

목차

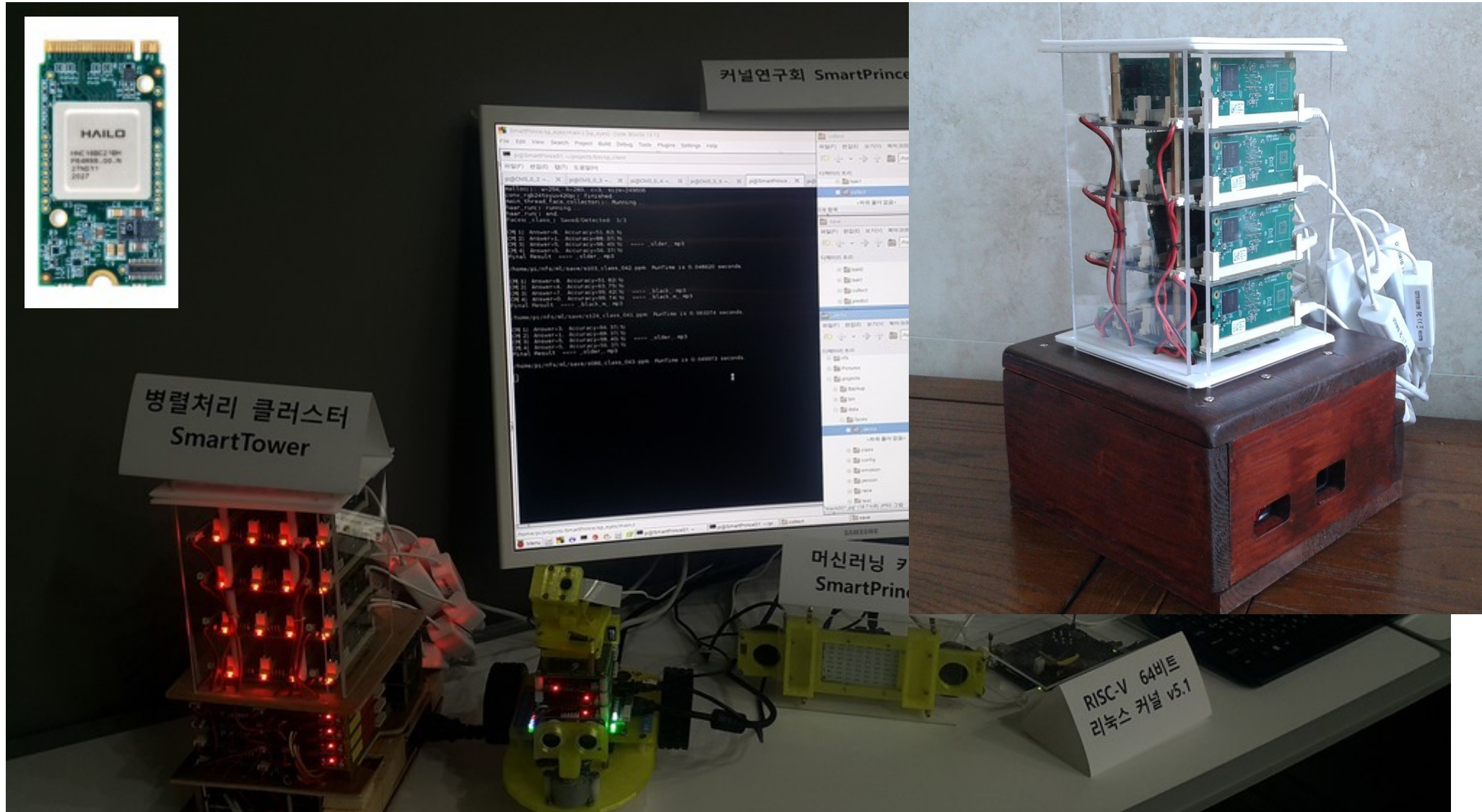
- Hailo(NPU) AI 모듈 소개
- Hailo(NPU) 개발환경 설명
- RISC-V 와 라즈베리파이 5 개발환경 및 성능 비교
- Hailo PCIe 디바이스 드라이버 소스 포팅 방법
- HailoRT 라이브러리 소스 포팅 방법
- 커널연구회 Hailo SDK 설명 및 기능 시연
- 질문 & 응답

정재준 <rgbi3307@nate.com>

커널연구회 <www.kernel.bz>

Hailo (NPU) AI on RISC-V

Hailo(NPU) AI 모듈 소개



Hailo (NPU) AI on RISC-V

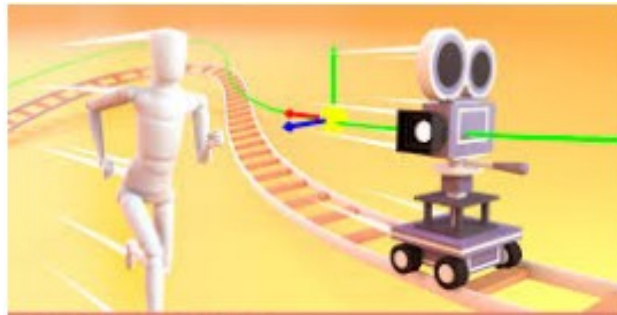
Hailo NPU 응용 분야



방범 (감시) 카메라



Person Tracking



교통량 흐름 분석 (통계)



