MA35D1 Linux A/B 分區 OTA 更新機制

NuMicro® 64 位元系列微控制器範例程式碼介紹

文件資訊

應用簡述	本範例程式說明如何於 MA35D1 系列開發平台下在 Linux 進行 OTA 更新 AB 分區的 rootfs。
BSP 版本	Linux-5.10.x
開發平台	NuMaker-HMI-MA35D1 V1.0

The information described in this document is the exclusive intellectual property of Nuvoton Technology Corporation and shall not be reproduced without permission from Nuvoton.

Nuvoton is providing this document only for reference purposes of NuMicro microcontroller and microprocessor based system design. Nuvoton assumes no responsibility for errors or omissions.

All data and specifications are subject to change without notice.

For additional information or questions, please contact: Nuvoton Technology Corporation.

www.nuvoton.com

1. 概述

OTA 原文為 Over-the-Air，在科技領域中泛指為在線上透過網路(WiFi、有線網路)對裝置的韌體、軟體或資料進行遠端更新。此範例程式說明文件提供使用「swupdate」應用程式進行根檔案系統(root filesystem：rootfs)的更新，其餘透過 swupdate 更新 Kernel 與設備樹的應用範例請參考 EC_MA35D1_OTA_Update_by_Linux_Stage_V1.00。

因為 swupdate 是基於根目錄系統運作時而執行的應用程式，當需要更新根目錄系統時，如果直接呼叫 swupdate 更新根目錄系統本身是危險的，因為更新根目錄系統時，無法預期那些檔案是否是正在被根目錄系統存取的，若貿然存取會有一個檔案同時被兩個程式重複存取而導致系統異常的風險，因此更新根目錄系統時，事前規劃出兩個獨立的根目錄系統區域是必要且合理的，以下稱為此兩個獨立的根目錄系統為 A partition (rootfs area A) 與 B partition (rootfs area B) 。

1.1 環境設定

MA35D1 環境架設，產生映像檔可參考新唐 MA35D1 Evaluation Board Quick Start。

本範例的核心在於先在 kernel 切出兩塊 rootfs partition，再利用 swupdate 應用程式呼叫 shell script 更新另一塊沒有被掛載(mounting) 狀態的 rootfs 根目錄系統與自動更新 uboot 參數，並在系統 rebooting 過程，自動掛載到剛才更新好的 rootfs 區域完成線上根目錄檔案系統更新，MA35D1 在 kernel 切出兩塊 rootfs partition 的排列如圖 1-1 所示，以下的 AB 分區更新流程圖如圖 1-2 所示。

