



Tekoäly voi toimia prosessiteollisuuden operaattorin oikeana kätenä monilla toimialoilla, kuten öljynjalostuksessa. Kuva Nesteen Porvoon jalostamosta.

TEKOÄLY

jalostaa prosessitiedon

■ Öljytuotteita, soodaa, jaloterästä, mitä vain. Prosessitiedon jalostaminen tekoälyllä tuottaa uutta tehoa ja laatua. Samalla organisaation älykkyys kasvaa ja toiminta demokratisoituu.

KALEVI RANTANEN

Kemia-lehti kertoi numerossa 1/2019 Neste Engineeringin ja tekoälyn kehittäjän Curious AI:n yhteistyöstä prosessiteollisuudelle tarkoitettujen koneoppimis- ja tekoälyratkaisujen rakentamisessa.

Nyt tekoälysovellusta on testattu perusteellisesti todellisella prosessidatala öljynjalostuksessa, jossa sitä otetaan parhaillaan tuotantokäyttöön. Sovellus on saanut nimen Napcon Advisor, joka viittaa tekoälyn kykyyn toimia operaattorin digitaalisena assistenttina.

Simuloidulla raakaöljyn tislauksolonilla testattiin ensin, miten hyvin malli pystyy ennustamaan prosessin kulkua. Tulosta mitattiin voittofunktiolla, joka riippuu raaka-ainekustannuksista ja prosessin rajoituksista. Tutkitussa tislauksoprosessissa rajoituksia oli 236.

Simuloidulla laitteistolla tehty testi toistettiin tuotannosta kerätyllä mitausdatalla. Näin havaittiin, että malli ennustaa prosessin kulun oikein sekä simulaatiossa että todellisella datalla 20 tuntia eteenpäin.

Toisessa kokeessa tutkittiin, kuinka malli neuvoi muuttamaan toimintaa, kun öljytuote vaihdettiin kesälaadusta talvilaatuun ja takaisin. Selvisi, että automatiikka tuotti voittoa enemmän kuin ihmisoperaattori. Tulos parani, kun epäoptimaalinen siirtymävaihe lyheni.

Uutta neuraalisuutta

Malli tekee operaattorille ehdotuksia ennakoivan neuroverkon avulla. Järjestelmään kuuluu niin sanottu regularisoija, joka varmistaa neljän vaati-

muksen toteutumisen.

Ensiksi järjestelmän pitää ehdottaa turvallisia ratkaisuja. Toiseksi ehdotusten tulee olla operaattorille ymmärrettäviä. Kolmanneksi järjestelmän on kyettävä välittämään kokeneen operaattorin tietämystä uusille työntekijöille. Neljänneksi ehdotusten täytyy olla helposti toteutettavia.

Curiousin teknologian ytimessä toimii Neural MPC -niminen järjestelmä. MPC tarkoittaa malliprediktivistä säätöä, jolla prosessiteollisuudessa on 1980-luvulta alkaen mallinnettu monesta muuttujasta riippuvia prosesseja. Curious on lisännyt säätöön neuraalisuuden.

Neuroverkko oppii datasta ja muuttaa mallia, kun perinteisessä MPC:ssä operaattorin on muutettava säätimien asetusarvoja itse.

”Neuraali MPC” tuo mukaan uuden tavan mallintaa. Toimintaperiaate on Curiousin myyntipäällikön **Kalle Raidan** mukaan sinällään sama: järjestelmä optimoi säädön mallin perusteella.

”Eksplisiittisiä malleja käytettäessä monimutkaisten järjestelmien mallintaminen on kallista insinööriä, mutta mallintaminen historiallisesta datasta mahdollistaa monimutkaisempien järjestelmien käsittelyn”, hän selventää.

Järjestelmä on enemmän kuin predikttiivinen eli ennustava. Se on myös preskriptiivinen eli antaa neuvoja ja toimintasuosituksia.

”Suositelun tavoite ilmaistaan matemaattisesti mallinnetun järjestelmän

muuttujien pohjalta. Tavoite ei ole osa mallia, vaan sitä voidaan säätää erikseen käytön aikana vapaasti.”

Syvää oppimista

Uudenlaisen neuroverkon takana on pitkäaikaista tekoälytutkimusta. Koneoppimista hyödynnetään siinä uudella tavalla.

Curious AI on yhdistänyt syviä neuroverkoja ja bayesilaisia päätelyä. Syvät neuroverkot jäljittelevät aivojen monikerroksisia hermosoluverkkoja. Bayesilaisessa päätelyssä tehdään johtopäätöksiä sekä ennakkotiedon että uuden informaation perusteella.

Curious kuvaa syväoppimiseen perustuvaa teknologiaansa käsitteellä systeemi 2, kun perinteinen tekoäly ja koneoppiminen ovat systeemi 1.

Systeemi 1 muistuttaa autopilottia ja kuvaa yleisiä koneoppimisen teknologioita, jotka vaativat paljon dataa koulutusta varten. Sitä kutsutaan myös kapeaksi tekoälyksi.

Systeemi 2 toimii myös tosimaailman muuttuvissa tilanteissa ja tarvitsee monta kertaluokkaa vähemmän dataa kuin systeemi 1.