커널연구회 Hailo SDK 블로그 : <https://www.kernel.bz/npu-ai>

Hailo (NPU) AI on RISC-V

Hailo(NPU) AI 모듈 소개



참조문서 (매뉴얼 , 데이터시트): 회원가입 , 로그인 필요

<https://hailo.ai/developer-zone/>

All you need to develop with Hailo products



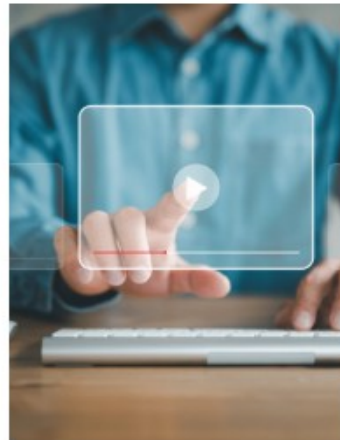
Software Downloads

Documentation

Resources

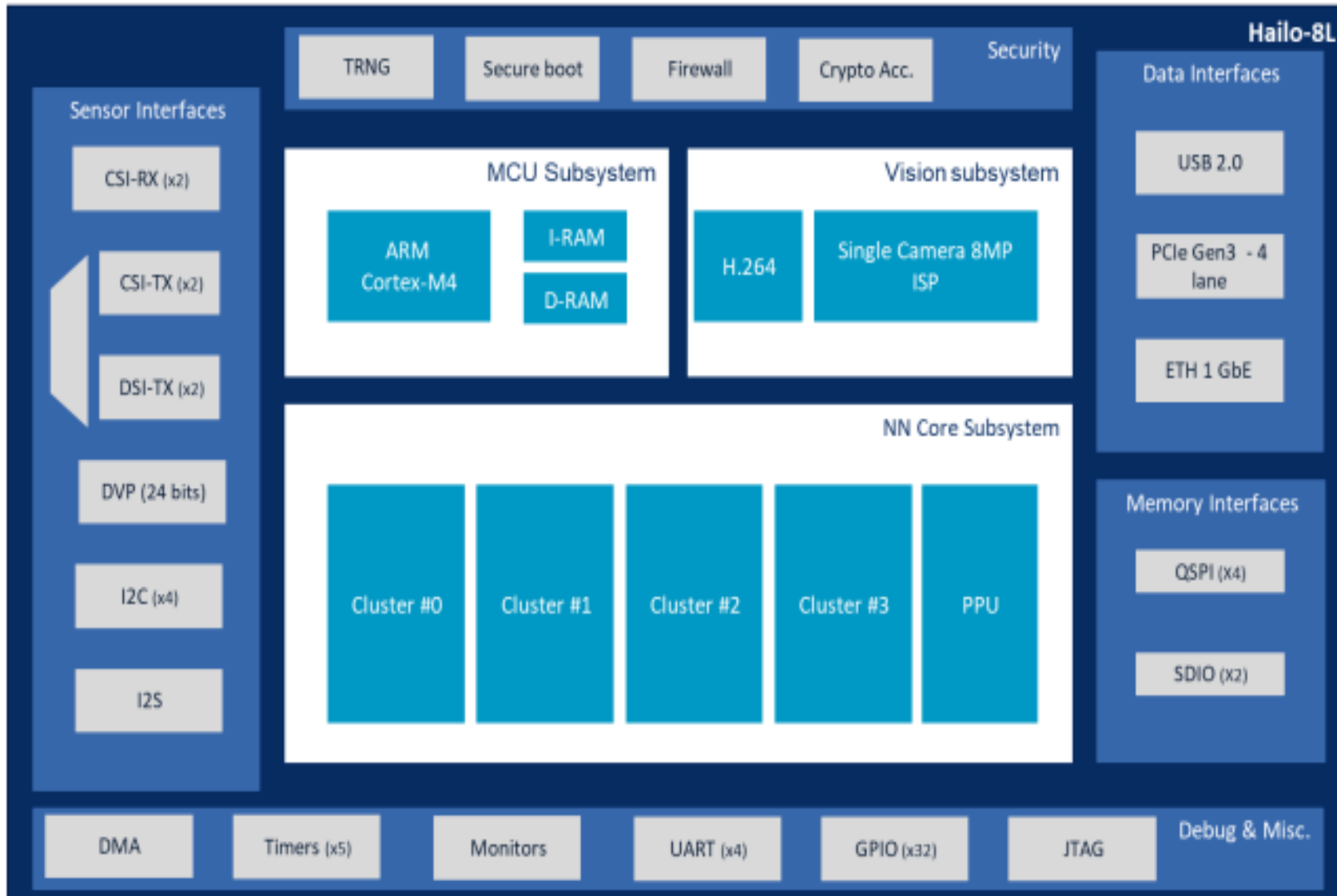
Hailo's GitHub Page

Community



Hailo (NPU) AI on RISC-V

Hailo(NPU) AI 모듈 소개 (Hailo-8L)



