



Tekoälyn mahdollisuudet ympäristömonitoroinnissa

AamukaffiIT

01.06.2023



UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ
KOKKOLA UNIVERSITY CONSORTIUM
CHYDENIUS



Ympäristövaikutukset

- Ympäristönsuojelun keskeisiä päämääriä ovat luonnon elinvoimaisuuden ja monimuotoisuuden säilyttäminen sekä terveellisen elinympäristön turvaaminen
- Erilaiset mm. tehdas-, jalostamo- ja voimalaitoshankkeet kuormittavat ympäristöä
- Ympäristövaikutuksilla tarkoitetaan välittömiä ja välillisiä vaikutuksia mm.
 - Maahan, maaperään, vesiin, ilmaan, ilmastoon, kasvillisuuteen sekä eliöihin ja luonnon monimuotoisuuteen (suojellut lajit ja luontotyytit)
 - Luonnonvarojen hyödyntämiseen
 - Väestöön sekä ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen
 - Yhdyskuntarakenteeseen, aineelliseen omaisuuteen, maisemaan, kaupunkikuvaan ja kulttuuriperintöön
 - *(kaikkien tekijöiden yhteisvaikutukset)*



Ympäristömonitorointi

- Ympäristövaikutusten suuruuden ja laadun selvittämiseksi tarvitaan monitorointia
- Monitorointi on käytännössä ympäristönseurantaa eli seurataan ympäristön tilaa ja siinä tapahtuvia muutoksia eri ajanhetkinä
- Ympäristön tilan seuranta tarkoittaa fysikaalisten, kemiallisten ja biologisten tekijöiden jatkuvaa tai säännöllisesti toistuvaa havainnointia
- Havainnoinnissa käytetään mm. seurantajärjestelmiä, mittauslaitteita, maastokäyntejä, näytteidenottoja
- Esimerkkejä kohteista
 - Kasvillisuus, eläimet ja suojelualueet
 - Pintavedet, kalasto ja eliöstö
 - Maa- ja kallioperä sekä pohjavesi
 - Ilmansaasteet, päästöt, melu ja värinä
 - Sisäilman laatu



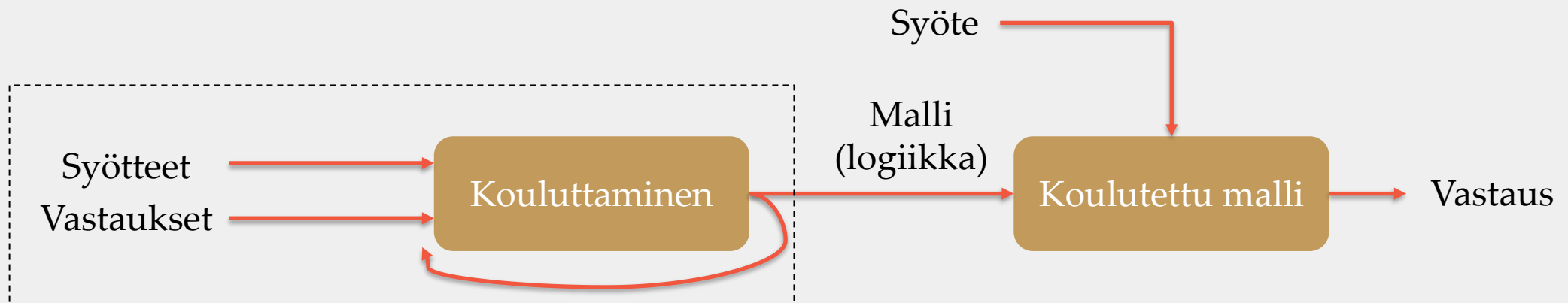
Ympäristömonitoroinnin haasteet

- Datan määrä valtava, miten dataa voidaan hyödyntää
- Nykyiset mallit ovat yksinkertaisia – tarkasteltavat ilmiöt ovat usein monimutkaisia ja niihin vaikuttavilla tekijöillä on erilaisia ja eriasteisia yhteyksiä
- Automatisoinnin tarve ja prosessien yhtenäistäminen
- Riippuvuus ihmisasiantuntijoista ja heidän toimintakyvystä
- Ennakoiva reagointikyky, toiminnanohjaus



