

CPS demonstrátor kialakítása

Rádai Ronald

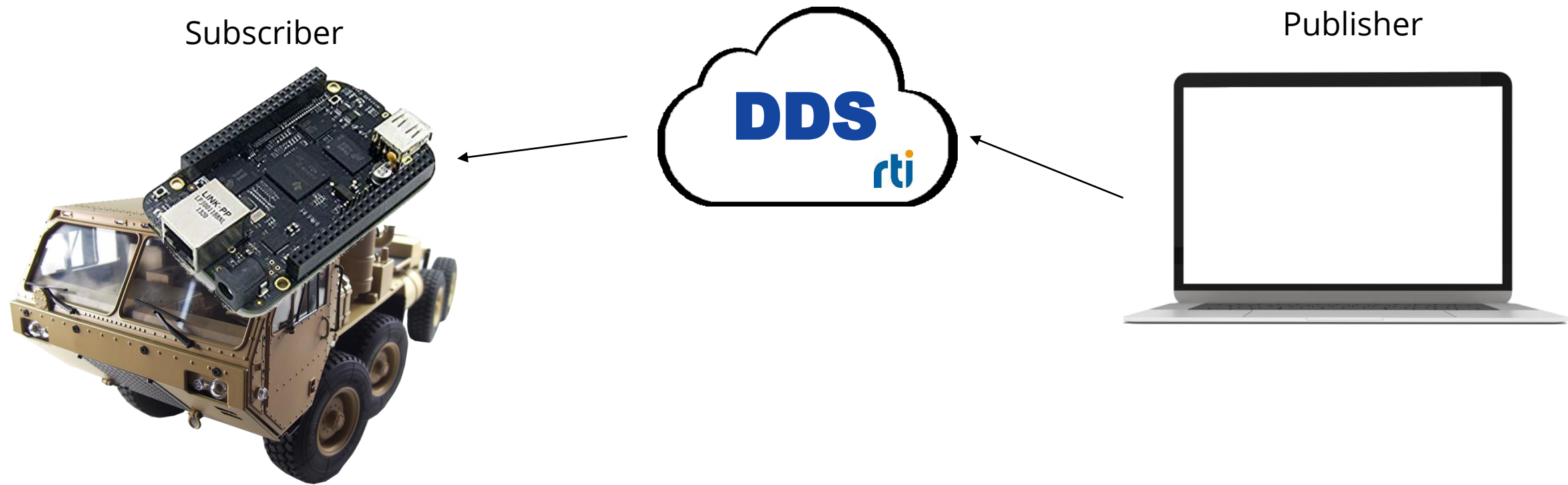
Konzulens: Huszerl Gábor



Budapest University of Technology and Economics
Department of Measurement and Information Systems
ftsrg Research Group



A féléves projekt lényege, hogy...



A BeagleBone

Technikai jellemzők:

