

ÄLYKKÄÄN YMPÄRISTÖNMONITOROINNIN MAHDOLLISUUDET

Ismo Hakala

Jyväskylän yliopisto
Kokkolan yliopistokeskus Chydenius

<https://www.chydenius.fi/fi/informaatioteknologia>
<https://cinctcampus.fi>

December 13, 2022

- 1 YMPÄRISTÖNMONITOROINTI
- 2 TEKNOLOGISEN KEHITYKSEN TUOMAT MAHDOLLISUUDET
 - WSN, IoT ja AI
- 3 ÄLYKÄS YMPÄRISTÖNMONITOROINTI
- 4 KYC ESIMERKKEJÄ
 - Pinnankorkeus
 - Ympäristömelu
 - Eläinten tunnistus

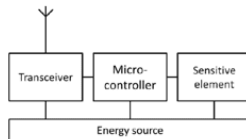
- Ympäristönmonitoroinilla tarkoitetaan ympäristöolosuhteiden havainnointia, seuranta ja mittaamista tietyssä kohteessa tai paikassa käyttäen tarkoitukseen soveltuvaa ympäristönmonitorointijärjestelmää.
- Tyypillisesti ympäristönmonitorointi kohdistuu
 - Ilman laadun seurantaan (hiukkaspitoisuudet, kaasut, sääolosuhteet, leviämismallinnus, ...)
 - Veden laadun seurantaan (kemiallinen ja biologinen koostumus, pH, sähkönjohtavuus, pinnan korkeus, ...)
 - Maaperän laadun seurantaan (maaperän kosteus ja ravinteet, eroosio, tiivistyminen, pH, lumen syvyys ja kosteus, ...)
- Tässä esityksessä keskitytään pääasiassa ympäristönmonitorointijärjestelmiin, jotka rakentuvat antureiden, langattomaan tiedonsiirron ja pilvipalveluiden muodostamasta kokonaisuudesta eli IoT/WSN-pohjaisiin ympäristönmonitorointijärjestelmiin.

WSN, LANGATON SENSORIVERKKO

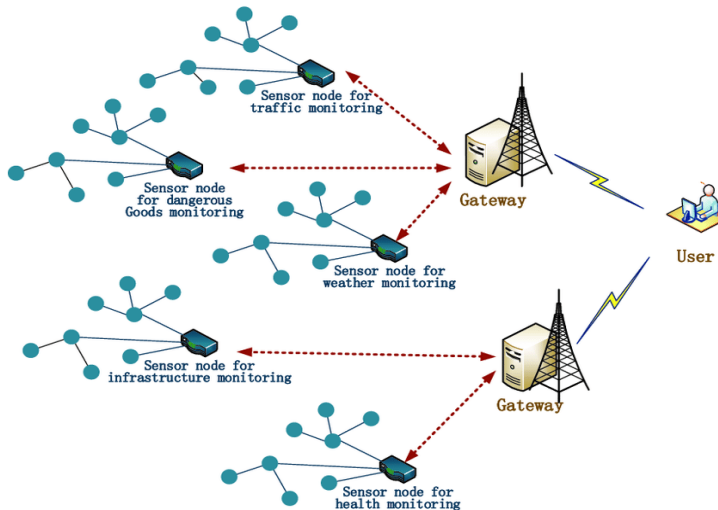
Langaton
sensoriverkko
koostuu
paristokäyttöisistä
laitteista,
jotka pystyvät

havainnoimaan ympäristöään, käsittelemään keräämäänsä tietoa ja kommunikoidaan muiden vastaavien laitteiden kanssa.

