بسمه تعالی

درس سیستم های نهفته – نیمسال تحصیلی ۰۴-۰۵

دانشگاه صنعتی شریف – دانشکدهٔ مهندسی برق

گزارش عیب یابی بورد

امیرحسین مطیعی – شماره دانشجویی ۴۰۱۱۰۲۵۵۳

گزارش بررسی و عیب‌یابی بردOrange Pi Zero Plus2 H5

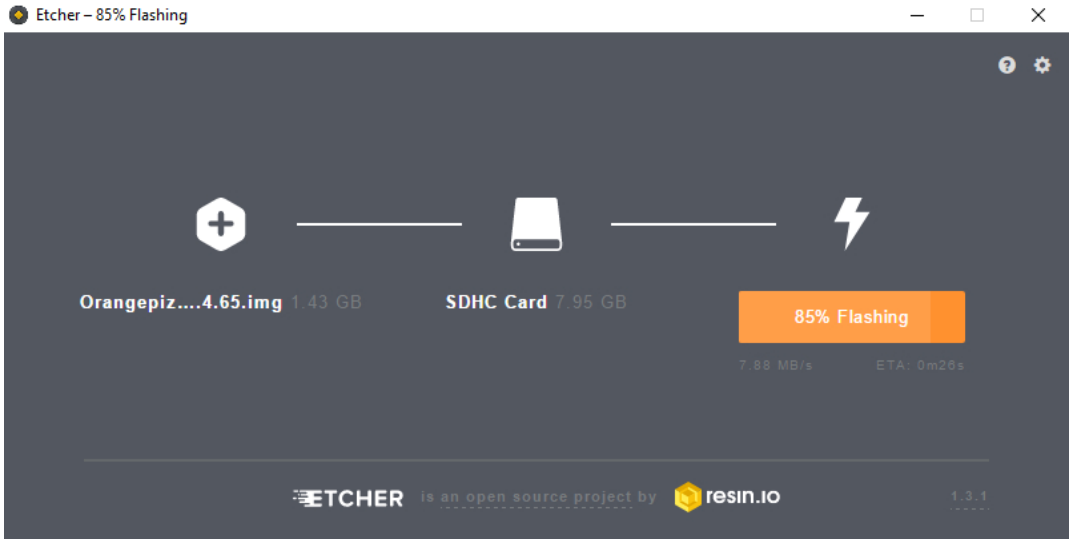
مقدمه

در ابتدای پروژه تلاش شد سامانه روی برد Orange Pi Zero Plus2 H5اجرا شود. برای این منظور، ایمیج سیستم‌عامل متناسب با برد تهیه و روی کارت microSD فلش شد. سپس کارت حافظه داخل برد قرار گرفت و چند روش مختلف برای بررسی بوت‌شدن سیستم‌عامل و دسترسی به برد آزمایش شد .هدف این بررسی آن بود که پیش از انتقال فایل‌های پروژه و اجرای سرویس‌ها، از سالم‌بودن روند بوت و امکان برقراری ارتباط با سیستم‌عامل برد اطمینان حاصل شود. با وجود انجام مراحل نصب و چند آزمایش مستقل، هیچ رابط قابل‌استفاده‌ای برای ورود به سیستم‌عامل شناسایی نشد. جزئیات مراحل و نتایج در ادامه آمده است.

۱ .فلش‌کردن سیستم‌عامل روی کارتmicroSD

در نخستین مرحله، ایمیج سیستم‌عامل مخصوص معماری ARM و برد موردنظر دانلود شد. کارت microSD به لپ‌تاپ متصل و ایمیج با استفاده از نرم‌افزار فلش روی آن نوشته شد. فرایند نوشتن ایمیج بدون نمایش خطای مشخصی به پایان رسید.

تصویر فرایند فلش‌کردن ایمیج روی کارت حافظه



پس از پایان عملیات، کارت microSD به‌صورت امن از لپ‌تاپ خارج و داخل شیار کارت حافظه برد قرار داده شد.