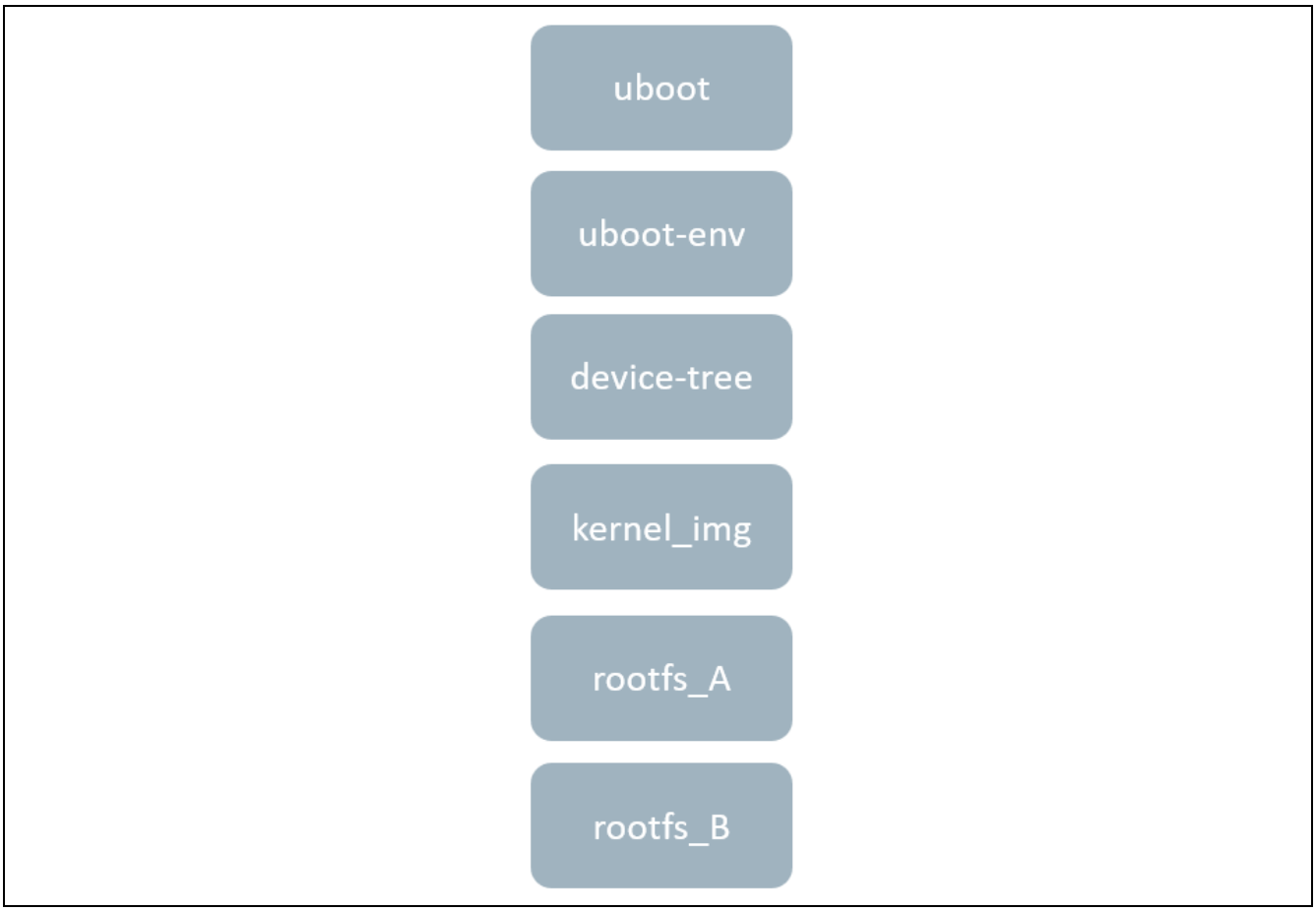


圖 1-1 MA35D1 Kernel Partition 排列方式

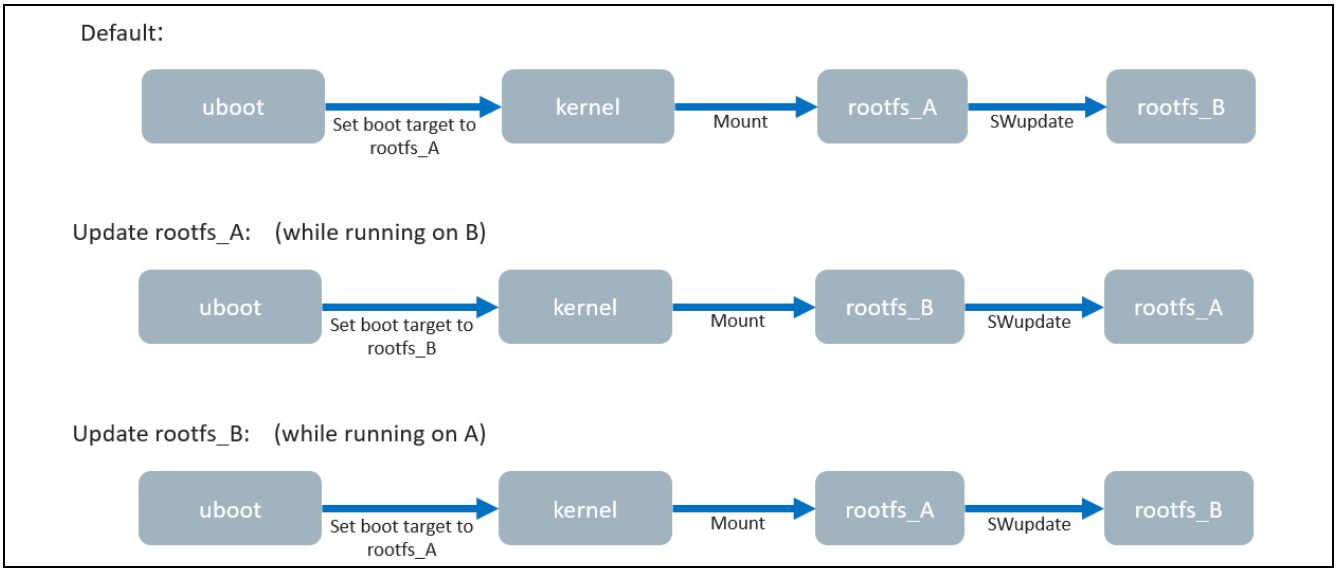


圖 1-2 swupdate 更新 rootfs 流程圖

2. 程式碼介紹

2.1 eMMC/SD card 更新方式

以下為 eMMC/SD card AB rootfs 更新流程：

1. 請先按照 EC_MA35D1_OTA_Update_by_Linux_Stage_V1.00 完成 swupdate 在 Buildroot_2024 上面的勾選。

   請修改 /package/swupdate/swupdate.config，並增加以下設定：

   CONFIG_SHELLSCRIPTHANDLER=y
   CONFIG_UBOOT_ENV=y

2. 修改完成後，請執行 swupdate rebuild，如圖 2-1 所示。

```
$ make swupdate-rebuild
$ make
```



圖 2-1 修改 swupdate.config

3. 請修改 */buildroot_2024/board/nuvoton/ma35xx/nuwriter/pack-sdcard.json*，增加 B partition 分區的 eMMC/SD card 空間，此範例程式 B partition 分區設定為 1 GB。

```
{
  "image": [
    …
   {
     "offset": "37748736",
     "file": "rootfs.ext4",
      "type": 0
   },
   {
     "offset": "1140850688",
     "file": "rootfs.ext4",
     "type": 0
   }
```

```
  ]
}
```

4. 在 *uboot-env.txt* 文件，新增下列的 uboot 參數，讓 swupdate 更新 rootfs 時，自動帶入新參數，下次重啟時自動指向到新的 rootfs 並完成開機，路徑位於 */buildroot_2024/board/nuvoton/ma35xx/uboot-env.txt*。

   此 *uboot-env.txt* 同時也加入了正常開機到 kernel 時，會自動維持 rootfs_active_count 為 3，如果連續開機三次失敗後，會自動跳轉到 B 分區的機制，B 分區也是正常開機到 kernel 時，會自動維持 rootfs_active_count 為 3，如果連續開機三次失敗後，會自動跳轉到 A 分區，eMMC/SD card 與 SPI-NAND、NAND 皆可共用此 *uboot-env.txt*。

```
bootcmd=run check_boot_count; bootcmd=run set_mmc_part; run distro_bootcmd
bootdelay=3
baudrate=115200
   .
   .
kernelmem=256M
rootfs_active=a
mmc_part=1
mmc_block=mmcblk0p${mmc_part}
set_mmc_part=if test "${rootfs_active}" = "b"; then setenv mmc_part 2; else setenv
mmc_part 1; fi; setenv mmc_block mmcblk0p${mmc_part}
   .
   .
rootfs_active_count=3
check_boot_count=if test "${rootfs_active_count}" = "0"; then echo "Boot failed 3 times!
Rolling back..."; if test "${rootfs_active}" = "b"; then run switch_to_a; else run
switch_to_b; fi; setenv rootfs_active_count 3; saveenv; else if test
"${rootfs_active_count}" = "3"; then setenv rootfs_active_count 2; saveenv; elif test
"${rootfs_active_count}" = "2"; then setenv rootfs_active_count 1; saveenv; elif test
"${rootfs_active_count}" = "1"; then setenv rootfs_active_count 0; saveenv; fi; fi
   .
   .
```

