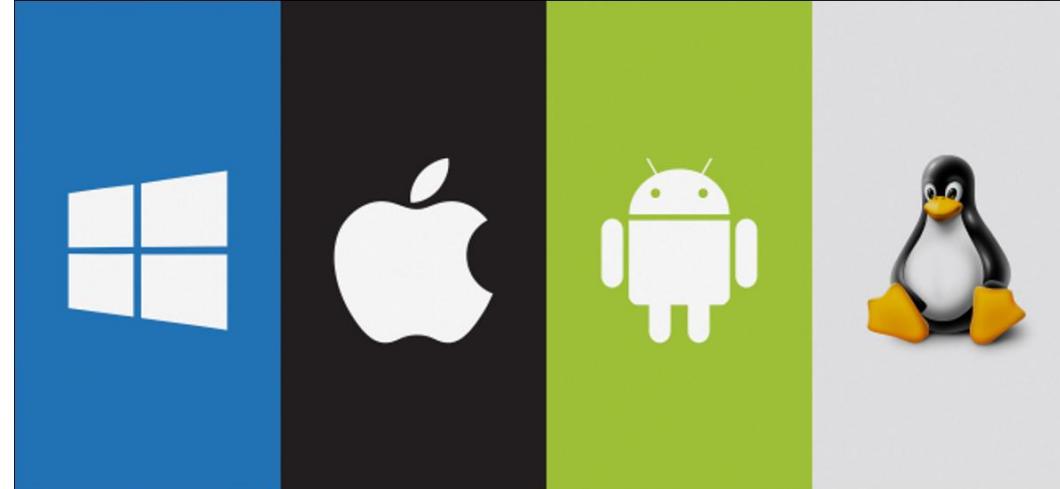
- 운영체제는 프로그래머가 컴퓨터 하드웨어를 모르더라도, 소프트웨어를 쉽게 만들 수 있도록 해줍니다.
- 운영체제의 발전 목적은 아래와 같습니다.
 - 컴퓨터 처리 능력 증대
 - 컴퓨터 응답 시간 단축
 - 사용 가능성 증대
 - 신뢰도 향상
- 운영체제는 여러 자원들을 제어하고, 상태를 감시합니다.



운영 체제(Operating System : OS)



- 운영체제란, 컴퓨터 시스템의 하드웨어 자원과 소프트웨어 자원을 효율적으로 관리하여 사용자에게 편리함을 제공하는 프로그램
- 대표적으로 컴퓨터에는 Windows, Linux, UNIX 등의 운영체제가 있고, 모바일(핸드폰)의 대표적인 OS는 iOS와 안드로이드 OS

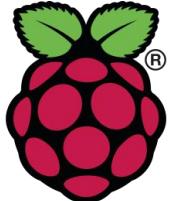


운영 체제(Operating System : OS)



Raspberry Pi

- 실습에서 사용할 운영체제는 모두 Linux라는 운영체제의 한 종류로서 Raspberry Pi OS와 Ubuntu



Raspberry Pi

Raspberry Pi OS

Raspberry Pi에는 자체적 운영체제로 라즈베리 파이의 저성능 CPU에 최적화가 잘 되어 있음



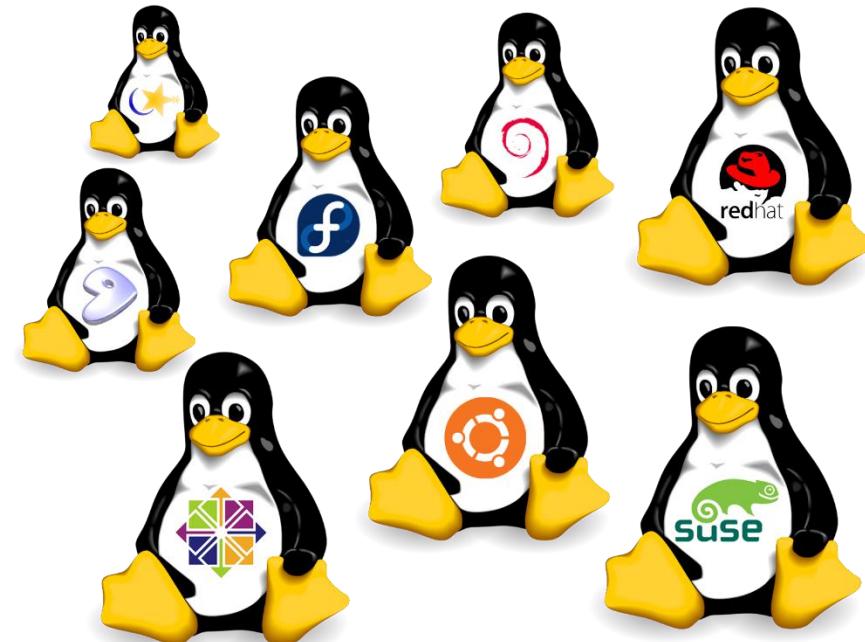
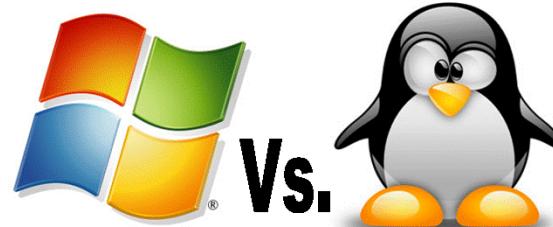
Ubuntu

Linux를 기반으로 만들어졌으며, 개인용 데스크탑 환경에 최적화 되어 있으며 무료임

Linux?

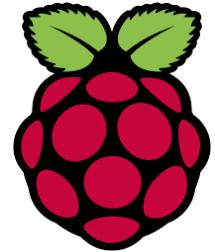


- 1991년 핀란드 헬싱키 대학에 다니던 Linus Benedict Torvalds 가 취미삼아 개발하던 Kernel을 인터넷에 공개 (Just for fun : Linux)
- Version 0.1 이라 불리는 Linux 운영체제 탄생
- 기본적으로 Unix 운영체제의 특징을 가지고 있으며, multi-user system
- 각각의 사용자는 자신의 계정(user account), password, home directory 라는 저장공간을 제공받으며, 계정별 접근 권한의 제약을 두어 기본적인 시스템 보안 제공
- 2000년대부터 Embedded 시장을 석권



많은 종류의 Linux

Raspberry Pi 배포판



- 라즈비안 OS(Raspbian OS)
 - Raspberry Pi에서 가장 많이 사용하고 권장하는 Linux 배포판
 - Debian Linux 기반으로 경량 데스크탑 환경, 웹브라우저, 파이썬, 스크래치 등의 다양한 도구들을 제공
 - <http://www.raspberrypi.com>에서 공식 배포판을 다운로드

Raspberry Pi OS

Your Raspberry Pi needs an operating system to work. This is it. Raspberry Pi OS (previously called Raspbian) is our official supported operating system.



Raspberry Pi OS

Our recommended operating system for most users.

Compatible with:

[All Raspberry Pi models](#)

Raspberry Pi OS with desktop

Release date: March 15th 2024

System: 32-bit

Kernel version: 6.6

Debian version: 12 (bookworm)

Size: 1,158MB

[Show SHA256 file integrity hash](#)

[Release notes](#)

[Download](#)

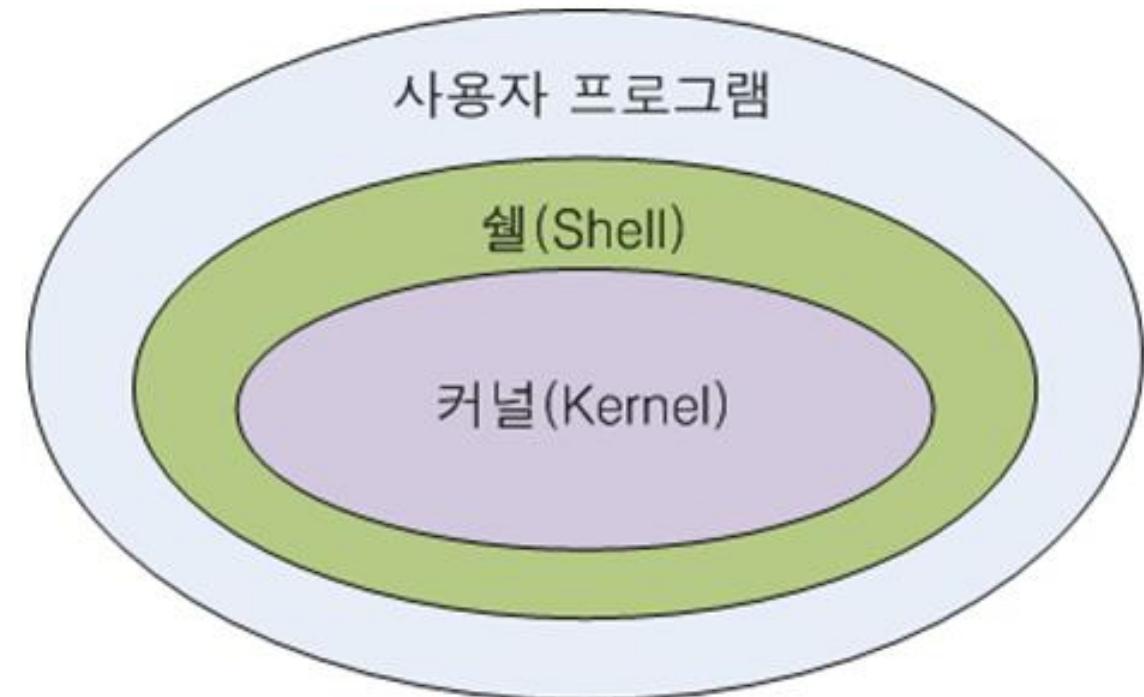
[Download torrent](#)

[Archive](#)



셸(Shell)

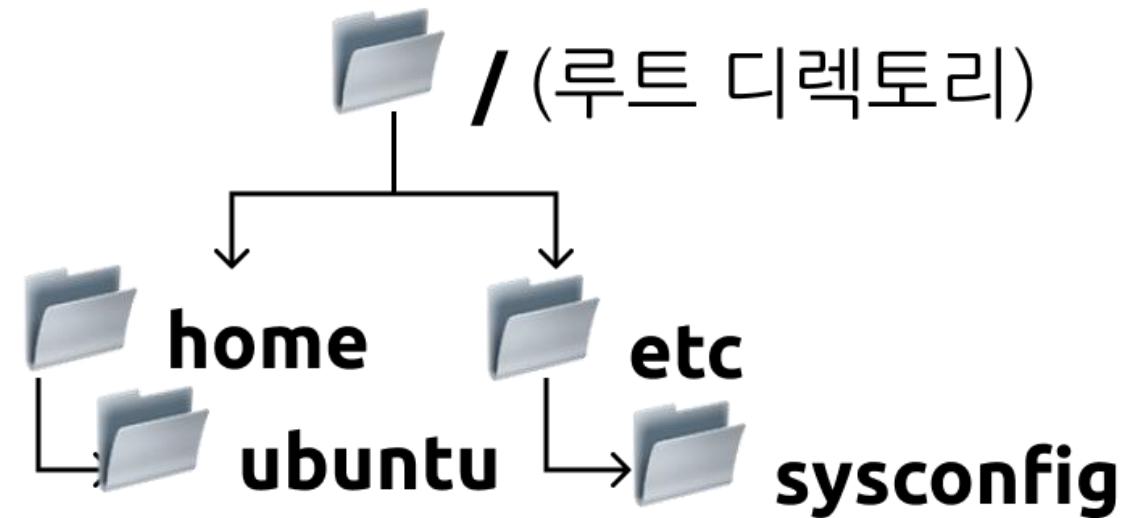
- 셸과 커널(Kernel)은 운영체제의 한 부분으로, 셸에서 상호작용하는 부분을 사용자 인터페이스 (User interface) 라고 합니다. 사용자 인터페이스는 크게 GUI (Graphic User Interface)와 CLI (Command Line Interface)로 나눌 수 있습니다.
- Shell Script** : 텍스트 형식으로 저장되는 프로그램으로, 컴퓨터는 shell script 파일에 저장되어 있는 명령어를 한 줄씩 차례로 읽어서 실행합니다.





파일 시스템(File System)

- 파일시스템(File System)은 운영체제가 저장되어 있는 파일과 폴더들을 효율적으로 관리하고 읽고 쓰기 위한 체계입니다.
- 파일(File)이란, 프로그램 또는 데이터 등과 같은 정보들의 집합입니다. 바이트의 연속적인 연결로, 디스크 등 기억 장소에 저장되어 있습니다. 디스크의 여러 파일들은 각자의 고유한 이름을 가짐으로써 구별됩니다.
- 디렉토리(Directory)란 파일들을 보다 효율적으로 관리하는 방법으로, 서로 연관된 파일들을 한곳에 저장할 수 있도록 합니다. 서류함처럼 관련된 파일들이 저장되는 장소를 제공합니다. 디렉토리도 파일의 일종입니다.



CLI(Command Line Interface)란?



CLI (Command Line Interface)

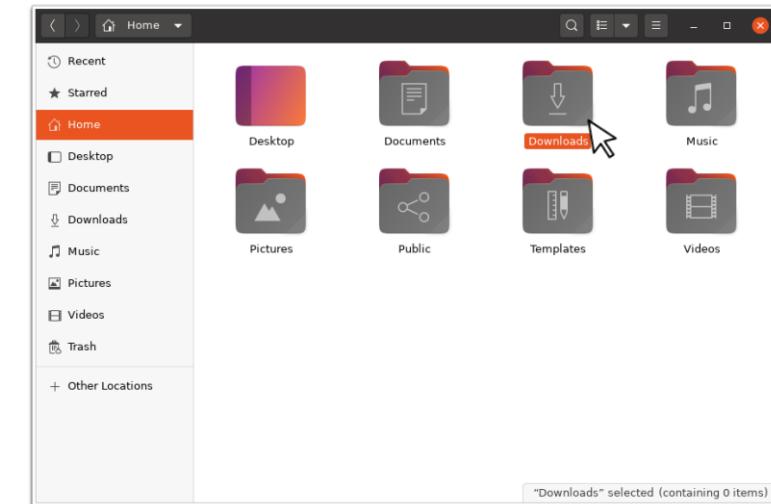
- 명령 줄 인터페이스는 텍스트로, 터미널(Terminal)을 통해 사용자와 컴퓨터가 상호작용하는 방식
- 사용자는 컴퓨터 키보드 등을 통해 텍스트를 입력하고, 컴퓨터 또한 문자열 형태로 결과를 보여줌

```
ubuntu@ubuntu-machine: ~
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ ls
Desktop Documnets Downloads Music Pictures Public Templates Videos
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ cd Downloads/
```

```
ubuntu@ubuntu-machine: ~/Downloads
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ ls
Desktop Documnets Downloads Music Pictures Public Templates Videos
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ cd Downloads/
ubuntu@ubuntu-machine: ~/Downloads $
```

GUI (Graphic User Interface)

- 현재는 거의 모든 운영체제에서 GUI (Graphic User Interface)를 지원함
- 모니터에서 윈도우 창 등을 보며 대부분의 컴퓨터 작업을 진행할 수 있음





Vim 소개

- **Vim(Vi improved)**은 Unix CLI 환경에서 사용할 수 있는 편집기
- 새로운 파일을 생성하고, 보고, 편집할 때 자주 이용함
- Vim에는 3가지 모드가 있음
 - Normal Mode: Vim을 실행하면 기본적으로 들어가는 모드입니다. 다른 모드에서 "esc" 키를 누르면 진입 가능
 - Insert Mode: 대표적으로 "i" 키를 누르면 입력 모드로 들어가, 일반적인 메모장처럼 글 작성 가능
 - Visual Mode: "v" 키를 누르면 들어갈 수 있음

```
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ vim test.txt
```

test.txt 파일이 없다면 생성하고, 있다면 편집합니다.