Part Number
HNC1LBI11BH

Device Grade
Industrial

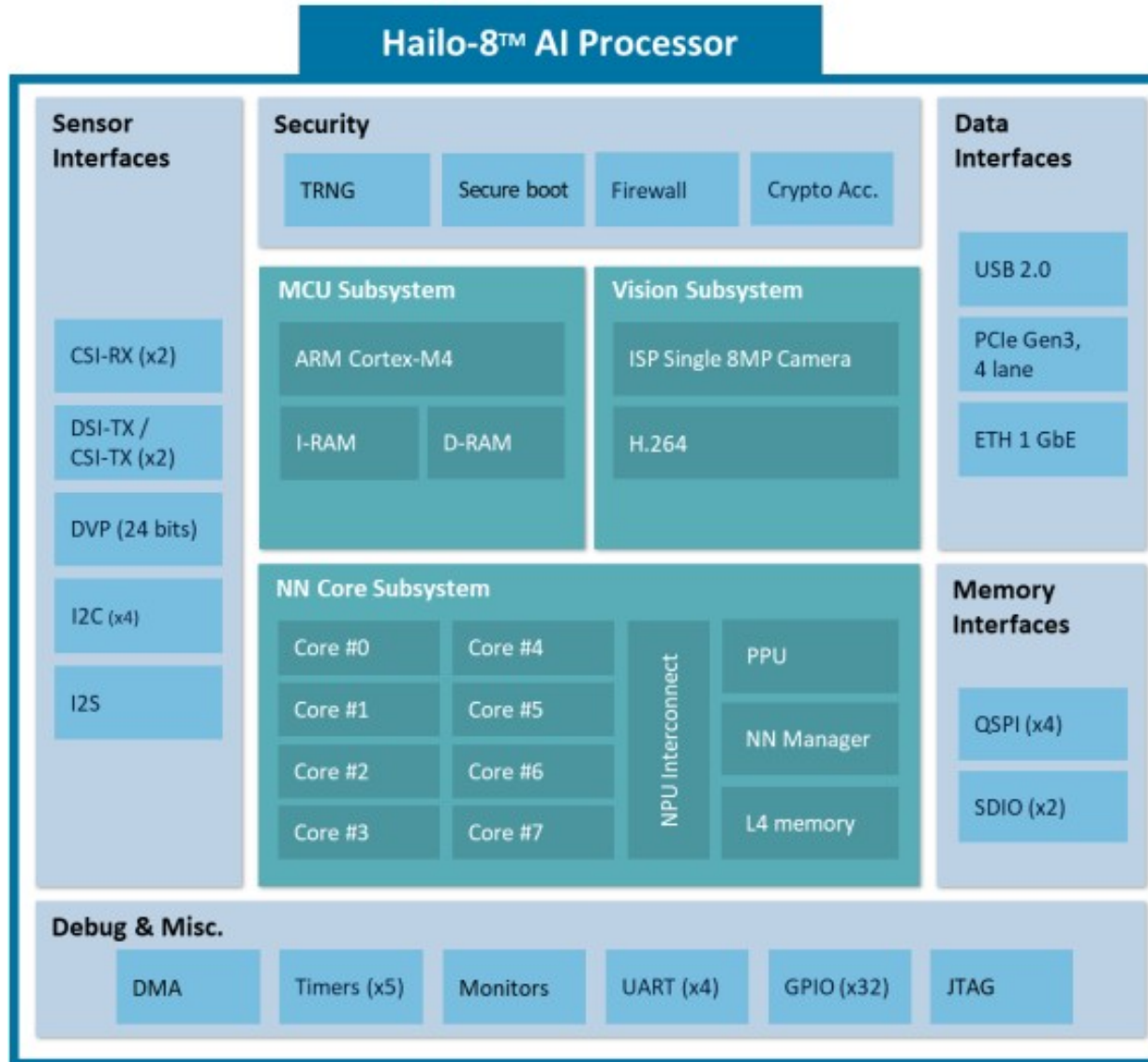
Temperature
-40° to 85° C

13 Tera-Operations Per Second (TOPS)

Power Consumption 1.5W

Hailo (NPU) AI on RISC-V

Hailo(NPU) AI 모듈 소개 (Hailo-8)



Part Number
HNC18BC21BH
Device Grade
Commercial
Temperature
0° to 70° C

Part Number
HNC18BI11BH
Device Grade
Industrial
Temperature
-40° to 85° C

**26 Tera-Operations Per
Second (TOPS)**

Power Consumption 2.5W

Hailo (NPU) AI on RISC-V

Hailo(NPU) AI 모듈 소개 (벤치마크 테스트)

참조 : <https://hailo.ai/products/ai-accelerators/hailo-8-ai-accelerator/#hailo8-overview>



Similar performance at a fraction of the power consumption and cost

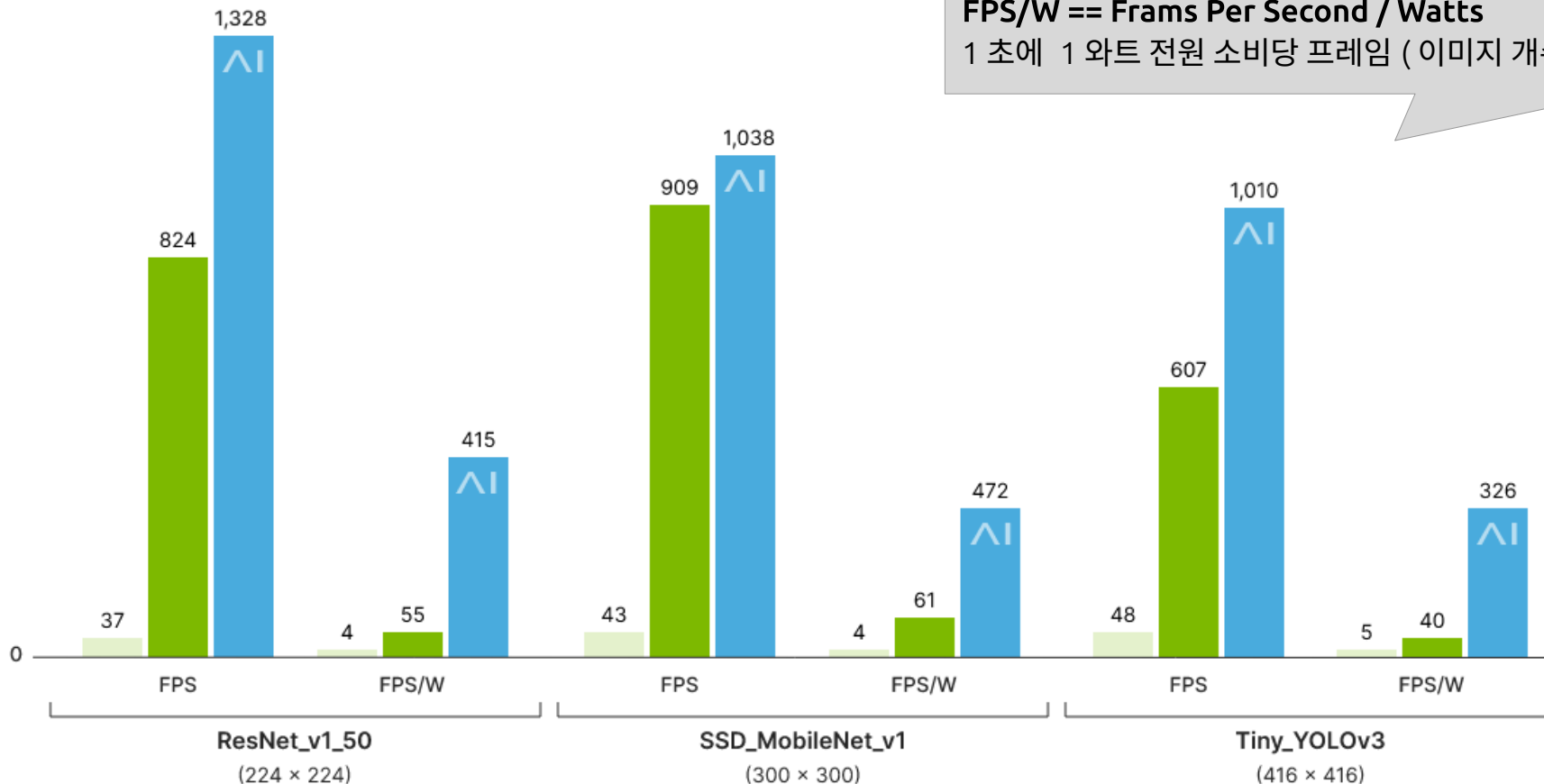
Nvidia Jetson Nano | (FP16, batch=1)

Nvidia Xavier NX | (INT8, batch=8)

Hailo-8 | (INT8, batch=1)