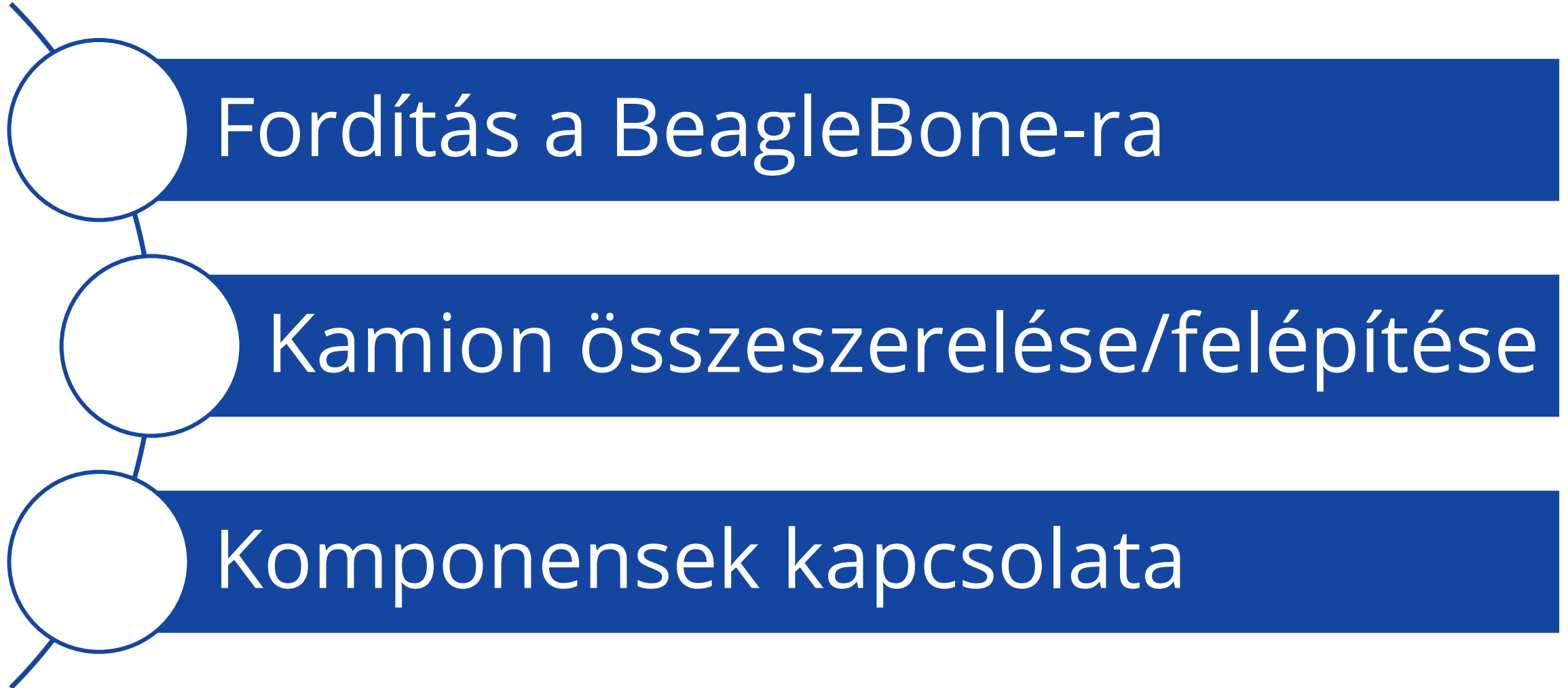
- AM335x 1GHz ARM® Cortex-A8
- 512MB DDR3 RAM
- 4GB 8-bit eMMC on-board flash
- 2x 46 pin GPIO header
- USB host
- 10/100 Ethernet / WiFi b/g/n
- micro HDMI

Röviden összefoglalva:

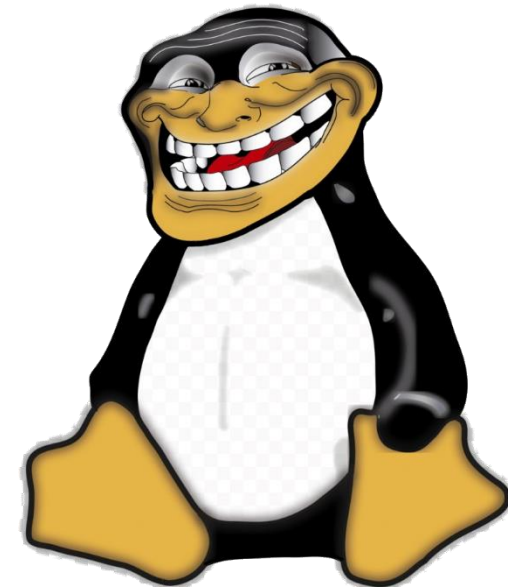
- Egy Raspberry Pi-hez hasonló SBC
- Saját belső flash (nem kell hozzá SD kártya)
- Analóg bemeneti lábak
- Wired és Wireless verzió
- Debian támogatás



