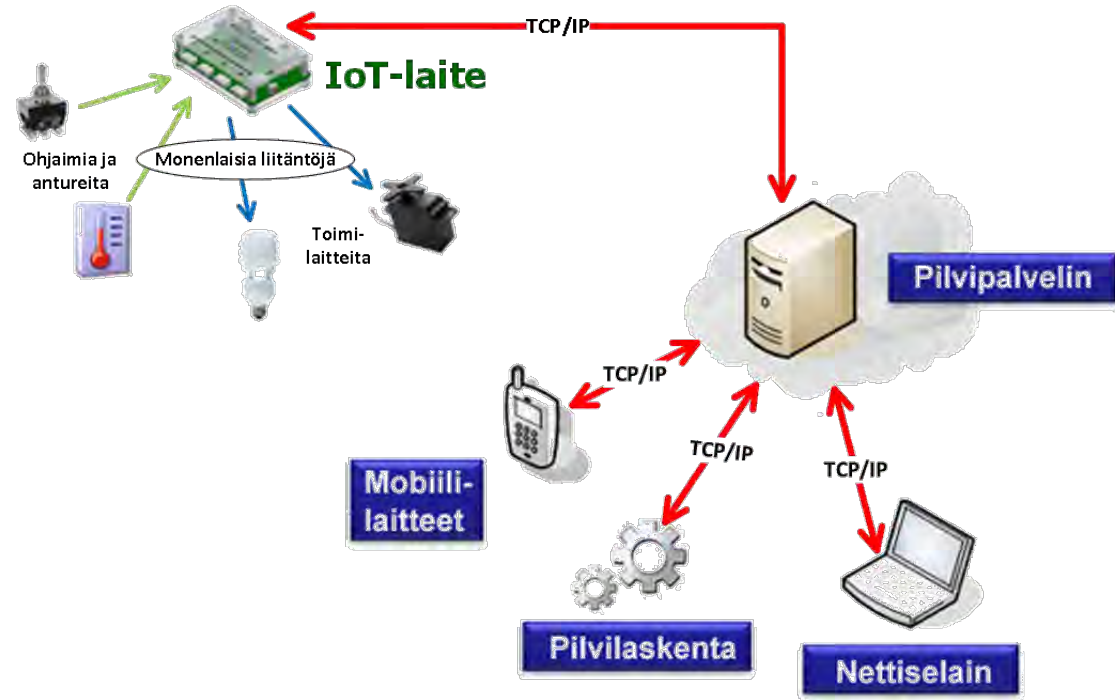


Näin toteutat teollisen internetin laiteliitännän

Teknologia'15
Tietoiskut 6.-8.2015
Krister Wikström

IoT-laitteen tyypillinen rakenne ja toimintaympäristö:

- prosessori välttämätön, ARM-arkkitehtuuri dominoi
- tarvitaan sarjamuotoisia liitäntöjä (I2C ja SPI) ja langattomia yhteyksiä (WiFi, BLE, ZigBee, Thread ym. ym.)
- RF-MCU: järjestelmäpiiri (SoC), joissa samalla sirulla radio ja mikro-ohjain
- perinteinen käyttöliittymä (näyttö + näppäimistö) puuttuu usein
- nettiselain voi olla käyttöliittymä