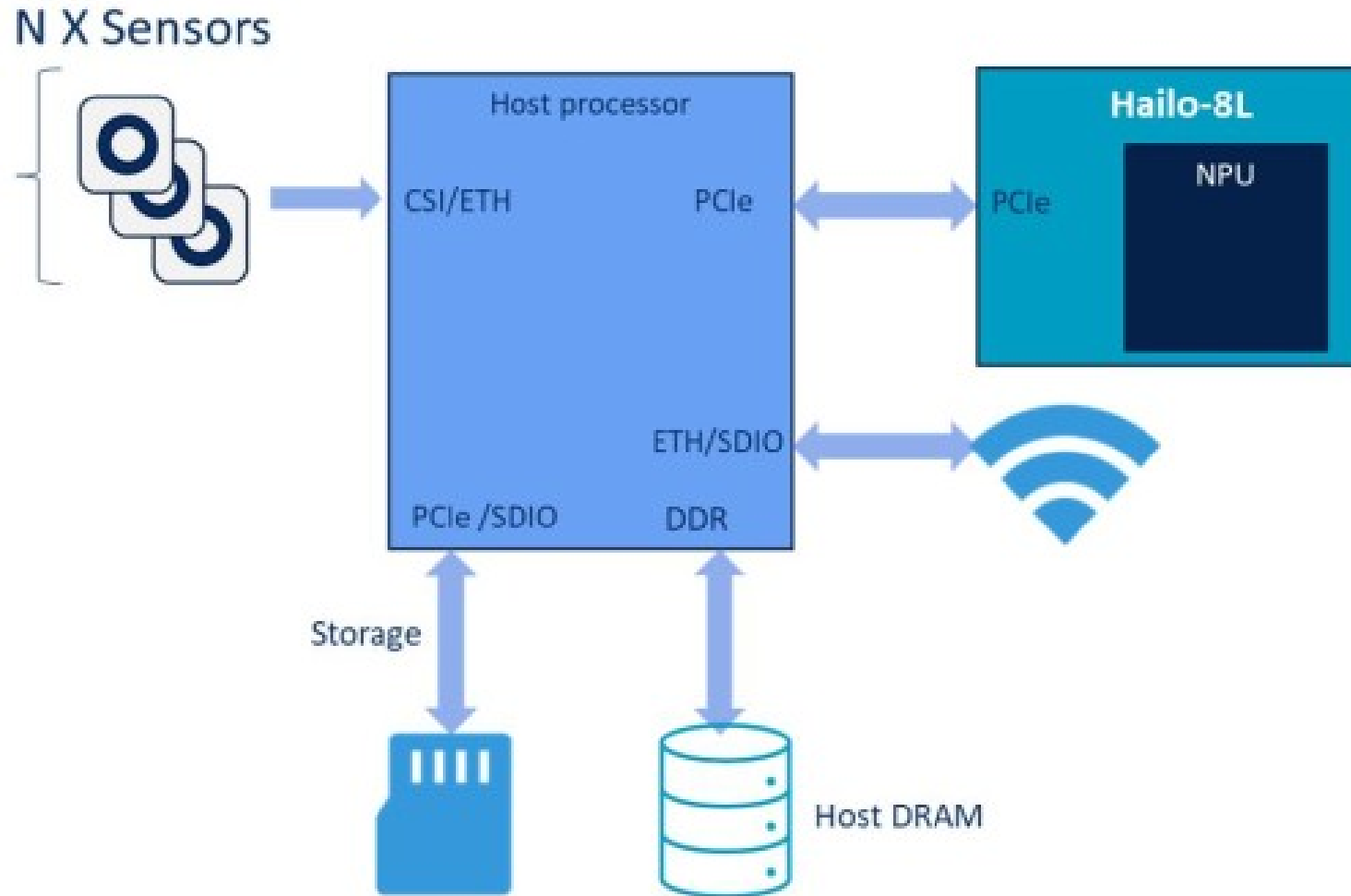
FPS/W == Frms Per Second / Watts

1 초에 1 와트 전원 소비당 프레임 (이미지 개수) 처리 수



Hailo (NPU) AI on RISC-V

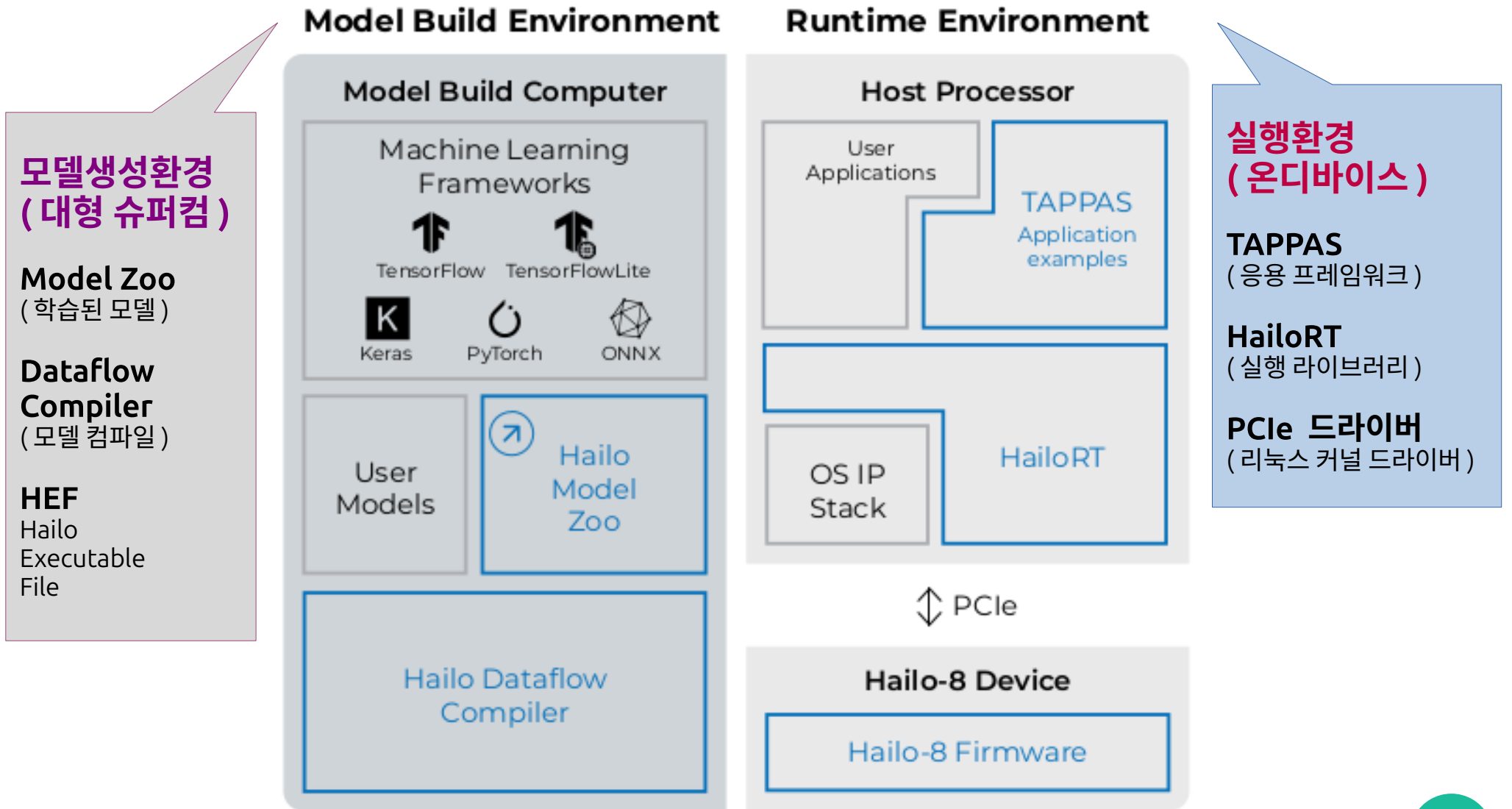
Hailo(NPU) 개발환경 (HardWare)