Vim 단축키

Vim 명령어 단축키															손에 잡히는 Vim 인사이트	
Esc 명령 모드	~ 대소문자 전환 ‘ 표식으로 이동	! 외부 명령 1 ②	@ 매크로 실행 2	# 이전 검색 3	\$ 행 끝으로 이동 4	% 짹 글호 찾기 5	^ 첫 글자 6	& 반복 7	* 다음 검색 8	(문장 시작 9) 문장 끝 0	- 행 앞으로 - 문장 끝	- 아래 행 - 이전 행	+ 다음 행 = 자동 ③ 들여쓰기		
Q 실행 모드 q· 매크로 기록	W 다음 단어 (의미상) w 다음 단어	E 단어 (의미상) 끝으로 e 단어 끝으로	R 수정 모드 r 한 문자 교체	T· 행에서 후방 검색 t· 행에서 전방 검색	Y 행 단위 복사 y 복사 ①③	U 행 단위 실행 취소 u 실행 취소	I 행 시작에 삽입 i 커서 앞에 삽입	O 행 위에 삽입 o 행 아래에 삽입	P 커서 이전에 불여넣기 p 커서 이후에 불여넣기 ①	{ 문단 시작 [}	{ 문단 끝]				
A 행 끝에 삽입 a 커서 뒤에 삽입	S 행 시작 후 입력 모드 s 단어 삭제 후 입력 모드	D 행 삭제 d ①③ 삭제	F· 행에서 후방 찾기 f· 행에서 전방 찾기	G 파일 끝으로 이동 g· 확장 ⑥ 명령	H 화면 상단 h ←	J 아래 행 합치기 j ↓	K 도움말 k ↑	L 화면 하단 l →	:	명령행 모드 ; t/T/f/F 반복	”; 레지스터 지정 ’ 표식으로 이동	। 열 이동 ＼ 사용하지 않음				
Z· 종료 ④ z· 확장 명령 ⑤	X 백스 페이스 x 글자 삭제	C 끝까지 비꾸기 c 바꾸기 ①③	V 비주얼 라인 모드 v 비주얼 모드	B 이전 단어 (의미상) b 이전 단어	N 이전 (찾기) n 다음 (찾기)	M 화면 가운데 m 표식 설정	< 내어 쓰기 ,	> 들여 쓰기 . 반대 방향 검색	?· 찾기 (위로) /. 찾기 (아래로)							



Vim의 단축키, 노말 모드에서의 명령어

입력 관련

- a** - 텍스트를 현재 커서 위치 뒤에 추가합니다. 입력 모드로 전환됩니다
- i** - 텍스트를 현재 커서 앞에 추가합니다. 입력 모드로 전환됩니다
- c** - 변경합니다. cw를 입력하면 커서부터 한 단어를, \$를 입력하면 커서부터 문장의 끝까지 변경합니다. 이외에도 여러 옵션이 있습니다
- d** - 삭제합니다. dd - 한 문장을 삭제합니다. d3 - 3문장을 삭제합니다
- y** - 복사합니다. yy - 한 문장을 복사합니다 y3 - 3문장을 복사합니다
- p** - 붙여넣습니다. d 또는 y 입력 후 캐싱한 내용을 붙여넣습니다

이동 관련

- \$** - 문장의 맨 끝으로 이동
- ^** - 문장의 맨 앞으로 이동
- gg** - 파일의 맨 앞으로 이동
- G** - 파일의 맨 끝으로 이동
- h, j, k, l** - 방향키

파일 저장, 찾기

- :w** - 파일을 저장합니다
- :wq** - 파일을 저장하고, vim을 끕니다
- /{어디있나}** - "어디있나"를 찾습니다

Linux 기본 명령어(ls)



- ls : directory 안에 파일 목록 나열

```
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ ls                                # 현재 디렉토리의 파일 목록
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ ls /etc/sysconfig                # /etc/sysconfig/ 아래 디렉토리의 파일 목록
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ ls -a                            # 숨김 파일 목록 포함한 현재 디렉토리의 파일 목록
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ ls -l                            # 파일 정보까지 자세한 현재 디렉토리의 파일 목록
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ ls *.exe                         # 확장자가 exe인 현재 디렉토리의 파일 목록
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ ls -l /etc/sysconfig/a*        # /etc/sysconfig/ 안에 a로 시작하는 파일, 디렉토리 목록
```

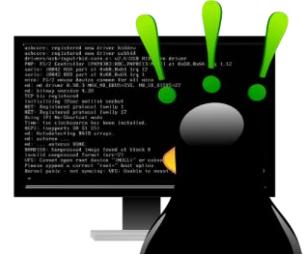
Linux 기본 명령어(cd)



- cd : directory 이동, 순회

```
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ cd                                     # 사용자의 홈 디렉토리로 이동
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ cd ..                                    # 상위 디렉토리로 이동
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ cd /etc/sysconfig                   # /etc/sysconfig 디렉토리로 이동
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ cd ../../etc/sysconfig               # 상대 경로로, 상위 디렉토리로 간 뒤, 상위 디렉토리 아래의 /etc/config로 이동
                                                               # ".." 은 현재 디렉토리 바로 위를 가리킴
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ pwd                                     # 지금 있는 디렉토리(위치)를 출력함
/home/ubuntu
```

Linux 기본 명령어(mkdir, rmdir)



- mkdir, rmdir : directory 생성, 삭제

```
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ mkdir abc
```

abc라는 디렉토리 생성

```
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ mkdir -p /ab/cde
```

ab 디렉토리 아래 cde 디렉토리 생성, ab가 없으면 ab도 생성

```
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ rmdir abc
```

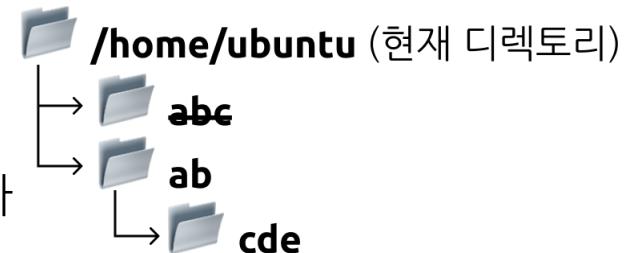
비어 있는 디렉토리 abc 삭제

디렉토리(폴더)를 생성하고, 삭제한 뒤의 모습입니다.

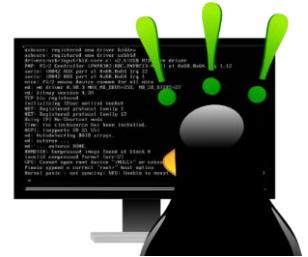
하지만, rmdir로 ab를 삭제하는 명령을 입력해도,

rmdir: failed to remove 'ab': Directory not empty

위와 같은 오류가 납니다. ab 아래에 cde라는 디렉토리가 있어 비어 있지 않기 때문입니다



Linux 기본 명령어(touch, cp, mv)



- touch : 파일이 없다면 새로 생성

```
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ touch test.txt  
# 빈 test.txt 파일 생성, 이미 있을 시 수정시간만 변경
```

- cp, mv : 파일, 디렉토리 복사 및 이동

```
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ cp test.txt test2.txt  
test.txt 파일을 test2.txt로 복사  
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ cp -r ab ab2  
ab 디렉토리를 ab2 디렉토리로 하위 파일 포함 복사  
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ mv test.txt ./ab  
test.txt를 ab 디렉토리로 이동  
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ mv test.txt test2.txt ./ab  
test.txt 와 test2.txt를 ab 디렉토리로 이동  
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ mv test3.txt practice.txt  
test3.txt 파일을 practice.txt로 변경
```

Linux 기본 명령어(rm)



- rm : 파일, 디렉토리 삭제

```
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ rm test.txt
```

test.txt 파일을 삭제, 기본적으로 아래 -i 옵션이 적용됨

```
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ rm -i test.txt
```

test.txt 파일을 삭제하기 전에 한번 더 확인

```
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ rm -f test.txt
```

test.txt를 파일을 묻지 않고 삭제

```
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ rm -r ab
```

디렉토리 ab 삭제

```
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ rm -rf abc
```

디렉토리 abc 묻지 않고 삭제

Linux 기본 명령어(cat, head, tail)



- cat, head, tail : 파일 미리보기

```
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ cat test.txt
```

test.txt 파일을 내용 미리 보기

```
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ head test.txt
```

test.txt의 첫 10줄을 보여줍니다.

head -5 와 같은 형태로 몇 줄을 보일지 알 수 있습니다.

```
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ tail test.txt
```

test.txt의 끝 10줄을 보여줍니다.

tail -5 와 같은 형태로 몇 줄을 보일지 알 수 있습니다.

리눅스 명령어 찾는 방법 / 설명 보기



- 리눅스에는 많은 명령어들이 있음
 - Linux command line cheat sheet 같은 자료를 참조
- 명령어에 대한 설명을 보고 싶으면 다음 커マン드를 사용
 - man 명령어
 - help 명령어

Hardware Information

- free - shows memory usage
- cat /proc/meminfo - shows CPU and memory
- free - shows free and used memory (in kB)
- lsblk - lists information about block devices
- fdisk - shows disk information
- fdisk - prints FDISK messages to a file like fdisk.log
- lsblk - shows all devices in a tree-like diagram
- hdparm - shows hardware information from the hard disk
- hdparm - shows information about disk drive
- hdparm - prints HDparm messages to a file like hdparm.log
- hdparm - shows the cumulative blocks on disk

Searching

- grep - search for a specific pattern in a file
- grep - search recursively for a specific pattern in a directory
- locate [name] - find all files containing a specific name
- find [path] [name] - find all files larger than 1000 in a particular folder

File Commands

- ls - list the contents of the current directory
- ls - list the files in the current directory
- rm [file_name] - delete a file
- rm -r [directory_name] - remove a directory recursively
- mv [old_name] [new_name] - move a file or directory
- cp [file_name] [file_name] - copy the contents of the first file to the second file
- cp -r [directory_name] [directory_name] - recursively copy the contents of the first directory to the second directory
- ln -s [symbolic_link_name] [target_name] - creates a symbolic link to a file
- ln -s [symbolic_link_name] [target_name] - creates a symbolic link to a directory
- mv [file_name] - move a file
- mv [file_name] - move the file to the end of a file
- tail [file_name] - shows the last 10 lines of a file
- tail -n [file_name] - shows the last n lines of a file
- cp [file_name] - copy a file
- wc - print the number of words, lines and bytes in a file

Directory Navigation

- cd - move up one level in the directory structure
- cd - change directory to .
- cd [directory] - change directory to specified directory

Users

- id - shows details of the current user
- last - shows the last logins onto the system
- who - shows who is logged into the system
- w - shows who is logged in and their activity
- groupadd [group_name] - add a new group
- adduser [user_name] - add new user
- usermod -r [group_name] [user_name] - add a user to a group
- userdel [user_name] - delete a user
- usermod -c [comment] - use for changing / modifying user information

Disk Usage

- df - shows free and used space on mounted systems
- df - shows free and used space on unmounted systems
- du - shows disk usage statistics
- du -s - shows disk usage for all files and subdirectories
- du -h - shows disk usage of current directory
- du -d 1 - shows target mount point for all subdirectories
- mount [device_name] [mount_point] - mounts a device

Process Related

- ps - shows a snapshot of active processes
- ps aux - shows processes as a tree
- top - shows a memory usage map of all running processes
- kill [process_id] - kill a process using a given ID
- kill -l [process_id] - list all processes under the specified name
- killall [process_name] - kill all processes related to a process
- killall -s [signal] [process_name] - send a signal to all processes related to a process
- kill [pid] - kill a process using its PID
- kill -9 [pid] - kill a process using its PID
- lsof - list files opened by processes

System Information

- uname -r - shows kernel information
- uname -m - shows kernel machine information
- free - shows free and used memory
- du -s - shows disk usage for all files and subdirectories
- date - shows current time and date
- cal - shows current calendar month and date
- who - shows logged in users in the system
- whomail - shows user you are using
- finger [username] - shows information about a user

File Permission

- chmod 777 [file_name] - give read, write and execute permissions to everyone
- chmod 755 [file_name] - give full permission to owner, and read and execute permission to group
- chmod 700 [file_name] - give full permission to owner, and read and write permission to group
- chmod 600 [file_name] - give read and write permission to owner
- chmod 644 [file_name] - give read and write permission to owner and group
- chmod 640 [file_name] - give read and write permission to owner and group
- chown [owner] [file_name] - changes the ownership
- chown [owner] [group] [file_name] - changes the owner and group ownership of a file

SSH Login

- ssh user@host - connect to host as user
- ssh -A host - securely connect to host via SSH without port 22
- ssh -G [port] user@host - connect to host using a particular port
- ssh -L [port] host - forward port 22 to host using port 22

SSH Login

- ssh-add show - show IP addresses and network interface
- ssh-add add [IP_address] - assign an IP address to the current session
- ssh-add -d - drop IP addresses from the current session
- ssh-add -t - drop IP addresses from all sessions
- ssh-add -C - drop active (changed) ports
- ssh-add -c - drop old and stale ports and their programs
- ssh-add [keyname] - remove private key from the current session
- dig [domain] - show DNS information about a domain
- dig +trace - receive tracing of an query
- dig [IP_address] - receive tracing of an IP address
- host [domain] - do a DNS lookup for a domain
- nslookup [domain] - show the list of hosts
- nslookup [file_name] - download the file to a domain

Network

- Ctrl + C - kill current process running in the foreground
- Ctrl + Z - pause current process (will be resume in the foreground when you run Ctrl + Z again)
- Ctrl + W - cut one word before the cursor and will be replaced
- Ctrl + U - cut part of the line after the cursor and will be replaced
- Ctrl + K - cut part of the line after the cursor and will be replaced
- Ctrl + Y - paste from clipboard
- Ctrl + B - right half comment that matches the preceding characters
- Ctrl + D - kill the previously loaded file
- Ctrl + G - ask command history without running a command
- Ctrl + L - reprint the last command
- Alt + F - log out of current session



Python?

- 1991년 Guido Van Rossum 이 만든 프로그래밍 언어
 - 1989년 본격적으로 개발 착수
 - 2005년 Google에 합류, python 관련 project 진행
- 특징
 - C, JAVA 등과 같은 고급 언어이면서도 interpreter 언어
 - 프로그램 전체를 미리 작성할 필요 없이 프로그램 코드를 작성하면서 동시에 실행 가능
 - 문법적으로 매우 쉽고 직관적이어서 초보자도 쉽게 익힐 수 있음
 - 코드가 간결하며 이해하기 쉬움
 - 함수형 프로그래밍 방식도 지원하고 객체 지향 클래스도 지원
 - Machine learning, Graphics, Web programming 등 여러 분야에서 선호하는 언어

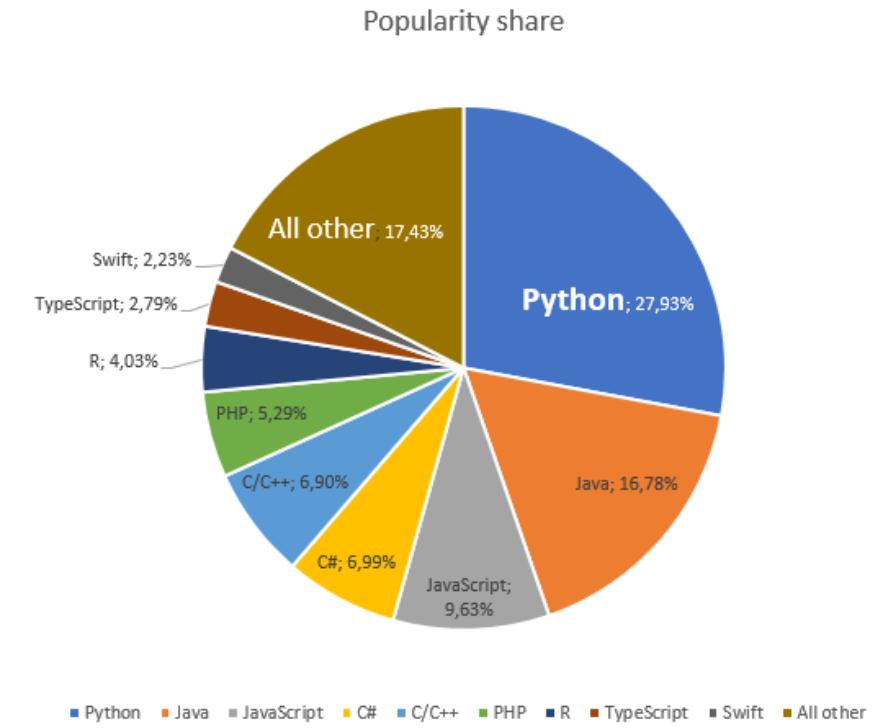
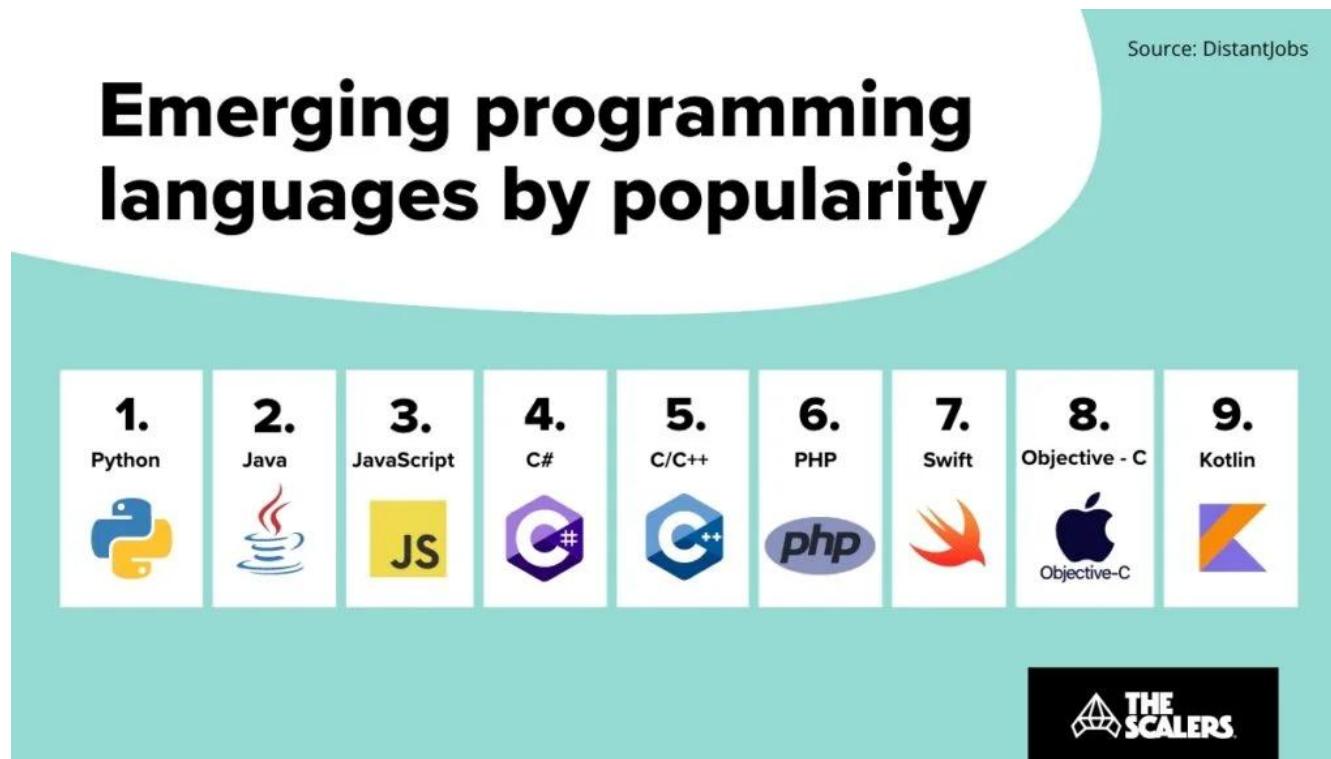
```
def add5(x):
    return x+5

def dotwrite(ast):
    nodename = getNodeName()
    label=symbol.sym_name.get(int(ast[0]),ast[0])
    print '%s [%s=%s]' % (nodename, label),
    if isinstance(ast[1], str):
        if ast[1].strip():
            print '= %s';% ast[1]
        else:
            print ''
    else:
        print '';
    children = []
    for n, child in enumerate(ast[1:]):
        children.append(dotwrite(child))
    print ', %s -> {' % nodename
    for name in children:
        print '%s' % name,
```



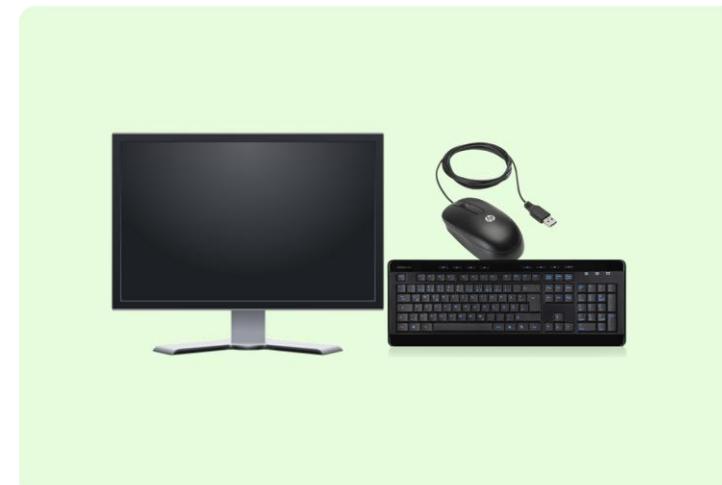
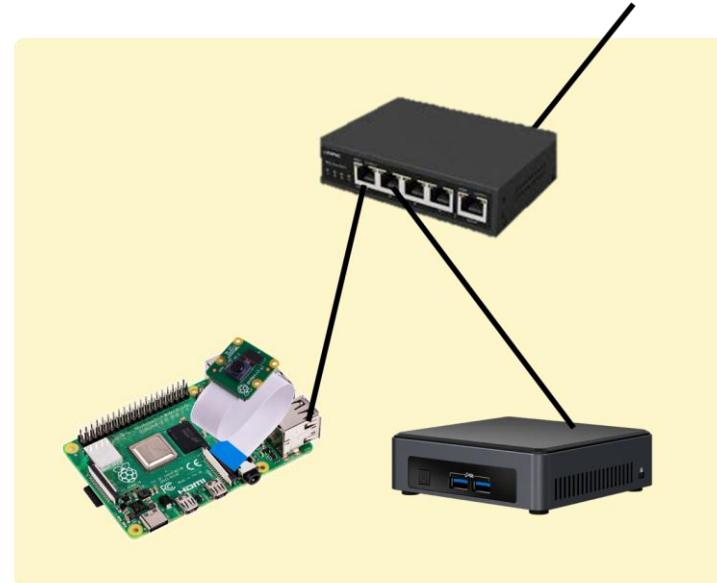
Python?