5. 請更新 */buildroot_2024/board/nuvoton/ma35xx/post-image.sh*，更新完成後，透過 NuWriter 燒錄時，預設會多切出 B partition 分區 (A partition 分區：244 MB ，B partition 分區：1 GB)。

6. 新增 *fw_env.config* 檔案，並請置放在 */output/target/etc/fw_env.config*。此設定檔提供 linux 下的 fw_printenv 與 fw_setenv 使用，使其能正確存取 uboot environment。
   以下設定表示 uboot environment 儲存於 */dev/mmcblk0*，起始 offset 為 0x40000，environment size 為 0x10000。

```
/dev/mmcblk0 0x40000 0x10000
```

7. 修改完成後，請執行 kernel rebuild 並完成目標版燒錄。

```
$ make arm-trusted-firmware-rebuild uboot-rebuild linux-rebuild
$ make
```

8. 正常開機到 kernel 後，請執行 *boot_success.sh*，讓 rootfs_active_count 變數保持為 3，而不會進入重啟倒數判斷。

```
MA35D1# ./boot_success.sh
```

9. 更新 sw-description 與 generate_swu.sh 為 eMMC/SD card 版本。

```
{
  "software": {
    "version": "0.1.0",
    "description": ["Linux kernel and dtb and rootfs update for MA35 eMMC/SDcard"],
    "hardware-compatibility": ["1.0", "1.2", "1.3"],
    "scripts": [
      {
        "filename": "prepare_ab_update.sh",
        "type": "preinstall"
      },
      {
        "filename": "finish_ab_update.sh",
        "type": "postinstall"
      }
    ],
    "images": [
      {
        "version": "5.10",
        "name": "nand-kernel device tree",
        "filename": "Image.dtb",
        "device": "/dev/mmcblk0",
        "type": "raw",
        "offset": 2883584
      },
      {
        "version": "5.10",
        "name": "nand-kernel",
        "filename": "Image",
        "device": "/dev/mmcblk0",
        "type": "raw",
        "offset": 3145728
      },
      {
        "version": "5.10",
        "name": "rootfs_update",
        "filename": "rootfs.ext2",
        "device": "/tmp/update_rootfs",
        "type": "raw"
      }
    ]
  }
}
```

generate_swu.sh

```
# Assigns the value "sw-description Image" to the variable FILES, which contains a space-separated list of filenames to be included in the container
FILES="sw-description Image Image.dtb rootfs.ext2 prepare_ab_update.sh finish_ab_update.sh"
```

10. 請將 rebuild 成功的 Image、*Image.dtb* 、*rootfs.ext2* 與 *prepare_ab_update.sh* 腳本、*finish_ab_update.sh* 腳本 、*sw-description* 放在同一個資料夾中，並執行 *generate_swu.sh*，執行完成後會得到 *pack_1.0.swu* 映像檔，如圖 2-2 所示。

```
ubuntu:~$ ./generate_swu.sh
```

```
nuvoton@ubuntu:~/                                                    /eMMC_SDcard$ ./generate_swu.s
sw-description
Image
Image.dtb
rootfs.ext2
prepare_ab_update.sh
finish_ab_update.sh
519199 blocks
nuvoton@ubuntu:~/                                                    /eMMC_SDcard$ ls -l
total 519228
-rwxrw-rw- 1 nuvoton nuvoton      1401 May 12 02:39 finish_ab_update.sh
-rwxrwxr-x 1 nuvoton nuvoton      1079 May 12 03:21 generate_swu.sh
-rw-r--r-- 1 nuvoton nuvoton  14123520 May 12 03:04 Image
-rwxr-xr-x 1 nuvoton nuvoton     43259 May 12 03:04 Image.dtb
-rw-rw-r-- 1 nuvoton nuvoton 265829888 May 12 05:08 pack_1.0.swu
-rwxrw-rw- 1 nuvoton nuvoton      1618 May 12 02:36 prepare_ab_update.sh
-rw-r--r-- 1 nuvoton nuvoton 251658240 May 12 03:04 rootfs.ext2
-rw-rw-r-- 1 nuvoton nuvoton       962 May 12 03:22 sw-description
-rw-rw-r-- 1 nuvoton nuvoton      1333 May 19  2023 sw-description 2021
nuvoton@ubuntu:~/                                                    /eMMC_SDcard$
```

圖 2-2 產生 pack 映像檔

2.2 SPI-NAND 更新方式

1. 請先按照 EC_MA35D1_OTA_Update_by_Linux_Stage_V1.00 完成 swupdate 在 Buildroot_2024 上面的勾選。

2. 請參考 eMMC/SD card 更新 swupdate，修改 */package/swupdate/swupdate.config*。

3. 修改完成後，請執行 swupdate rebuild。

```
$ make swupdate-rebuild
$ make
```

4. 請修改 uboot 內容(uboot-menuconfig)，將 uboot-env 的空間調整成 1 MB，為了讓 AB partition 的更新順利對齊，將 rootfs 修改為 200 MB。

```
$ make uboot-menuconfig

   Command line interface  --->
             Filesystem commands  --->
```

```
   mtdparts=spi-nand0:3m(uboot),1m(uboot-env),256k(device-tree),24m(kernel),200m(rootfs)

$ make
```