그림참조 : Hailo-8L Datasheet Rev.1.5 (82 페이지)

Hailo (NPU) AI on RISC-V

Hailo(NPU) 개발환경 (SoftWare)



Hailo (NPU) AI on RISC-V

RISC-V 와 라즈베리파이 5 성능평가 지표



평가 항목 구분	라즈베리파이5			RISC-V(JH7110)		
	소스 포팅	편의성	성능 최적화	소스 포팅	편의성	성능 최적화
리눅스 커널	v6.6.x 최신 LongTerm	설치 쉬움	기본설치 사용	v6.6.x 최신 LongTerm	어려움	어려움
PCIe 드라이버	오픈소스 apt install	설치 쉬움	기본설치 사용	오픈소스 Cross Compile	어려움	다소 어려움
HailoRT 라이브러리	오픈소스 apt install	설치 쉬움	기본설치 사용	오픈소스 Local Compile	다소 어려움	다소 어려움
어플리케이션	TAPPAS, rpicam-hello	실행 쉬움	최적화 어려움	C 언어 표준 라이브러리	다소 어려움	최적화 가능
주변장치 제어	오픈소스 활용	어려움	최적화 어려움	C 언어 표준 라이브러리	다소 어려움	최적화 가능

라즈베리파이5 하드웨어 스펙

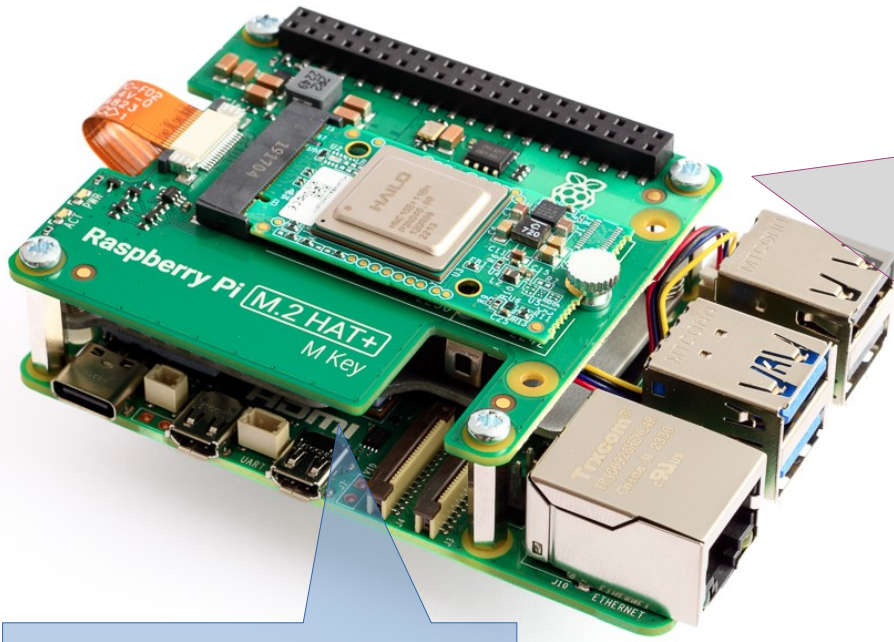
- ARM 64-bit Cortex-A76 quad-core (2.4GHz)
- 메모리: 4GB or 8GB
- 제조사: BroadCom BCM2712
- 카메라: CSI 연결 제공(자동인식)
- 가격: 15만원 내외

RISC-V (JH7110) 하드웨어 스펙

- RISC-V 64-bit U74 quad-core (1.5GHz)
- 메모리: 4GB or 8GB
- 제조사: StarFive JH7110
- 카메라: USB 카메라(자동인식)
- 가격: 12만원 내외

Hailo (NPU) AI on RISC-V

RISC-V 와 라즈베리파이 5 개발환경 비교



ARM 64-bit Cortex-A76
quad-core (2.4GHz)

Mem: 4GB

제조사 :BroadCom BCM2712
(Raspberry pi5)

Software Package Setup(Install)

```
$ sudo apt update
```

```
$ sudo apt full-upgrade
```

```
$ sudo raspi-config
```