Tekoäly pähkinäkuoressa

- Tekoälymenetelmillä voidaan analysoida monen tyyppistä dataa
 - Perinteinen taulukko data, ääni, kuva, video, aikasarja, teksti
- Tekoälymenetelmiä voidaan soveltaa erilaisiin ongelmiin
 - Luokittelu, regressio, ennustava malli, lokalisointi, segmentointi
- Tekoälymenetelmiä opetetaan tyypillisesti syöte- ja vastausparien avulla
 - Kun menetelmää altistetaan riittävän usein ja riittävän pitkään syöte- ja vastauspareille, se alkaa oppimaan niiden välillä vallitsevia yhteyksiä sekä hyödyntämään niitä





Prosessiautomaatio, ennakoiva kunnossapito

Type	Air temperature _K_	Process temperature _K_	Rotational speed _rpm_	Torque _Nm_	Tool wear _min_	Machine failure	TWF	HDF	PWF	OSF	RNF
L	297.8	308.9	1871	25.6	200	1	1	0	0	0	0
M	302.3	310.9	1710	30.4	218	1	1	0	0	0	0
L	301.7	310.9	1405	46.4	207	1	1	0	0	0	1
L	298.0	308.7	1268	69.4	189	1	0	0	1	1	0
L	297.8	307.3	1327	61.0	186	1	0	0	0	1	0
L	298.3	309.3	1337	56.1	206	1	0	0	0	1	0
M	301.4	310.5	1217	60.6	103	0	0	0	0	0	0
L	301.3	310	1506	40.8	11	0	0	0	0	0	0
H	300.4	309.7	1500	35.2	112	0	0	0	0	0	0

- Laitteella valmistetaan tuotteita, ja laitteen toiminnan arvioimista varten mitataan tuotteen laatua, ilman ja prosessin lämpötilaa, kiertonopeutta, vääntöä ja laitteen käyttöaika
- Tiedetään myös laitteen tila eli onko se ehjä vai rikki
 - Pitkä käyttöaika, prosessin liian alhainen lämpötila vrt. ulkolämpötila, liian alhainen tai korkea vääntö ja kiertonopeus, prosessin vaatima teho väännön ja kiertonopeuden perusteella, näiden yhteisvaikutus
- Hyvin tyypillinen taulukko dataesimerkki
 - Mallille annetaan syötteenä prosessin tai ilmiön tilaa kuvaavia muuttujia, joiden avulla pyritään kertomaan jotain itse prosessin tai ilmiön tilasta



Ilmanlaatu

PM2.5	PM10	SO2	NO2	CO	O3	TEMP	PRES	DEWP	RAIN	wd	WSPM	station	PM2.5	PM10	SO2	NO2	CO	O3	TEMP	PRES	DEWP	RAIN	wd	WSPM	station
4	4	4	7	300	77	-0.7	1023	-18.8	0	NNW	4.4	Aotizhongxin	16	15	38	66	900	16	-3.5	1026.1	-15.8	0	NNE	0.9	Changping
8	8	4	7	300	77	-1.1	1023.2	-18.2	0	N	4.7	Aotizhongxin	19	25	39	63	900	18	-3.3	1026.7	-14.4	0	NNW	0.9	Changping
7	7	5	10	300	73	-1.1	1023.5	-18.2	0	NNW	5.6	Aotizhongxin	22	26	41	66	1100	14	-2	1026.4	-15.1	0	NNE	1	Changping
6	6	11	11	300	72	-1.4	1024.5	-19.4	0	NW	3.1	Aotizhongxin	29	43	53	69	1600	13	-0.2	1026.3	-16.6	0	WSW	0.5	Changping
3	3	12	12	300	72	-2	1025.2	-19.5	0	N	2	Aotizhongxin	46	70	40	54	900	29	0.6	1025.8	-17.2	0	SW	1.3	Changping
5	5	18	18	400	66	-2.2	1025.6	-19.6	0	N	3.7	Aotizhongxin	30	33	40	61	800	28	1.3	1025.4	-17.1	0	ESE	1.1	Changping
3	3	18	32	500	50	-2.6	1026.5	-19.1	0	NNE	2.5	Aotizhongxin	31	41	42	51	700	38	1.9	1024.2	-17.1	0	WSW	1.6	Changping
3	6	19	41	500	43	-1.6	1027.4	-19.1	0	NNW	3.8	Aotizhongxin	30	34	42	50	700	42	2.3	1022.6	-17.3	0	SE	0.2	Changping
3	6	16	43	500	45	0.1	1028.3	-19.2	0	NNW	4.1	Aotizhongxin	30	32	50	59	900	36	3	1021.9	-17.3	0	S	0	Changping

