



# Beágyazott MI fejlesztőpanel építése

---

MSc önálló labor 2.

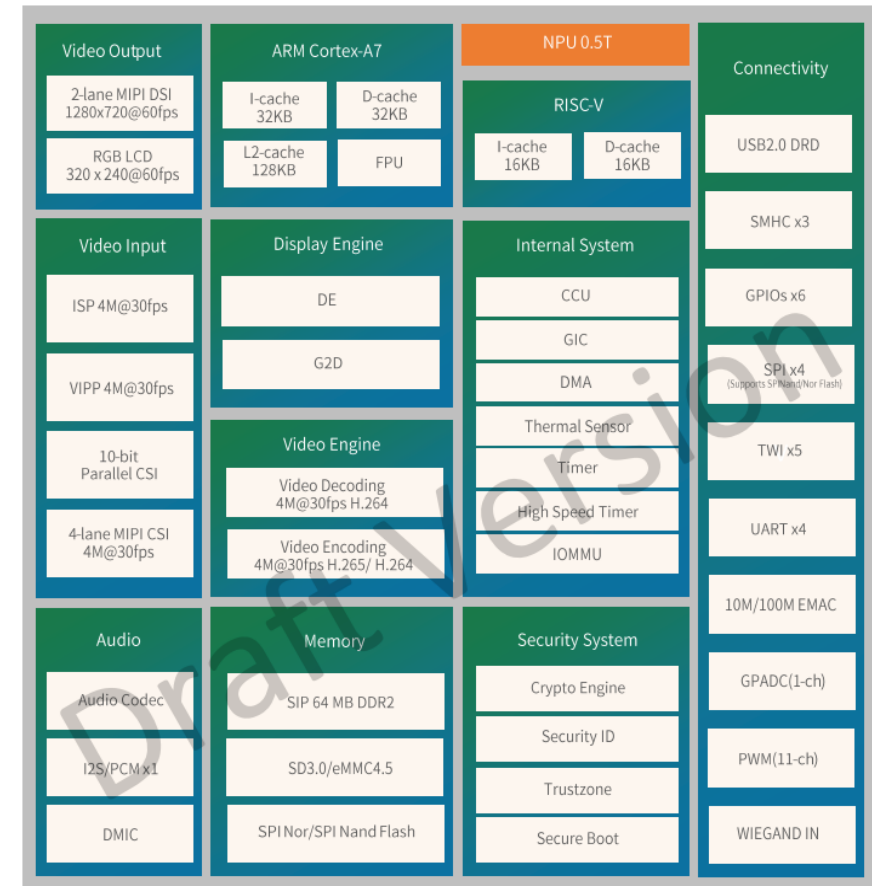
Pete Dávid

Konzulens: Horváth Kristóf

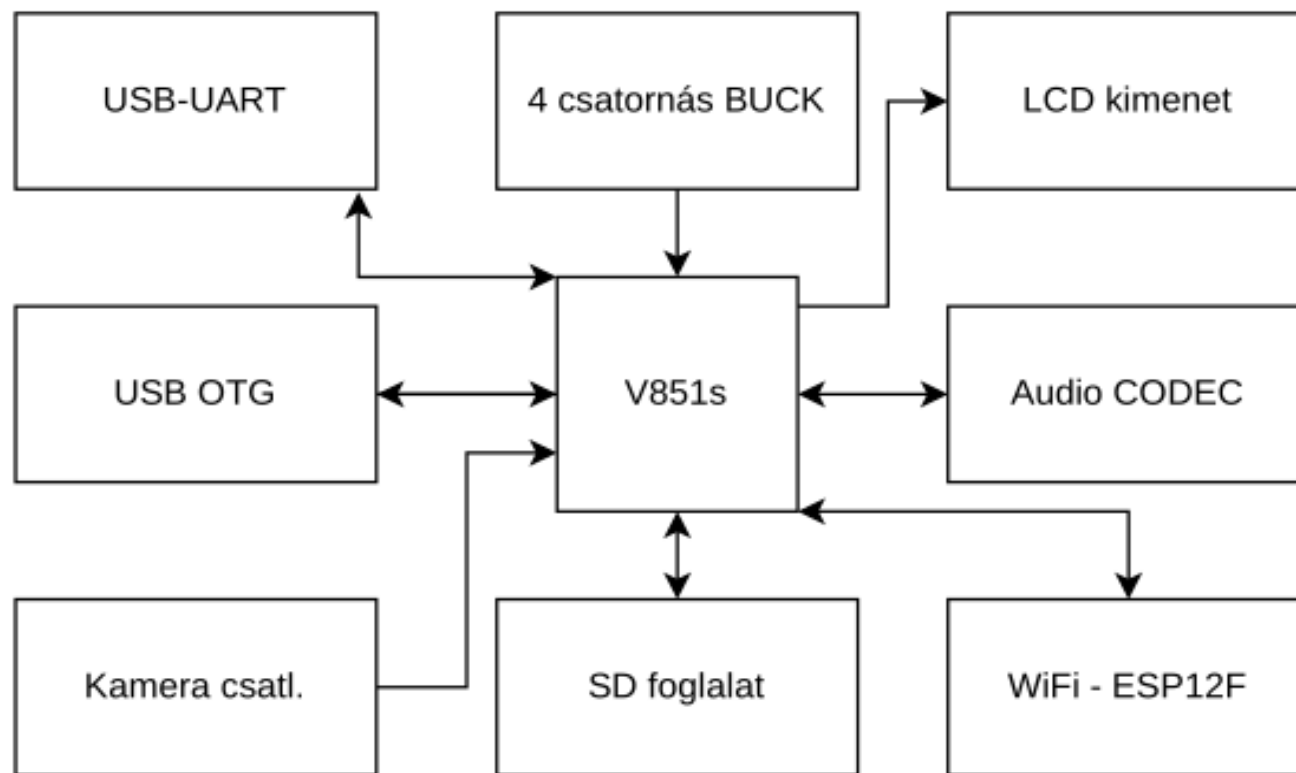
2024.12.11

# Beágyazott MI fejlesztőpanel

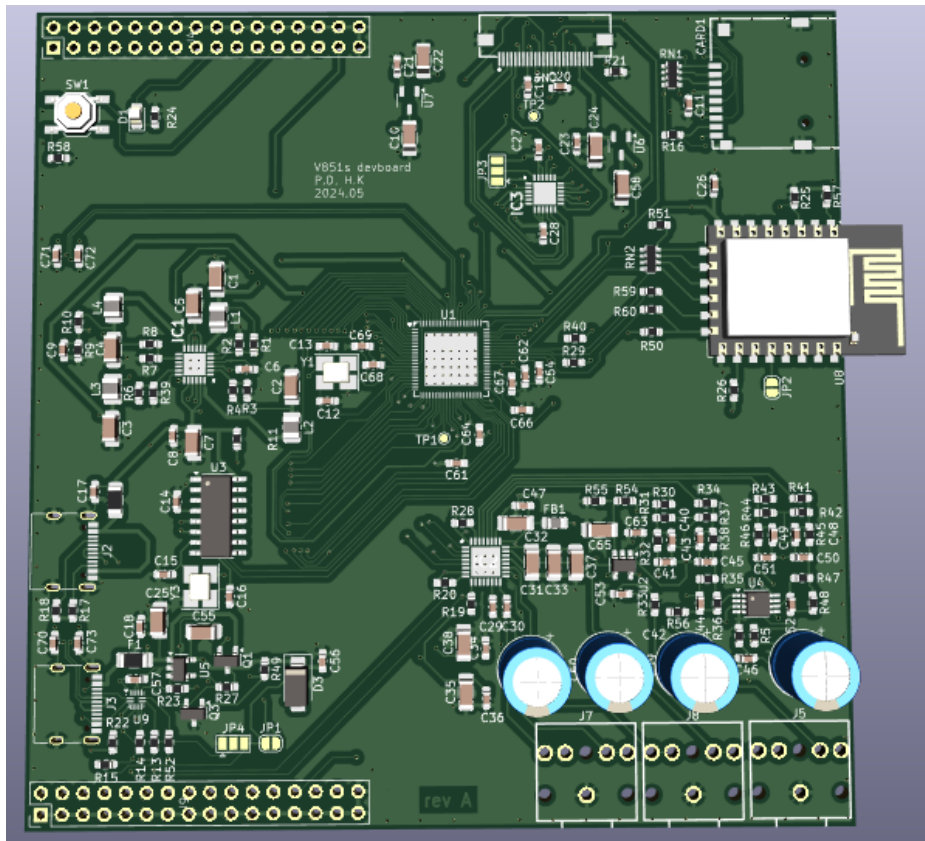
- Intelligens alkalmazások fejlesztése beágyazott környezetben
  - Pl. Arcfelismerés, objektum detektálás
- Allwinner V851s – Intelligens kamerákhoz
  - Nagy teljesítményű CPU(k)
  - Hardveres NPU
  - Memória chip