Set PCIe to Gen3(Enable)

```
$ sudo apt install hailo-all
```

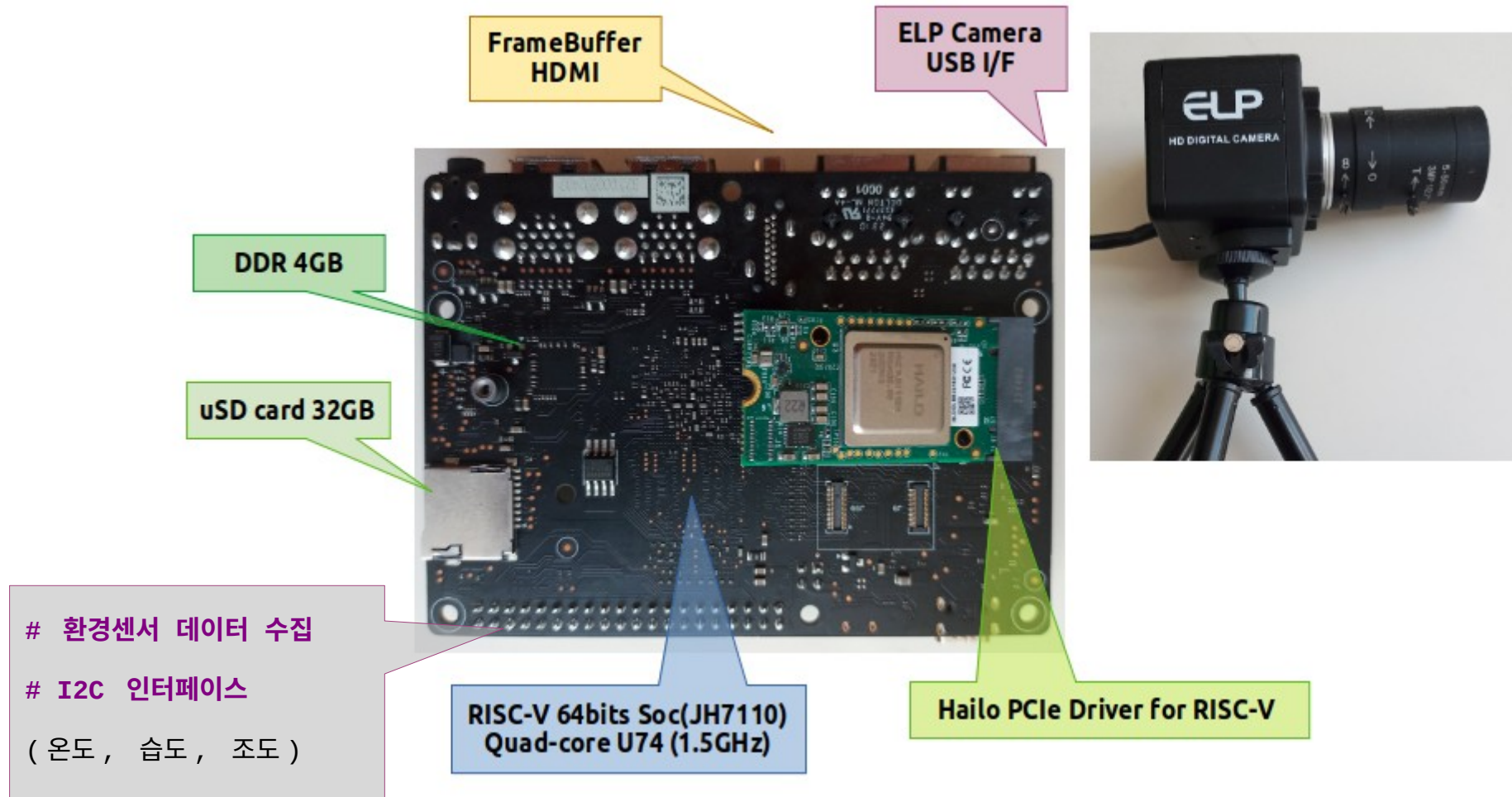
```
$ sudo reboot
```

```
$ hailortcli fw-control identify
```

```
$ rplicam-hello -t 0 --post-process-file  
/usr/share/rpi-camera-assets/hailo_yolov5_per  
sonface.json --lores-width 640 --lores-height  
640
```

Hailo (NPU) AI on RISC-V

RISC-V 와 라즈베리파이 5 개발환경 비교

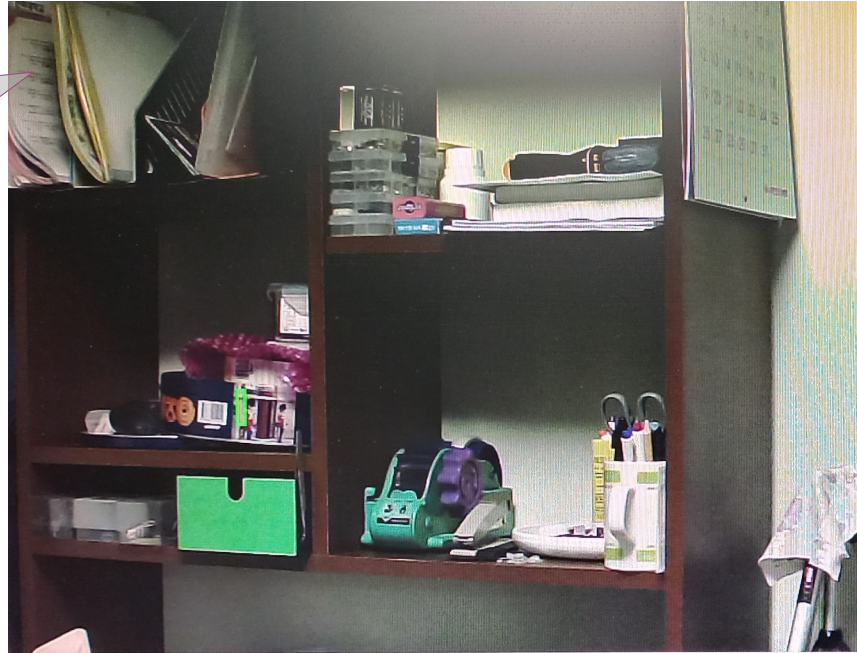


Hailo (NPU) AI on RISC-V

RISC-V (JH7110) 에서 Hailo 실행 화면



카메라 영상 표시
(800 x 600)

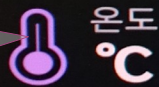


객체 인식 표시
(검출 회수)

Person: 859

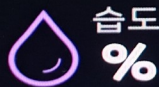
Faces: 56

환경센서값 수집
(온도, 습도, 조도)



온도
°C

23.7



습도
%

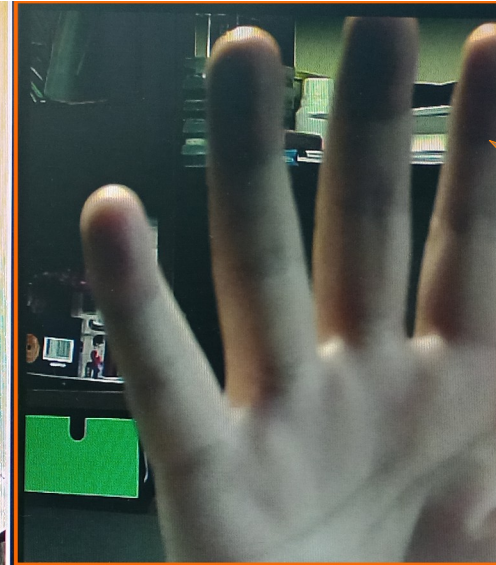
35.9



조도
%

49.0

인식 객체
분리 표시



인식 객체
위치 이동
판단 표시

H.Left
V.Down



Hailo (NPU) AI on RISC-V

RISC-V 개발환경 (Hailo Source Porting)