- Top programming languages for your business



실험 환경

-  실험실의 인터넷 회선, 스위치와 Raspberry Pi, NUC는 연결되어 있음
- 스위치를 사용해 Raspberry Pi와 NUC 가 서로 연결될 수 있고 인터넷에도 연결 가능
-  Raspberry Pi, NUC에 연결할 모니터, 키보드, 마우스가 준비되어 있음



실험 환경 설정

Pi에서 실행



- Raspberry Pi 기본 설정

```
pi@raspberrypi: ~ $ sudo apt update  
pi@raspberrypi: ~ $ sudo apt upgrade  
pi@raspberrypi: ~ $ sudo apt install vim
```

- Repository 다운(강의 자료, python code)

```
pi@raspberrypi: ~ $ git clone https://github.com/gistbdkim/genius_camp.git
```

실험 환경 설정

NUC에서 실행



- NUC 기본 설정

```
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ sudo apt update  
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ sudo apt upgrade  
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ sudo apt install vim  
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ sudo apt install git
```

- Repository 다운(강의 자료, python code)

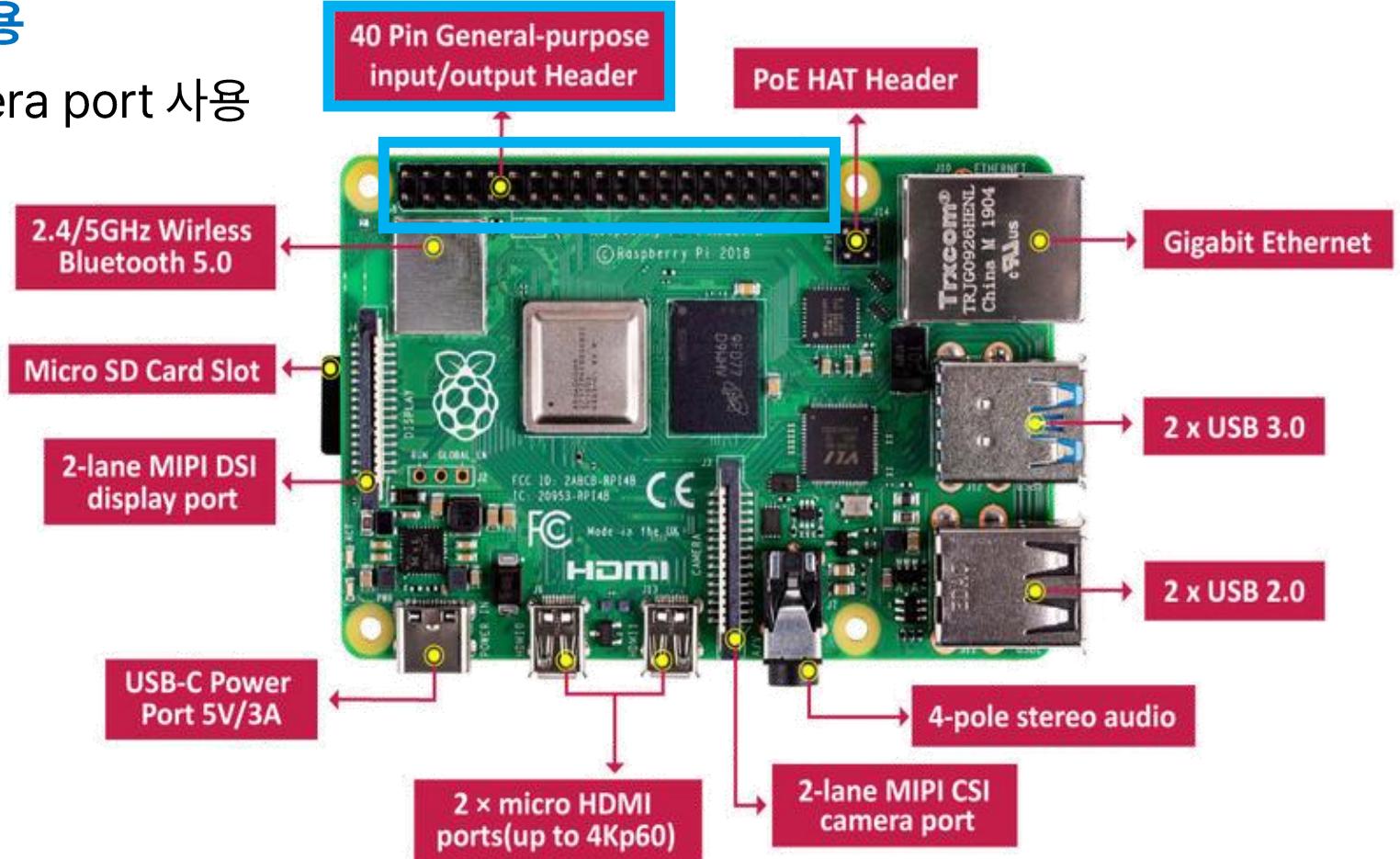
```
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ git clone https://github.com/gistbdkim/genius_camp.git
```

2. Raspberry Pi로 만드는 IoT

- 강의 목표
 - IoT(Internet of Things) 실습 소개
 - Raspberry Pi 의 GPIO pin
 - LED 출력 테스트
 - PWM을 이용한 LED 밝기 제어
 - RGB LED 제어
 - LED/Push Button 입출력 테스트
 - 초음파 센서를 이용한 거리 측정

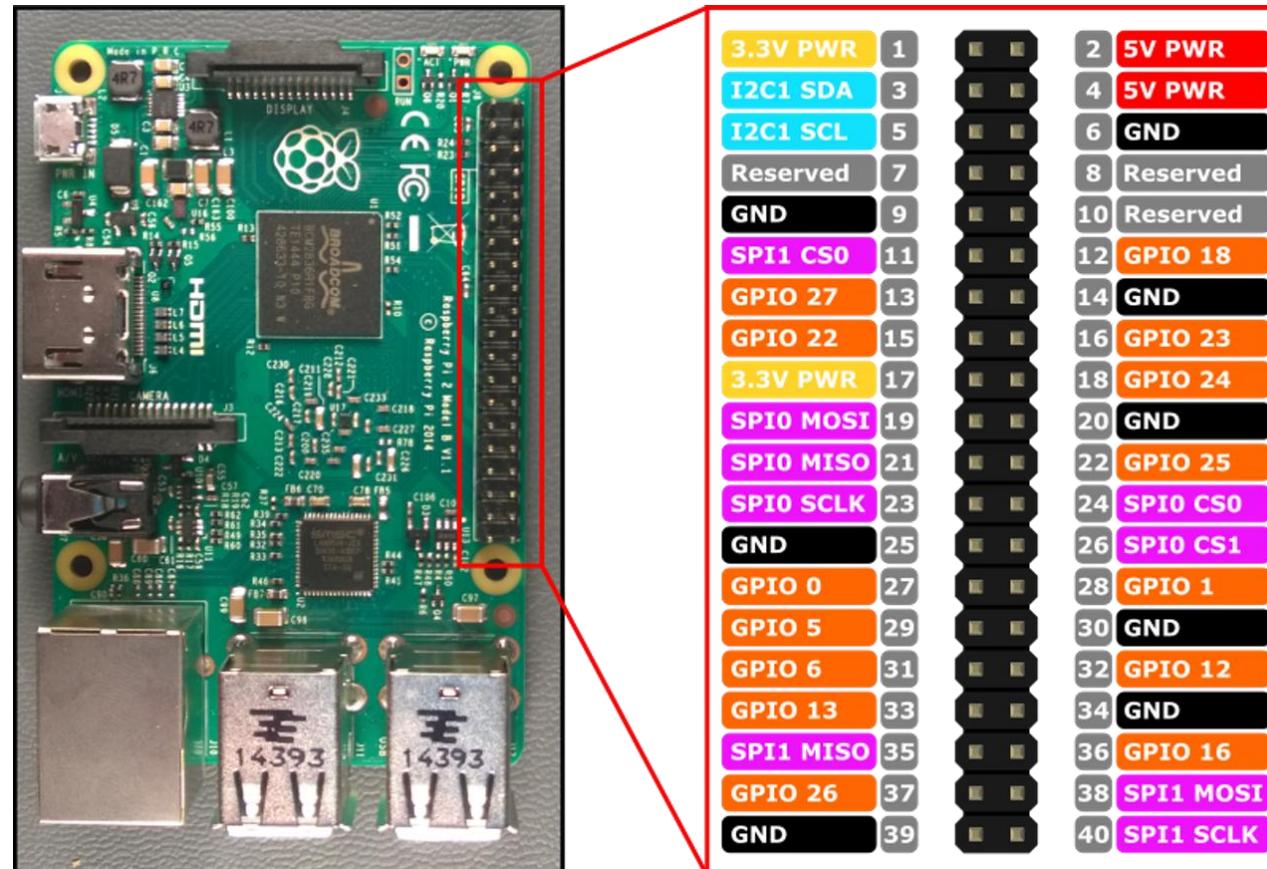
Raspberry Pi로 만드는 IoT

- IoT 교육 : 40 Pin GPIO 사용
- Pi camera 교육 : CSI camera port 사용



Raspberry Pi로 만드는 IoT

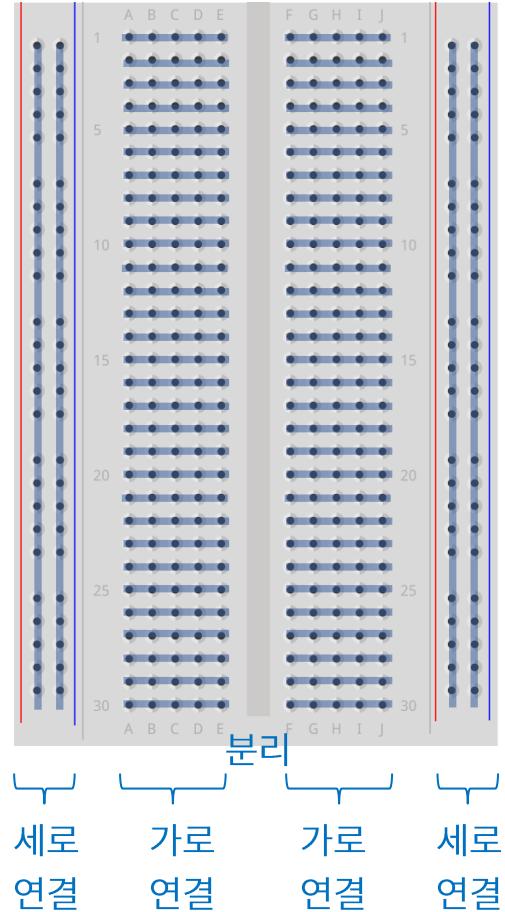
- 각종 센서, 모터, 카메라 등 수많은 장치들을 직접 연결할 수 있음
- Pi에서 제공되는 GPIO(General Purpose Input/Output) 포트를 이용



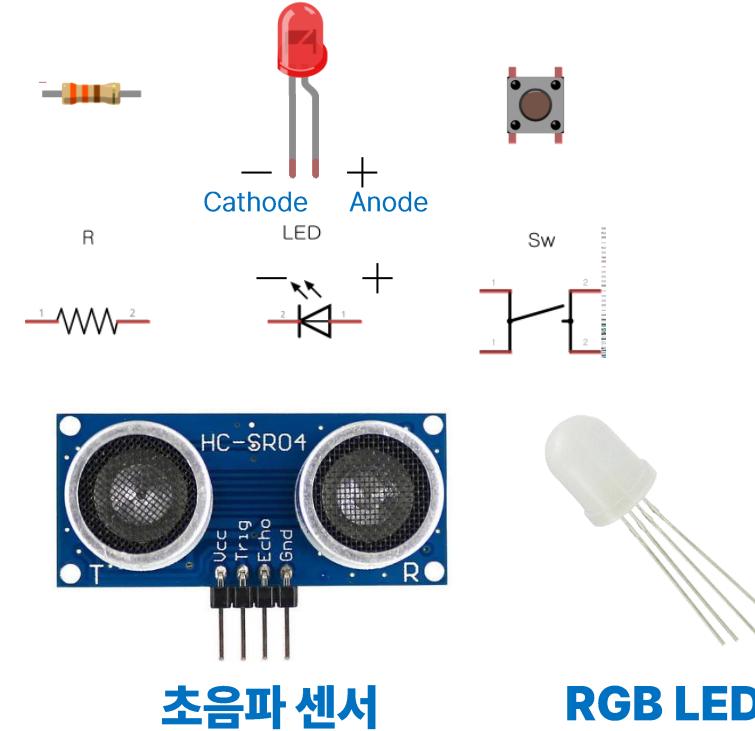
Raspberry Pi로 만드는 IoT

Bread Board

- 기본 실습 부품들



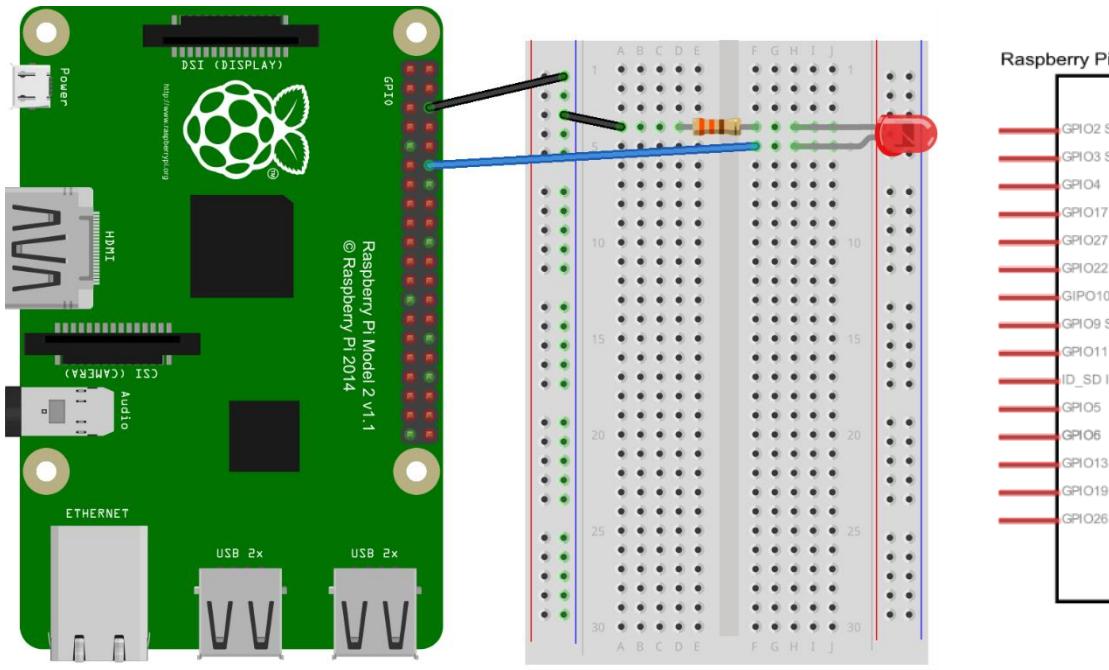
Resistor LED push button



Python을 이용한 LED 출력 테스트

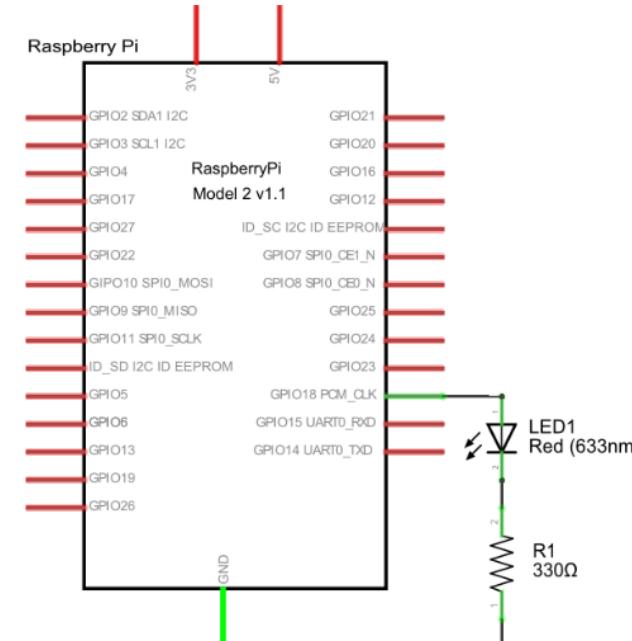
Pi에서 실행

- 회로 구성 후 [blink.py](#) 스크립트 작성 후 실행



```
pi@raspberrypi: ~
```

```
pi@raspberrypi: ~ $ python3 blink.py
```



```
#blink.py
```

```
import RPi.GPIO as GPIO
import time
```

```
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.setup(18, GPIO.OUT)
```