- Teknologian kehitys alkoi vuosituhanen vaihteessa
- Hyvin kehittyneet verkottumISRatkaisut (mesh), pieni virrankulutus, reunalaskenta
- Tyypillisesti lyhyen kantaman radiot, yhdyskäytävä internetiin
- Sovellusalueet: Ympäristö, Urbaani, Terveys, Kasvit ja eläimet, Teollisuus ja Sotilastechnologia



WSN VERKKO



WSN VERKKO

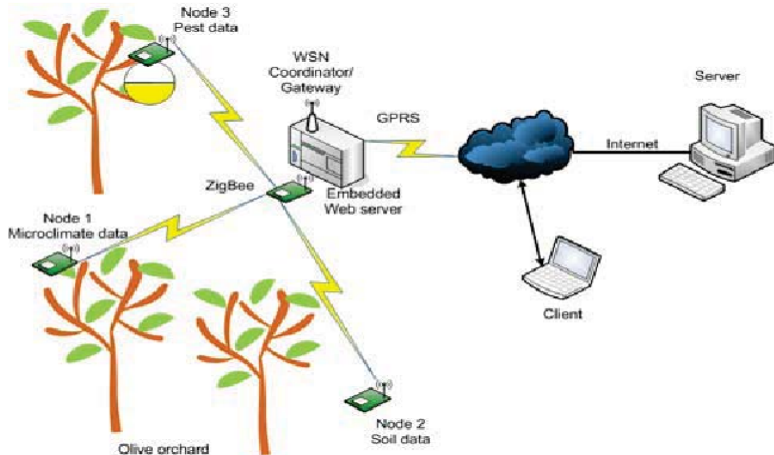
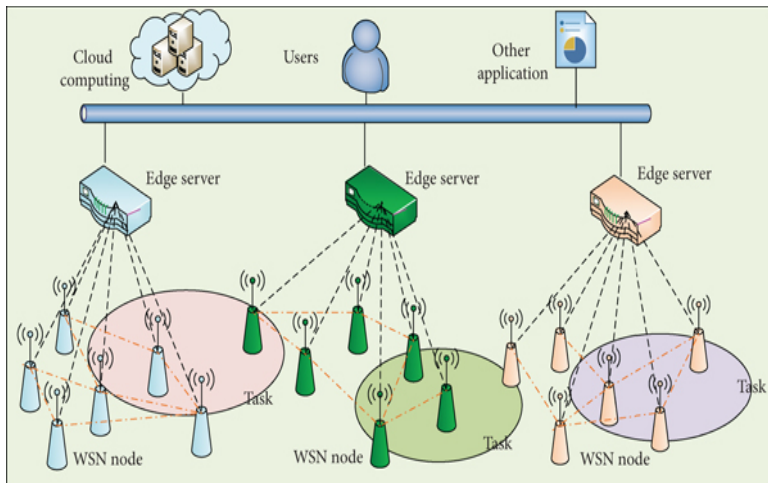


Figure 1. The WSN-based olive grove monitoring system

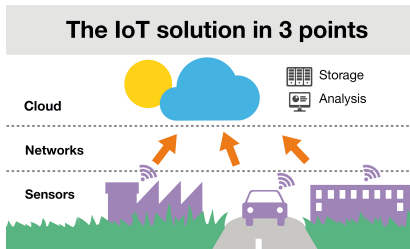
WSN REUNALASKENTA



IoT, ESINEIDEN INTERNET

Esineiden internet koostuu myös usein paristokäyttöisistä laitteista, jotka havainnoivat ympäristöään, käsittelevät mittausdataa ja välittävät tiedon yhdyskäytävän kautta pilvipalveluun.

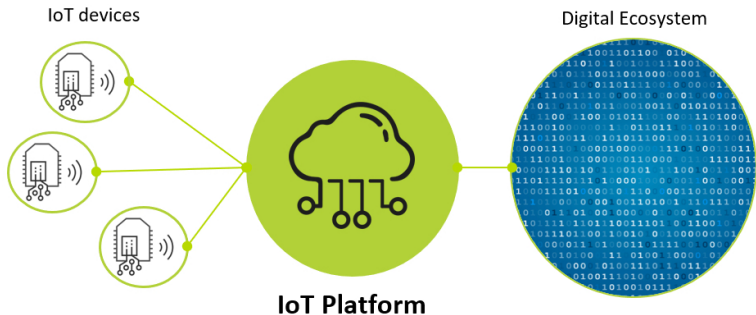
Hyödyntävät tyypillisesti uusia pitkän kantaman radioita, jotka eivät tällä hetkellä tue laitteiden keskinäistä kommunikointia sensoriverkkojen tapaan. Tiedon yhdistäminen tapahtuu pilvipalveluna toimivassa IoT-alustassa.