A projekt főbb lépései



Fordítás a BeagleBone-ra

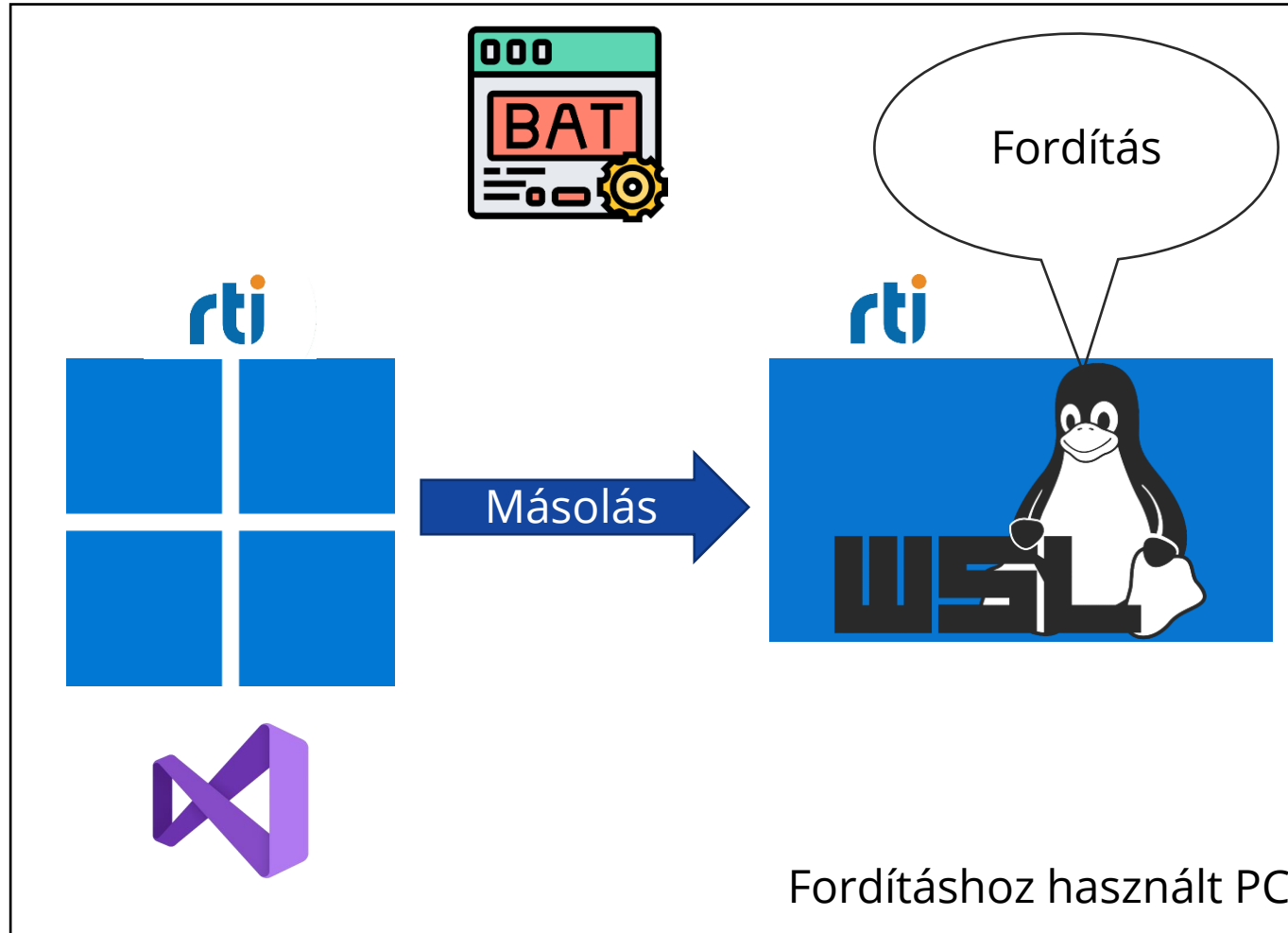


Kezdeti problémák

- Alap mozgásokra képes kód megírása
- Fordítás a boardra
 - Fordítás Windows alól Cmake-kel
 - Fordítás Windows alól Visual Studioval
 - Fordítás WSL segítségével
 - Fordítás Debiannal
 - Fordítás Ubuntu 18.04 segítségével
- Futtató batch script megírása
- Kód átírása precízebb mozgásokhoz
- Kamion összeszerelése