5. 請修改 */buildroot_2024/output/build/linux-custom/arch/arm64/boot/dts/nuvoton/ma35d1.dtsi*，修改 spinand-uboot-env，調整到 0x100000 (1 MB)，並增加 B partition 分區(spinand-rootfs-b)的 SPI-NAND 空間，此範例程式 B partition 分區設定為 200 MB。

```
  flash: flash@0 {
      compatible = "spi-nand";
      reg = <0 0x0 0x2000000>;
      spi-max-frequency = <50000000>;
      #address-cells = <1>;
      #size-cells = <1>;

      uboot@0 {
        label = "spinand-uboot";
        reg = <0x0 0x300000>;
      };
      uboot-env@300000 {
        label = "spinand-uboot-env";
        reg = <0x300000 0x100000>;
      };
      device-tree@400000 {
        label = "spinand-device-tree";
        reg = <0x400000 0x40000>;
      };
      kernel@440000 {
        label = "spinand-kernel";
        reg = <0x440000 0x1800000>;
      };
      rootfs@1c00000 {
        label = "spinand-rootfs";
        reg = <0x1c00000 0xC800000>;
      };
      rootfs-b@E400000 {
        label = "spinand-rootfs-b";
        reg = <0xE400000 0xC800000>;
      };

    };
```

6. 在 *uboot-env.txt* 文件，新增下列的 uboot 參數，讓 swupdate 更新 rootfs 時，自動帶入新參數，下次重啟時自動指向到新的 rootfs 並完成開機，如果是 MA35D1-SOM，開機會同時開啟 NAND driver 與 SPI-NAND Driver。這裡的示範範例是 spinand_ubiblock 就設定為 9，spinand_uboot_para_blk 設定為 6。

   如果開機沒有包含 NAND driver 只有單獨開啟 SPI-NAND Driver，此時 spinand_ubiblock 開機就設定為 4，spinand_uboot_para_blk 設定為 1，路徑位於 */buildroot_2024/board/nuvoton/ma35xx/uboot-env.txt*。

此 *uboot-env.txt* 同時也加入了正常開機到 kernel 時，會自動維持 rootfs_active_count 為 3，如果連續開機三次失敗後，會自動跳轉到 B 分區的機制，B 分區也是正常開機到 kernel 時，會自動維持 rootfs_active_count 為 3，如果連續開機三次失敗後，會自動跳轉到 A 分區，eMMC/SD card 與 SPI-NAND、NAND 皆可共用此 *uboot-env.txt*。

```
bootcmd=run check_boot_count; run distro_bootcmd
bootdelay=3
baudrate=115200

   .
   .
rootfs_active=a
spinand_ubiblock=9
nand_ubiblock=4
spinand_uboot_para_blk=6
switch_to_a=setenv rootfs_active "a"; setenv nand_ubiblock 4; setenv spinand_ubiblock 9
switch_to_b=setenv rootfs_active "b"; setenv nand_ubiblock 5; setenv spinand_ubiblock 10
rootfs_active_count=3
check_boot_count=if test "${rootfs_active_count}" = "0"; then echo "Boot failed 3 times!
Rolling back..."; if test "${rootfs_active}" = "b"; then run switch_to_a; else run
switch_to_b; fi; setenv rootfs_active_count 3; saveenv; else if test
"${rootfs_active_count}" = "3"; then setenv rootfs_active_count 2; saveenv; elif test
"${rootfs_active_count}" = "2"; then setenv rootfs_active_count 1; saveenv; elif test
"${rootfs_active_count}" = "1"; then setenv rootfs_active_count 0; saveenv; fi; fi   .
   .
   .
```

7. 新增 *fw_env.config* 檔案，並請置放在 */output/target/etc/fw_env.config*。此設定檔提供 linux 下的 fw_printenv 與 fw_setenv 使用，使其能正確存取 uboot environment。
   以下設定表示 uboot environment 儲存於 */dev/ubi1_0*，起始 offset 為 0x00000，environment size 為 0x10000，erase size 為 0x1F000。

```
/dev/ubi1_0    0x00000  0x10000  0x1F000
```

8. 修改完成後，請執行 kernel rebuild 並完成目標版燒錄。

```
$ make arm-trusted-firmware-rebuild uboot-rebuild linux-rebuild
$ make
```

9. 正常開機到 kernel 後，請執行 *boot_success.sh*，讓 rootfs_active_count 變數保持為 3，而不會進入重啟倒數判斷。

```
MA35D1# ./boot_success.sh
```

10. 更新 *sw-description* 與 *generate_swu.sh* 為 SPI-NAND 版本。

```
{
  "software": {
```

```
    "version": "0.1.0",
    "description": ["Linux kernel and dtb and rootfs update for MA35 SPI-NAND"],
    "hardware-compatibility": ["1.0", "1.2", "1.3"],
    "scripts": [
      {
        "filename": "prepare_ab_update.sh",
        "type": "preinstall"
      },
      {
        "filename": "finish_ab_update.sh",
        "type": "postinstall"
      }
    ],
    "images": [
      {
        "version": "5.10",
        "name": "spinand-kernel device tree",
        "filename": "Image.dtb",
        "device": "/dev/mtdblock2",
        "type": "raw"
      },
      {
        "version": "5.10",
        "name": "spinand-kernel",
        "filename": "Image",
        "device": "/dev/mtdblock3",
        "type": "raw"
      },
      {
        "version": "5.10",
        "name": "rootfs_update",
        "filename": "rootfs.ubi",
        "device": "/tmp/update_rootfs",
        "type": "raw"
      }
    ]
  }
}
```

generate_swu.sh

```
# Assigns the value "sw-description Image" to the variable FILES, which contains a space-separated list of filenames to be included in the container
FILES="sw-description Image Image.dtb rootfs.ubi prepare_ab_update.sh finish_ab_update.sh"
```