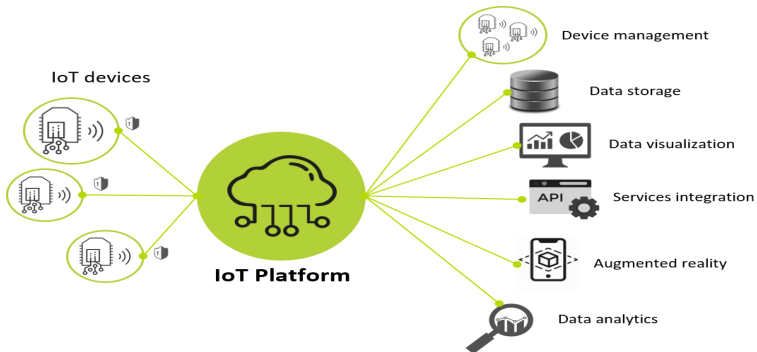
IoT SOVELLUSALUEITA



IoT-ALUSTA

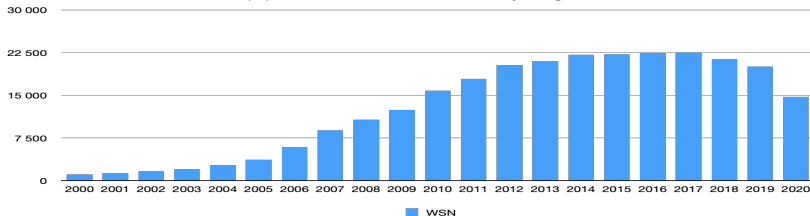


IoT-ALUSTA

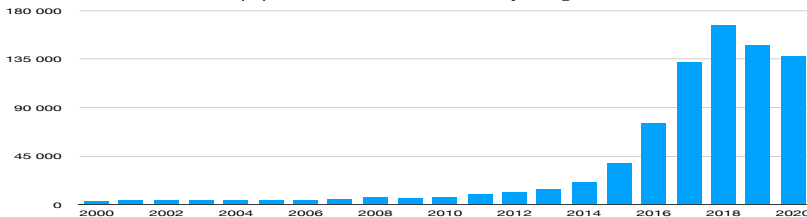


AKTIIVISUUS WSN JA IoT

Research papers with the search word "WSN" by Google Scholar 8.1.2021

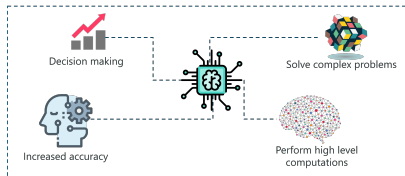


Research papers with search word "IoT" by Google Scholar 8.1.2021



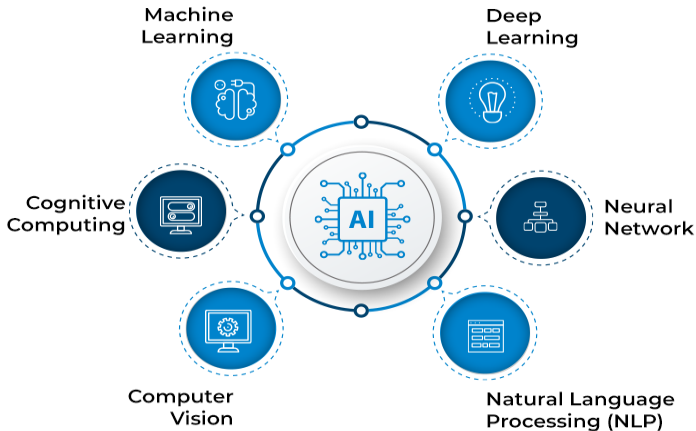
AI, TEKOÄLY

Tekoäly mahdollistaa suurten tietomassojen kuten sensoriverkkojen ja esineiden internetin tuottaman datan tehokkaan käsittelyn ja pystyy tuottamaan lisäarvoa moniin eri sovellusalueisiin. Tekoäly sovellukset kykenevät luokittelemaan dataa, tekemään päätöksiä dataan pohjautuen sekä ratkaisemaan hyvinkin kompleksisia ongelmia.