# Fejlesztőpanel részei



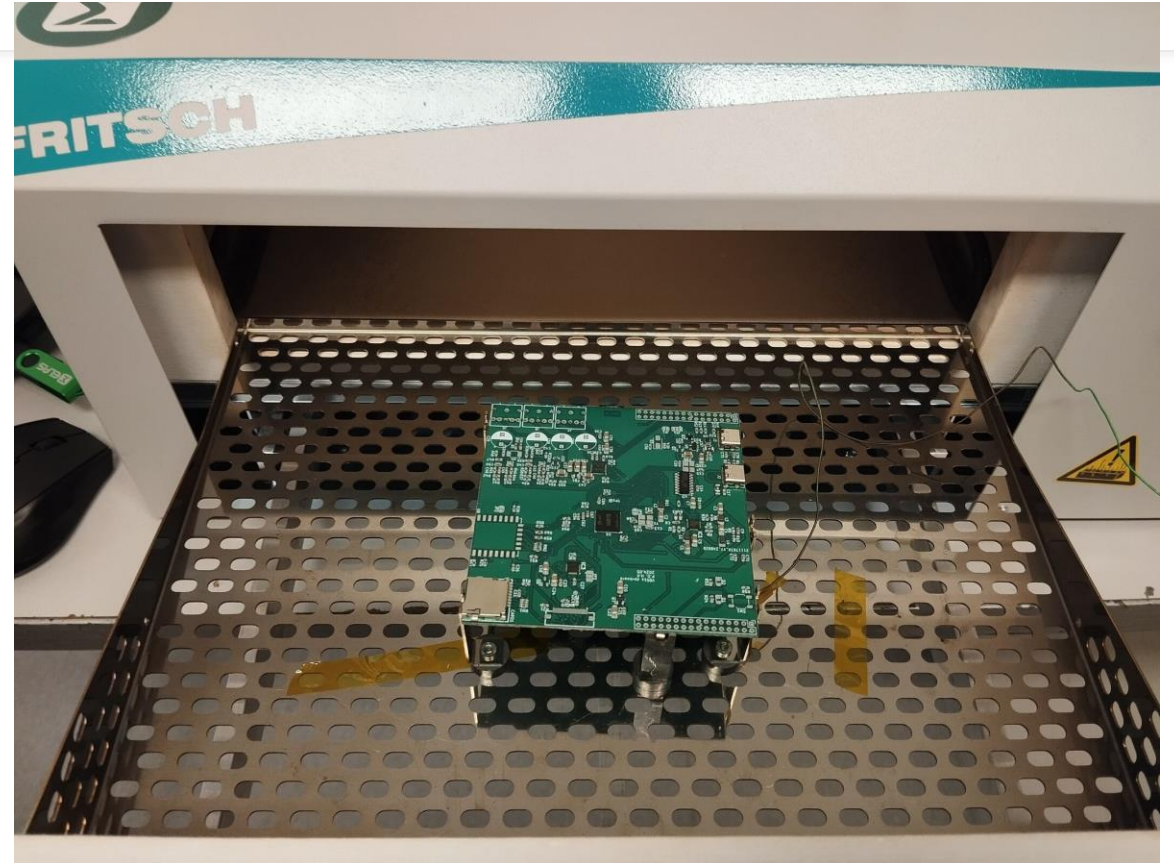
# Nyákterv



- 10x10 cm
- 170+ alkatrész
- KiCad tervezőszoftver
- 4 réteg

# Gyártás

- Alkatrész beszerzés LCSC-ről
- NYÁK és stencil gyártás JLCPCB-n
- Tokozások
  - V851s QFN-88
  - QFN-12, QFN-50 IC-k
- Beültetés házilag
- Forrasztás reflow kemencével a SEM műhelyében





# Bootolás

- Bootstrap
  - Milyen médiumokról próbálkozzon?
  - Nincs SPI flash más fejlesztőpanelnél
  - Nálunk SD kártya
- Bootloader
  - Inicializálja a memóriát
  - Fájrendszeret inicializál
  - Betölti a Linuxot, majd átadja a vezérlést

# Bootloader

- U-Boot
  - Univerzális bootloader
  - Népszerű beágyazott Linux rendszerekhez
- Még nincs U-Boot támogatás
  - awboot használta (<https://github.com/szemzoa/awboot>)
  - Egyedi bootloader V851-s és T113-S3-as SOC-khez
  - Fejlesztés alatt...

# Bootloader

- HW specifikus konfigurálás (UART, SD kártya)
- Beépített USB-s debugolás (FEL)
  - Allwinner specifikus
  - Egyből az SOC memóriájába tölti be a binárist, egy adott címre
  - Majd az adott címtől futtatás
- SD kártya partícionálása
  - MBR partíciós tábla
  - FAT32-es partíció - zImage és device tree
  - boot.bin felmásolása 4MB offsettel

# Bootloader hibák

- Fordítás során beépített (stdlib) függvény mintákra hivatkozik, viszont olyan nincs
  - -nobuiltin kapcsoló használata szükséges volt a fordításhoz
- Boot argumentumok
  - Bootloader-ben makróban definiálom, majd az beírja a device tree-ba -  