11. 請將 rebuild 成功的 Image、*Image.dtb* 、*rootfs.ubi* 與 *prepare_ab_update.sh* 腳本、*finish_ab_update.sh* 腳本、*sw-description* 放在同一個資料夾中，並執行 *generate_swu.sh*，執行完成後會得到 *pack_1.0.swu*，如圖 2-3 所示。

```
ubuntu:~$ ./generate_swu.sh
```

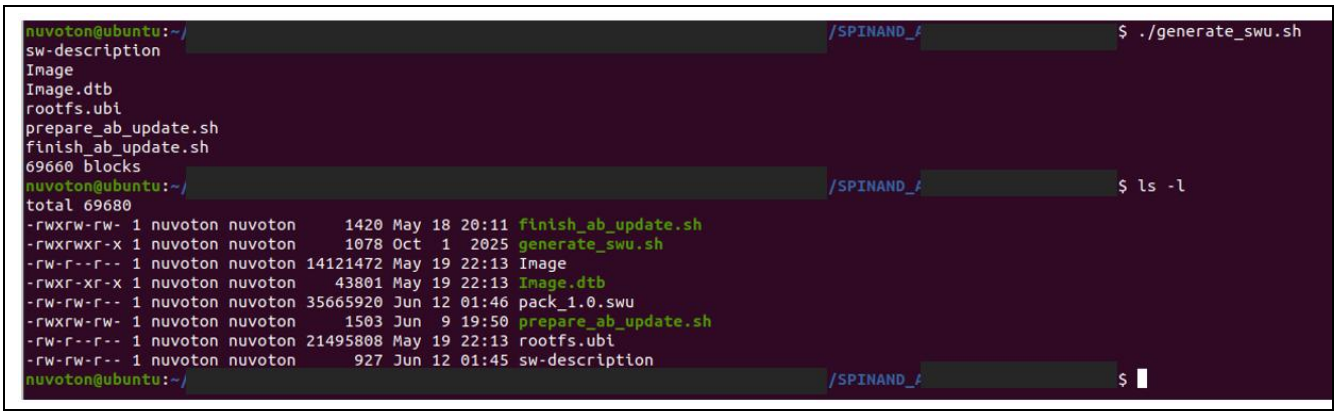


圖 2-3 產生 pack 映像檔

2.3 NAND 更新方式

1. 請先按照 EC_MA35D1_OTA_Update_by_Linux_Stage_V1.00 完成 swupdate 在 Buildroot_2024 上面的勾選。

2. 請參考 eMMC/SD card 更新 swupdate，修改 */package/swupdate/swupdate.config*。

3. 修改完成後，請執行 swupdate rebuild。

```
$ make swupdate-rebuild
$ make
```

4. 請修改 */buildroot_2024/output/build/linux-custom/arch/arm64/boot/dts/nuvoton/ma35d1.dtsi*，增加 B partition 分區(nand-rootfs-b)的 NAND 空間，此範例程式 B partition 分區設定為 200 MB。

```
  partitions {
      compatible = "fixed-partitions";
      #address-cells = <1>;
      #size-cells = <1>;

      uboot@0 {
        label = "nand-uboot";
        reg = <0x0000000 0x300000>;
        read-only;
      };
      uboot-env@300000 {
        label = "nand-uboot-env";
        reg = <0x300000 0xC0000>;
      };
      device-tree@3c0000 {
        label = "nand-device-tree";
        reg = <0x3C0000 0x40000>;
      };
      kernel@400000 {
        label = "nand-kernel";
        reg = <0x400000 0x1800000>;
      };
```

```
      rootfs@1c00000 {
        label = "nand-rootfs";
        reg = <0x1C00000 0xC800000>;
      };
      rootfs-b@E400000 {
        label = "nand-rootfs-b";
        reg = <0xE400000 0xC800000>;
      };

    };
```

5. 在 *uboot-env.txt* 文件，新增下列的 uboot 參數，讓 swupdate 更新 rootfs 時，自動帶入新參數，下次重啟時自動指向到新的 rootfs 並完成開機。這裡的示範範例是 nand_ubiblock 初始設定為 4、rootfs_active 為 a，路徑位於 */buildroot_2024/board/nuvoton/ma35xx/uboot-env.txt*。

   此 *uboot-env.txt* 同時也加入了正常開機到 kernel 時，會自動維持 rootfs_active_count 為 3，如果連續開機三次失敗後，會自動跳轉到 B 分區的機制，B 分區也是正常開機到 kernel 時，會自動維持 rootfs_active_count 為 3，如果連續開機三次失敗後，會自動跳轉到 A 分區，eMMC/SD card 與 SPI-NAND、NAND 皆可共用此 *uboot-env.txt*。

```
bootcmd=run check_boot_count; run distro_bootcmd
bootdelay=3
baudrate=115200

   .
   .
rootfs_active=a
nand_ubiblock=4
switch_to_a=setenv rootfs_active "a"; setenv nand_ubiblock 4; setenv spinand_ubiblock 9
switch_to_b=setenv rootfs_active "b"; setenv nand_ubiblock 5; setenv spinand_ubiblock 10
rootfs_active_count=3
   .
   .
   .

check_boot_count=if test "${rootfs_active_count}" = "0"; then echo "Boot failed 3 times!
Rolling back..."; if test "${rootfs_active}" = "b"; then run switch_to_a; else run
switch_to_b; fi; setenv rootfs_active_count 3; saveenv; else if test
"${rootfs_active_count}" = "3"; then setenv rootfs_active_count 2; saveenv; elif test
"${rootfs_active_count}" = "2"; then setenv rootfs_active_count 1; saveenv; elif test
"${rootfs_active_count}" = "1"; then setenv rootfs_active_count 0; saveenv; fi; fi
   .
   .
```