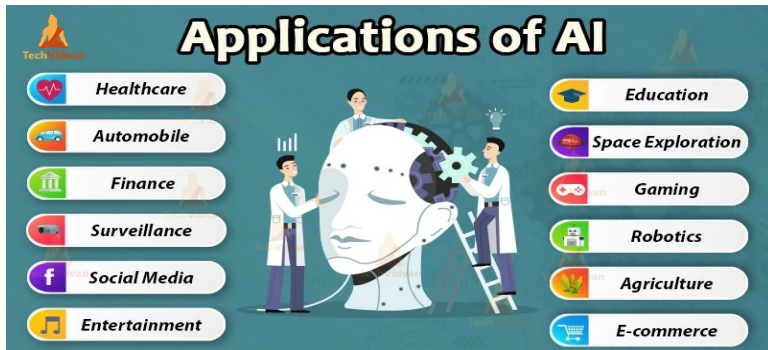


AI, TEKOÄLY

KEY COMPONENTS OF AI



AI, TEKOÄLY



AI, TEKOÄLY

Viime
viikolla OpenAI
yritys julkaisi uuden
vapaasti käytettävän
tekoälyä käyttävän
sovelluksen

ChatGPT, joka kykenee antamaan esimerkiksi sanallisiin
kysymyksiin hyvinkin luonnolliselta kuulostavia vastauksia.
Aiheesta oli myös Helsingin Sanomissa artikkeli viikonloppuna.
Vieressä on ChatGPT:n antama tulos pyyntöön antaa määritelmä
älykkäälle ympäristön monitoroinnille.

”Älykkäs ympäristön monitorointi on prosessi, jossa käytetään teknologiaa erilaisten ympäristöparametrien mittaamiseen ympäristön seuraamiseksi. Siinä käytetään antureita, tiedonkeruulaitteita ja muita kehittyneitä tekniikoita ympäristöparametrien, kuten ilmanlaadun, melusaasteen, maaperän saastumisen ja vedenlaadun mittaamiseen. Kerättyjä tietoja voidaan käyttää päätöksenteossa ja uusien ratkaisujen kehittämisessä ympäristöongelmiin.”

ÄLYKÄS YMPÄRISTÖNMONITOROINTI

Älykkäällä ympäristönmonitoroinnilla tarkoitetaan tyypillisesti ratkaisua, joka pohjautuu edellä esitettyihin teknologioihin. Älykäs ympäristönmonitorointijärjestelmä mahdollistaa muun muassa:

- Jatkuvatoimisen ja reaaliaikaisen monitoroinnin
- Helpon tiedon siirron haluttuun paikkaan
- Autonomisesti toimivan järjestelmän
- Eri datalähteiden yhdistämisen ja datan käsittelyn monitorointikohteessa
- Reunalaskenta
- Tehokkaan datan jalostamisen IoT-alustalla
- Kustannustehokkaan monitoroinnin

VEDEN PINNANKORKEUSMITTAUS

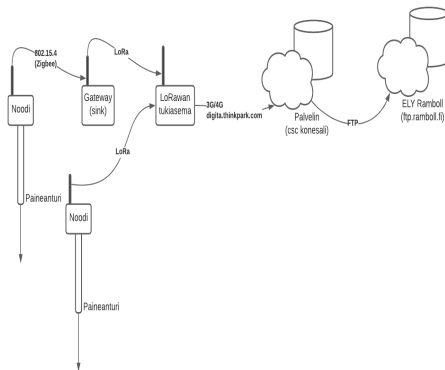
ULLAVAN JÄRVI JA PATANAN TEKOJÄRVI



VEDEN PINNAN KORKEUS

- Sovelluskohteita: Pohjavesialueet, tekojärvet etc
- Putkia kymmeniätuhansia, yleensä syrjäisissä paikoissa
- Edelleenkin monessa paikassa manuaali- tai dataloggerimittauksia
 - Työaika, kulkeminen
 - Yksi mittauspaikka: 50km, 2h, 5l/100km, 1käynti/kk
 - Vuodessa 600km, 24h työaika, 30l polttoainetta, 2 300 kg CO₂-ekv
 - 10000 mittauspaikkaa:
 - 6 000 000km, 24 000h työaika, 300 000l polttoainetta, 23 000 000kg CO₂-ekv
- Tavoitteena jatkuvatoiminen, reaaliaikainen kustannustehokas mittausjärjestelmä