Deploy script működése



Másolás SCP-vel,
majd SSH-n
keresztül lábak
configolása,
futtatás



Kamion összeszerelése/ felépítése



Félév során elért eredmények

- Vezeték nélküli BeagleBone felkészítése a kamion irányítására
- BeagleBone kamionhoz kötése
- Tápellátás a beépített akkumulátorról egy feszültség szabályzó áramkör segítségével
- Lámpa
- Duda
- Új kommunikációs modell megtervezése

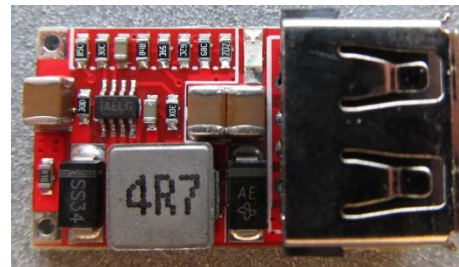


Beaglebone Black Pinout Diagram

| P9 | | | | P8 | | | |
|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|
| Function | Physical Pin | Function | Physical Pin | Function | Physical Pin | Function | Physical Pin |
| GPIO0 | 1 | GPIO0 | 1 | GPIO0 | 1 | GPIO0 | 1 |
| VDD 3.3 V | 2 | VDD 3.3 V | 2 | VDD 3.3 V | 2 | VDD 3.3 V | 2 |
| VDD 5V | 3 | VDD 5V | 3 | VDD 5V | 3 | VDD 5V | 3 |
| 5V | 4 | 5V | 4 | 5V | 4 | 5V | 4 |
| GPIO1 | 5 | GPIO1 | 5 | GPIO1 | 5 | GPIO1 | 5 |
| GPIO2 | 6 | GPIO2 | 6 | GPIO2 | 6 | GPIO2 | 6 |
| GPIO3 | 7 | GPIO3 | 7 | GPIO3 | 7 | GPIO3 | 7 |
| GPIO4 | 8 | GPIO4 | 8 | GPIO4 | 8 | GPIO4 | 8 |
| GPIO5 | 9 | GPIO5 | 9 | GPIO5 | 9 | GPIO5 | 9 |
| GPIO6 | 10 | GPIO6 | 10 | GPIO6 | 10 | GPIO6 | 10 |
| GPIO7 | 11 | GPIO7 | 11 | GPIO7 | 11 | GPIO7 | 11 |
| GPIO8 | 12 | GPIO8 | 12 | GPIO8 | 12 | GPIO8 | 12 |
| GPIO9 | 13 | GPIO9 | 13 | GPIO9 | 13 | GPIO9 | 13 |
| GPIO10 | 14 | GPIO10 | 14 | GPIO10 | 14 | GPIO10 | 14 |
| GPIO11 | 15 | GPIO11 | 15 | GPIO11 | 15 | GPIO11 | 15 |
| GPIO12 | 16 | GPIO12 | 16 | GPIO12 | 16 | GPIO12 | 16 |
| GPIO13 | 17 | GPIO13 | 17 | GPIO13 | 17 | GPIO13 | 17 |
| GPIO14 | 18 | GPIO14 | 18 | GPIO14 | 18 | GPIO14 | 18 |