6. 新增 *fw_env.config* 檔案，並請置放在 */output/target/etc/fw_env.config*。此設定檔提供 linux 下的 fw_printenv 與 fw_setenv 使用，使其能正確存取 uboot environment。
   以下設定表示 uboot environment 儲存於 */dev/mtd1*，起始 offset 為 0x00000，environment size 為 0x10000，erase size 為 0x20000。

```
/dev/mtd1 0x0 0x10000 0x20000
```

7. 修改完成後，請執行 kernel rebuild 並完成目標版燒錄。

```
$ make arm-trusted-firmware-rebuild uboot-rebuild linux-rebuild
$ make
```

8. 正常開機到 kernel 後，請執行 *boot_success.sh*，讓 rootfs_active_count 變數保持為 3，而不會進入重啟倒數判斷。

```
MA35D1# ./boot_success.sh
```

9. 更新 *sw-description* 與 *generate_swu.sh* 為 NAND 版本。

```
{
  "software": {
    "version": "0.1.0",
    "description": ["Linux kernel and dtb and rootfs update for MA35 NAND"],
    "hardware-compatibility": ["1.0", "1.2", "1.3"],
    "scripts": [
      {
        "filename": "prepare_ab_update.sh",
        "type": "preinstall"
      },
      {
        "filename": "finish_ab_update.sh",
        "type": "postinstall"
      }
    ],
    "images": [
      {
        "version": "5.10",
        "name": "nand-kernel device tree",
        "filename": "Image.dtb",
        "device": "/dev/mtdblock2",
        "type": "raw"
      },
      {
        "version": "5.10",
        "name": "nand-kernel",
        "filename": "Image",
        "device": "/dev/mtdblock3",
        "type": "raw"
      },
      {
        "version": "5.10",
        "name": "rootfs_update",
        "filename": "rootfs.ubi",
        "device": "/tmp/update_rootfs",
        "type": "raw"
      }
    ]
  }
}
```

generate_swu.sh

```
# Assigns the value "sw-description Image" to the variable FILES, which contains a space-separated list of filenames to be included in the container
FILES="sw-description Image Image.dtb rootfs.ubi prepare_ab_update.sh finish_ab_update.sh"
```

10. 請將 rebuild 成功的 Image、*Image.dtb* 、*rootfs.ubi* 與 *prepare_ab_update.sh* 腳本、*finish_ab_update.sh* 腳本、*sw-description* 放在同一個資料夾中，並執行 *generate_swu.sh*，執行完成後會得到 *pack_1.0.swu*。

```
ubuntu:~$ ./generate_swu.sh
```