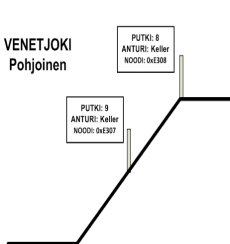
PATANAN TEKOJÄRVI



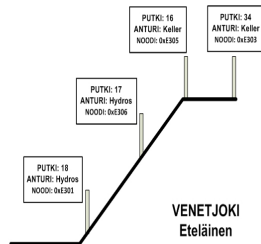
VENETJOEN TEKOJÄRVI



VENETJOKI
Pohjoinen



VENETJOKI
Eteläinen



PAINEANTURIVERTAILU



**Keller
36Xi W**



**Meter Group
HYDROS 21**



**STS
PTM/N/SDI-12**

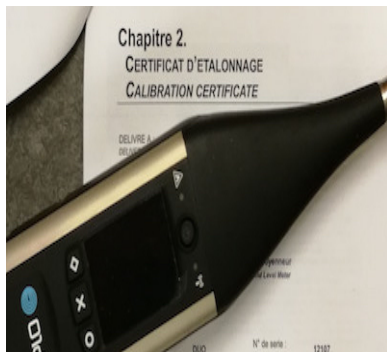


**Campbell
CS451**

YMPÄRISTÖMELUN MITTAUS

- Ympäristöluvut, tapahtumat etc
- Tyypillisesti lyhytaikaisia (1pv-2vko) pistemäisiä mittauksia
 - Haasteita: sää-, paikka ja aikariippuvainen
 - Melumittarit kalliita
 - Melumallinnus
- Tavoitteena jatkuvatoiminen, reaaliaikainen kustannustehokas melumittausjärjestelmä
- Aluepohjainen mittaus pistemäisen lisäksi vrt melumallinnus

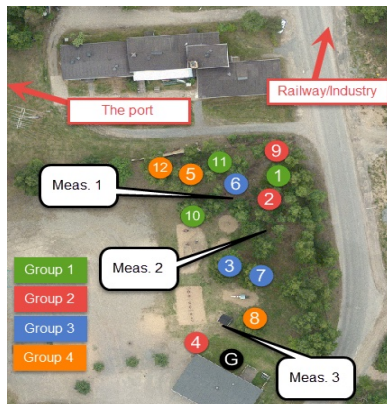
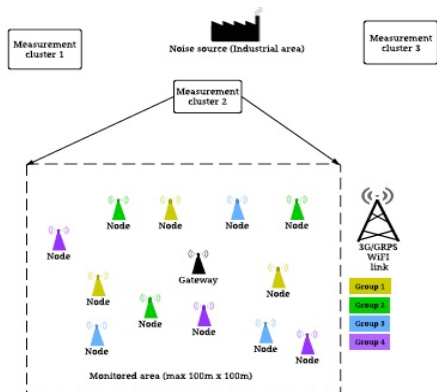
MELUMITTARI JA SÄÄASEMA



