

## Lab4. Custom HW Linux Application Build

ZynqMP PL영역에 DMA(Direct Memory Access)기능이 있는 Custom HW IP(vadd)를 갖는 Vivado Project를 구성하고, 이 HW IP를 위한 Linux Application을 SDK와 recipe를 사용하여 Build 한다. Custom HW의 Controller Register에 Access하기 위해 UIO(Userspace IO)를 사용하며 DMA를 위해 물리적으로 연속적인 DDR Memory 할당과 할당된 Memory의 physical address와 virtual address에 대한 정보를 제공하는 ZOCL Driver를 사용한다.

### 1. HW preparation

보드에 Usb-to-Uart를 연결하고 host의 usb 포트에 연결한다.

### 2. Export Vivado Project

Ultra96v1(hw3\_v1.tcl) 또는 Ultra96v2(hw3\_v2.tcl) Vivado Project를 만든다.

```
$ cd ~/work/zynqmp_linux/  
$ vivado -nolog -nojournal -mode batch -source hw3_v1.tcl  
$ cd hw3  
$ vivado hw3.xpr
```

또는

```
$ cd ~/work/zynqmp_linux/  
$ vivado -nolog -nojournal -mode batch -source hw3_v2.tcl  
$ cd hw3  
$ vivado hw3.xpr
```

Bitstream을 생성하고 HW export를 한다.

### 3. Petalinux Project Update with new HW

다음의 명령을 사용하여 hw3/ 의 xsa파일을 기초로 하여 Petalinux Project(ultra96) 의 HW를 변경한다.

```
$ cd ~/work/zynqmp_linux/petalinux/ultra96
$ petalinux-config --silentconfig --get-hw-description=../../hw3/
```

#### 4. New Device Tree Generation

다음의 명령으로 new HW에 기초한 Device Tree를 Generation 한다.

```
$ cd ~/work/zynqmp_linux/petalinux/ultra96
$ petalinux-build -c device-tree -x configure
```

Petalinux Project(ultra96) 폴더 아래의 components/plnx\_workspace/device-tree/device-tree/pl.dtsi의 내용을 확인한다. pl.dtsi은 변경된 PL영역의 HW IP들에 대한 Device Tree 정보를 가지고 있다.

#### 5. Device Tree Modification

다음 명령으로 Device Tree를 수정한다.

```
$ cd ~/work/zynqmp_linux/petalinux/ultra96
$ vi project-spec/meta-user/recipe-bsp/device-tree/files/system-user.dtsi
```

ZOCL Driver를 위한 zyxclm\_drm node를 다음처럼 추가하고 vadd\_0 node의 compatible을 UIO compatible로 수정한다.

Ultra96v1은 line5-13이 Ultra96v2는 line49-57이 변경된 부분이다.

```
hokim@envy: ~/work/zynqmp_linux/petalinux/ultra96
1 /include/ "system-conf.dtsi"
2 / {
3 };
4
5 / {
6     zyxclm_drm {
7         compatible = "xlnx,zocl";
8     };
9 };
10
11 &vadd_0 {
12     compatible = "xlnx,generic-uio";
13 };
~
~
~
~
~
~
~
```

그림 1 Device Tree Modification(Ultra96v1)

```
hokim@envy: ~/work/zynqmp_linux/petalinux/ultra96
35     max-frequency = <500000000>;
36     /delete-property/ cap-power-off-card;
37     /delete-node/ wifi@2;
38     wilc_sdio@1 {
39         compatible = "microchip,wilc3000";
40         reg = <0>;
41         bus-width = <0x4>;
42     };
43 };
44
45 &uart0 {
46     /delete-node/ bluetooth;
47 };
48
49 / {
50     zyxclm_drm {
51         compatible = "xlnx,zocl";
52     };
53 };
54
55 &vadd_0 {
56     compatible = "xlnx,generic-uio";
57 };
```

그림 2 Device Tree Modification(Ultra96v2)

6. Update BOOT.BIN, image.ub

새로운 HW를 위한 BOOT.BIN과 image.ub를 다음과 같이 Update 한다.

```
$ cd ~/work/zynqmp_linux/petalinux/ultra96
$ petalinux-build -c virtual/boot-bin
$ petalinux-package --force --boot --fsbl images/linux/zynqmp_fsbl.elf --u-boot
images/linux/u-boot.elf --pmufw images/linux/pmufw.elf --fpga
images/linux/system.bit
$ scp images/linux/{BOOT.BIN,image.ub} root@172.30.1.39:/media/card
```

## 7. REBOOT

보드를 다시 boot하기전에 DRM(Direct Rendering Manager)와 UIO Device들의 정보를 확인한다.

```
ultra96$ ls /dev/dri/
by-path  card0
ultra96$ ls -l /sys/class/drm/card*
lrwxrwxrwx 1 root root    0 Feb 18 07:33 card0 -
> ../../devices/platform/amba/fd4a0000.zynqmp-display/drm/card0
lrwxrwxrwx 1 root root    0 Feb 18 07:33 card0-DP-1 -
> ../../devices/platform/amba/fd4a0000.zynqmp-display/drm/card0/card0-DP-1
ultra96$ lsmod
Module                      Size  Used by
uio_pdrv_genirq             16384  0
ultra96$ ls /sys/class/uio/
uio0 uio1 uio2 uio3
ultra96$ reboot
```

## 8. SDK HW Application Build & Test

SDK를 사용하여 Application을 다음과 같이 Build한다.

```
$ cd ~/work/zynqmp_linux/petalinux/workspaces
$ unset LD_LIBRARY_PATH
$ source ~/sdk/environment-setup-aarch64-xilinx-linux
$ cd vadd
$ mkdir build
$ cd build
$ cmake ..
$ make
$ scp vadd root@172.30.1.39:.
```

보드에서 Test는 다음과 같다.

```

ultra96$ ls /dev/dri/
by-path  card0  card1  renderD128
ultra96$ ls -l /sys/class/drm/card*
lrwxrwxrwx 1 root root 0 Feb 18 07:59 /sys/class/drm/card0 -
> ../../devices/platform/amba/fd4a0000.zynqmp-display/drm/card0
lrwxrwxrwx 1 root root 0 Feb 18 07:59 /sys/class/drm/card0-DP-1 -
> ../../devices/platform/amba/fd4a0000.zynqmp-display/drm/card0/card0-DP-1
lrwxrwxrwx 1 root root 0 Feb 18 08:00 /sys/class/drm/card1 -
> ../../devices/platform/zyxclm_drm/drm/card1
ultra96$ ls /sys/class/uio/
uio0  uio1  uio2  uio3 uio4
ultra96$ cat /sys/class/uio/uio4/name
vadd
ultra96$ ls /dev/uio4
/dev/uio4
ultra96$ cat /sys/class/uio/uio4/maps/map0/addr
0x0000000080000000
ultra96$ cat /sys/class/uio/uio4/maps/map0/size
0x0000000000010000
ultra96$ ./vadd
TEST PASSED
ultra96$ rm vadd

```

## 9. HW Application Recipe Build & Test

~/work/zynqmp\_linux/petalinux/meta-custom/recipes-apps 아래에 있는 vadd recipe을 다음과 같이 Build하고 보드에서 Test 한다.

```

$ cd ~/work/zynqmp_linux/petalinux/ultra96
$ petalinux-build -c vadd
$ petalinux-build -c package-index

```

```
$ cd build/tmp/deploy/rpm  
$ python3 -m http.server 5678
```

```
ultra96$ dnf -y --refresh install vadd  
ultra96$ vadd  
TEST PASSED
```