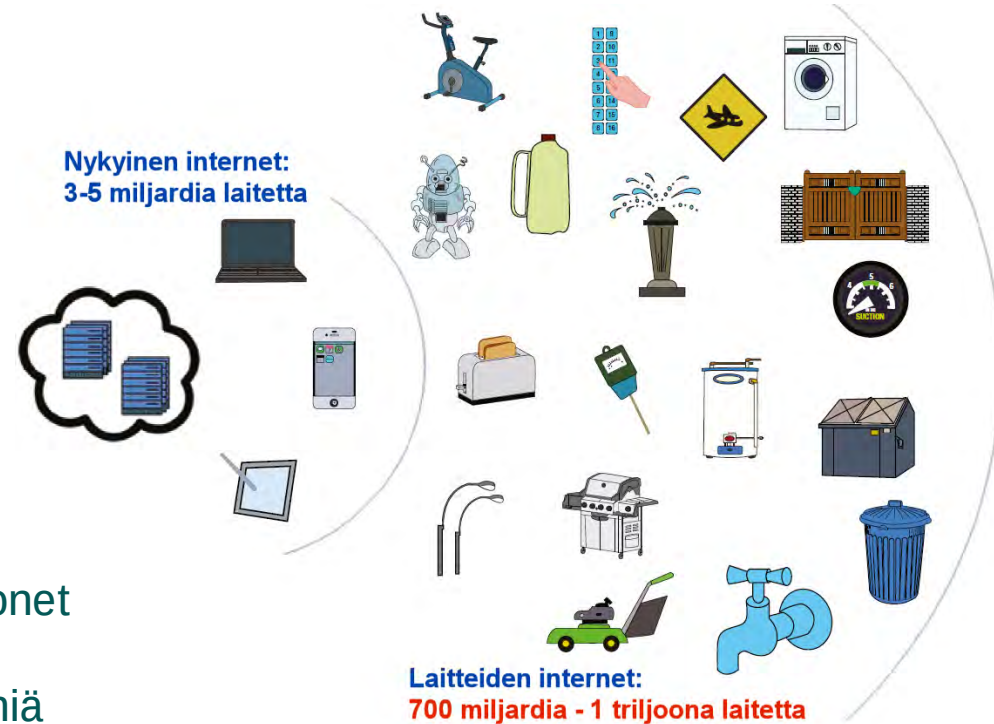
Teollinen internet: vanhaa ja uutta

Nykyinen internet:

- ✗ pienempi määrä suhteellisen monimutkaisia laitteita
- ✗ suuri siirtonopeus tärkeä, laitteet tarvitsevat laajaa kaistaa
- ✗ internet-protokolla (TCP/IP) on suunniteltu em. lähtökohdista, kauan ennen kuin IoT "keksittiin"

Teollinen internet:

- ✗ paljon suurempi määrä laitteita, joista monet varsin yksinkertaisia
- ✗ suurin osa laitteista siirtää vain hyvin pieniä datamääriä, suuri siirtonopeus tarpeeton
- ✗ IoT:ssä paljon kapeakaistaisia yhteyksiä



Nykyisessä laitekannassa suuri liitântöjen kirjo:

- vain TCP/IP-yhteydellä varustetut laitteet voidaan liittää suoraan nykyiseen nettiin
- muut laitteet liitetään toisen laitteen kautta
- langattomat yhteydet ensisijaisia



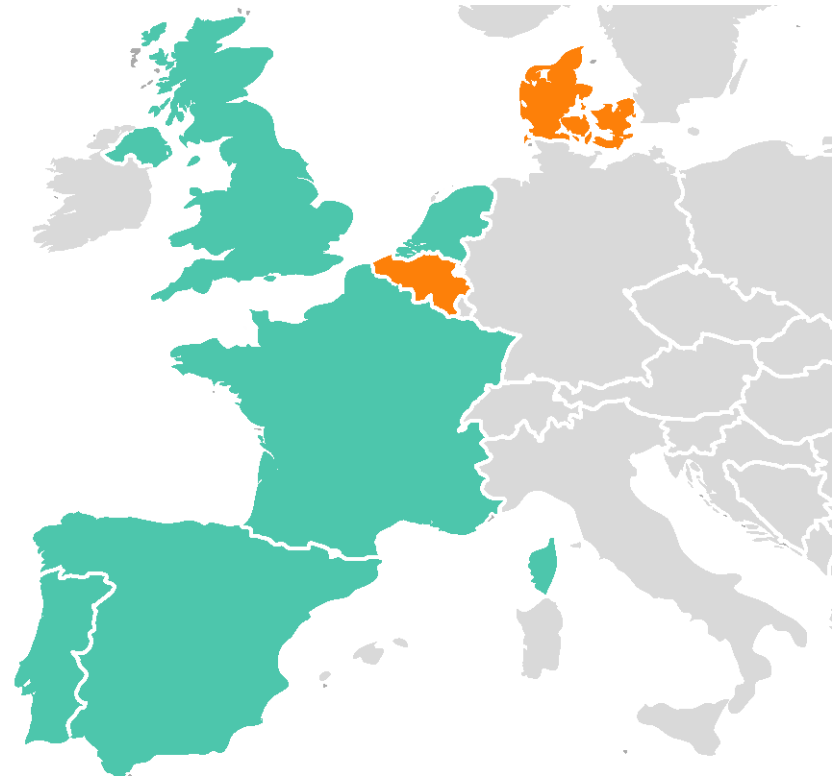
IoT-infrastruktuuri: **uusia vaihtoehtoja**