- Tuntikohtaista mittausdataa: (PM2.5, rikki, typpi, otsoni) ug/m³, paine (hPa), lämpötila (C), kastepiste (C), sademäärä (mm), tuulensuunta, tuulennopeus (m/s), sääasema
 - Estimoitava arvo: PM2.5
- Hyvin tyypillinen taulukko dataesimerkki
 - Mallille annetaan syötteenä prosessin tai ilmiön tilaa kuvaavia muuttujia, joiden avulla pyritään kertomaan jotain itse prosessin tai ilmiön tilasta



Vedenkäsittelylaitos

Average Outflow	Average Inflow	Energy Consumption	Ammonia	Biological Oxygen Demand	Chemical Oxygen Demand	Total Nitrogen	Average Temperature
2.941	2.589	175856.0	27.0	365.0	730.0	60.378	19.3
2.936	2.961	181624.0	25.0	370.0	740.0	60.026	17.1
2.928	3.225	202016.0	42.0	418.0	836.0	64.522	16.8
2.928	3.354	207547.0	36.0	430.0	850.0	63.0	14.6
2.917	3.794	202824.0	46.0	508.0	1016.0	65.59	13.4
2.912	3.75	247691.0	40.0	410.0	820.0	61.786	18.9
2.355	3.507	224706.0	51.0	555.0	1110.0	68.82	25.9
2.366	3.188	212440.0	41.0	365.0	730.0	62.218	17.7
3.923	3.378	202676.0	26.0	355.0	710.0	61.433	26.4
3.912	3.425	202411.0	42.0	530.0	830.0	66.354	35.5
Maximum temperature	Minimum temperature	Atmospheric pressure	Average humidity	Total rainfall	Average visibility	Average wind speed	Maximum wind speed
25.1	12.6	0.0	56.0	1.52	10.0	26.9	53.5
23.6	12.3	0.0	63.0	0.0	10.0	14.4	27.8
27.2	8.8	0.0	47.0	0.25	10.0	31.9	61.1
19.9	11.1	0.0	49.0	0.0	10.0	27.0	38.9
19.1	8.0	0.0	65.0	0.0	10.0	20.6	35.2
27.3	7.7	0.0	52.0	0.0	0.0	15.6	31.7
32.4	12.1	0.0	39.0	0.0	0.0	26.7	46.5
24.6	13.0	0.0	69.0	0.0	9.8	13.1	25.9
36.0	12.7	0.0	44.0	0.0	0.0	19.8	51.9

- Päivittäistä mittausdataa: vedenkäsittelylaitokseen, ilmastoon ja hydraulikkaan liittyviä muuttujia
 - Ennustettavia arvoja: BOD, COD, energiankulutus
- Hyvin tyypillinen taulukko dataesimerkki
 - Mallille annetaan syötteenä prosessin tai ilmiön tilaa kuvaavia muuttujia, joiden avulla pyritään kertomaan jotain itse prosessin tai ilmiön tilasta



Satelliitti-/ilmakuvat



- Kuvadataa käsittelevä malli on valjastettu tunnistamaan ja segmentoimaan vesialueita annetusta kuvasta
- Kuvissa on tutkittu eräiden järvien tilanmuutoksia 32 vuoden aikajänteellä
 - Ilmastonmuutos aiheuttaa niin tulvia kuin kuivuutta
- Vastaavanlaista mallia voidaan käyttää kaikenlaisten alueiden monitorointiin
 - Kuinka ison osan kiinnostava kohde vie kuvasta, kuinka monta niitä on ja missä ne sijaitsevat