| GPIO15 | 19 | GPIO15 | 19 | GPIO15 | 19 | GPIO15 | 19 |
| GPIO16 | 20 | GPIO16 | 20 | GPIO16 | 20 | GPIO16 | 20 |
| GPIO17 | 21 | GPIO17 | 21 | GPIO17 | 21 | GPIO17 | 21 |
| GPIO18 | 22 | GPIO18 | 22 | GPIO18 | 22 | GPIO18 | 22 |
| GPIO19 | 23 | GPIO19 | 23 | GPIO19 | 23 | GPIO19 | 23 |
| GPIO20 | 24 | GPIO20 | 24 | GPIO20 | 24 | GPIO20 | 24 |
| GPIO21 | 25 | GPIO21 | 25 | GPIO21 | 25 | GPIO21 | 25 |
| GPIO22 | 26 | GPIO22 | 26 | GPIO22 | 26 | GPIO22 | 26 |
| GPIO23 | 27 | GPIO23 | 27 | GPIO23 | 27 | GPIO23 | 27 |
| GPIO24 | 28 | GPIO24 | 28 | GPIO24 | 28 | GPIO24 | 28 |
| GPIO25 | 29 | GPIO25 | 29 | GPIO25 | 29 | GPIO25 | 29 |
| GPIO26 | 30 | GPIO26 | 30 | GPIO26 | 30 | GPIO26 | 30 |
| GPIO27 | 31 | GPIO27 | 31 | GPIO27 | 31 | GPIO27 | 31 |
| GPIO28 | 32 | GPIO28 | 32 | GPIO28 | 32 | GPIO28 | 32 |
| GPIO29 | 33 | GPIO29 | 33 | GPIO29 | 33 | GPIO29 | 33 |
| GPIO30 | 34 | GPIO30 | 34 | GPIO30 | 34 | GPIO30 | 34 |
| GPIO31 | 35 | GPIO31 | 35 | GPIO31 | 35 | GPIO31 | 35 |
| GPIO32 | 36 | GPIO32 | 36 | GPIO32 | 36 | GPIO32 | 36 |
| GPIO33 | 37 | GPIO33 | 37 | GPIO33 | 37 | GPIO33 | 37 |
| GPIO34 | 38 | GPIO34 | 38 | GPIO34 | 38 | GPIO34 | 38 |
| GPIO35 | 39 | GPIO35 | 39 | GPIO35 | 39 | GPIO35 | 39 |
| GPIO36 | 40 | GPIO36 | 40 | GPIO36 | 40 | GPIO36 | 40 |
| GPIO37 | 41 | GPIO37 | 41 | GPIO37 | 41 | GPIO37 | 41 |
| GPIO38 | 42 | GPIO38 | 42 | GPIO38 | 42 | GPIO38 | 42 |
| GPIO39 | 43 | GPIO39 | 43 | GPIO39 | 43 | GPIO39 | 43 |
| GPIO40 | 44 | GPIO40 | 44 | GPIO40 | 44 | GPIO40 | 44 |
| GPIO41 | 45 | GPIO41 | 45 | GPIO41 | 45 | GPIO41 | 45 |
| GPIO42 | 46 | GPIO42 | 46 | GPIO42 | 46 | GPIO42 | 46 |