۲ .بررسی رفتار LED هنگام روشن‌شدن برد

پس از قراردادن کارت حافظه و اتصال منبع تغذیه، LEDبرد در لحظه ابتدایی به رنگ قرمز روشن شد. بعد از چند ثانیه LED قرمز خاموش و LED سبز روشن شد .این تغییر وضعیت نشان می‌داد که برد برق دریافت کرده و حداقل بخشی از فرایند اولیه راه‌اندازی را آغاز کرده است. بااین‌حال، روشن‌شدن LED سبز به‌تنهایی برای اثبات کامل‌شدن بوت سیستم‌عامل کافی نبود؛ بنابراین آزمایش‌های ارتباطی دیگری انجام شدند.

تصویر آماده‌سازی برد، قرارگیری کارت حافظه و اتصال منبع تغذیه و روشن‌شدن LED سبز

۳ .آزمایش شناسایی برد از طریقUSB

در این آزمایش، برد با یک کابل USB معمولی به لپ‌تاپ Ubuntu متصل شد. هدف آن بود که بررسی شود آیا برد به‌عنوان یکی از موارد دستگاه USB یا پورت سریال USB یا رابط شبکه USB یا رابطی مانند ttyUSB0یا ttyACM0 یا رابط شبکه‌ای مانند usb0یا enx... توسط سیستم‌عامل لپ‌تاپ شناسایی می‌شود یا خیر. ابتدا پیش از اتصال برد، وضعیت دستگاه‌هایUSB ، پورت‌های سریال و رابط‌های شبکه ثبت شد.

تصویر وضعیت سیستم قبل از اتصال USB برد

```
amir-hossein-motiei@amir-hossein-motiei-GP66-Leopard-11UG:~/orangepi_board_test$ lsusb | sort | tee 01
_usb_before_lsusb.txt

ip -br link | tee 01_usb_before_network.txt

{
    echo "USB serial devices before connection:"
    ls -l /dev/ttyUSB* /dev/ttyACM* 2>/dev/null ||
        echo "No USB serial device detected"
} | tee 01_usb_before_serial.txt
Bus 001 Device 001: ID 1d6b:0002 Linux Foundation 2.0 root hub
Bus 002 Device 001: ID 1d6b:0003 Linux Foundation 3.0 root hub
Bus 003 Device 001: ID 1d6b:0002 Linux Foundation 2.0 root hub
Bus 003 Device 002: ID 3554:fc0a Compx 2.4G Receiver
Bus 003 Device 003: ID 1038:1122 SteelSeries ApS SteelSeries KLC
Bus 003 Device 004: ID 5986:211c Bison Electronics Inc. HD Webcam
Bus 003 Device 005: ID 8087:0032 Intel Corp. AX210 Bluetooth
Bus 004 Device 001: ID 1d6b:0003 Linux Foundation 3.0 root hub
lo               UNKNOWN        00:00:00:00:00:00 <LOOPBACK,UP,LOWER_UP>
enp3s0           DOWN           d8:bb:c1:76:39:30 <NO-CARRIER,BROADCAST,MULTICAST,UP>
wlp5s0           UP             04:56:e5:e4:bd:03 <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP>
virbr0           DOWN           52:54:00:ed:15:76 <NO-CARRIER,BROADCAST,MULTICAST,UP>
USB serial devices before connection:
No USB serial device detected
amir-hossein-motiei@amir-hossein-motiei-GP66-Leopard-11UG:~/orangepi_board_test$
```

سپس فرمان زیر برای مشاهده زنده پیام‌های کرنل اجرا شد:

```
sudo dmesg -w
```

بعد از اجرای فرمان، برد به لپ‌تاپ متصل و چند ثانیه برای شناسایی آن صبر شد. در این مدت هیچ پیام جدیدی درباره اتصال یک دستگاهUSB ، پورت سریال، رابط RNDIS یا USB Ethernet مشاهده نشد.