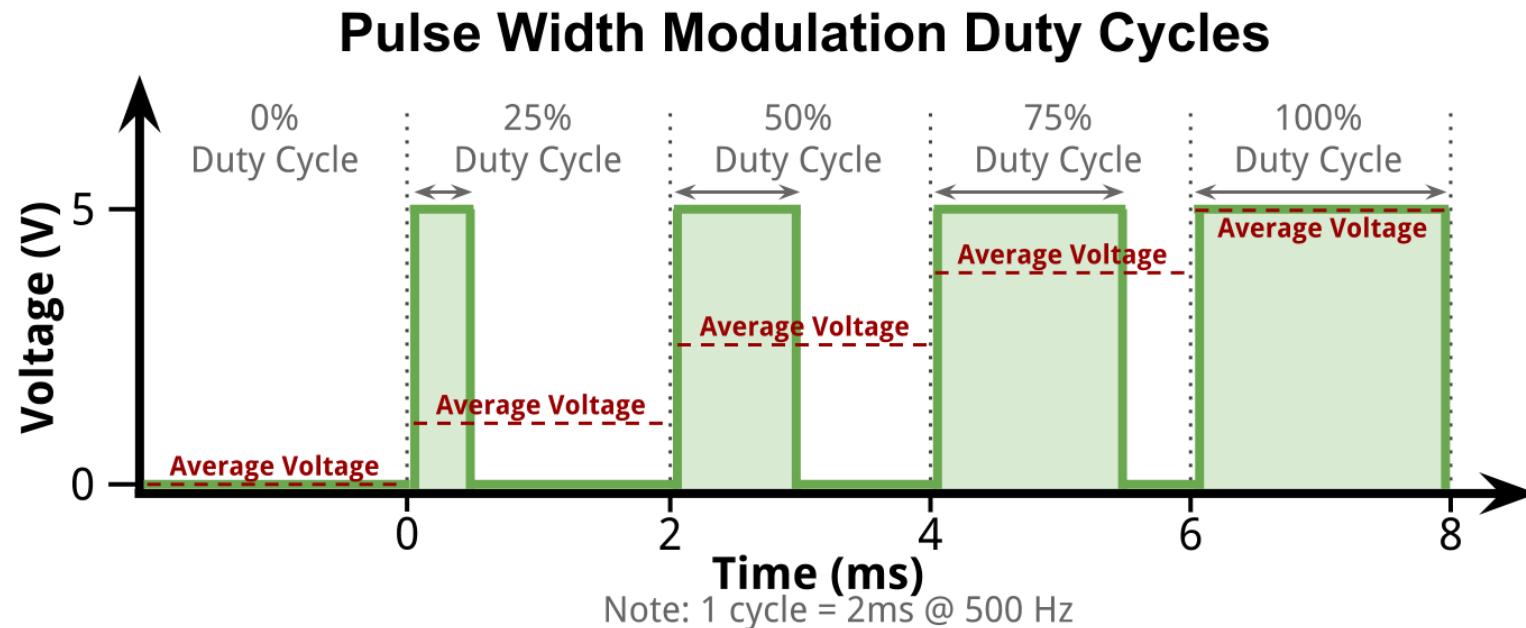
```
try:
    while (True):
        GPIO.output(18, True)
        time.sleep(1)
        GPIO.output(18, False)
        time.sleep(1)
```

```
except KeyboardInterrupt:
    GPIO.output(18, GPIO.LOW)
    GPIO.cleanup()
```



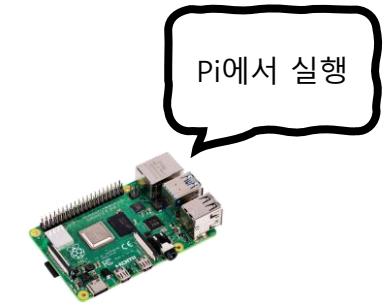
PWM을 이용한 LED 밝기 제어

- Pulse Width Modulation(PWM) : 펄스 폭 변조
- 초당 pulse 전체수(Hz로 표시되는 주파수)를 유지한 채 pulse의 길이를 변화시키는 방법
- Digital을 Analog 방법으로 Motor 속도 또는 LED 밝기 제어 가능



PWM을 이용한 LED 밝기 제어

- 위의 회로를 유지한 채 [led_brightness.py](#) 스크립트 작성 후 실행



```
#led_brightness.py

import RPi.GPIO as GPIO

LED = 18
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.setup(LED, GPIO.OUT)

pwm_led = GPIO.PWM(LED, 500)
pwm_led.start(100)

try:
    while (True):
        duty_s = input("Enter Brightness (0 to 100):")
        duty = int(duty_s)
        pwm_led.ChangeDutyCycle(duty)

except KeyboardInterrupt:
    pwm_led.stop( )
    GPIO.cleanup()
```

```
pi@raspberrypi: ~ $ python3 genius_camp/iot/led_brightness.py
```

PWM을 이용한 LED 밝기 제어

Pi에서 실행



- 위의 회로를 유지한 채 [led_dimming.py](#) 스크립트 작성 후 실행

```
#led_dimming.py

import RPi.GPIO as GPIO
import time

LED = 18
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.setup(LED, GPIO.OUT)

LED = GPIO.PWM(LED, 100)
LED.start(0)
delay = 0.1
```

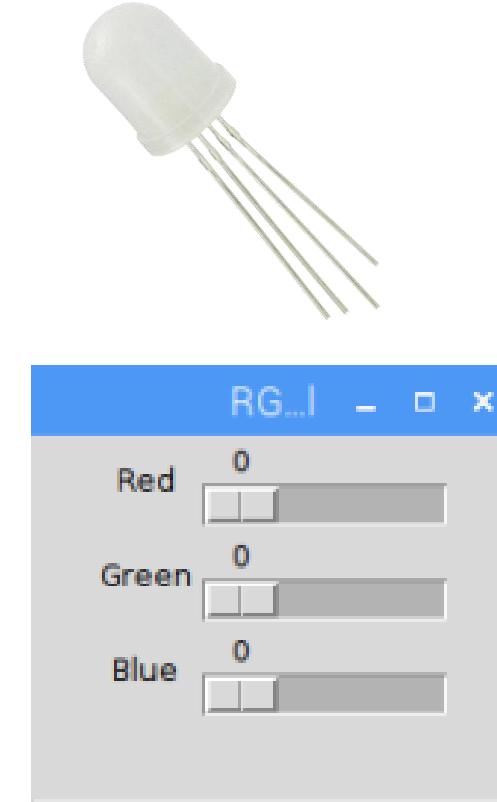
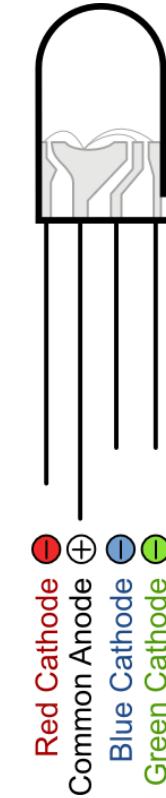
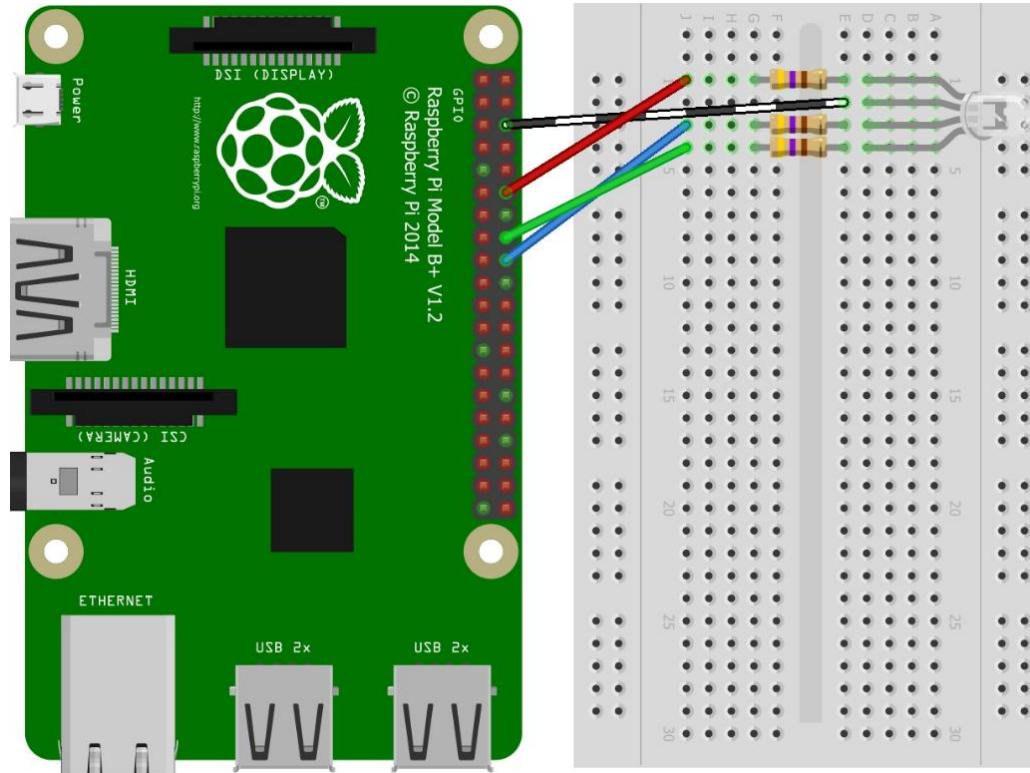
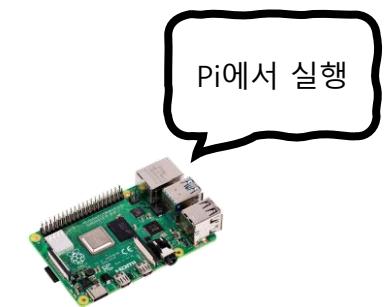
```
try:
    while (True):
        for i in range(0, 101):
            LED.ChangeDutyCycle(i)
            time.sleep(delay)
        for i in range(100, -1, -1):
            LED.ChangeDutyCycle(i)
            time.sleep(delay)

except KeyboardInterrupt:
    LED.stop()
    GPIO.cleanup()
```

```
pi@raspberrypi: ~ $ python3 genius_camp/iot/led_dimming.py
```

RGB LED 제어

- PWM 출력으로 GPIO 18(Red), 23(Green), 24(Blue) pin 사용([mixing_colors.py](#))



```
pi@raspberrypi: ~ $ python3 genius_camp/iot/mixing_colors.py
```

Scroll-bar를 움직이며 LED의 변화 확인

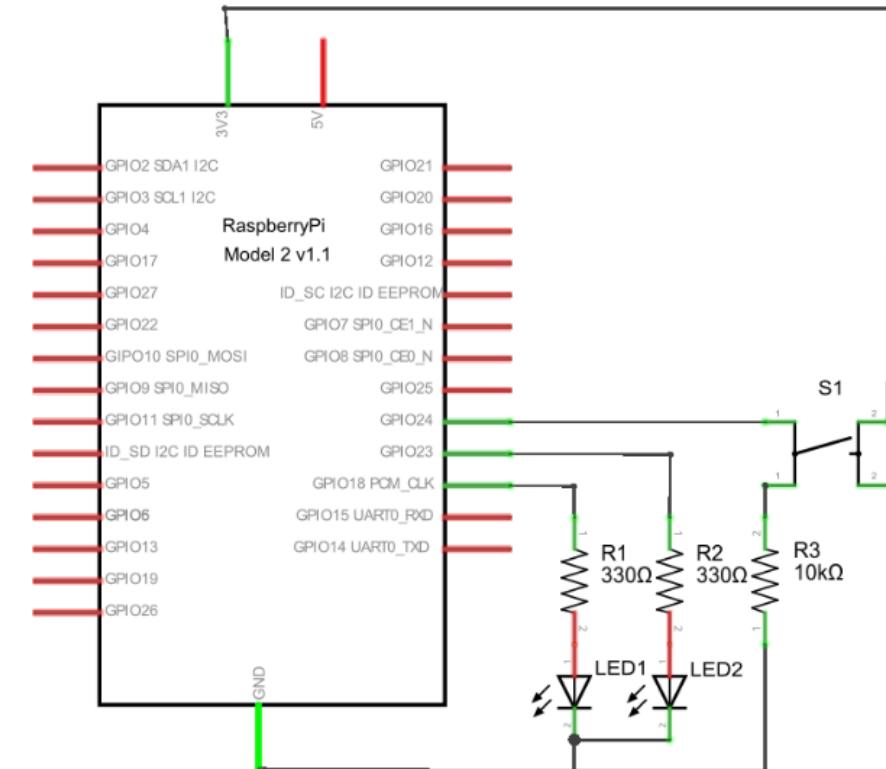
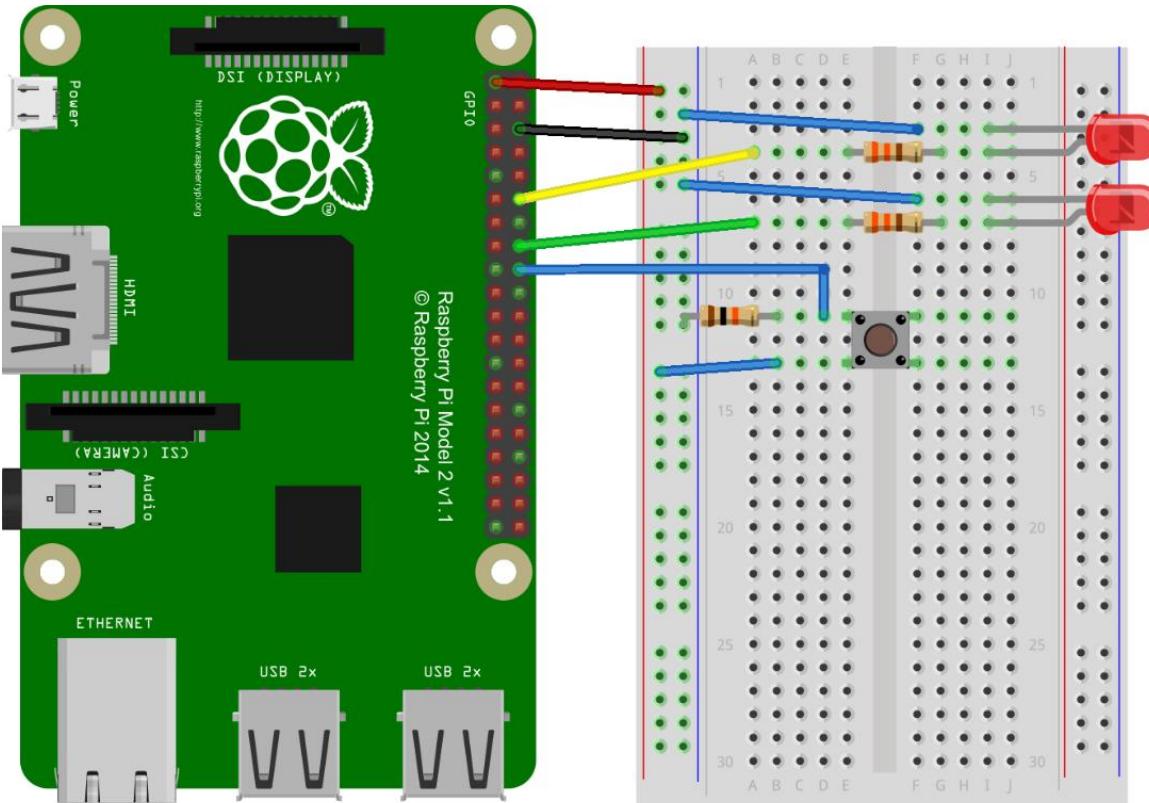
LED/Push Button 입력 출력 테스트

Pi에서 실행



- Python Bottle Web Framework 설치

```
pi@raspberrypi: ~ $ sudo rm /usr/lib/python3.11/EXTERNALLY-MANAGED  
pi@raspberrypi: ~ $ sudo pip install bottle
```



LED/Push Button 입출력 테스트

Pi에서 실행



- 실행 및 실행 결과

```
pi@raspberrypi: ~ $ python3 genius_camp/iot/ledbtn_web.py
```

- 결과 확인

- Web browser 실행
- <http://localhost:8080> 으로 접속
- 회로의 push button, LED0, LED1 버튼을 클릭하여 결과 확인

```
pi@raspberrypi:~/Exam
File Edit Tabs Help
pi@raspberrypi:~/Exam $ sudo python ledbtn_web.py
Bottle v0.12.7 server starting up (using WSGIServer())...
Listening on http://localhost:8080/
Hit Ctrl-C to quit.

127.0.0.1 - [27/Jul/2016 15:22:46] "GET / HTTP/1.1" 200 251
```

localhost

http://localhost:8080/

GPIO Control

Button =Down

LED

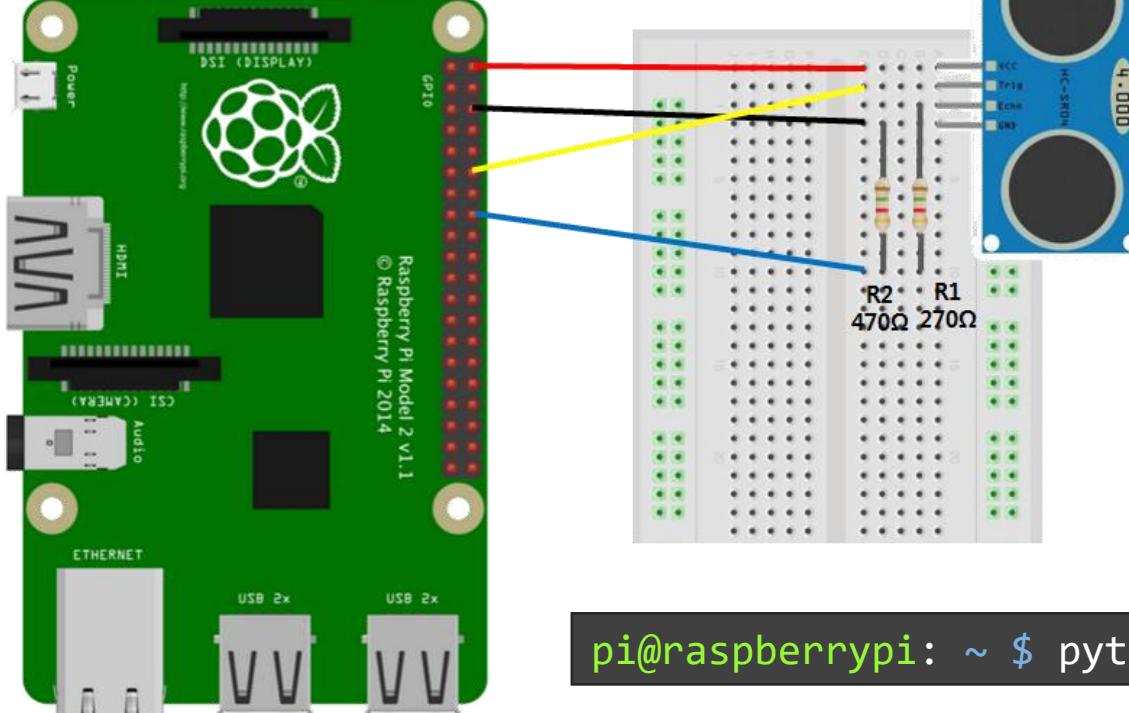
LED 0 LED 1

초음파 센서를 이용한 거리 측정

Pi에서 실행



- 사람 귀에 들리지 않는 주파수(20Khz 이상)의 소리인 초음파가 가지고 있는 특성을 이용한 센서



초음파 센서(HC-SR04)

```
pi@raspberrypi: ~ $ python3 genius_camp/iot/ranger.py
```

• Quiz!!)