LEGEND

- GPIO: General Purpose Input/Output
- VDD: Power, Ground, Reset
- 5V: Power
- 1.8V: 1.8V Analog Supply
- 3.3V: 3.3V Analog Supply
- UART: Universal Asynchronous Receiver/Transmitter
- I2C: Inter-Integrated Circuit
- SD: Serial Digital Interface

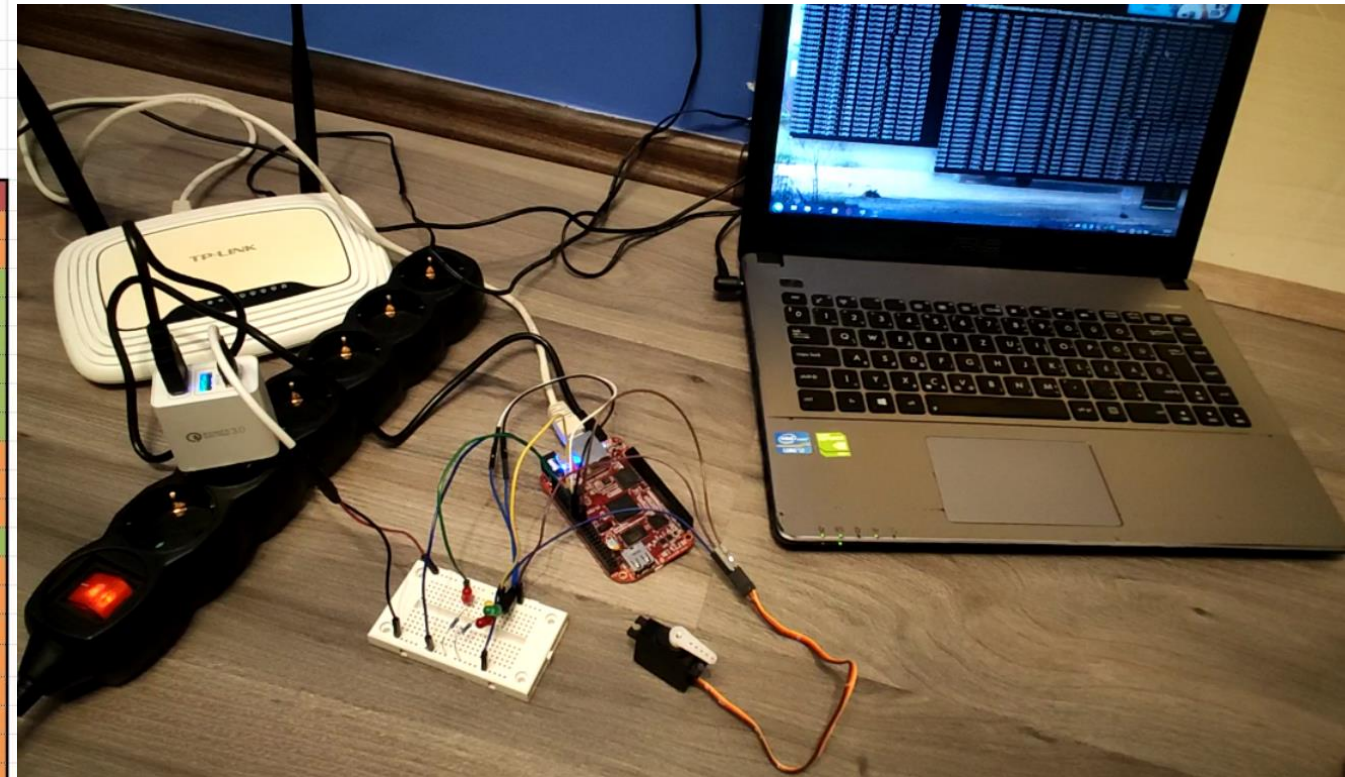


Tesztelés és összeszerelés

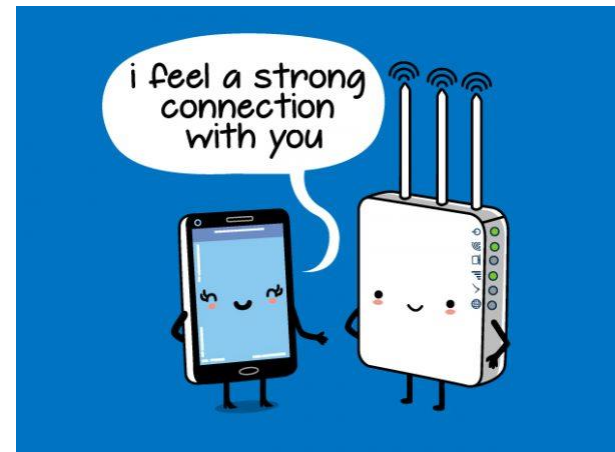
Beaglebone Black Pinout Diagram

| P9 | | | P8 | | |
|-----------|---------------|----------|-----------------|---------------|----------|
| Function | Physical Pins | Function | Function | Physical Pins | Function |
| DGND | 1 | 2 | DGND | 1 | 2 |
| VDD 3.3 V | 3 | 4 | VDD 3.3 V | 3 | 4 |
| VDD 5V | 5 | 6 | VDD 5V | 5 | 6 |
| SYS 5V | 7 | 8 | Szervo táp | 7 | 8 |
| PWR_BTN | 9 | 10 | SYS_RESET | 9 | 10 |
| UART4_RXD | 11 | 12 | Lámpa | 11 | 12 |
| UART4_TXD | 13 | 14 | Motor előre PWM | 13 | 14 |
| Duda | 15 | 16 | Motor hátra PWM | 15 | 16 |