3. 軟體與硬體需求

3.1 軟體需求

- BSP 版本

  - Linux-5.10.x
  - Swupdate-2023.12

3.2 硬體需求

- 電路元件

  - NuMaker-HMI-MA35D1 V1.0，如圖 3-1 所示。

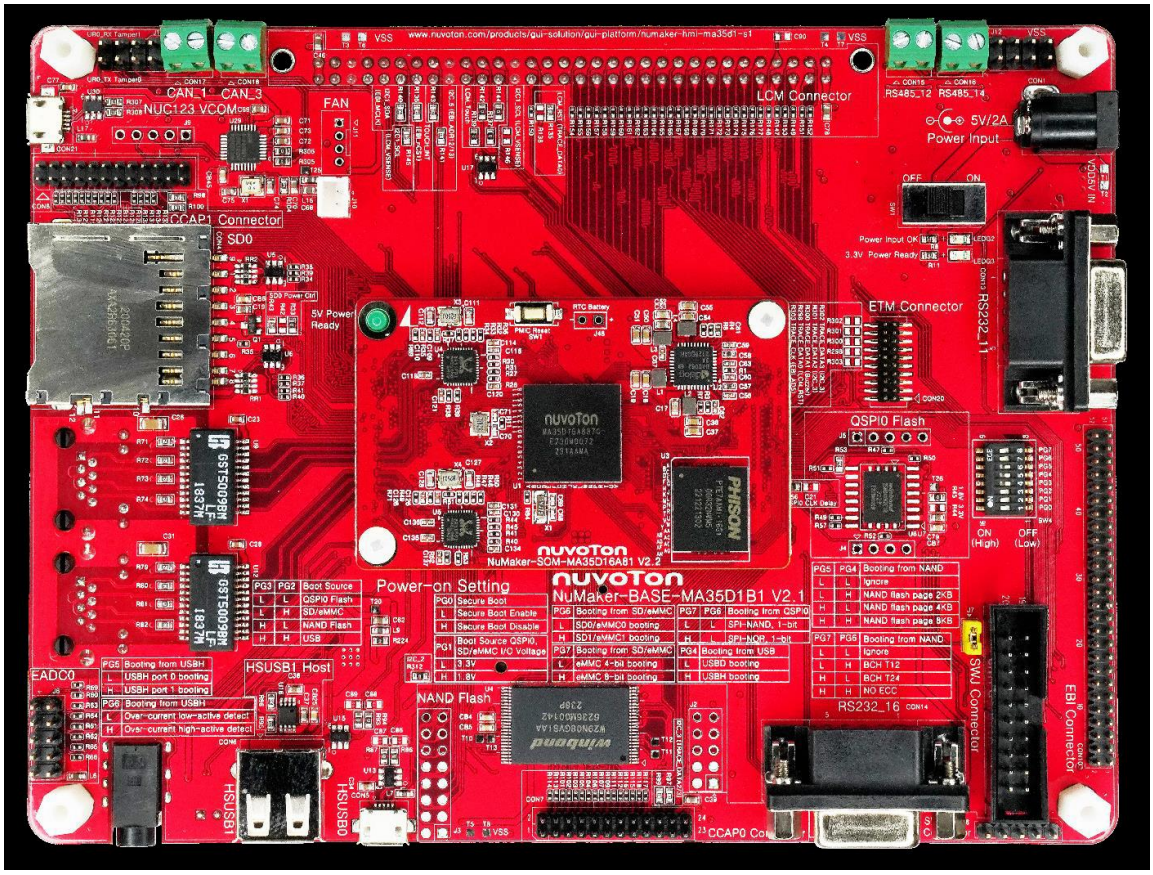


圖 3-1 NuMaker-HMI-MA35D1 V1.0

4. 目錄資訊

目錄結構如圖 4-1 所示。

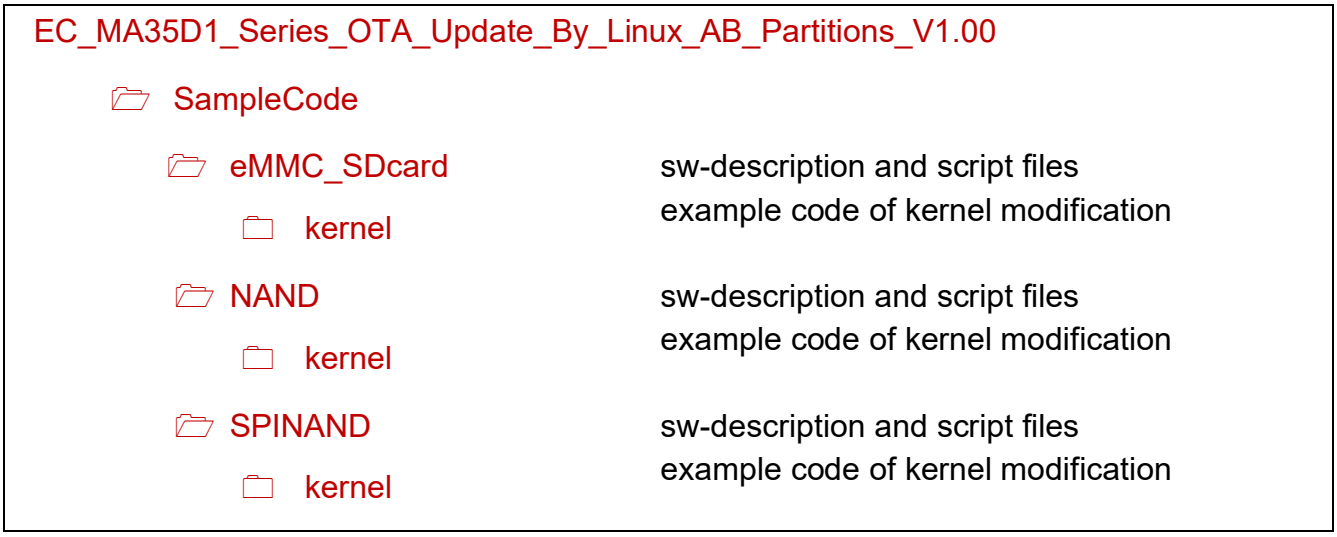


圖 4-1 目錄資訊

5. 範例程式執行

1. 在 MA35D1 裝置上，可以透過設定裝置使用 DHCP（動態主機設定協定）從路由器取得 IP 位址，本範例程式獲得的範例 IP 為 192.168.0.175。

```
MA35D1# ifconfig eth0 up
MA35D1# udhcpc -i eth0
udhcpc: started, v1.33.1
udhcpc: sending discover
udhcpc: sending discover
udhcpc: sending select for 192.168.0.175
udhcpc: lease of 192.168.0.175 obtained, lease time 7200
deleting routers
adding dns 192.168.0.1
```

2. 確保電腦和 MA35D1 裝置連接到同一個網路後，輸入 "192.168.0.175:8080"。

3. 點擊『Click here, or drag and drop a software update image file to this area.』。

4. 參考第二章與實際選擇的更新方式，執行 *generate_swu.sh* 並產生出的 *pack_1.0.swu*，將打包好 *pack_1.0.swu* 拖拉並上傳即可完成 AB 自動分區更新，eMMC/SD card 更新如圖 5-1 所示， SPI-NAND / NAND 更新如圖 5-2 所示。