Hailo PCIe Driver for RISC-V



Hailo PCIe Driver Source Cross Compile

```
$ git clone https://github.com/hailo-ai/hailort-drivers.git  
$ cd hailort-drivers  
$ cd linux/pcie  
$ make all
```

HailoRT Source Compile

```
$ git clone https://github.com/hailo-ai/hailort.git  
$ cd hailort  
$ cmake
```

커널연구회 SDK Source Porting

Hailo (NPU) AI on RISC-V

PCIe 디바이스 드라이버 소스 포팅 (RISC-V)



```
$ cd /home/hailo-jh7110-rt/projects/hailo/  
$ git clone https://github.com/hailo-ai/hailort-drivers.git  
$ cd hailort-drivers  
$ git branch
```

```
2024-12: v4.19.0  
2024-01: v4.20.0
```

```
$ cd linux/pcie  
$ vim Makefile //RISC-V Cross Compile  
$ make all  
    hail_pci.ko
```

Cross Compile

```
VER := v6.6  
BRD := jh7110  
ARCH := riscv  
ARCC := riscv64-linux-gnu-
```

```
KDIR :=  
/home/hailo-jh7110/projects/ke  
rnel/build/kernel-$(VER)-$  
(BRD)
```

```
MRUN := $(MAKE) ARCH=$(ARCH)  
CROSS_COMPILE=$(ARCC)
```

```
$ cd /home/hailo-jh7110-rt/projects/hailo/hailo-drivers  
$ ./download_firmware.sh
```

```
hailo8_fw.4.19.0.bin  
hailo8_fw.4.20.0.bin
```

```
$ cp ./hailo8_fw.4.20.0.bin /lib/firmware/hailo/hailo8_fw.bin
```

Hailo (NPU) AI on RISC-V

HailoRT 소스 포팅 (RISC-V Local)

```
$ cd /home/user/projects/hailo
$ git clone https://github.com/hailo-ai/hailort.git

$ cd hailort
$ git branch

2024-12: v4.19.0
2024-01: v4.20.0

$ vim build.sh
cmake -S. -Bbuild -DCMAKE_BUILD_TYPE=Release \
&& cmake --build build --config release
$ ./build.sh

$ cd build/hailort/libhailort/src
$ sudo make install
/usr/local/include/hailo/*
/usr/local/lib/libhailort.so*

$ sudo cp build/hailort/hailortcli/hailortcli /usr/local/bin/
$ hailortcli fw-control identify
```

Local Compile

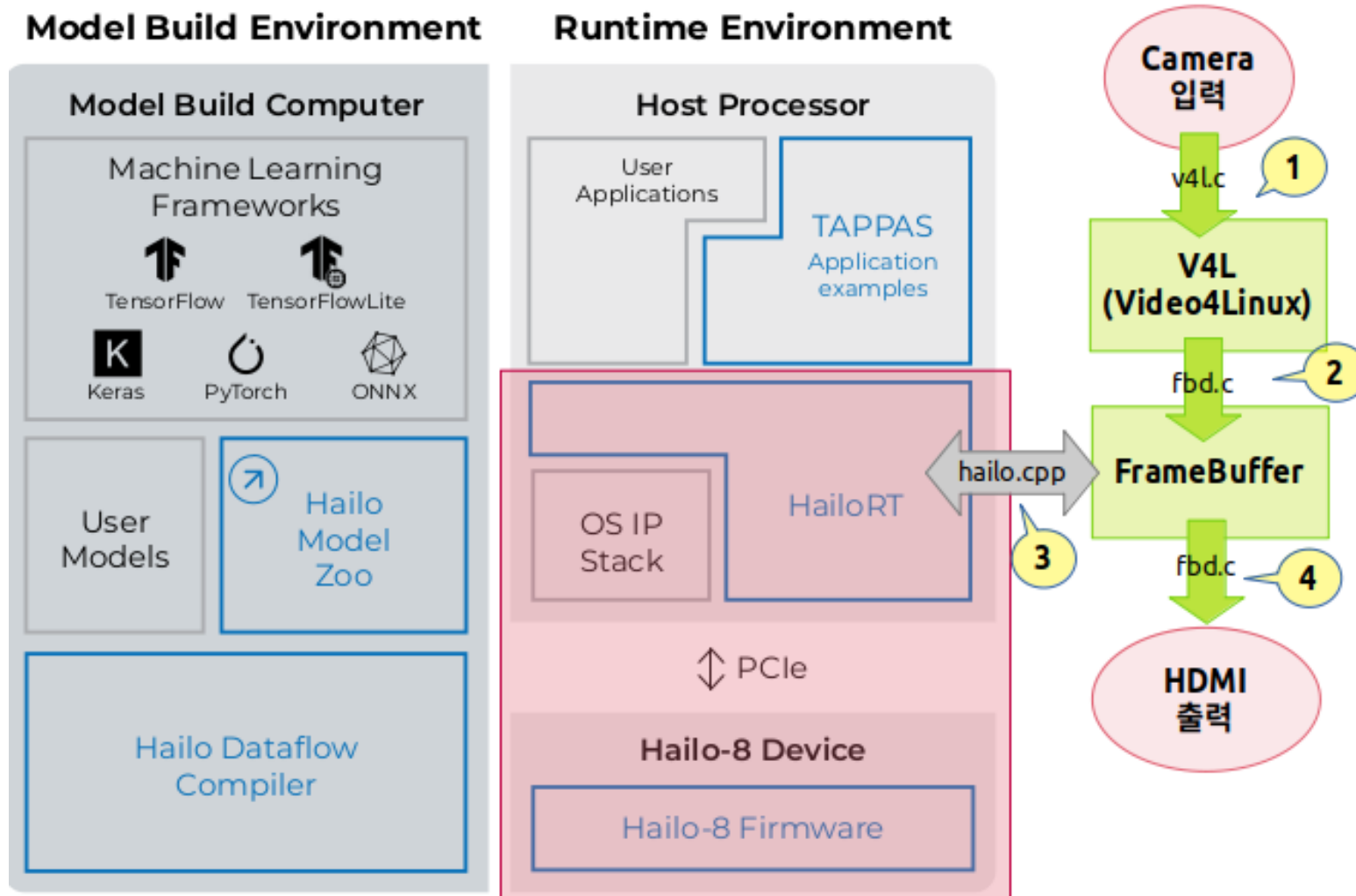
Cmake 환경설정 후 컴파일
(1 시간 40 분 소요됨)