SENSORIVERKKKOPOHJAINEN MELUMITTARI



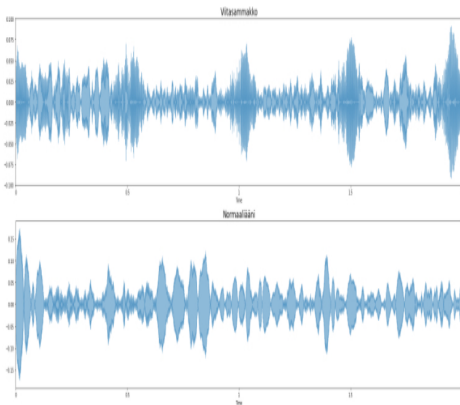
ALUEPOHJAINEN MELUMITTAUS



ELÄINTEN TUNNISTUS ÄÄNEN PERUSTEELLA

- Uhanalaisten eläinlajien tunnistus suoritetaan tyypillisesti asiantuntijoiden fyysisten käyntien avulla
 - Vaatii tyypillisesti useita käyntejä luotettavan tuloksen saamiseksi
 - Vaatii aikaa ja resursseja paljon
 - Uutuutena äänentallennuslaitteet+äänen tunnistusohjelmat
- Tavoitteet
 - Kerätä ääninäytteet äänentallennuslaitteilla
 - Tunnistaa lajit sekä asiantuntijoiden että tunnistusohjelman avulla
 - Kehittää syväoppimismallit tiettyjen lajien äänentunnistukseen
 - Kehittää laite, joka tekee tunnistuksen paikanpäällä ja välittää siitä reaaliaikaisesti tiedon

ÄÄNINÄYTTEET JA SYVÄOPPIMISMALLI



```
# Create and return the whole model, based on its base and classifier
def build_conv(cfg, print_summary=True):
    input_ = Input(shape=cfg['input_shape'])
    conv_base = Input_

    if cfg['name'] == 'COMBINED-CNN':
        conv_base = build_conv_combined_base(conv_base, cfg)

    if cfg['name'] == '2D-CNN':
        conv_base = build_conv_2d_base(conv_base, cfg)

    if cfg['name'] == '1D-CNN':
        conv_base = build_conv_1d_base(conv_base, cfg)

    clf = clf_block(conv_base, cfg)

    output = Dense(cfg['num_classes'], activation='sigmoid')(clf)
    model = Model([input_, input_], output)

    if print_summary:
        model.summary()
        plot_model(model, to_file='%s_cfg[%s].png', show_shapes=True, dpi=80)

    return model

# Train the model according to current configuration
def train_model(D, y, cfg):
    x_train, x_val, y_train, y_val = train_test_split(D, y, test_size=cfg['val_pct'])

    sc = None
    if 'data_preprocessing' in cfg:
        if cfg['1d_preprocessing'] == 'STD':
            sc = StandardScaler()
            x_train = sc.fit(x_train)
            x_val = sc.transform(x_val)

    model = build_conv(cfg, False)

    metrics = [FalseNegatives(name='fn'), FalsePositives(name='fp'), TrueNegatives(name='tn'), TruePositives(name='tp'),\
                BinaryAccuracy(name='acc'), Precision(name='prec'), Recall(name='rec'), F1Score(name='f1', num_classes=cfg['num_classes'])]
    opt = Adam(lr=cfg['lr'], amsgrad=True)
    model.compile(optimizer=opt, loss='binary_crossentropy', metrics=metrics)

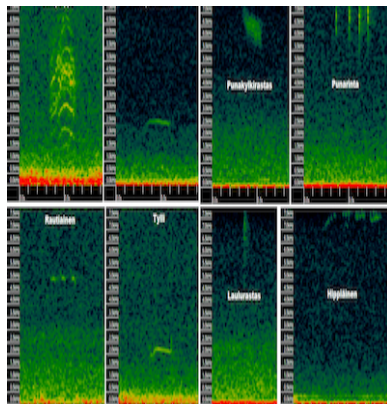
    es = EarlyStopping(monitor='val_loss', mode='min', patience=5, verbose=1, restore_best_weights=True)
    cb_list = [es]
    H = model.fit(x_train, y_train, validation_data=(x_val, y_val),\
                 epochs=cfg['epochs'], batch_size=cfg['batch_size'], callbacks=cb_list, verbose=1)

    return model, H, sc
```

VIITASAMMAKKO



PUNAKYLKIRASTAAN YÖMUUTTO



MAAKOTKANPESÄ JA LEPAKOT



REAALIAIKAINEN LAJIENTUNNISTUSLAITE