- TCP/IP-protokolla on turhan raskas: tarvitsee paljon laskentatehoa & kuluttaa paljon sähköä
- nykyinen internet ei kuitenkaan katoa, sitä käytetään edelleen laitteiden internetissä
- uusia protokollia tarvitaan ja myös kehitetään:
 - × **SIGFOX**
 - × **NB-IOT**: NarrowBand IoT) kapeakaistainen yhteys
 - × **LoRa**: Long Range (pitkä siirtoetäisyys)

SIGFOX:

- IoT-tiedonsiirtoon optimoitu solutyypin mobiiliverkko
- kehitettiin Ranskassa 2000-luvun loppupuolella
- pieni tehonkulutus, kapeakaistainen, pitkä kantama
- radiopiirit esim. Atmel ATA8520

SIGFOX peittoalue 2015



NB-IOT:

- standardi työn alla 3GPP-organisaatiossa
- standardi keskeneräinen, laitteita ei vielä saatavilla
- pieni tehonkulutus, kapeakaistainen
- käyttää nykyisiä 4G-mobiiliverkkoja
- data siirretään LTE-signaalin spektrin ”aukoissa”

LoRa:

- amerikkalaisen *Semtechin* kehittämä siirtoprotokolla ja radiopiirit (SX1272 ja SX1276)
- käyttää *hajaspektrilähetettä* (CSS, chirp spread spectrum)
- kantama 15-20 km noin 20 milliwatin lähetysteholla
- Digita Oy rakentaa Suomessa julkista LoRa-verkkoa 868 MHz taajuualueelle
- tukiasema Espoossa ja Pasilassa, kattaa Kehä I:n sisäpuolisen alueen

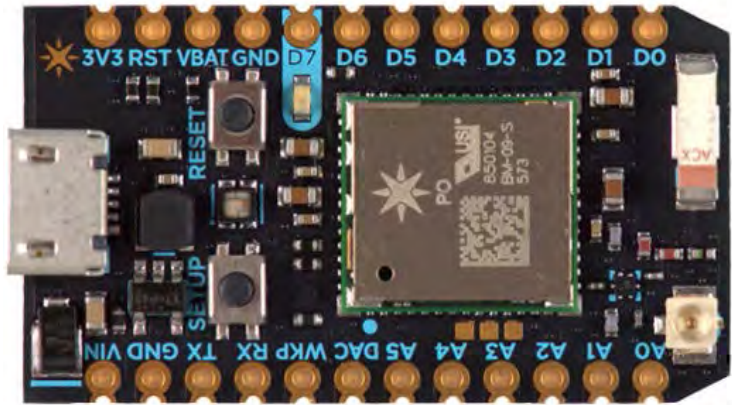
Kuinka toteuttaa IoT-laite:

- "älylaitteiden" prototyyppejä voi nykyään rakentaa helpommin ja nopeammin kuin ikinä
- prototyyppejä voi toteuttaa ilman varsinaista elektroniikan laitesuunnittelua
- ylenpalttisen runsas ja koko ajan kasvava tarjonta moduuleista ja korttitason tuotteista
- niistä voi nopeasti rakentaa mitä erilaisimpia kokoonpanoja
- pitää "vain" tietää kuinka palikat yhdistetään ja ohjelmistot asennetaan
- paljon yhteisöfoorumeja, joissa esitellään kiinnostavia projekteja, esim. *hackster.io*
- niistä löytyy usein hyvä lähtökohta (laitekokoonpano, ohjelmisto) omille suunnitelmille

Protoalustojen perusvaihtoehdot:

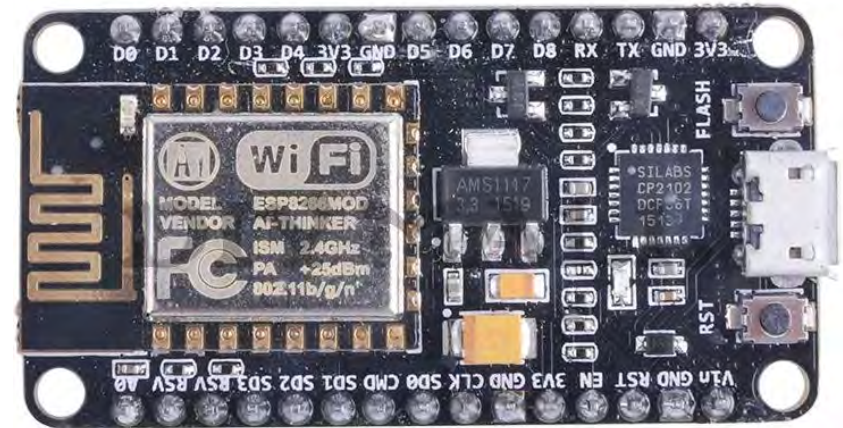
- yksittäiset mikro-ohjain- ja prosessorikortit: enemmistönä WiFi-liitännät
 - × lukuisat Arduino-johdannaiset (8-bittinen mikro-ohjain Atmel AVR, myös 32-bittinen ARM)
 - × ARM Cortex-M0, -M3 ja -M4 pohjaiset (32-bittinen mikro-ohjain)
 - × ARM-pohjaiset prosessorikortit, kuten Raspberry Pi ja BeagleBone Black, joissa Linux-käyttöjärjestelmä
- modulaariset "rakennussarjat", joista voi nopeasti rakentaa monenlaisia kokoonpanoja
- enemmän tai vähemmän valmiit laitteet, joita voi "tuunata" tarpeen mukaan
- enimmäkseen *open source*-tyyppisiä ratkaisuja: kaikki suunnittelutiedot vapaasti saatavissa, voi "helposti" muokata omiin tarpeisiin sopiviksi

WiFi-alustoja:



Particle Photon:

- × Broadcom BCM43362 Wi-Fi-piiri
- × STM32F205 120 MHz ARM Cortex-M3
- × 1 Mb flash, 128 Kb RAM
- × 802.11b/g/n

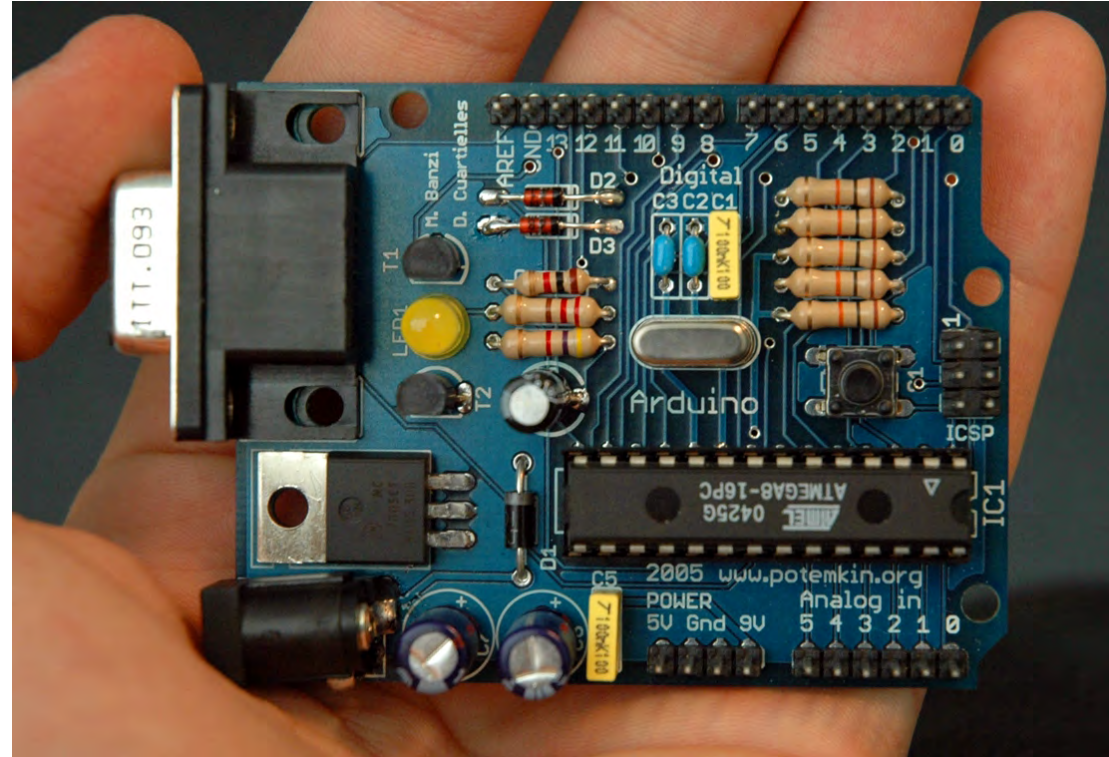


NodeMCU:

- × ESP8266, samassa sirussa 32-bittinen suoritin ja WiFi-radio

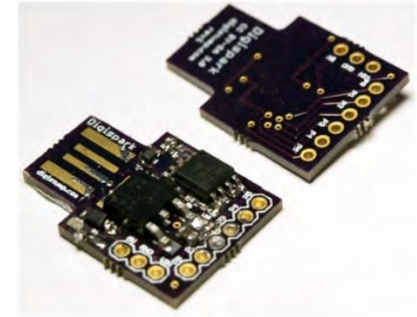
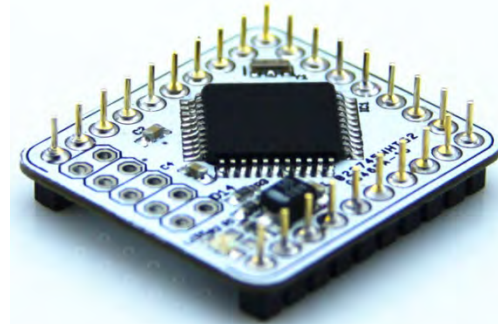
Arduinot:

- kehitettiin Italiassa opetustarkoituksiin
- kuvassa alkuperäinen Arduino 2000-luvun loppupuolelta
- saavutti pian ennen näkemättömän suosion
- tarjolla lukuisia ohjelmakirjastoja ja kattava valikoima lisäkortteja, joista voi nopeasti rakentaa jos jonkinlaisia prototyyppejä
- netissä voi selata mielenkiintoisia ja tutustumisen arvoisia esimerkkiprojekteja

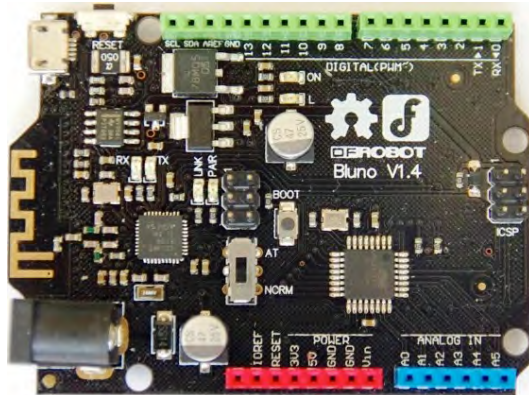


Hyvin pienikokoisia Arduinoja:

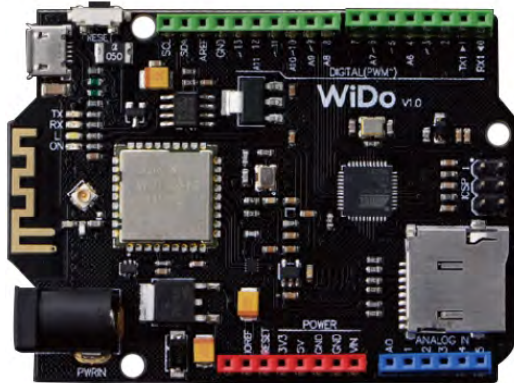
- Arduinoja löytyy hyvin monissa mekaanisissa formaateissa
- kuvassa eräitä ”postimerkin kokoisia” muunnelmia, jotka usein sopivat paremmin prototyyppeihin kuin ”täysikokoiset” kortit
- myötöpäivään, alkaen vasemmasta ylänurkasta:
 - × Microduino
 - × Digispark
 - × TinyDuino
 - × Extra Core



Langattomia Arduinoja:



Bluno:
Arduino Uno +
CC2540 Bluetooth



WiDo:
Arduino Leonardo +
CC3300 Wi-Fi



Arduino Yún:

- * ATmega 32U4
- * Qualcomm AR9331 järjestelmäpiiri, jossa Wi-Fi-radio ja suoritin MIPS 24K

LinkIt ONE:

- Arduino-yhteensopiva piirilevyformaatti, voi käyttää Arduinon lisäkortteja
- perustuu MediaTekin piireihin, joissa prosessori ARM7 EJ-S
- käytettävissä lähes kaikki mahdolliset langattomat yhteydet:
 - × WiFi
 - × Bluetooth 2.1 ja 4.0
 - × matkapuhelinverkko (GSM, GPRS)
 - × GPS ja ГЛОНАСС (satelliittipaikannus)