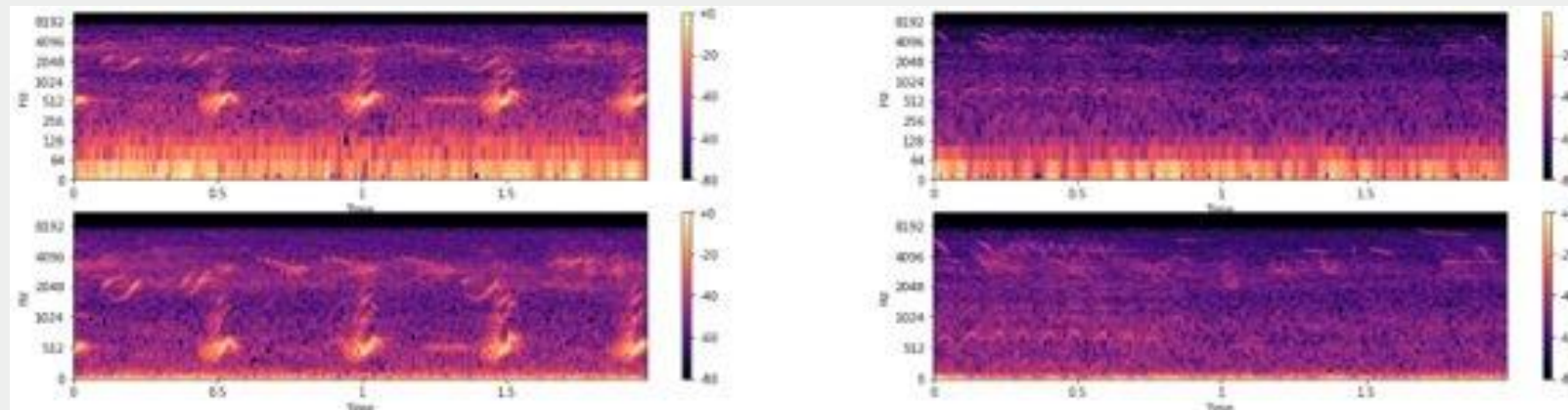
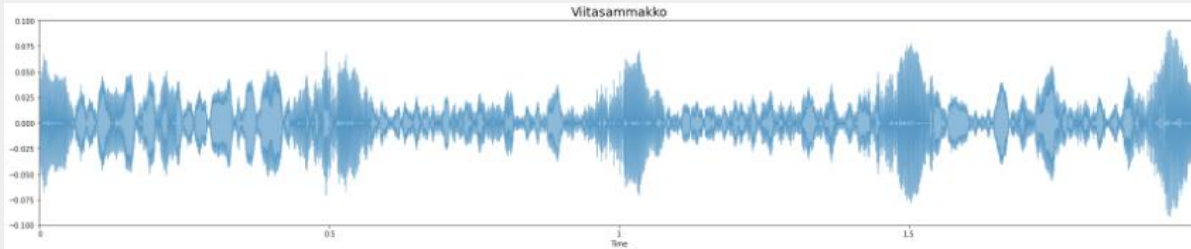
Satelliitti-/ilmakuvat



- Jokaista kuvaa vastaan on esim. tekstitiedosto, missä kullakin rivillä on yksittäisen laatikon/monikulmion kulmapisteet ja tieto siitä, mitä sen sisällä on
- $\langle \text{kategoria} \rangle x_1 y_1 x_2 y_2 \dots \dots x_n y_n$
- 0 0.6812 0.48541 0.67 0.4875 0.67656 0.487 0.675 0.489
- 1 0.5046 0.0 0.5015 0.004 0.4984 0.00416 0.4937 0.010 0.492 0.0104



Äänentunnistus, IoT



- Äänentunnistusmalli (ympäristöäänien luokittelija) opetetaan tunnistamaan uhanalaisia eläinlajeja
- Mallin kehittämiseksi tarvitaan äänitallenteita, missä esiintyy niin ympäristöääniä kuin tunnistettavan lajin ääniä
- Tallenteet voidaan pilkkoa esim. sekunnin mittaisiksi äänileikkeiksi, jotka voidaan edelleen sijoittaa esimerkiksi omiin kansioihinsa
- Vastaavanlaista mallia voidaan käyttää kaikenlaisten äänten analysointiin



Tekoälyn soveltamisen vaiheet

- Kaikki lähtee käyttötapauksen tunnistamisella
 - Syvä tuntemus omista prosesseista ja niihin liittyvistä pullonkauloista
 - Minkälaista liiketoiminnallista ongelmaa halutaan ratkaista
 - Minkälaista lisäarvoa tekoälysovelluksen toivotaan tuovan
 - Onko ongelman ratkaisemiseen liittyvää dataa olemassa, voidaanko hankkia sitä
 - Mikä on suorituskyvyllinen lähtötilanne, miten mitataan tekoälyn toimivuutta ja todennetaan sen hyöty
- Datat määrät ja erityisesti laatu avainasemassa
 - Tuoretta, kuvaa ilmiötä ja todellisuutta, kattaa mahdollisimman monet tilanteet, ei duplikaatteja
- Datat keräykseen, käsittelyyn ja annotointiin voi kulua paljonkin aikaa, mutta se on sen arvoista



Kiitos!

Rony Leppänen

Tekoälyinsinööri, koneoppimistutkija

Projektitutkija, tohtorikoulutettava

Silo AI

CubiCasa

Jyväskylän yliopisto

Kokkolan yliopistokeskus Chydenius

rony.e.m.francaleppanen@jyu.fi

<https://www.linkedin.com/in/ronyleppanen/>