**HIBÁS, a device tree-t elrontotta!**
  - Kernel fordításkor a CONFIG\_CMDLINE paraméterbe írtam helyette

# Bootloader futtatása

- Inicializálások
- SD kártyáról a FAT fájlrendszer inicializálása
- Device tree és kernel zImage betöltése, végrehajtása

```
I] AWBoot r6907 starting...
D] DRAM BOOT DRIVE INFO: V0.24
D] DRAM CLK = 528 MHz
D] DRAM Type = 2 (2:DDR2,3:DDR3)
D] DRAMC read ODT off
D] ZQ value = 0x2f
D] single rank and full DQ
D] rank 0 row = 13
D] para->dram_para1 = 0xd2
D] rank 0 bank = 4
D] para->dram_para1 = 0xd2
D] rank 0 page size = 2 KB
D] para->dram_para1 = 0xd2
D] DRAM ODT off
D] DRAM: size = 64MB
D] DRAM: simple test OK
I] DRAM size: 64MB
D] CLK: CPU CLK_reg=0x3000301
D] CLK: CPU PLL=PLL_CPU FREQ=888MHz
D] CLK: PLL_peri (2X)=1200MHz, (1X)=600MHz, (800M)=800MHz
D] CLK: PLL_dds=1056MHz
I] SMHC: sdhci0 controller v50400 initialized
W] SMHC: error 0x100 status 0x0
W] SMHC: cmd timeout
D] SMHC: SD/MMC detect failed
D] SMHC: capacity 7.9GB
I] SMHC: SD card detected
D] SDMMC: speedtest 512KB in 87ms at 6026KB/S
I] FATFS: cache: 16777216 bytes in 512 chunks
D] FATFS: mount OK
I] FATFS: read sun8i-v851s-lizard.dtb addr=41000000
D] FATFS: read in 14ms at 1.37MB/S
I] FATFS: read zImage addr=43000000
D] FATFS: read in 1182ms at 4.12MB/S
D] FATFS: unmount OK
D] FATFS: done in 1228ms
I] setup bootargs: mem=64M cma=4M root=/dev/mmcblk0p2 init=/sbin
I] booting linux...
   0.000000] Booting Linux on physical CPU 0x0
   0.000000] Linux version 6.12.1 (david@152-66-176-91) (arm-n
Tue D
```