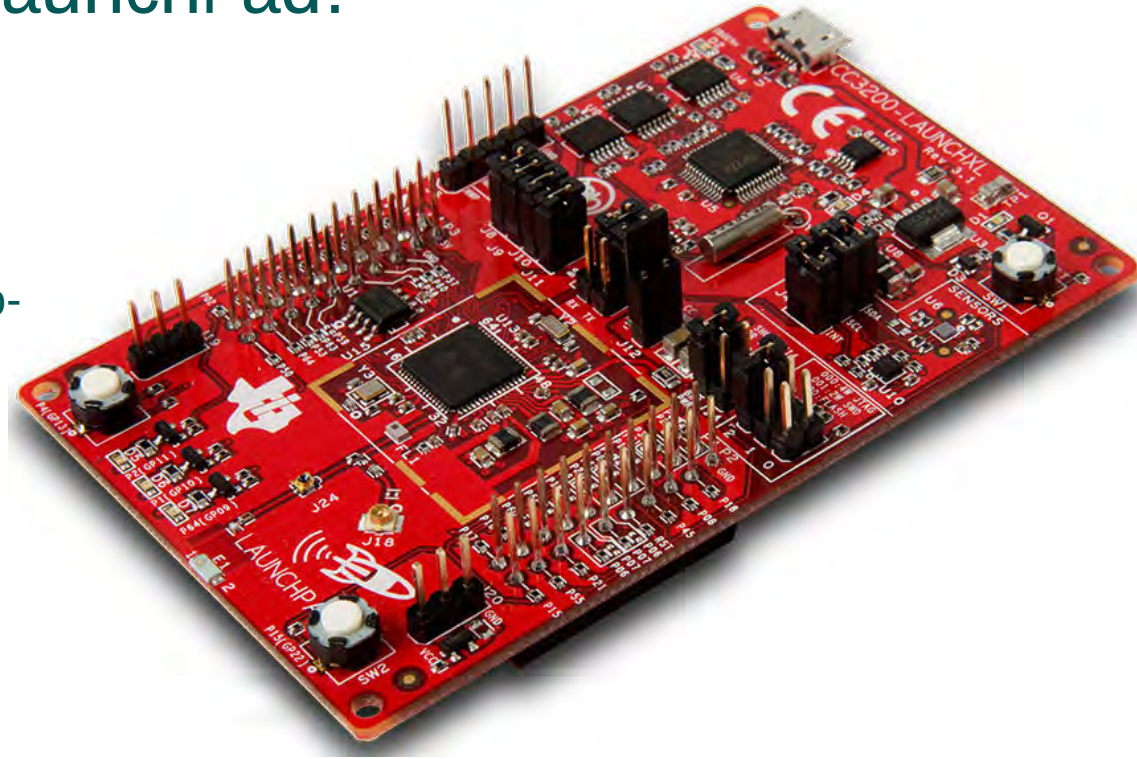
WRTnode:

- järjestelmäpiiri MediaTek MT7688AN, jossa 32-bittinen prosessori MIPS 24K (580 MHz) ja WiFi-radio
- mikro-ohjain ARM Cortex-M3 (STM32F103)
- mekaaninen formaatti: SO-DIMM-muistimoduuli, saatavissa muissakin formaateissa
- Linux-käyttöjärjestelmä *OpenWRT*