5. 分區自動更新後，可透過開機訊息(log)檢視是否更新成功，如圖 5-3 所示。

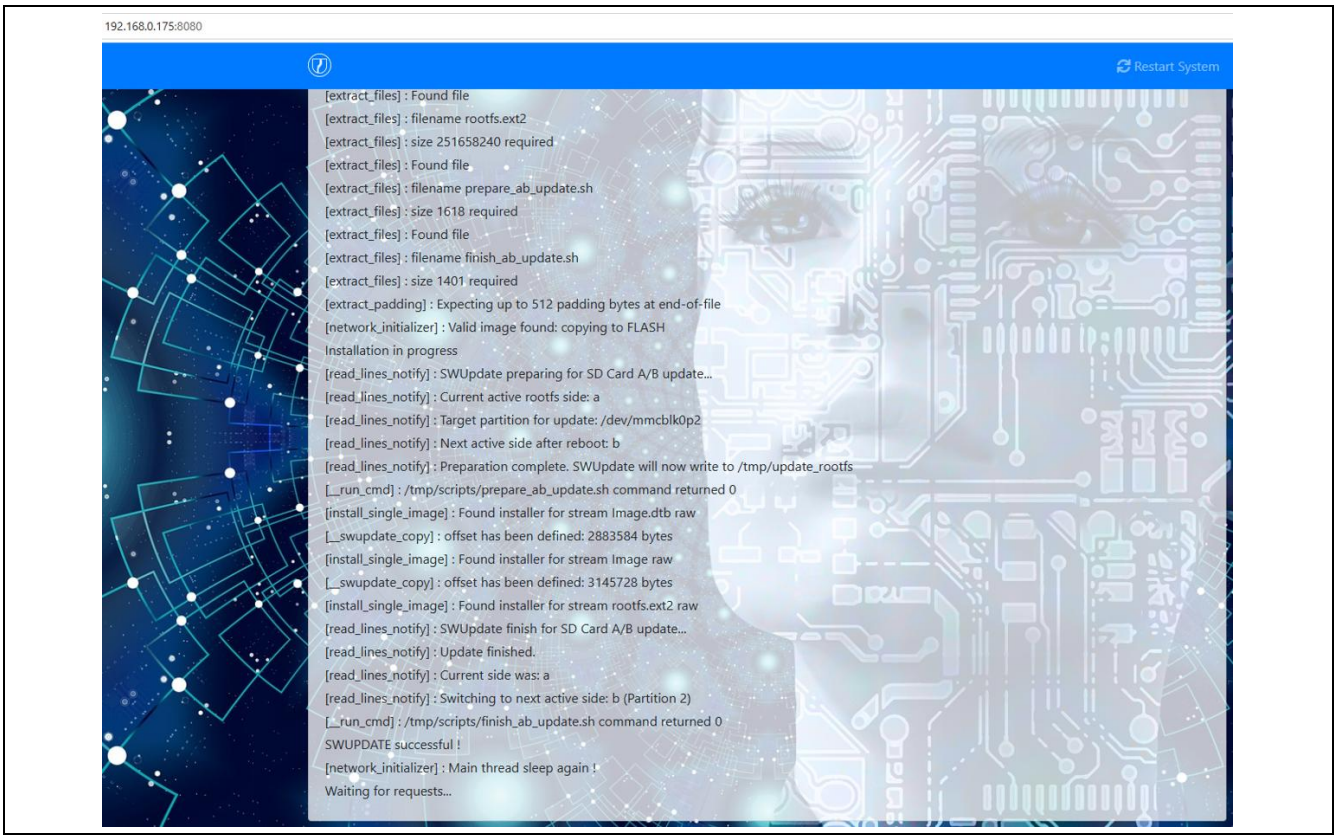


圖 5-1 eMMC/SD card 透過 swupdate 更新成 B 分區 rootfs



圖 5-2 SPI-NAND / NAND 透過 swupdate 更新成 B 分區 rootfs

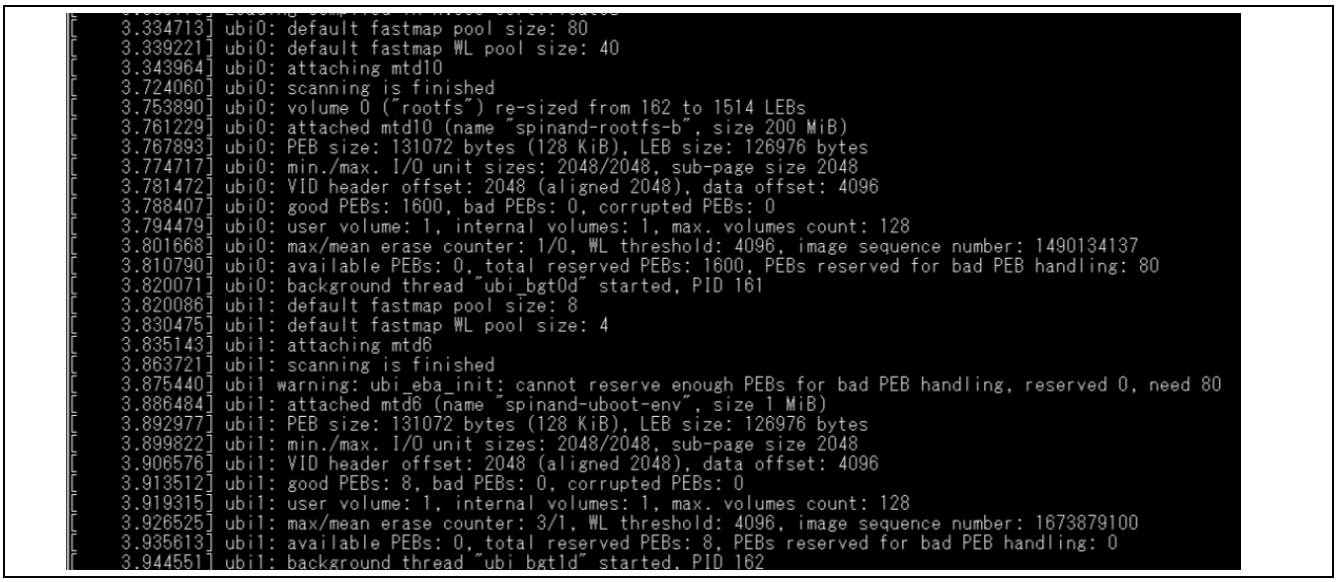


圖 5-3 透過 swupdate 更新成 B 分區成功的 SPI-NAND 開機 log

6. 修訂紀錄

Date	Revision	Description
2026.06.12	1.00	初始發布。

Important Notice

Nuvoton Products are neither intended nor warranted for usage in systems or equipment, any malfunction or failure of which may cause loss of human life, bodily injury or severe property damage. Such applications are deemed, "Insecure Usage".

Insecure usage includes, but is not limited to: equipment for surgical implementation, atomic energy control instruments, airplane or spaceship instruments, the control or operation of dynamic, brake or safety systems designed for vehicular use, traffic signal instruments, all types of safety devices, and other applications intended to support or sustain life.

All Insecure Usage shall be made at customer's risk, and in the event that third parties lay claims to Nuvoton as a result of customer's Insecure Usage, customer shall indemnify the damages and liabilities thus incurred by Nuvoton.

Please note that all data and specifications are subject to change without notice.
All the trademarks of products and companies mentioned in this datasheet belong to their respective owners.