تصویر خروجی dmesgهنگام اتصال برد و عدم شناسایی دستگاه جدید

```
[    5.314122] nouveau 0000:01:00.0: [drm] Registered 4 planes with drm panic
[    5.314124] [drm] Initialized nouveau 1.4.2 for 0000:01:00.0 on minor 2
[    5.316223] nouveau 0000:01:00.0: [drm] Cannot find any crtc or sizes
[    5.322545] nouveau 0000:01:00.0: [drm] Cannot find any crtc or sizes
[    5.323394] nouveau 0000:01:00.0: [drm] Cannot find any crtc or sizes
[    8.516870] wlp5s0: authenticate with cc:20:8c:3b:a8:9f (local address=04:56:e5:e4:bd:03)
[    8.519409] wlp5s0: send auth to cc:20:8c:3b:a8:9f (try 1/3)
[    8.559297] wlp5s0: authenticated
[    8.559765] wlp5s0: associating to AP cc:20:8c:3b:a8:9f with corrupt probe response
[    8.561775] wlp5s0: associate with cc:20:8c:3b:a8:9f (try 1/3)
[    8.568654] wlp5s0: RX AssocResp from cc:20:8c:3b:a8:9f (capab=0x411 status=0 aid=2)
[    8.593270] wlp5s0: associated
[   11.664584] systemd-journald[373]: /var/log/journal/edf1977cd85b485d9ffdc21647b583ce/user-1000.jour
nal: Journal file uses a different sequence number ID, rotating.
[   14.732790] Bluetooth: RFCOMM TTY layer initialized
[   14.732797] Bluetooth: RFCOMM socket layer initialized
[   14.732800] Bluetooth: RFCOMM ver 1.11
[   15.700834] rfkill: input handler disabled
[   15.763247] Lockdown: systemd-logind: hibernation is restricted; see man kernel_lockdown.7
[   21.515323] rfkill: input handler enabled
[   22.512107] Lockdown: systemd-logind: hibernation is restricted; see man kernel_lockdown.7
[   22.552160] rfkill: input handler disabled
[   27.761258] warning: `ThreadPoolForeg' uses wireless extensions which will stop working for Wi-Fi 7
 hardware; use nl80211
```

پس از اتصال برد، فرمان lsusbاجرا شد. خروجی تنها دستگاه‌های از قبل متصل‌شده به لپ‌تاپ، شامل گیرنده بی‌سیم، تجهیزات جانبی، وب‌کم و Bluetooth داخلی را نشان داد. هیچ دستگاه جدیدی که به Orange Pi مربوط باشد در خروجی اضافه نشد.

همچنین بررسی پورت‌های سریال با فرمان زیر انجام شد:

```
ls -l /dev/ttyUSB* /dev/ttyACM*
```

نتیجه:

```
No USB serial device detected
```

وضعیت رابط‌های شبکه نیز با فرمان زیر بررسی شد:

```
ip -br link
```

خروجی تنها رابط‌های معمول لپ‌تاپ را نشان داد:

```
lo
enp3s0
wlp5s0
virbr0
```

هیچ رابط جدیدی مانند usb0یا enx...ایجاد نشده بود.

برای اطمینان بیشتر، خروجی‌های قبل و بعد از اتصال با دستور diff مقایسه شدند. فایل‌های مقایسه خالی بودند؛ به این معنی که فهرست دستگاه‌های USB و رابط‌های شبکه قبل و بعد از اتصال برد هیچ تفاوتی نداشتند.