| SPI0_CS0 | 17 | 18 | SPI0_D1 | 17 | 18 |
| I2C2_SCL | 19 | 20 | I2C_SDA | 19 | 20 |
| SPI0_DO | 21 | 22 | Szervo kormány | 21 | 22 |
| GPIO_49 | 23 | 24 | UART1_TXD | 23 | 24 |
| GPIO_117 | 25 | 26 | UART1_RXD | 25 | 26 |
| GPIO_115 | 27 | 28 | SP11_CS0 | 27 | 28 |
| SP11_DO | 29 | 30 | GPIO_112 | 29 | 30 |
| SP11_SCLK | 31 | 32 | VDD_ADC | 31 | 32 |
| AIN4 | 33 | 34 | GND_ADC | 33 | 34 |
| AIN6 | 35 | 36 | AIN5 | 35 | 36 |
| AIN2 | 37 | 38 | AIN3 | 37 | 38 |
| AIN0 | 39 | 40 | AIN1 | 39 | 40 |
| GPIO_20 | 41 | 42 | ECAPWMO | 41 | 42 |
| DGND | 43 | 44 | DGND | 43 | 44 |
| DGND | 45 | 46 | DGND | 45 | 46 |

| LEGEND | |
|------------------------|--|
| Power, Ground, Reset | |
| Digital Pins | |
| PWM Output | |
| 1.8 Volt Analog Inputs | |
| Shared I2C Bus | |
| Reconfigurable Digital | |



Komponensek kapcsolata

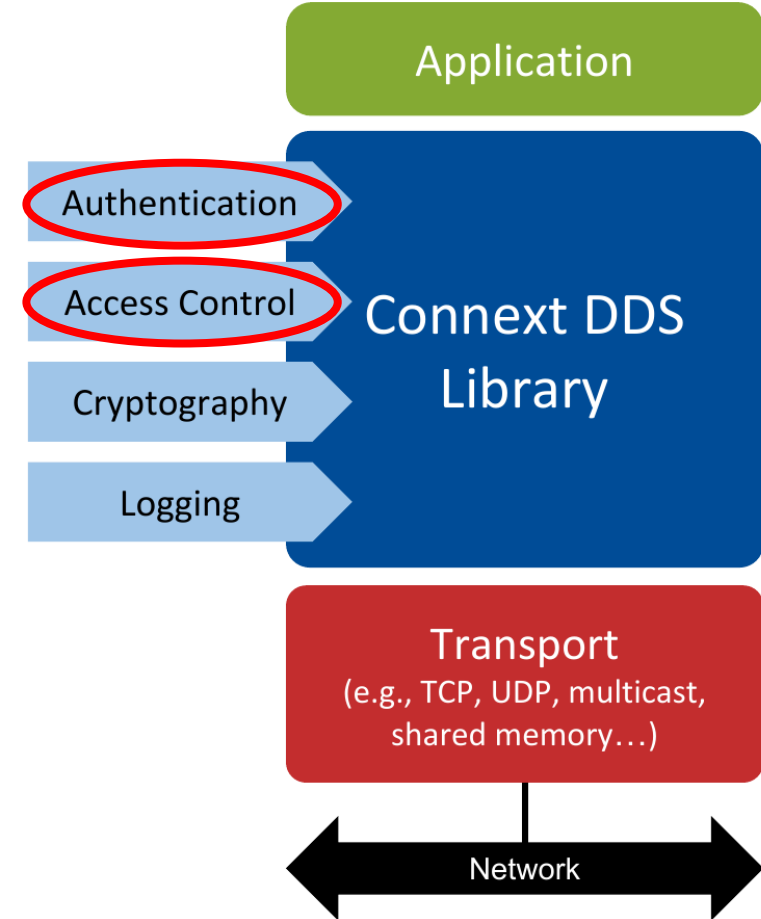


Triviálisnak tűnik, de nem az...