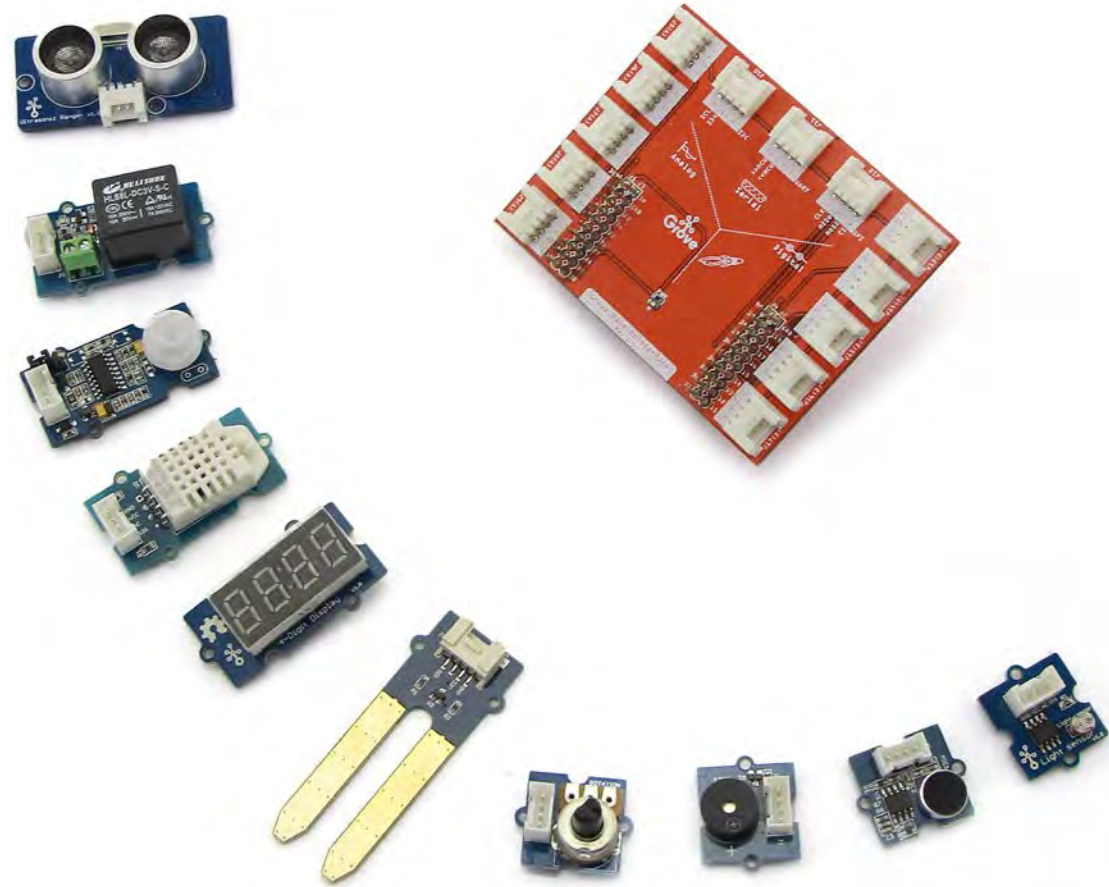
Texas Instruments LaunchPad:

- vakioformaatti Texas Instrumentsin monille kokeilukortteille
- kuvassa CC3200-LAUNCHXL
- CC3200 järjestelmäpiiri (SoC): mikro-ohjain ARM Cortex-M4 ja WiFi-radio samassa sirussa
- moninaisia lisäkortteja, joilla voi laajentaa toiminnallisuutta
- esimerkiksi: SeeedStudio *Grove*



SeeedStudio Grove:

- rakennussarja, jota käyttäen moniin alustoihin voidaan helposti liittää yhtä jos toistakin
- saatavissa yleisimmille alustoille, kuten LaunchPad, NodeMCU, Raspberry Pi, BeagleBone Black ja monille muille
- kuvassa LaunchPad-liitântäkortti sekä valikoima antureita, ohjaimia ja toimilaitteita



Intel Edison:

- modulaarinen sarja, josta voi rakentaa monenlaisia kokoonpanoja
- kuvassa tyypillinen pino, jossa päällimmäisenä Edison-moduli
- mitat 35,5 x 25,0 x 3,9 mm
- pääsuoritin: kahden ytimen Intel Atom (500 MHz)
- apuna 32-bittinen mikro-ohjain Intel Quark (100 MHz)
- WiFi ja Bluetooth 4.1



iProtoXi:

- modulaarinen rakennussarja antureille
- standardoitu väylä ja liitin
- suomalainen tuote Oulusta
- kuvassa ylimpänä Arduino-yhteensopiva mikro-ohjainmoduli (ATmega32U4)
- alla vasemmalla Bluetooth-moduli, jossa BlueGiga (nykyään Silicon Labs) WT32
- oikealla moduli, jossa 3-akseliset kiihtyvyysanturi, gyroskoppi ja magneettikompassi