تصویر جمع‌بندی آزمایش شناسایی USB

```
===== USB DEVICES =====
Bus 001 Device 001: ID 1d6b:0002 Linux Foundation 2.0 root hub
Bus 002 Device 001: ID 1d6b:0003 Linux Foundation 3.0 root hub
Bus 003 Device 001: ID 1d6b:0002 Linux Foundation 2.0 root hub
Bus 003 Device 002: ID 3554:fc0a Compx 2.4G Receiver
Bus 003 Device 003: ID 1038:1122 SteelSeries ApS SteelSeries KLC
Bus 003 Device 004: ID 5986:211c Bison Electronics Inc. HD Webcam
Bus 003 Device 005: ID 8087:0032 Intel Corp. AX210 Bluetooth
Bus 004 Device 001: ID 1d6b:0003 Linux Foundation 3.0 root hub

===== SERIAL DEVICES =====
No USB serial device detected

===== NETWORK INTERFACES =====
lo               UNKNOWN        00:00:00:00:00:00 <LOOPBACK,UP,LOWER_UP>
enp3s0           DOWN           d8:bb:c1:76:39:30 <NO-CARRIER,BROADCAST,MULTICAST,UP>
wlp5s0           UP             04:56:e5:e4:bd:03 <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP>
virbr0           DOWN           52:54:00:ed:15:76 <NO-CARRIER,BROADCAST,MULTICAST,UP>
amir-hossein-motiei@amir-hossein-motiei-GP66-Leopard-11UG:~/orangepi_board_test$
```

با وجود روشن‌شدن LED سبز برد، اتصال USB باعث ایجاد هیچ دستگاه، رابط سریال یا رابط شبکه جدیدی در لپ‌تاپ نشد. بنابراین امکان ورود به سیستم‌عامل برد از طریق USB یا کنسول سریال USB فراهم نشد. البته این نتیجه به‌تنهایی خرابی قطعی برد را ثابت نمی‌کند؛ زیرا ممکن است پورت مورد استفاده فقط برای تغذیه طراحی شده باشد یا برای استفاده به‌صورت USB Device به تنظیمات دیگری نیاز داشته باشد. بااین‌حال، در شرایط موجود هیچ مسیر ارتباطی قابل‌استفاده‌ای از طریق USB به دست نیامد.

۴. آزمایش اتصال شبکه LAN

در مرحله بعد تلاش شد ارتباط شبکه‌ای میان برد و لپ‌تاپ برقرار شود. برای این منظور کابل شبکه متصل شد و رابط Ethernet لپ‌تاپ با نام enp3s0 فعال گردید:

```
sudo ip link set enp3s0 up
```

سپس وضعیت رابط شبکه با فرمان زیر بررسی شد:

```
ip -br link show enp3s0
```

خروجی به شکل زیر بود:

```
enp3s0 DOWN <NO-CARRIER,BROADCAST,MULTICAST,UP>
```

وجود عبارت NO-CARRIER نشان می‌دهد که کارت شبکه لپ‌تاپ از نظر نرم‌افزاری فعال بوده، اما هیچ لینک فیزیکی با دستگاه سمت مقابل تشکیل نشده است.

برای بررسی دقیق‌تر، فرمان ethtool اجرا شد:

```
sudo ethtool enp3s0
```

قسمت‌های مهم خروجی عبارت بودند از:

Speed: Unknown!

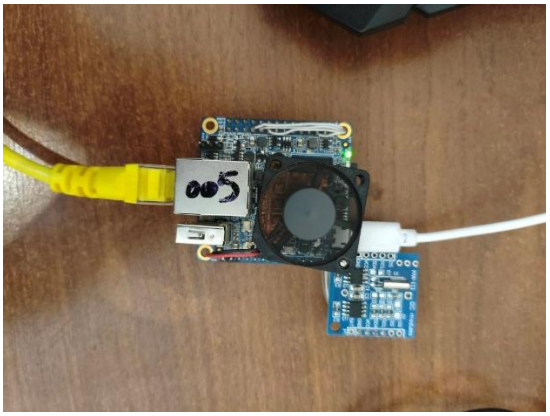
Duplex: Unknown! (255)

Auto-negotiation: on

Link detected: no

مقدار Link detected: no تأیید کرد که ارتباط فیزیکی شبکه برقرار نشده است. به همین دلیل امکان اختصاص آدرس IP، اسکن شبکه یا اتصال SSH به برد وجود نداشت.