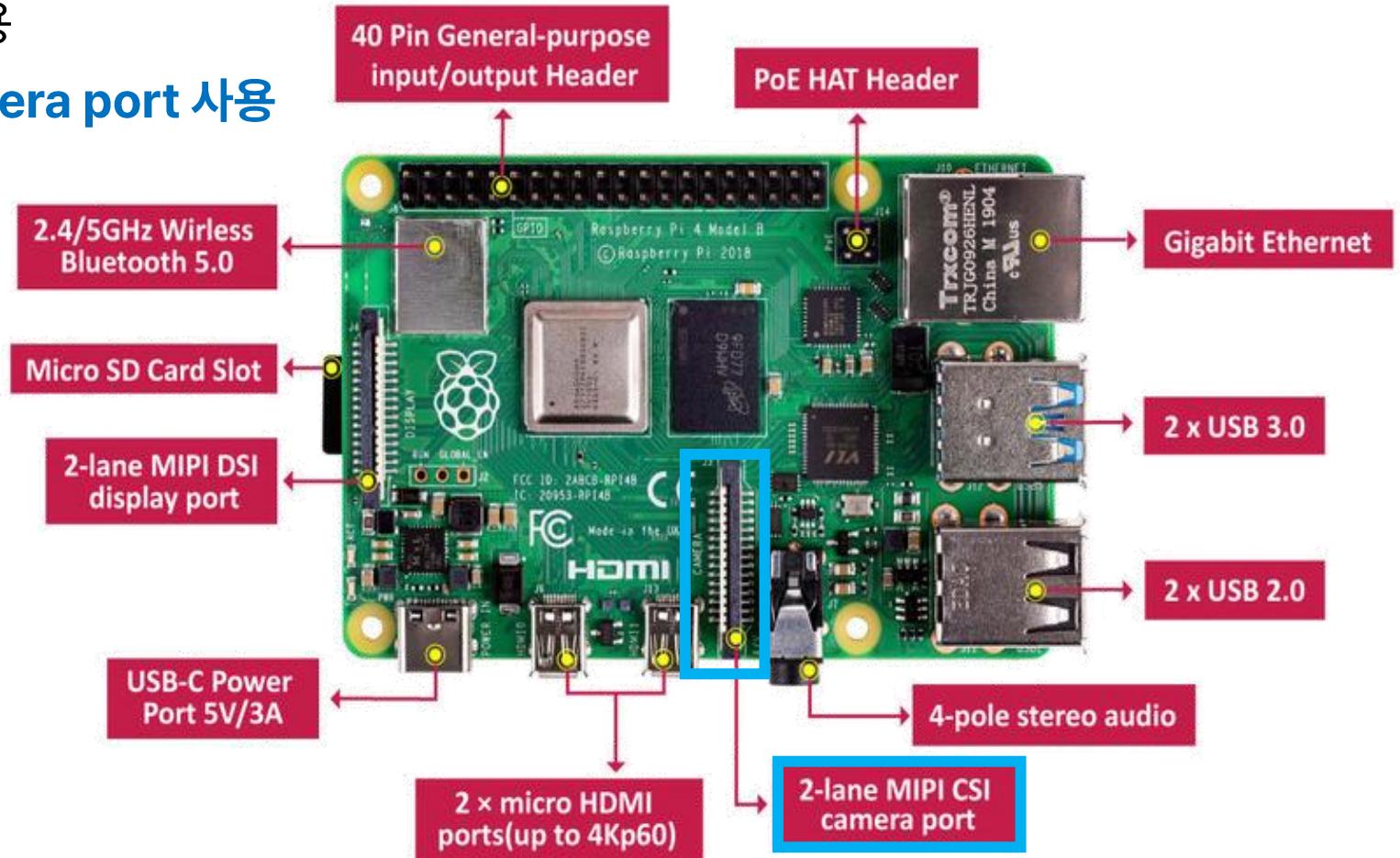
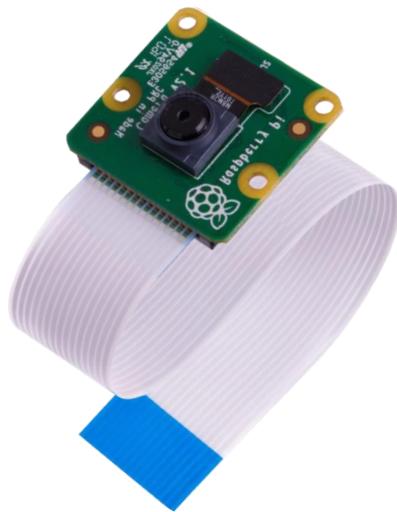
- ranger.py code를 이용하여 특정 거리(ex. 20Cm) 안에 들어오면 LED 가 켜질 수 있도록 회로와 code를 수정해 봅시다.

3. Pi Camera를 이용한 영상 처리

- 강의 목표
 - Pi Camera 연결
 - Pi Camera 테스트 및 python을 이용한 영상 녹화
 - NATS 설정 및 테스트
 - NATS를 이용한 영상 전송
 - NATS를 이용한 객체 인식

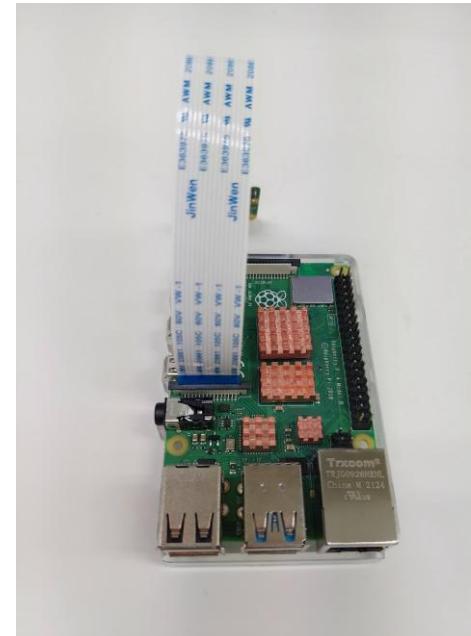
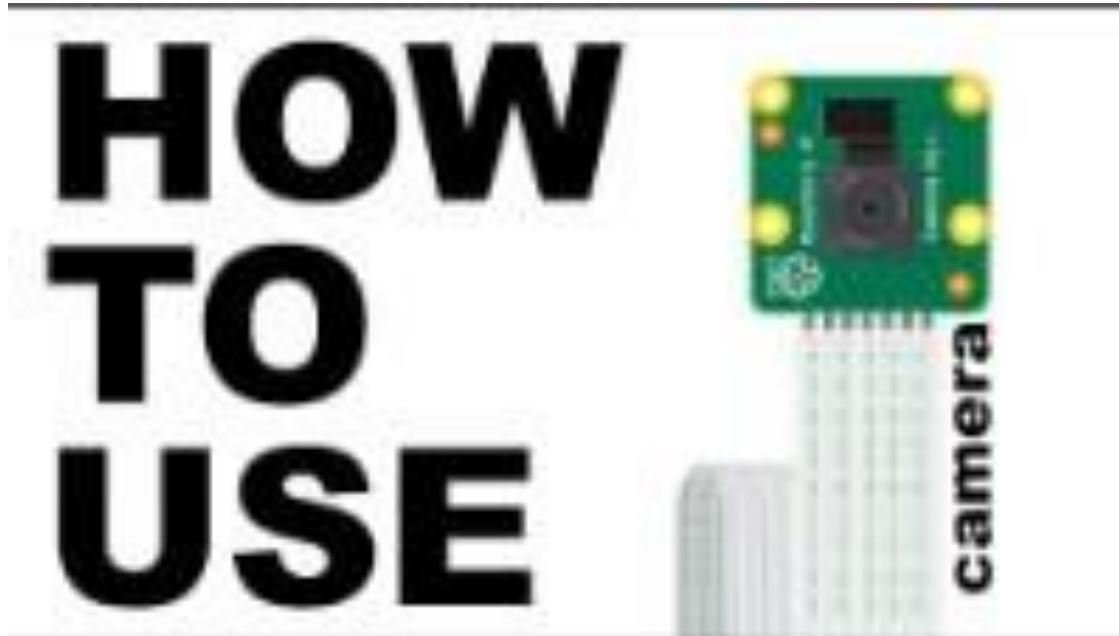
Pi Camera를 이용한 영상 처리

- IoT 교육 : 40 Pin GPIO 사용
- Pi camera 교육 : CSI camera port 사용



Pi Camera 연결

- Raspberry Pi의 전원을 끈 상태에서, 카메라 모듈을 연결



영상 설명 : <https://youtu.be/VzYGDq0D1mw>

Pi Camera 테스트

Pi에서 실행



- 재부팅 후, [camera.py](#) 스크립트 작성 후 실행

```
#camera.py

from picamera2 import Picamera2, Preview
import time

picam2 = Picamera2()
camera_config = picam2.create_preview_configuration()
picam2.configure(camera_config)
picam2.start_preview(Preview.QTGL)

picam2.start()
time.sleep(2)
picam2.capture_file("test.jpg")
```

```
pi@raspberrypi: ~ $ python3 camera.py
```

Pi Camera 테스트

Pi에서 실행



- python으로 Raspberry Pi Camera의 영상 녹화하기 🎥
 - record_video.py 스크립트 작성 후 실행

```
# record_video.py

from picamera2.encoders import H264Encoder
from picamera2 import Picamera2
import time

picam2 = Picamera2()
video_config = picam2.create_video_configuration()
picam2.configure(video_config)

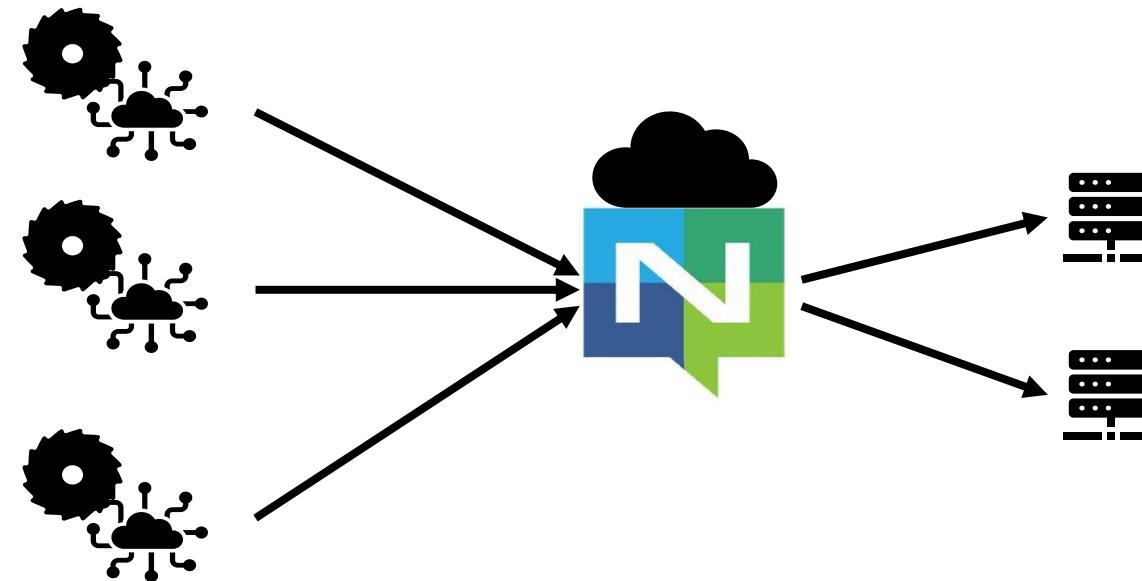
encoder = H264Encoder(bitrate=10000000)
output = "my_video.h264"

picam2.start_recording(encoder, output)
time.sleep(5)
picam2.stop_recording()
```

pi@raspberrypi: ~ \$ python3 record_video.py

NATS?

- NATS : 메시지 지향 미들웨어(message oriented middleware)
 - 소프트웨어 애플리케이션과 서비스 간의 데이터를 교환할 수 있는 인프라를 제공
 - NATS는 메시지 형태로 데이터를 교환할 수 있으며, 이를 "메시지 지향 미들웨어" 또는 "분산 시스템"으로 정의
 - 다양한 시스템 전반에서 실시간 데이터를 저장하고 보낼 수 있음



- 출처 : <https://docs.nats.io/>

NATS vs Apache Kafka



- 시스템 여러 구성 요소 간의 통신을 가능하게 하는 Message System의 대표적인 open source
 - 안정적인 서비스 제공
 - 실시간 데이터 처리 및 안전한 데이터 전송 보장
 - 대량의 데이터를 효율적으로 처리
- NATS
 - Subject-based messaging 을 사용하여 Kafka 보다 간단(Message Queue 방식)
 - Microservice에 적합
- Kafka
 - Event Streaming platform
 - 실시간 대량의 데이터를 처리할 수 있는 big-data application에 적합

Raspberry Pi에서 NATS 설정하기



- NATS 라이브러리 설치

```
pi@raspberrypi: ~ $ pip3 install nats-py
```

- NATS 테스트

```
pi@raspberrypi: ~ $ python3 genius_camp/pi/nats-test.py
```

- 아래와 같은 응답이 온다면 정상 작동

```
Received: Msg(_client=<nats client v2.4.0>, subject='foo', reply='', data=b'Hello from Python!',  
headers=None, _metadata=None, _ackd=False, _sid=1)
```

- NUC에서 작동 확인을 위해 아래의 파일을 실행

```
pi@raspberrypi: ~ $ python3 genius_camp/pi/nats-main.py
```

NUC에서 NATS 설정하기

NUC에서 실행



- NUC에 라이브러리 설치

```
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ sudo apt install python3-pip  
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ sudo rm /usr/lib/python3.11/EXTERNALLY-MANAGED  
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ pip install nats-py
```

```
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ sudo pip install pillow --upgrade  
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ sudo apt install python3-tk  
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ sudo apt install libatlas-base-dev
```

```
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ sudo pip3 install opencv-python  
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ sudo pip3 install -U numpy
```

NATS Test



- NUC에서 NATS 테스트를 위한 파일 실행

```
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ python3 genius_camp/nuc/nats-test.py
```

- 반드시 Pi에서 실행되어 있는 상태에서 진행
- 확인 후 지금까지 실행한 .py 는 ctrl+c 를 이용하여 정지

Raspberry Pi에서 영상 전송

Pi에서 실행



- Raspberry Pi에서 실행

```
pi@raspberrypi: ~ $ python3 genius_camp/pi/result.py --subject {원하는 이름}
```

- NUC에서 실행

```
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ python3 genius_camp/nuc/result.py --subject {원하는 이름}
```

- Raspberry Pi에서 먼저 실행시키지 않으면 NUC에서 동작하지 않음

NUC에서 실행



Raspberry Pi 카메라 객체 인식

Pi에서 실행



- Raspberry Pi에서 실행

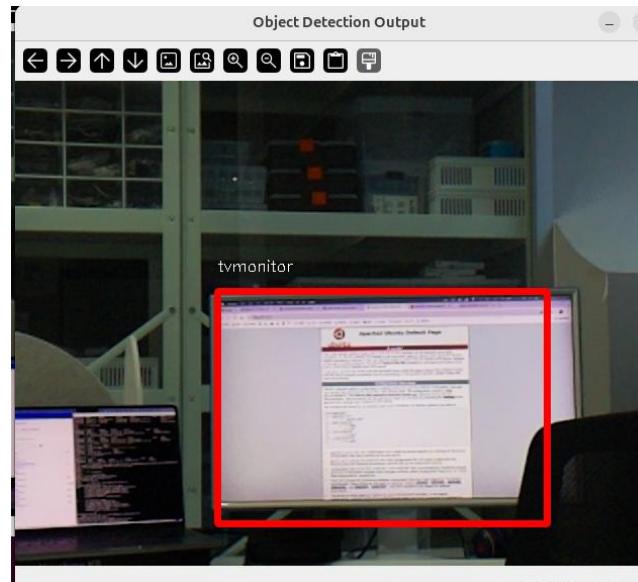
```
pi@raspberrypi: ~ $ python3 genius_camp/pi/result.py --subject {원하는 이름}
```

- NUC에서 실행

```
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ cd genius_camp/nuc/object-detect
```