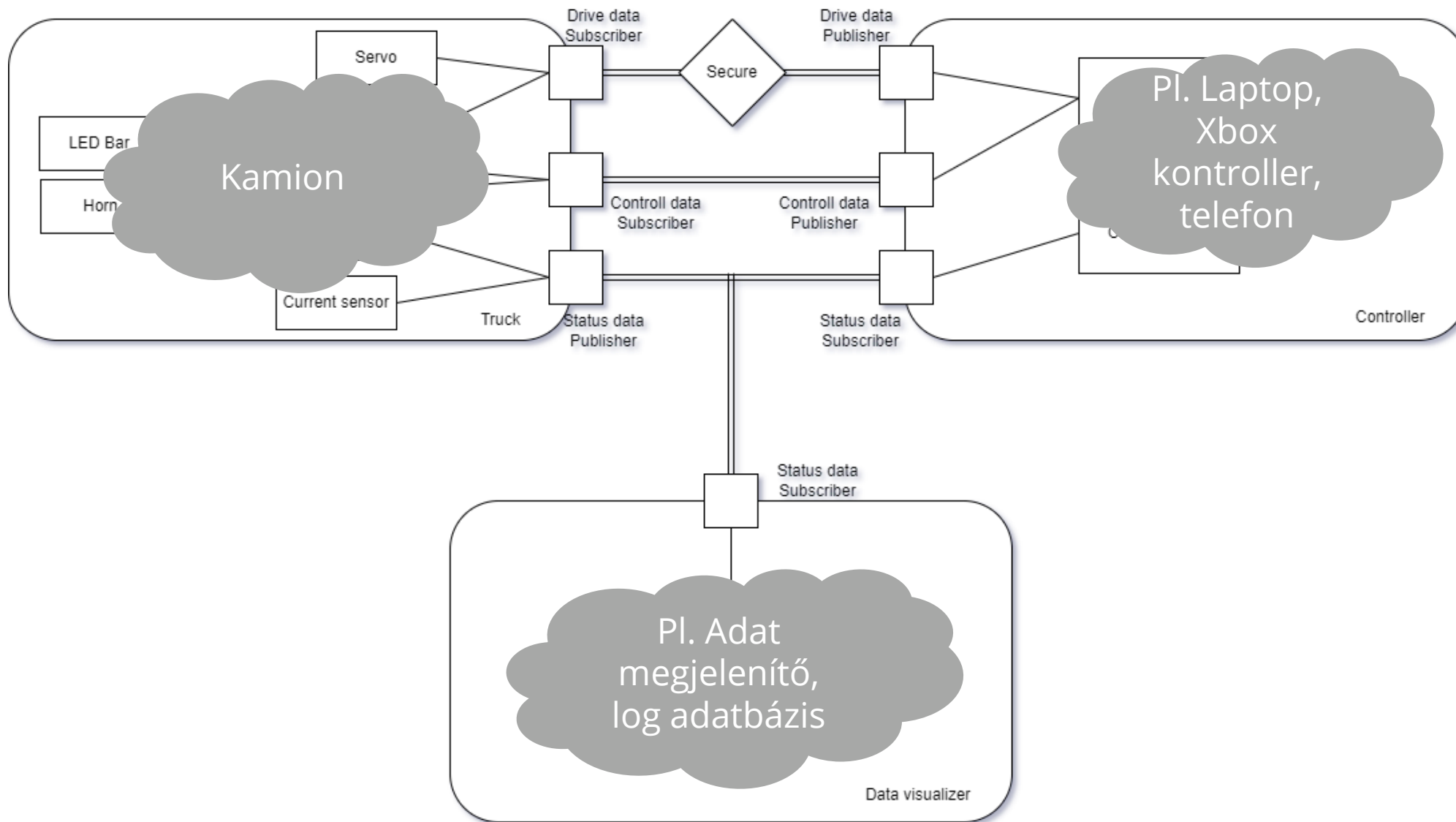
```
struct DriveAssembly
{
    double drive;
    double steer;
    int32 lamp_mode;
    int32 horn_voice;
};
```

Végtelen* különböző sebesség kezelése

Több különböző módban működhet



A kommunikáció modellje... ..valamikor a jövőben



A projekt főbb eredményei



Működőképes DDS demonstrátor kamion

Automatizált deploy script a fordításhoz és a BeagleBone-ra másoláshoz

Biztonságosabb kommunikációs modell megtervezése