# Buildroot

- Nyílt forráskódú eszköz a beágyazott Linux rendszerek építéséhez.
- Automatizált folyamatot biztosít a root fájlrendszer, a kernel és a felhasználói alkalmazások összeállításához.
- 'Egyedi' linux
- Támogatja az ARMv7 architektúrát
- Egyszerű, menuconfig alapú konfiguráció

# Buildroot konfigurálása

- Architektúra: ARMv7, Cortex A7
- Keresztfordító: arm-none-linux-gnueabihf
- Kernel: 6.12-es (legfrissebb)
  - V851s patch-ek hozzáadása
  - Saját defconfig V851s-hez
- Csomagok
  - busybox init, sudo, mksh, nano, htop...
  - Python, pip
- Előáll a rootfs valamint a tömörített kernel

# Rendszer indulása

- Kernel (zImage) kitömörítése
- Kernel inicializálása, HW inicializálás, device tree betöltése
- Initramfs betöltése
- Rootfs felcsatolása és init folyamat intítása
- Bash shell, terminál UART-on keresztül

```
[ 1.303271] sun4i-drm display-engine: No panel or bridge found..
[ 1.311281] sun4i-drm display-engine: bound 5461000.lcd-controll
[ 1.319814] [drm] Initialized sun4i-drm 1.0.0 for display-engine
[ 1.326829] sun4i-drm display-engine: [drm] Cannot find any crtc
[ 1.340639] cfg80211: Loading compiled-in X.509 certificates for
[ 1.351741] Loaded X.509 cert 'sforshee: 00b28ddf47aef9cea7'
[ 1.359948] Loaded X.509 cert 'wens: 61c038651aabdcf94bd0ac7ff06
[ 1.367531] platform regulatory.0: Direct firmware load for regu
[ 1.376207] sunxi-mmc 4020000.mmc: initialized, max. request siz
[ 1.385160] clk: Disabling unused clocks
[ 1.389325] PM: genpd: Disabling unused power domains
[ 1.395176] cfg80211: failed to load regulatory.db
[ 1.400317] Waiting for root device /dev/mmcblk0p2...
[ 1.459021] mmc0: new high speed SDHC card at address e624
[ 1.465761] mmcblk0: mmc0:e624 SU08G 7.40 GiB
[ 1.476561] mmcblk0: p1 p2
[ 1.513690] EXT4-fs (mmcblk0p2): INFO: recovery required on read
[ 1.521137] EXT4-fs (mmcblk0p2): write access will be enabled du
[ 1.858075] EXT4-fs (mmcblk0p2): orphan cleanup on readonly fs
[ 1.864125] EXT4-fs (mmcblk0p2): recovery complete
[ 1.875029] EXT4-fs (mmcblk0p2): mounted filesystem b70f8cc5-7ad
[ 1.887590] VFS: Mounted root (ext4 filesystem) readonly on devi
[ 1.895454] devtmpfs: mounted
[ 1.900989] Freeing unused kernel image (initmem) memory: 2048K
[ 1.907179] Run /sbin/init as init process
[ 2.150606] EXT4-fs (mmcblk0p2): re-mounted b70f8cc5-7adc-47f5-b
Saving 256 bits of non-creditable seed for next boot
Starting syslogd: OK
Starting klogd: OK
Running sysctl: OK
Starting network: OK

Welcome to the 14.het
csodapanel login: root
# uname -r
6.12.1
#
```

# További feladatok

- Feléleszteni a hiányzó perifériákat
- Az NPU használatával neurális hálót futtatni valós időben