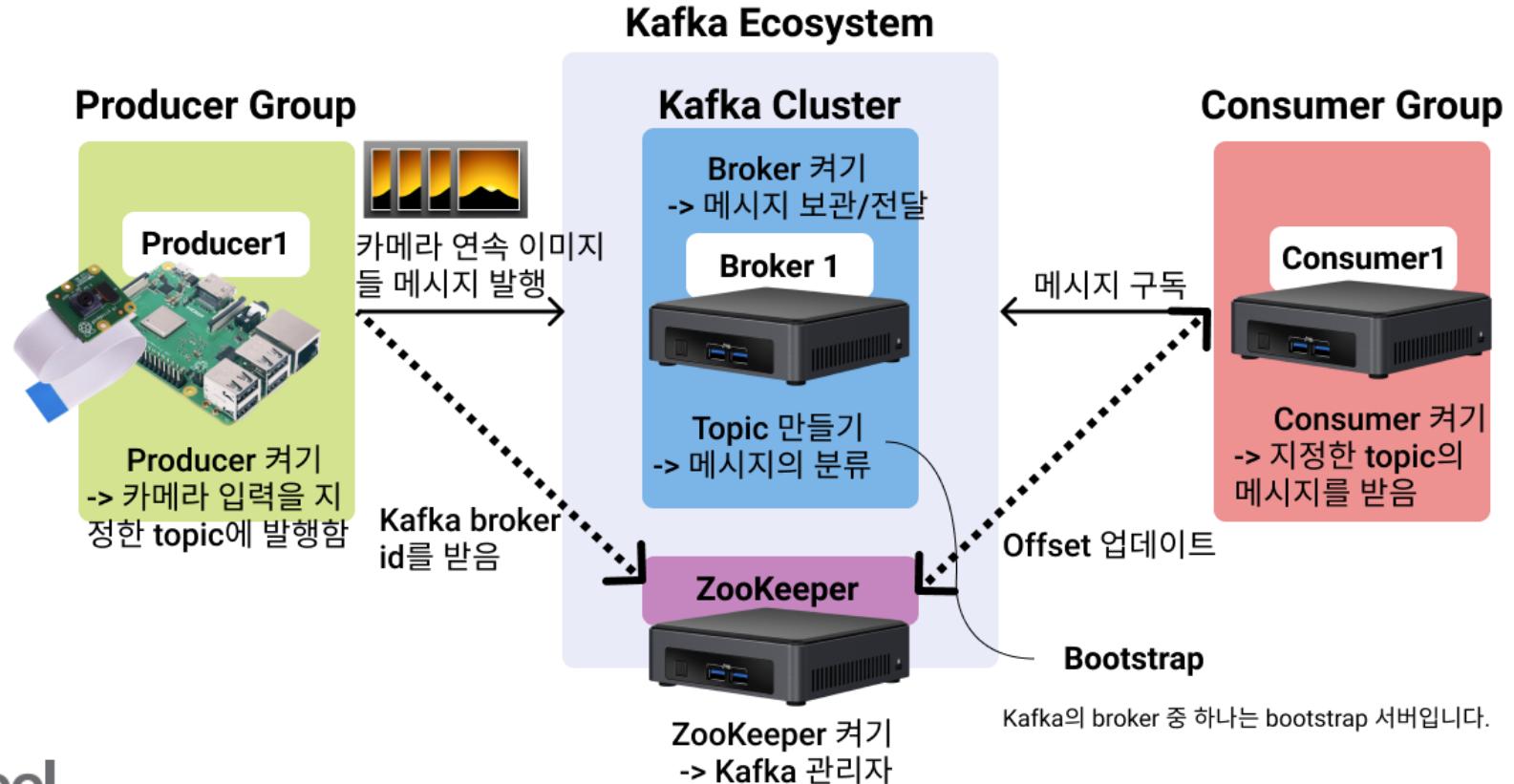
```
ubuntu@ubuntu-machine: ~ $ python3 video_object_detection.py --subject {원하는 이름}
```

NUC에서 실행



Kafka 실행

Kafka를 설치하고 실행, 콘솔창의 메시지를 전송



Experiments requirements

Pi에서 실행



- ❖ Git을 이용하여 실험에 필요한 파일 다운로드(Pi)

```
pi@raspberrypi:~$ sudo apt update  
pi@raspberrypi:~$ git clone https://github.com/gistbdkim/open_gist.git
```

NUC에서 실행



- ❖ Git을 이용하여 실험에 필요한 파일 다운로드(NUC)

```
ubuntu@ubuntu-machine:~$ sudo apt update  
ubuntu@ubuntu-machine:~$ git clone https://github.com/gistbdkim/open_gist.git
```

NUC에서 실행



Package 및 Kafka 설치(NUC)

```
ubuntu@ubuntu-machine:~$ sudo apt install -y default-jdk  
Kafka 실행에 필요한 JDK를 설치  
ubuntu@ubuntu-machine:~$ sudo pip3 install kafka-python  
Kafka를 Python에서 실행하게 해주는 패키지를 설치  
ubuntu@ubuntu-machine:~$ sudo su  
root@ubuntu-machine:/home/ubuntu# wget http://archive.apache.org/dist/kafka/  
2.8.0/kafka_2.12-2.8.0.tgz  
root@ubuntu-machine:/home/ubuntu# tar -xzf kafka_2.12-2.8.0.tgz  
root@ubuntu-machine:/home/ubuntu# exit
```



Package 및 Kafka 설치(Pi)

```
pi@raspberrypi:~$ sudo apt install -y default-jdk          Kafka 실행에 필요한 JDK를 설치
pi@raspberrypi:~$ sudo pip3 install kafka-python           Kafka를 Python에서 실행하게 해주는 패키지를 설치
pi@raspberrypi:~$ sudo su
root@raspberrypi:/home/pi# wget http://archive.apache.org/dist/kafka/
2.8.0/kafka_2.12-2.8.0.tgz
root@raspberrypi:/home/pi# tar -xzf kafka_2.12-2.8.0.tgz
root@raspberrypi:/home/pi# exit
```

Kafka 실행 순서

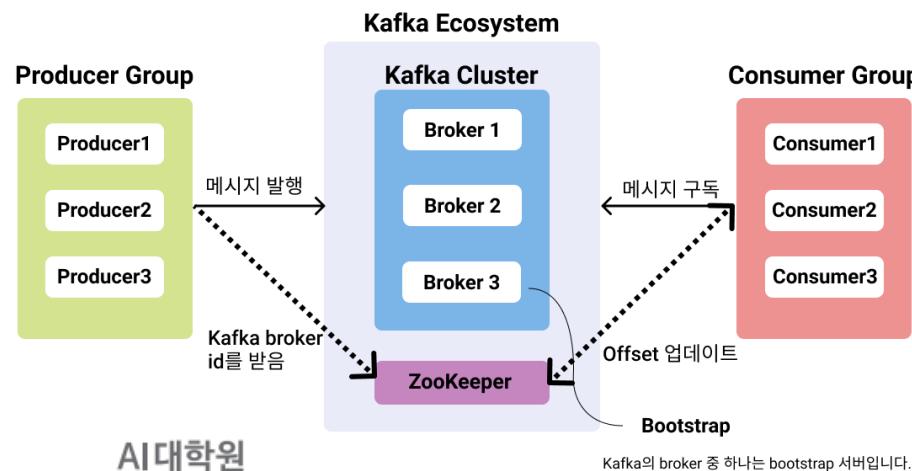
- ❖ Zookeeper 실행(Kafka Server)
- ❖ Server(broker)를 실행 후 Kafka topic을 만듦(Kafka Server)
 - ❖ topic은 이벤트들의 분류이며, 같은 종류=topic의 이벤트들을 함께 묶어서 관리하기 때문에, 이벤트/메시지를 생성하기 전에 topic을 먼저 만들어야 함.
 - ❖ topic은 다시 partition이라는 일정 크기의 조각으로 나뉘어 여러 broker에 복제되어 저장
- ❖ Producer와 Consumer를 실행(Kafka의 Client)
 - ❖ Producer는 이벤트를 생성, Consumer는 이벤트를 받아오는 역할



Kafka Zookeeper 실행

- ❖ 터미널에서 새로운 탭 open

```
ubuntu@ubuntu-machine: ~
ubuntu@ubuntu-machine:~$ cd kafka_2.12-2.8.0
Kafka가 설치된 폴더로 이동
ubuntu@ubuntu-machine:~/kafka_2.12-2.8.0$ sudo bin/zookeeper-server-start.sh config/zookeeper.properties
Kafka Zookeeper를 실행
```



- Kafka의 ZooKeeper를 실행해 분산된 메시지 큐의 정보를 관리
- Kafka를 사용하려면 반드시 ZooKeeper를 실행해야 함.



Kafka Server 실행(1)

- ❖ 터미널에서 새로운 탭 open

```
ubuntu@ubuntu-machine:~$ cd kafka_2.12-2.8.0
```

Kafka가 설치된 폴더로 이동

```
ubuntu@ubuntu-machine:~/kafka_2.12-2.8.0$ sudo vim config/server.properties
```

Kafka server 설정을 수정

- ❖ 아래와 같은 부분을 찾아서 `# advertised.listeners=PLAINTEXT://` 부분을 아래와 같이 `#`을 제거하고 NUC의 IP로 수정

```
# Hostname and port the broker will advertise to producers and consumers. If not
set,
# it uses the value for "listeners" if configured, Otherwise, it will use the
value
# returned from java.net.InetAddress.getCanonicalHostName().
advertiesd.listeners=PLAINTEXT://<NUC IP>:9092
```



Kafka Server 실행 및 Topic 생성

- ❖ 이후 서버를 실행

```
ubuntu@ubuntu-machine:~/kafka_2.12-2.8.0$ sudo bin/kafka-server-start.sh  
config/server.properties
```

- ❖ Kafka의 Server(broker)를 실행하여 클라이언트(producer, consumer)로부터의 발행, 구독, 정보 요청을 처리하고, 데이터를 topic, partition으로 나누어 복제하고 저장
- ❖ server.properties에서는 broker의 주소를 수정해 NUC 외부 기기인 Pi에서도 접근이 가능하도록 처리

- ❖ Kafka Topic 생성

- ❖ Kafka는 메시지를 topic에 따라 관리하며, 메시지를 발행하는 producer도 특정 topic에 대해 메시지를 발행하고, consumer도 특정 topic을 지정해 그 topic에 대한 메시지들을 구독

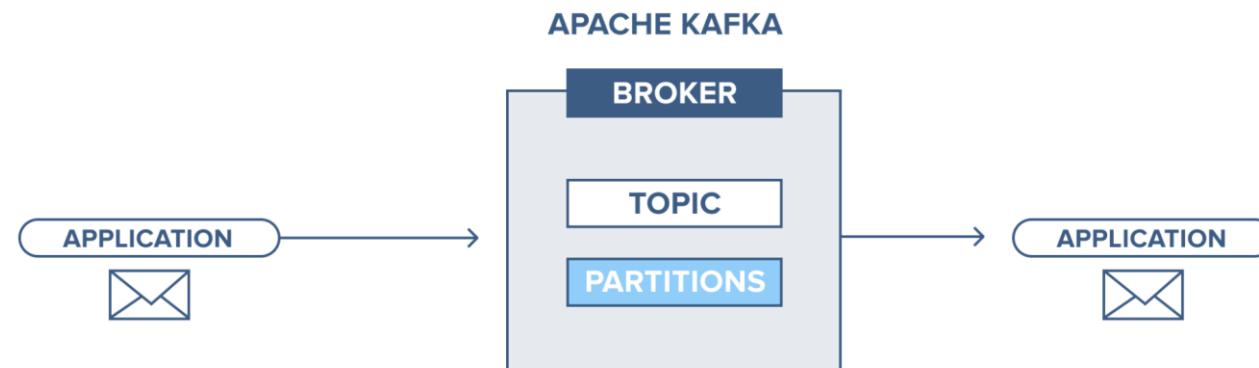
❖ Topic은 partition으로 나뉘어 broker들에 분산, 복제되어 저장



Kafka Topic 생성

- ❖ 터미널에서 새로운 탭 open 후 아래의 <NUC IP> 부분에 본인의 IP를 입력하고 진행

```
ubuntu@ubuntu-machine:~/kafka_2.12-2.8.0$ sudo bin/kafka-topics.sh --create --  
bootstrap-server <NUC IP>:9092 --replication-factor 1 --partitions 1 --topic chat  
--create 는 새로운 topic 생성, --topic으로 토픽의 이름을 진행  
--replication-factor는 메시지의 복제 개수를  
--partitions는 메시지를 몇 개의 broker로 쪼개어 저장할 것인지 지정  
ubuntu@ubuntu-machine: ~/kafka_2.12-2.8.0$ sudo bin/kafka-topics.sh --list --  
bootstrap-server <NUC IP>:9092  
chat  
--list 옵션으로 만들어진 topic의 목록을 확인할 수 있음  
방금 만든 chat을 확인할 수 있음
```



Pi 콘솔창 입력 메시지 발행, NUC 구독

- ❖ 터미널에서 새로운 탭 open 후 아래의 <NUC IP> 부분에 본인의 IP를 입력하고 진행

```
pi@raspberrypi:~$ cd kafka_2.12-2.8.0  
pi@raspberrypi:~/kafka_2.12-2.8.0$ sudo  
bin/kafka-console-producer.sh  
--broker-list <NUC IP>:9092 --topic chat  
> hi from pi  
> 어떤 메시지를 입력해 보세요.
```

메시지를 만드는 프로듀서를 실행하면, 터미널
에 입력된 내용은 브로커로 전달

Pi에서 실행

```
ubuntu@ubuntu-machine:~$ cd  
kafka_2.12-2.8.0  
ubuntu@ubuntu-machine:~/kafka_2.12-  
2.8.0$ sudo bin/kafka-console-  
consumer.sh --bootstrap-server <NUC  
IP>:9092 --topic chat --from-beginning  
hi from pi  
어떤 메시지를 입력해보세요.
```

브로커에 전달된 메시지는 컨슈머에서 확인할
수 있음

NUC에서 실행

Python Kafka 사용

Python의 Kafka 라이브러리를 활용해 Pi의 콘솔창 입력을 NUC으로 전송



Pi, NUC에서 서버 주소 전역 환경변수 설정

- ❖ VIM으로 ~/.bashrc 파일 수정

```
ubuntu@ubuntu-machine:~$ vim ~/.bashrc
```

- ❖ VIM 에서 G를 누르면 파일의 맨 끝으로 이동, 아래와 같이 SERVER_IP에 NUC의 IP를 입력

```
export SERVER_IP=<NUC IP>
```

- ❖ 저장 후, 아래 명령어를 입력하여 환경 변수를 적용

```
ubuntu@ubuntu-machine:~$ source ~/.bashrc
```

환경변수란, 셸 세션과 작업 환경에 대한 정보를 저장하는 변수
쉘에서 실행중인 모든 프로그램이나 스크립트가 이 변수에 접근할 수 있음

Pi에서 실행

NUC에서 실행

NUC와 PI 양쪽에서 다 실행!!



Python Kafka Producer

- ❖ 위에서 만들어 놓은 Zookeeper와 Broker가 NUC에 켜져 있는 상태에서 진행해야 함
- ❖ 아래 폴더로 이동

```
pi@raspberrypi:~/open_gist/kafka_transmission
```

- ❖ 이후 아래 커マン드로 producer를 실행하고, 터미널에서 메시지를 입력

```
pi@raspberrypi:~/open_gist/kafka_transmission$ python3  
console_producer.py  
메시지를 입력하세요: 안녕하세요 아무말이나 입력하세요  
메시지를 입력하세요: 하이
```

- ❖ 파일 구성

1. 필요한 라이브러리들을 호출
2. 환경변수(SERVER_IP)에 저장된 Broker 서버 주소를 불러옴
3. Python 실행 시 topic을 인자로 받고 Kafka producer를 정의
4. Ctrl + C를 눌러 종료하기 전까지, 입력 값을 받아 Kafka 메시지로 발행



Python Kafka Consumer

- ❖ 마찬가지로 clone을 받고, 폴더로 이동
- ❖ consumer를 실행하고 발행된 메시지를 확인

```
ubuntu@ubuntu-machine:~$ cd ~/open_gist/kafka_transmission  
ubuntu@ubuntu-machine:~/open_gist/kafka_transmission$ python3  
console_consumer.py
```

도착한 메시지: {'1' : '안녕하세요 아무 말이나 입력하셔요' }

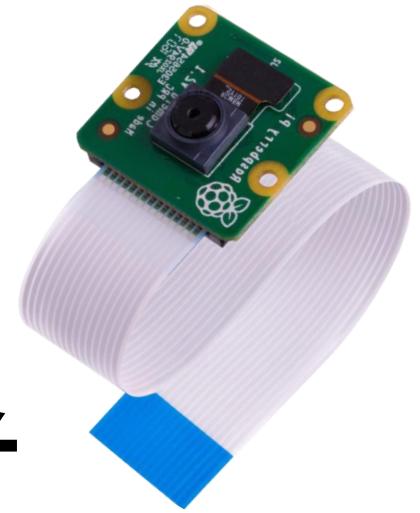
- ❖ 파일 구성

1. 필요한 라이브러리들을 호출
2. 환경변수(SERVER_IP)에 저장된 Broker 서버 주소를 불러옴
3. Python 실행 시 topic을 인자로 받고, Kafka consumer를 정의
4. Ctrl + C를 눌러 종료하기 전까지, Broker에서 메시지를 받아오고 출력

Pi → NUC 카메라 영상 전송

Pi에서 NUC으로 카메라 영상을 전송

Kafka, kafka-python, OpenCV를 사용





Kafka Setup

- ❖ 위에서 만들어 놓은 Zookeeper와 Broker가 NUC에 켜져 있는 상태에서 진행
 - ❖ 켜져 있지 않다면 다시 실행
- ❖ 비디오 송수신을 위해 새로운 “pi-video”라는 새로운 Kafka topic을 생성

```
ubuntu@ubuntu-machine:~/kafka_2.12-2.8.0$ sudo bin/kafka-topics.sh --create  
--bootstrap-server <NUC IP>:9092 --replication-factor 1 --partitions 1  
--topic pi-video  
ubuntu@ubuntu-machine:~/kafka_2.12-2.8.0$ sudo bin/kafka-topics.sh --list  
--bootstrap-server <NUC IP>:9092  
chat  
pi-video
```



OpenCV Python Setup(NUC)

- ❖ opencv-python : Python에서 OpenCV 라이브러리를 사용하기 위한 package
- ❖ 필요한 package 설치

```
ubuntu@ubuntu-machine:~$ sudo apt install -y libatlas-base-dev
ubuntu@ubuntu-machine:~$ sudo pip3 install -U pip
ubuntu@ubuntu-machine:~$ sudo pip3 install opencv-python
ubuntu@ubuntu-machine:~$ sudo pip3 install numpy==1.26.4
```



Python Kafka Video Producer

- ❖ ~/open_gist/kafka_transmission 디렉토리로 이동
- ❖ 아래 명령어를 실행하여 Pi Camera를 통해 받아온 데이터를 OpenCV로 읽어온 후 비디오 프레임을 메시지로 발행

```
pi@raspberrypi:~$ cd ~/open_gist/kafka_transmission  
pi@raspberrypi:~/open_gist/kafka_transmission$ python3 video_producer.py --topic pi-video
```

- ❖ 파일 구성
 1. 필요한 라이브러리 호출
 2. 환경변수(SERVER_IP)에 저장된 Broker 서버 주소를 불러옴
 3. Python 실행 시 topic을 인자로 받음
 4. Kafka produce를 정의
 5. Ctrl + C를 눌러 종료하기 전까지, 비디오 데이터를 읽어와서 Kafka 메시지로 발행