Local Install

설치후 버전 및 동작 확인

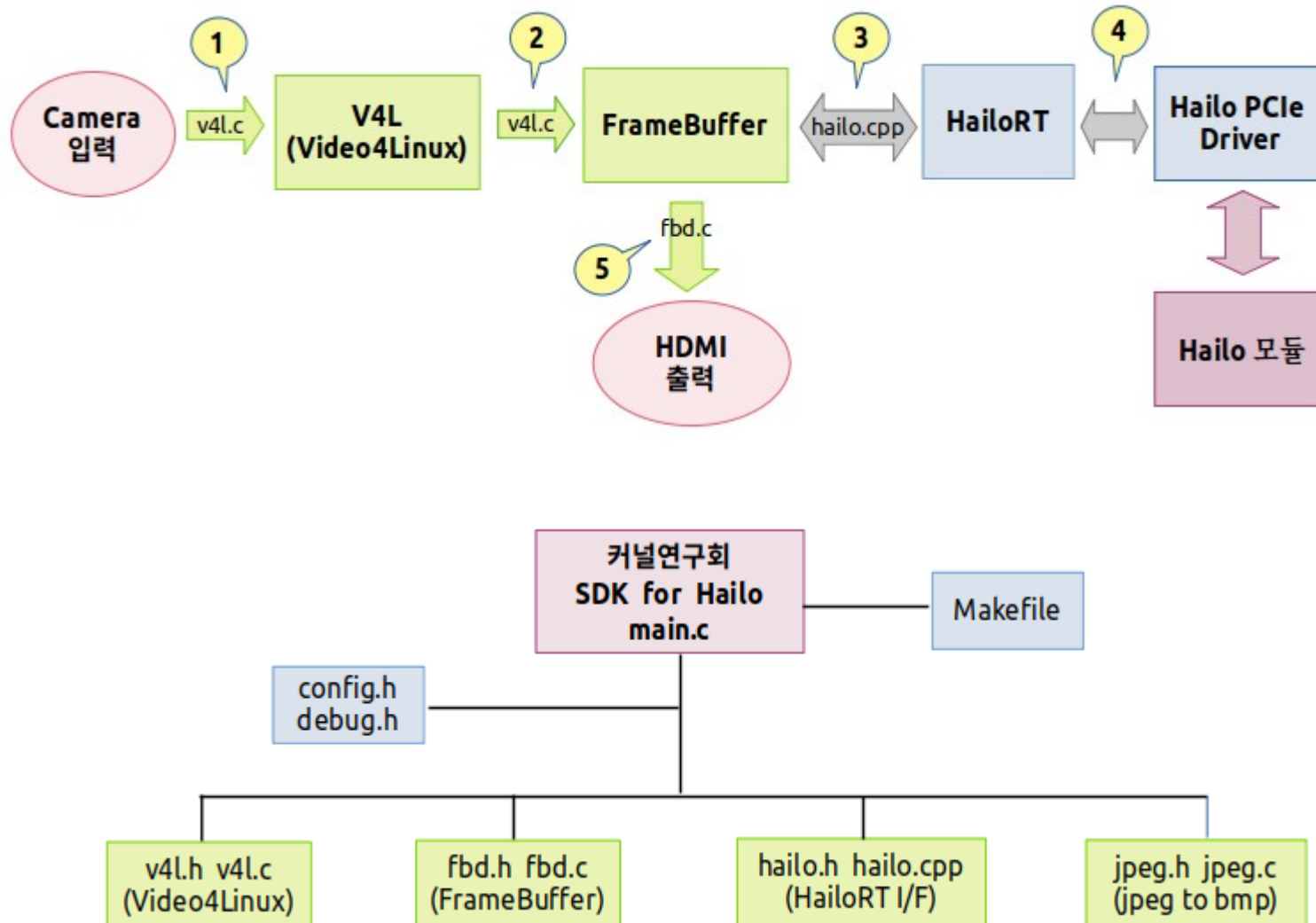
Hailo (NPU) AI on RISC-V

커널연구회 Hailo SDK 설명 및 기능 시연



Hailo (NPU) AI on RISC-V

커널연구회 Hailo SDK 설명 및 기능 시연



소스파일 목록

```
-- COPYING
-- Makefile
-- README
-- devices
| -- gpio.c
| -- i2c.c
-- include
| -- config.h
| -- debug.h
| -- devices.h
| -- fbd.h
| -- files.h
| -- hailo.h
| -- jpeg.h
| -- screen.h
| -- v4l.h
-- main
| -- hailo.cpp
| -- main.c
-- tags
-- video
| -- fbd.c
| -- jpeg.c
| -- v4l.c
```


Hailo (NPU) AI on RISC-V

RISC-V 와 라즈베리파이 5 성능 비교

RISC-V 64-bit U74 quad-core (1.5GHz), Mem: 4GB

```
0[|||||] 54.1% Tasks: 36, 39 thr, 105 kthr; 3 running
1[|||||] 29.8% Load average: 1.76 2.19 1.59
2[|||||] 31.6% Uptime: 00:29:40
3[|||||] 39.6%
Mem[|||||] 197M/3.78G
Swp[ ] 0K/0K
```

제조사 : StarFive JH7110

```
$ cat /proc/meminfo
MemTotal:      3967 MB
MemFree:       3566 MB
MemAvailable:  3736 MB
Buffers:       13 MB
Cached:        201 MB
Active:        67 MB
Inactive:      261 MB
```

발열 : 35 도 ~ 42 도

ARM 64-bit Cortex-A76 quad-core (2.4GHz), Mem: 4GB

```
0[|||||] 7.8% Tasks: 78, 134 thr, 124 kthr; 1 running
1[|||||] 12.6% Load average: 0.84 1.04 1.04
2[|||||] 3.3% Uptime: 01:17:39
3[|||||] 9.2%
Mem[|||||] 565M/3.95G
Swp[ ] 0K/200M
```

제조사 : BroadCom BCM2712 (Raspberry pi5)

```
$ cat /proc/meminfo
MemTotal:      4138 MB
MemFree:       2976 MB
MemAvailable:  3446 MB
Buffers:       40 MB
Cached:        526 MB
Active:        804 MB
Inactive:      148 MB
```

발열 : 35 도 ~ 47 도

Hailo (NPU) AI on RISC-V

질문 & 응답



기타 궁금한 사항은 메일 주세요
정재준 <rgb3307@nate.com>
커널연구회 <www.kernel.bz>

커널연구회 Hailo SDK 블로그 : <https://www.kernel.bz/npu-ai>