تصویر نحوه اتصال برد در آزمایش شبکه



تصویر خروجی ip و ethtool و نمایش وضعیت NO-CARRIER

```
amir-hossein-motiei@amir-hossein-motiei-GP66-Leopard-11UG:~/orangepi_board_test$ sudo ip link set enp3
s0 up
amir-hossein-motiei@amir-hossein-motiei-GP66-Leopard-11UG:~/orangepi_board_test$ {
    echo "===== ORANGE PI LAN TEST ======"
    date
    echo
    ip -br link show enp3s0
    echo
    sudo ethtool enp3s0 |
        grep -E 'Speed:|Duplex:|Auto-negotiation:|Link detected:'
} | tee 04_lan_board_test.txt
===== ORANGE PI LAN TEST =====
Fri Jul 31 01:49:38 AM +0330 2026

enp3s0           DOWN           d8:bb:c1:76:39:30 <NO-CARRIER,BROADCAST,MULTICAST,UP>

        Speed: Unknown!
        Duplex: Unknown! (255)
        Auto-negotiation: on
        Link detected: no
amir-hossein-motiei@amir-hossein-motiei-GP66-Leopard-11UG:~/orangepi_board_test$
```

در آزمایش شبکه، رابط Ethernet لپ‌تاپ فعال شد، اما هیچ حامل فیزیکی از سمت برد تشخیص داده نشد. سرعت و حالت Duplex نیز قابل تعیین نبودند و ethtool مقدار Link detected: no را گزارش کرد. در نتیجه، اتصال شبکه‌ای میان لپ‌تاپ و برد شکل نگرفت و امکان استفاده از SSH یا سایر سرویس‌های شبکه فراهم نشد.

۵. جمع‌بندی نتایج

با توجه به این نتایج، برد علائم دریافت برق و آغاز فرایند اولیه راه‌اندازی را نشان می‌داد، اما هیچ رابط ارتباطی قابل‌استفاده‌ای برای دسترسی به سیستم‌عامل فراهم نشد. برد از طریق USB به‌عنوان دستگاه، پورت سریال یا رابط شبکه شناسایی نشد و در آزمایش شبکه نیز لینک فیزیکی تشکیل نشد. این آزمایش‌ها به‌تنهایی برای اثبات قطعی خرابی کامل برد کافی نیستند؛ زیرا عواملی مانند سازگاری دقیق ایمیج، وضعیت پورت‌های برد، منبع تغذیه، کارت حافظه و نیاز به تجهیزات جانبی می‌توانند بر نتیجه اثر بگذارند. بااین‌حال، با امکانات موجود و پس از تکرار فرایند فلش و انجام روش‌های مختلف اتصال، برد برای اجرای عملی پروژه و دسترسی پایدار به سیستم‌عامل قابل استفاده نبود. به همین دلیل، ادامه توسعه و آزمایش سامانه روی محیط لینوکسی ماشین مجازی انجام شد تا پیاده‌سازی بخش‌های نرم‌افزاری پروژه، شامل وب‌سرور، API، تشخیص انسان، MQTT، ارسال ایمیل، پایگاه داده و سرویس‌های

systemdمتوقف نشود. استفاده از ماشین مجازی لینوکسی در صورت نبود دسترسی به Orange Pi نیز در صورت پروژه مجاز اعلام شده است .

با وجود آماده‌سازی کارت حافظه، فلش مجدد سیستم‌عامل، مشاهده تغییر وضعیت LED و انجام آزمایش‌های مستقل USB و شبکه، امکان ورود به سیستم‌عامل Orange Pi Zero Plus2 H5 فراهم نشد. بنابراین تصمیم گرفته شد توسعه کامل سامانه در ماشین مجازی لینوکسی ادامه یابد. این تصمیم باعث شد همه بخش‌های نرم‌افزاری پروژه تکمیل و آزمایش شوند، در حالی که مشکل سخت‌افزاری یا ارتباطی برد نیز به‌صورت مستند، همراه با تصاویر و خروجی واقعی فرمان‌های سیستم ثبت شد.