Python Kafka Video Consumer

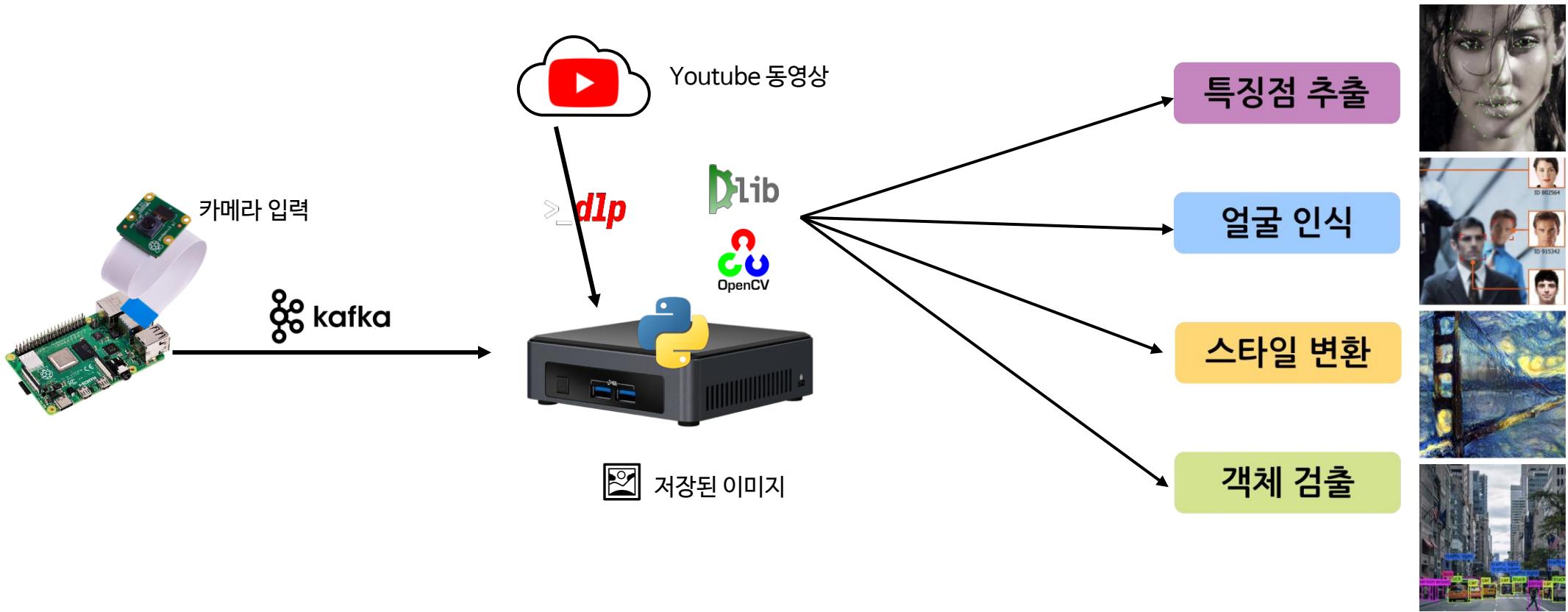
- ❖ ~/AI_SUMMER_2002/kafka_transmission 디렉토리로 이동
- ❖ 아래 명령어를 실행하여 발행된 메시지(비디오 프레임)을 소비하고 확인 할 수 있음

```
ubuntu@ubuntu-machine:~$ cd ~/open_gist/kafka_transmission  
ubuntu@ubuntu-machine:~/open_gist/kafka_transmission$ python3 video_consumer.py
```

- ❖ 파일 구성

1. 필요한 라이브러리 호출
2. 환경변수(SERVER_IP)에 저장된 Broker 서버 주소를 불러옴
3. Python 실행 시 topic을 인자로 받음
4. Kafka consumer를 정의
5. Ctrl + C를 눌러 종료하기 전까지, Broker에서 메시지(비디오 프레임)를 받아오고 이를 확인

Computer Vision 기술을 이용한 영상 처리



얼굴 특징점 추출(Facial Landmark Detection)



- ❖ Python package 설치, 모델 다운로드
- ❖ ~/open_gist/face_landmark 디렉토리에서 진행

```
ubuntu@ubuntu-machine:~$ cd ~/open_gist/face_landmark
ubuntu@ubuntu-machine:~/open_gist/face_landmark$ sudo apt install cmake libgtk-3-dev
libboost-all-dev
ubuntu@ubuntu-machine:~/open_gist/face_landmark$ sudo pip3 install imutils yt-dlp
ubuntu@ubuntu-machine:~/open_gist/face_landmark$ sudo pip3 install dlib==19.22.0 -vvv
ubuntu@ubuntu-machine:~/open_gist/face_landmark$ wget
http://dlib.net/files/shape_predictor_68_face_landmarks.dat.bz2
ubuntu@ubuntu-machine:~/open_gist/face_landmark$ bunzip2
shape_predictor_68_face_landmarks.dat.bz2
```

필요한 모델을 받고 압축을 해제

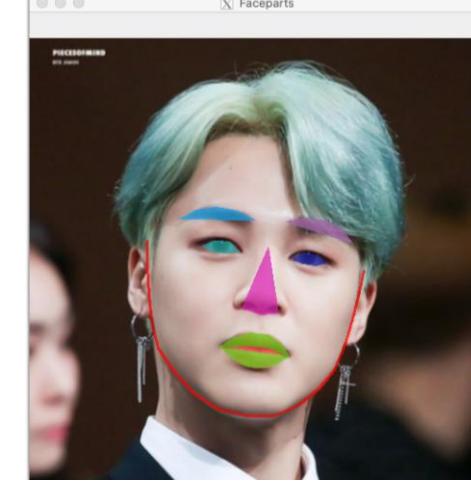
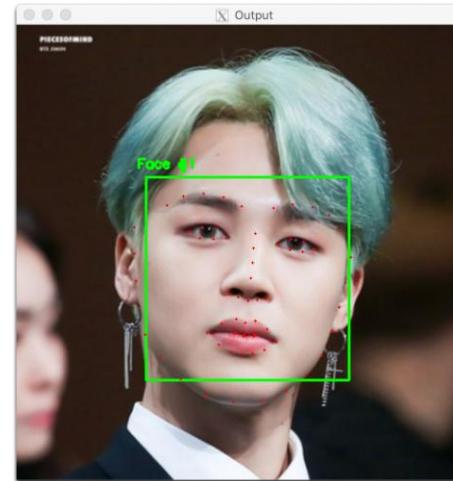
NUC에서 실행



얼굴 특징점 추출(Facial Landmark Detection)

- ❖ 이미지로부터 얼굴 특징점 추출
 - ❖ 저장되어 있는 이미지에서 얼굴 특징점을 추출

```
ubuntu@ubuntu-machine:~/open_gist/face_landmark$ python3 img_face_landmark.py --  
img_path {원하는 이미지 경로} --show_parts {True 또는 False}  
--img_path 인자로 특징점을 검출할 이미지 경로를 입력할 수 있음  
기본값은 ../dataset/single_face/jimin.jpg  
--show_parts 인자에 True를 주면 얼굴의 주요 부위를 확인해 볼 수 있음  
기본 값은 False
```



NUC에서 실행

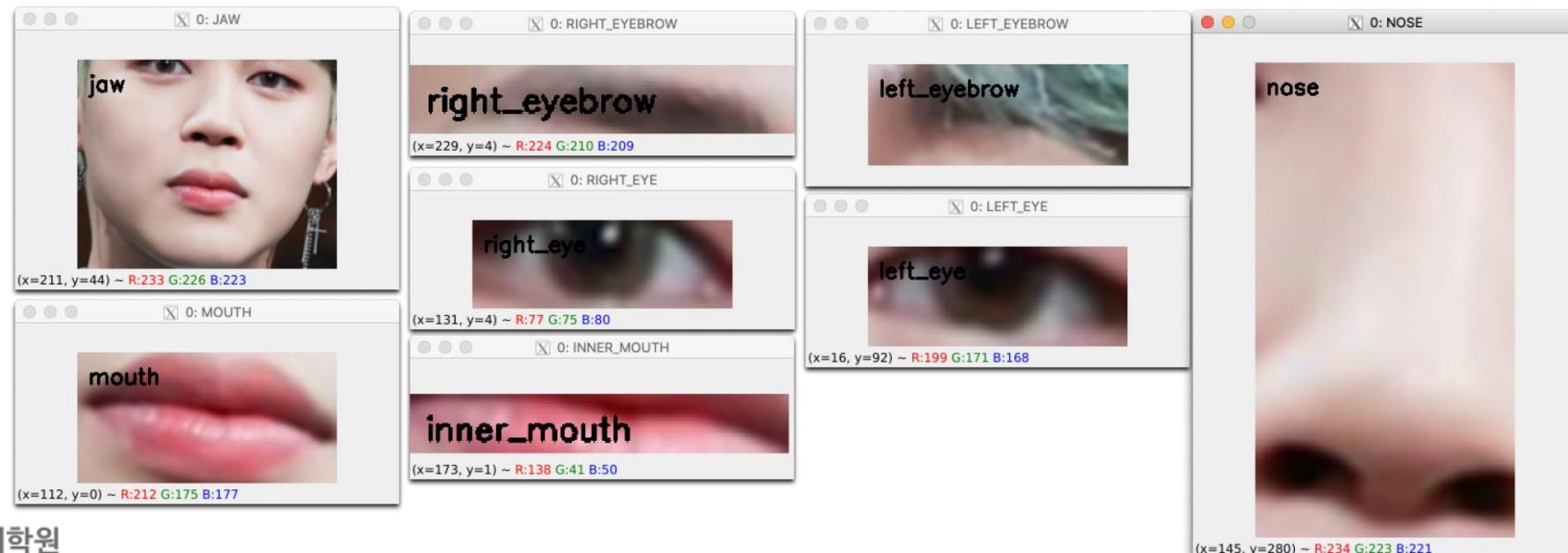


얼굴 특징점 추출(Facial Landmark Detection)

❖ 이미지로부터 얼굴 주요 부위 추출

- ❖ 입, 입라인, 왼쪽/오른쪽 눈썹, 왼쪽/오른쪽 눈, 코, 턱 등 8가지 주요 부분의 이미지를 확인 할 수 있음

```
ubuntu@ubuntu-machine:~/open_gist/face_landmark$ python3 img_face_landmark.py --  
show_parts True
```



얼굴 특징점 추출(Facial Landmark Detection)

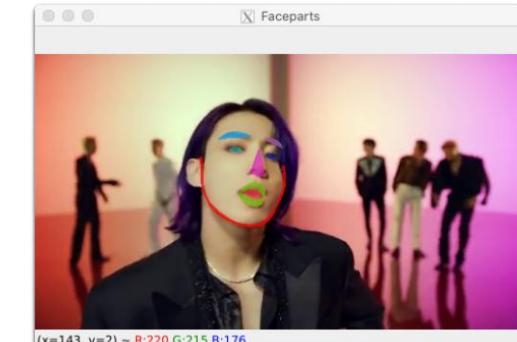
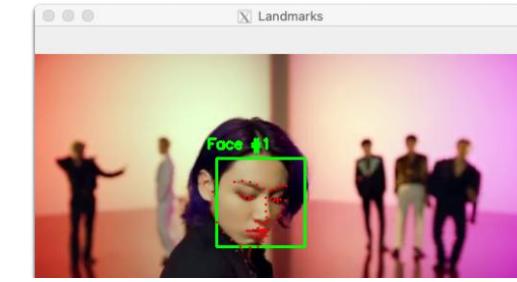


- ❖ Youtube 영상에서 얼굴 특징점 추출
 - ❖Youtube 영상을 저장하고, 얼굴 특징점을 추출

```
ubuntu@ubuntu-machine:~/open_gist/face_landmark$ python3
youtube_face_landmark.py --youtube_url {Youtube 영상 링크}
```

--youtube_url 인자로 원하는 영상 선택 가능
생략하면 미리 설정된 기본값 실행

- ❖ 동영상 인식
 - ❖ 동영상은 여러 장의 정지된 사진이 순서대로 재생되면서 화면 속에서 실제로 움직이는 것처럼 보이는 것
 - ❖ 동영상을 이루는 한 장을 프레임(frame)이라고 하며, 동영상의 각 프레임마다 이미지에 적용할 때와 같은 함수를 적용하여 동영상에 컴퓨터 비전을 적용할 수 있음

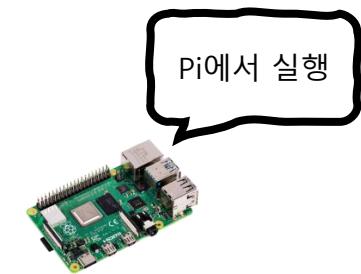


얼굴 특징점 추출(Facial Landmark Detection)

- ❖ Pi Camera 영상에서 얼굴 특징점 추출
 - ❖ 위에서 만들어 놓은 Zookeeper와 Broker가 NUC에 켜져 있는 상태에서 진행

```
pi@raspberrypi:~$ cd ~/open_gist/kafka_transmission  
pi@raspberrypi:~/open_gist/kafka_transmission$ python3  
video_producer.py --topic {Kafka Topic}
```

--topic 인자로 발행할 Kafka topic을 설정
생략할 시 이전에 만든 "pi-video" 토픽을 사용



- ❖ NUC에서 video를 받아 특징점 추출

```
ubuntu@ubuntu-machine:~/open_gist/face_landmark$ python3  
video_face_landmark.py --topic {Kafka Topic}
```

--topic 인자로 발행할 Kafka topic을 설정
생략할 시 전에 만든 "pi-video" 토픽을 사용





얼굴 인식(Face Recognition)

- ❖ Python package 설치, 모델 다운로드
- ❖ ~/open_gist/face_recognition 디렉토리에서 진행

```
ubuntu@ubuntu-machine:~/open_gist/face_landmark$ cd ~/open_gist/face_recognition  
ubuntu@ubuntu-machine:~/open_gist/face_recognition$ sudo pip3 install face-  
recognition==1.3.0
```



얼굴 인식(Face Recognition)

- ❖ 얼굴 등록하기 : Pi Camera 동작시키기
- ❖ 위에서 만들어 놓은 Zookeeper와 Broker가 NUC에 켜져 있는 상태에서 진행

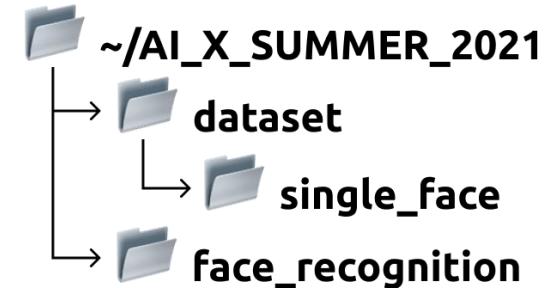
```
pi@raspberrypi: ~ $ cd ~/open_gist/kafka_transmission
pi@raspberrypi: ~/open_gist/kafka_transmission $ 
python3 video_producer.py --topic {Kafka Topic}
# --topic 인자로 발행할 Kafka topic을 설정합니다.
# 생략할 시 전에 만든 "pi-video" 토픽을 씁니다.
```



얼굴 인식(Face Recognition)

📷 얼굴 등록하기

```
ubuntu@ubuntu-machine:~/open_gist/face_recognition$ python3 save_photo.py
사진 저장을 시작합니다
이름을 입력한 뒤, 키를 누르시면 사진이 저장됩니다. 종료하시려면 사람의 이름 대신
'c'를 입력해주세요
사람의 이름을 영어로 입력해주세요: hi
./dataset/single_face/hi.jpg에 이미지가 저장되었습니다
사람의 이름을 영어로 입력해주세요:
```



- ❖ save_photo.py를 사용하여 한 명씩 Pi 카메라로 사진을 찍고(한 명의 얼굴만 나오도록), 이를 open_gist/dataset/single_face에 저장
 - ⚠️ 사람 이름은 영어로 입력
 - ❖ --save_path 인자를 사용하여 사진 저장 위치를 바꿀 수 있음
- ❖ 혹은 위 경로에 원하는 사람 혼자 나온 사진을 저장해도 됨
- ❖ 해당 경로에 저장된 사람의 얼굴이 등록되고, 각 파일의 이름이 사람의 이름으로 등록



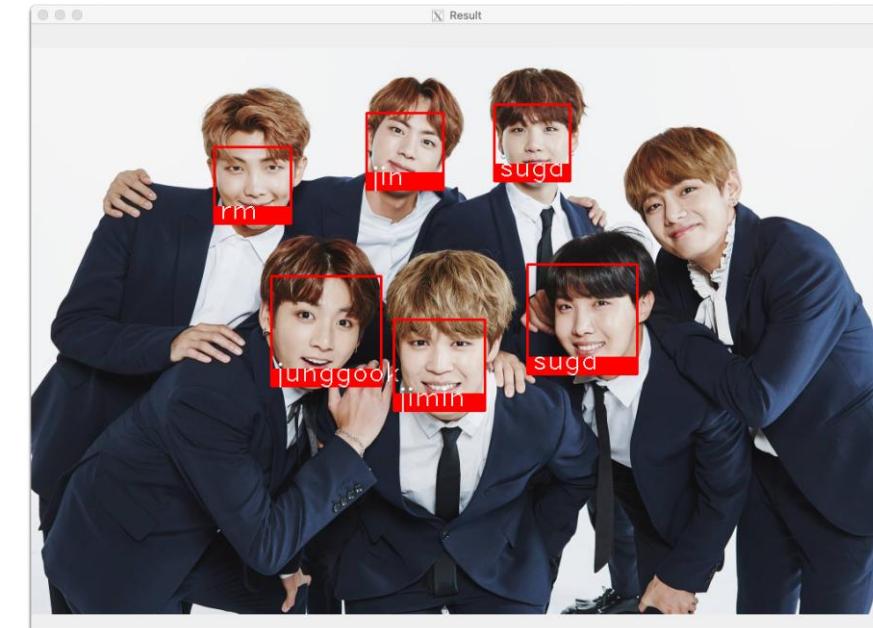
얼굴 인식(Face Recognition)

❖ 이미지 얼굴 인식

```
ubuntu@ubuntu-machine:~/open_gist/face_recognition$ python3
img_face_recognition.py --img_path {데이터셋 경로} --threshold {기준점}
--img_path 인자로 얼굴 인식을 진행할 이미지를 선택
기본값은 ../dataset/multiple_face/bts2.jpg
--threshold 인자의 기본값은 0.6
```

❖ Threshold란?