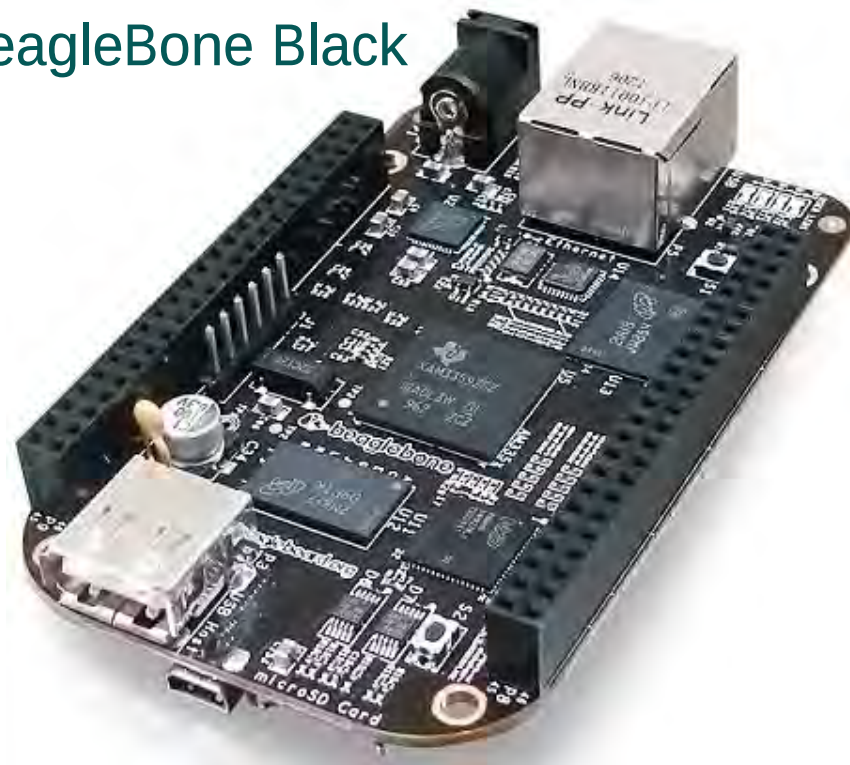


Linux-kortteja:



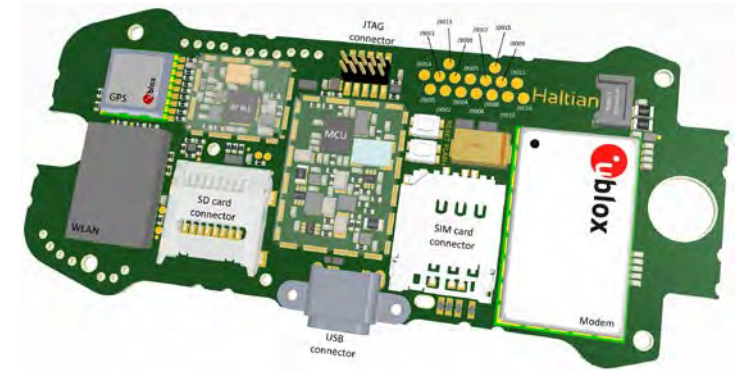
Raspberry Pi
aikamme ilmiötä

BeagleBone Black



Thingsee One:

- hyvin varustettu, valmis laite
- suomalainen tuote Oulusta, Haltian Oy
- vesitiivis ja mekaanisesti kestävä
- WiFi, Bluetooth 4.1 ja 3G-mobiililaajakaista
- mikro-ohjain ARM Cortex-M3
- graafinen OLED-näyttö 1,54" 128x64
- sarjaliitännät I2C, SPI ja UART
- antureita joka lähtöön:
 - × paikka ja aika (GPS)
 - × liike ja asento
 - × lämpötila, ilmanpaine ja kosteus
 - × ympäristön valoisuus



Texas Instruments SensorTag:

- järjestelmäpiiri CC2650:
 - × mikro-ohjain ARM Cortex-M3
 - × moniprotokollaradio
 - × Bluetooth 4.1, ZigBee, 6LowPAN
 - × WiFi-versio tulossa
 - × suunniteltu äärimmäisen pientä tehonkulutusta silmällä pitäen
- sarjaliitännät: I2C, SPI ja UART
- paljon antureita:
 - × 3-akseliset kiihtyvyys, gyro ja magneettikenttä
 - × lämpötila, ilmanpaine ja kosteus
 - × valoisuus
- open source: kaikki tiedot TI:n verkkosivuilla



Samsung Artik:

- kuvassa Artik 10, saatavissa myös Artik 1 ja Artik 5
- Samsungin *kahdeksan* ARM-ytimen järjestelmäpiiri:
 - × ARM Cortex-A15, neljä ydintä, 1,3 GHz
 - × ARM Cortex-A7, neljä ydintä, 1 GHz
- runsaasti liitäntöjä:
 - × USB 2.0 ja 3.0
 - × sarjaliitännät: 6xI2C, SPI, 3xUART
 - × langattomat: WiFi, Bluetooth 4.1, ZigBee, SIGFOX
- kortin koko 39 x 29 x 3,5 mm