- ❖ 등록된 사람과의 비교로 그 사람이 맞다고 판별할 수 있는 차의 기준
- ❖ 여기서는 얼굴에 대한 인코딩 값의 차를 기준으로 판별
- ❖ threshold 값이 커질수록 더욱 관용적으로 판별해 등록되지 않은 사람을 등록된 사람으로 오판할 수 있음
- ❖ 작아질수록 등록된 사람도 Unknown으로 오판하게 될 수 있음
- ❖ 대 ~~값~~ 조정하여 변화를 확인



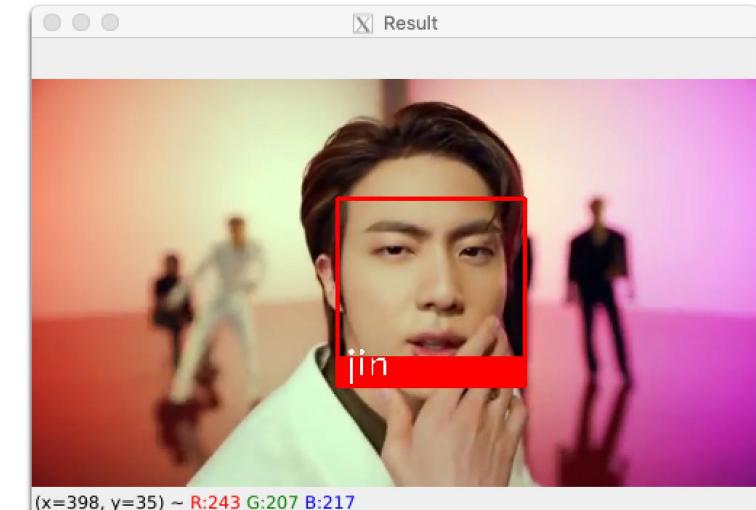
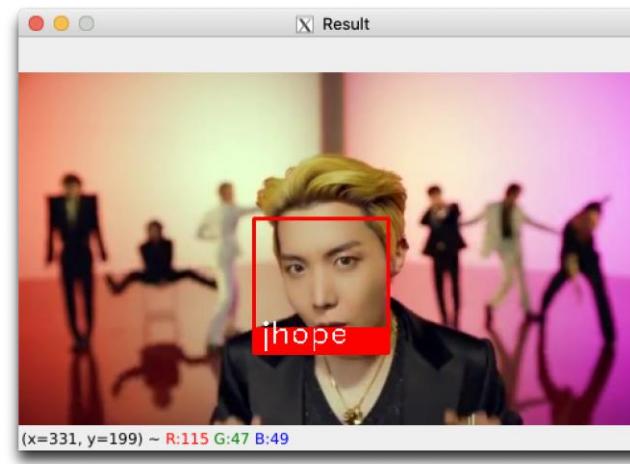
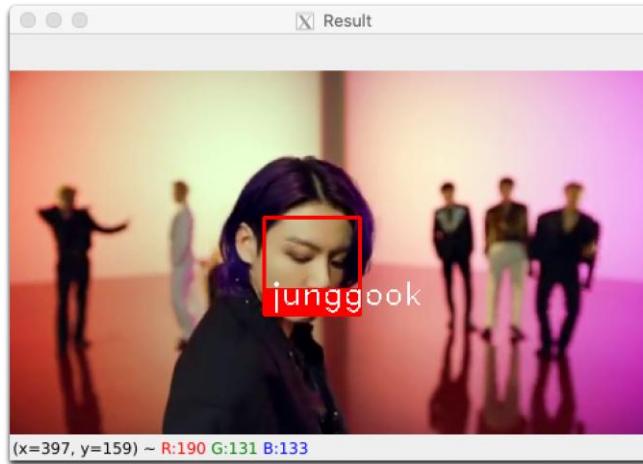
NUC에서 실행



얼굴 인식(Face Recognition)

❖ Youtube 영상 얼굴 인식

```
ubuntu@ubuntu-machine:~/open_gist/face_recognition$ python3  
youtube_face_recognition.py --img_path {데이터셋 경로} --threshold {기준점}  
--youtube_url 인자로 원하는 Youtube 영상 선택 가능  
--threshold 인자의 기본값은 0.6
```

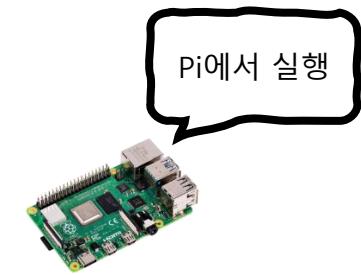


얼굴 인식(Face Recognition)

- ❖ Pi Camera 영상에서 얼굴 인식
 - ❖ 위에서 만들어 놓은 Zookeeper와 Broker가 NUC에 켜져 있는 상태에서 진행

```
pi@raspberrypi:~$ cd ~/open_gist/kafka_transmission  
pi@raspberrypi:~/open_gist/kafka_transmission$ python3  
video_producer.py --topic {Kafka Topic}
```

--topic 인자로 발행할 Kafka topic을 설정
생략할 시 전에 만든 "pi-video" 토픽을 사용



- ❖ NUC에서 비디오를 받아 얼굴 인식 진행

```
ubuntu@ubuntu-machine:~/open_gist/face_recognition$ python3  
video_face_recognition.py --topic {Kafka Topic} --threshold {기준점}
```

--topic 인자로 발행할 Kafka topic을 설정
생략할 시 전에 만든 "pi-video" 토픽을 사용
--threshold 옵션으로 사람의 식별 기준을 0 ~ 1 사이로 설정





NUC에서 실행

객체 검출(Object Detection)

- ❖ Python package 설치, 모델 다운로드
 - ❖ GPU가 없는 제약된 상황이므로, Yolo v3 "Tiny" 모델을 사용
 - ❖ 추론의 정확도는 떨어지지만, 추론 속도가 크게 지연되지 않음
 - ❖ <https://pjreddie.com/media/files/yolov3-tiny.weights>

```
ubuntu@ubuntu-machine: cd ~/open_gist/object_detection
```

NUC에서 실행

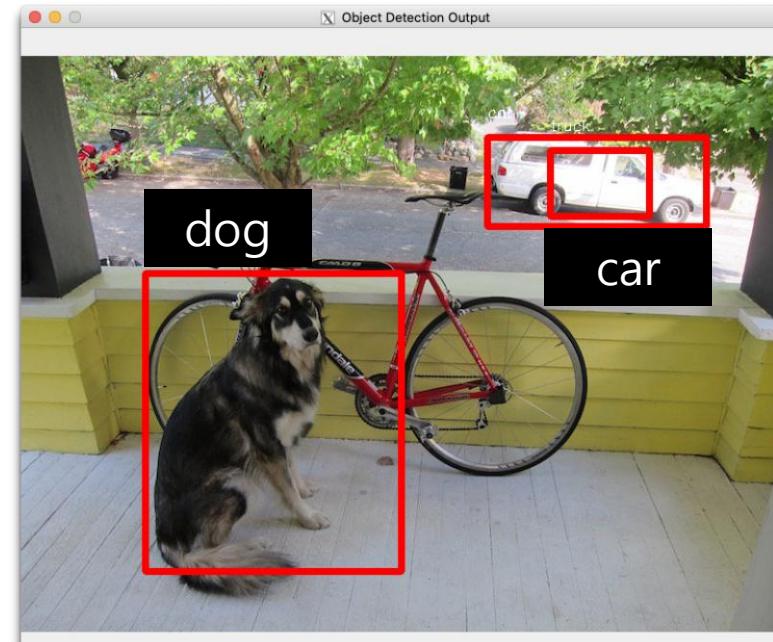


객체 검출(Object Detection)

- 저장된 이미지로부터 객체 검출

```
ubuntu@ubuntu-machine:~/open_gist/object_detection$ python3  
img_object_detection.py --img_path {원하는 이미지 경로}
```

--img_path 인자로 특징점을 검출할 이미지 경로를 입력 가능
기본값은 ../dataset/objects/dog_bicycle.jpg



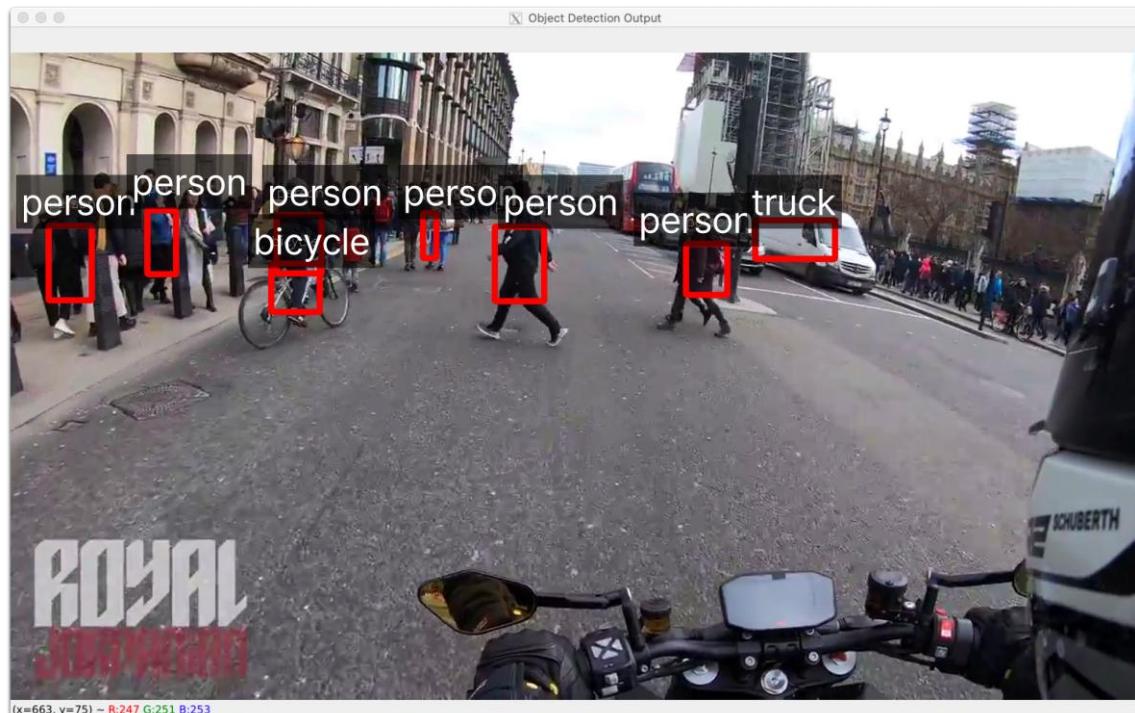
NUC에서 실행



객체 검출(Object Detection)

- ❖ Youtube 영상에서 객체 검출

```
ubuntu@ubuntu-machine:~/open_gist/object_detection$ python3  
youtube_object_detection.py --youtube_url {원하는 영상 경로}  
--youtube_url 인자로 원하는 Youtube 영상 선택
```



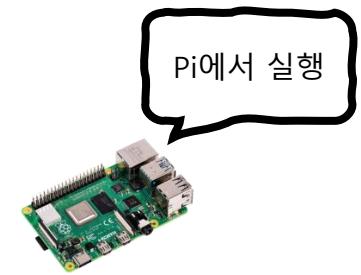
객체 검출(Object Detection)

- ❖ Pi Camera 영상에서 객체 검출

- ❖ 위에서 만들어 놓은 Zookeeper와 Broker가 NUC에 켜져 있는 상태에서 진행

```
pi@raspberrypi:~$ cd ~/open_gist/kafka_transmission  
pi@raspberrypi:~/open_gist/kafka_transmission$ python3  
video_producer.py --topic {Kafka Topic}
```

--topic 인자로 발행할 Kafka topic을 설정
생략할 시 전에 만든 "pi-video" 토픽을 사용



- ❖ NUC에서 비디오를 받아 객체 검출

```
ubuntu@ubuntu-machine:~/open_gist/object_detection$ python3  
video_object_detection.py --topic {Kafka Topic}
```

--topic 인자로 발행할 Kafka topic을 설정





스타일 변환(Style Transfer)

- ❖ Python package 설치, 모델 다운로드
 - ❖ 미리 스타일이 학습된 모델들을 다운받아 사용
 - ❖ <https://www.dropbox.com/sh/2z3hyrewinnmubf/AACUAazQxfKpiMBzjHUVXFRDa> --content-disposition

```
ubuntu@ubuntu-machine:$ cd ~/open_gist/style_transfer
ubuntu@ubuntu-machine:~/open_gist/style_transfer$ wget
https://www.dropbox.com/sh/2z3hyrewinnmubf/AACUAazQxfKpiMBzjHUVXFRDa --content-dis
position
ubuntu@ubuntu-machine:~/open_gist/style_transfer$ mkdir models
ubuntu@ubuntu-machine:~/open_gist/style_transfer$ 
unzip models.zip -d ./models
```

NUC에서 실행



스타일 변환(Style Transfer)

❖ 이미지 스타일 변환

```
ubuntu@ubuntu-machine:~/open_gist/style_transfer$ python3 img_style_transfer.py -  
-img_path {원하는 이미지 경로} --style_path {원하는 스타일 학습된 모델 경로}  
--img_path 옵션으로 스타일 변환할 이미지 경로를 변경 가능
```

기본적으로 ../dataset/objects/dog_bicycle.jpg

--style_path 옵션으로 적용할 스타일이 학습된 모델을 선택할 수 있음

기본적으로 ./models/mosaic.onnx



AI대학원
Graduate School

wave*.onnx

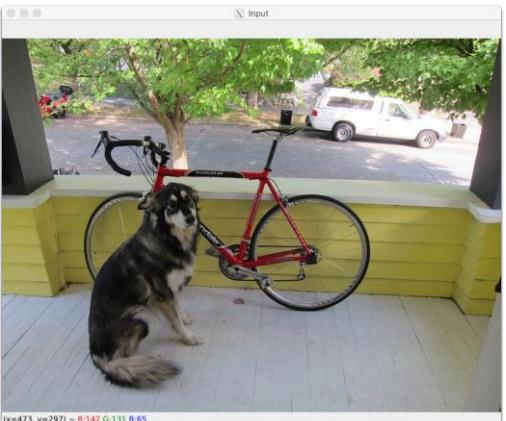
starry*.onnx

mosaic*.onnx

udnei*.onnx

스타일 변환(Style Transfer)

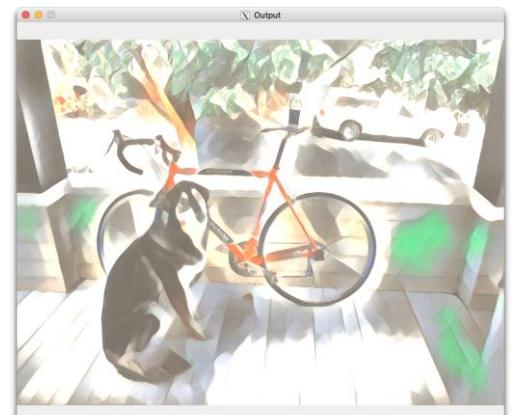
- 저장된 이미지 스타일 변환 결과



원본 이미지



wave150.onnx



udnie_aggressive.onnx



mosaic.onnx



starry150.onnx

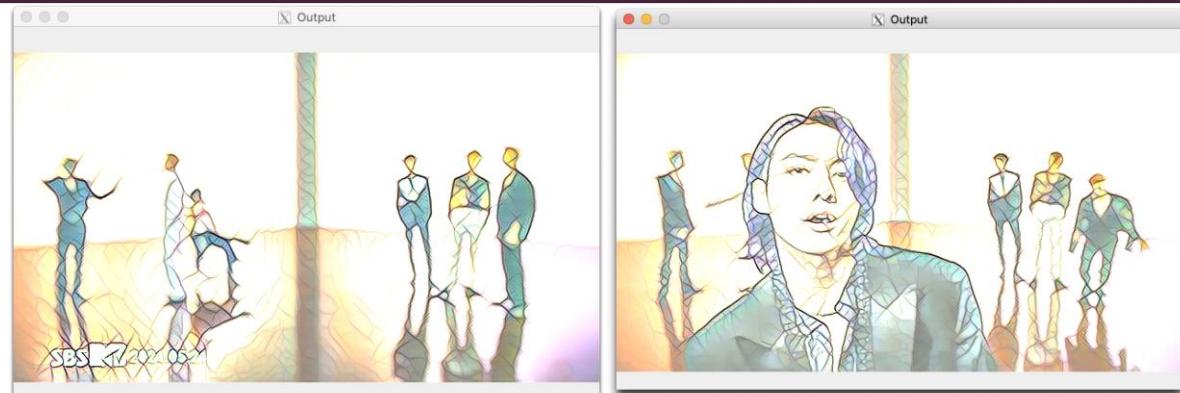


스타일 변환(Style Transfer)

❖ Youtube 영상 스타일 변환

```
ubuntu@ubuntu-machine:~/open_gist/style_transfer$ python3
youtube_style_transfer.py --youtube_url {원하는 영상 링크} --style_path {원하는
스타일 모델} --skip_ratio {비디오 프레임 스kip 수}
--youtube_url 인자로 원하는 Youtube 영상 선택 가능
--style_path 옵션으로 적용할 스타일이 학습된 모델을 선택 가능
기본적으로 ./models/mosaic.onnx
--skip_ratio 옵션으로 몇 개의 프레임을 건너 뛰며 추론할 것인지 선택
모든 프레임을 변환하면 매우 느리므로, 일부를 스kip
```

mosic.onnx의 적용 예시



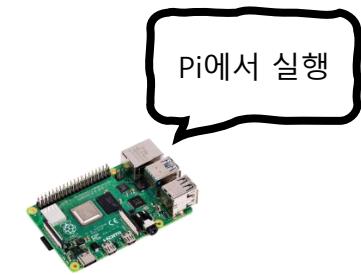
스타일 변환(Style Transfer)

- ❖ Pi Camera 영상에서 스타일 변환

- ❖ 위에서 만들어 놓은 Zookeeper와 Broker가 NUC에 켜져 있는 상태에서 진행

```
pi@raspberrypi:~$ cd ~/open_gist/kafka_transmission  
pi@raspberrypi:~/open_gist/kafka_transmission$ python3  
video_producer.py --topic {Kafka Topic}
```

--topic 인자로 발행할 Kafka topic을 설정
생략할 시 전에 만든 "pi-video" 토픽을 사용



- ❖ NUC에서 비디오를 받아 스타일 변환 진행

```
ubuntu@ubuntu-machine:~/open_gist/style_transfer$ python3  
video_style_transfer.py --topic {Kafka Topic} --style_path {원하는 스타  
일 모델} --skip_ratio {비디오 프레임 스킵 수}
```

--topic 인자로 발행할 Kafka topic을 설정
--style_path 옵션으로 적용할 스타일이 학습된 모델을 선택할 수 있음
--skip_ratio 옵션으로 몇 개의 프레임을 건너 뛰며 추론할 것인지 선택