Siinä missä systeemi 1 tuottaa mustia laatikoita, joissa suositusten perusteet voivat jäädä käyttäjälle epäselviksi, systeemi 2 on läpinäkyvä ja selittää suosituksensa.

Systeemi 2 -teknologiallakin on kuitenkin rajoituksensa eli suhteellinen hitaus. Siksi tarvitaan molempia systeemejä.

Syväoppiva tekoäly jäljittelee aivojen hermoverkkoja.

» » »



Outokumpu Oyj

Outokumpu kykenee uuden teknologian ansiosta laskemaan jokaisen teräsrullansa hiilijalanjäljen.

Curious on asettanut itselleen kunnianhimoisen tavoitteen siirtää tekoälyä systeemin 2 kognitiotasolle.

Tällöin kyettäisiin operoimaan menestyksekkäästi reaali maailmassa, jossa kaikkialla on epävarmuutta. Data on usein saavuttamattomissa tai puhdistamatonta, ja mallien on toimittava monimutkaisissa ja moniulotteisissa järjestelmissä.

”Lopputavoitteemme on kehittää yleinen tekoäly”, kertoo Curiousin perustaja ja toimitusjohtaja **Harri Valpola**.

”Sitä ennen rakennetaan teknologioita monimutkaisten prosessien optimointia, säätöä ja monitorointia varten.”

Lisääkö telapäälysteelle

Toisena esimerkkinä prosessiteollisuudesta Curious AI nostaa esille paperinvalmistuksen.

Tehokkaan digiapulaisen ansiosta ihmilliset insinöörit voivat säätää sen prosesseja uudella tarkkuudella. Paperikoneessa rainan katkokset vähenevät, ja vaihtelevan raaka-aineen käyttö helpottuu.

Paperikoneen telan päällysteen kulumisen vähentäminen on hyvä esimerkki siitä, mitä tekoälyn avulla voidaan saavuttaa.

Tuloksia telan päällysteen käyttöiän pidentämisessä esitteli Curiousin kesäkuuisessa webinaarissa helsinkiläisen konsulttiyhtiön Houston Analyticsin strategiajohtaja **Colin Shearer**.

Paperikoneessa raina kulkee telojen välissä yli 1 500 metriä minuutissa eli yli 90 kilometriä tunnissa. Telojen pääl-

lysteet kuluvat, mutta aikaisemmin kukaan ei ole tiennyt tarkasti, miten, milloin ja miksi.

Simulointia varten laadittiin telan elinaikamalli. Päällysteen elinikää kyettiin pidentämään viidestä kuuteen viikkoon. Pidennys tuo suoraa säästöä.

Välillisesti tulos paranee, kun huolto- tauot lyhenevät. Lisää välillistä säästöä saadaan, kun suunnittelemattomien seisokkien määrä vähenee.

Paperikoneidenkin laitteista tulee jatkossa yhä enemmän komponentteja, joiden valmistajat myyvät niiden mukana analytiikkapalveluja.

Tehoa soodatehtaaseen

Belgialainen erikoiskemikaalien valmistaja Solvay kertoi helmikuussa maailmanlaajuisesta ohjelmastaan, jolla se lisää laitostensa tuotantoa ja parantaa niiden luotettavuutta digitaalisilla hankkeilla.

Kemia-lehti uutisoi viime vuonna Solvayn ja analytiikkayritys SAS Instituten yhteistyöstä, jonka tavoitteena oli tehostaa digitaalista transformaatiota edistyneellä data-analytiikalla. Yksityiskohdat olivat liikesalaisuuksia.

Nyt salaisuuksien verhoa on hieman raotettu. Solvayn projektipäällikkö **Jose-Manuel de la Hoz** kertoi SAS Instituten webinaarissa koneoppimisen ja matemaattisen optimoinnin kokemuksesta Torrelavegan soodalaitoksessa.

Espanjan pohjoisrannikolla toimi-

va laitos on yli sata vuotta valmistanut natriumkarbonaattia ja sen johdannaisia.

Laitoksessa on otettu käyttöön sekä predikttiivistä että preskriptiivistä analytiikkaa. Predikttiivisessä analytiikassa järjestelmä kertoo, mitä tunnetuilla syötteillä tai lähtöarvoilla tapahtuu. Syötteet voivat olla jatkuvia suureita, kuten paine ja lämpötila, tai laadullisia tietoja, kuten viikonpäivä tai vuodenaika.

Preskriptiivinen analytiikka neuvoo, kuinka laitteet pitää säätää, jotta saadaan haluttu lopputulos. Muuttujia on paljon, Torrelavegassa noin viisisataa.

Vaikka tarkkoja lukuja tuloksista ei paljasteta, kokemukset olivat niin myönteisiä, että yhtiö aikoo laajentaa toimintaa. Nyt puhutaan jo digitaalisen transformaation skaalaamisesta.

Tiedon pitää kulkea

Projektipäällikön esitys havainnollisti myös, miten tärkeää on kehittää yrityksen organisaatiota tekniikan rinnalla.

”Ihmiset eivät ensin ymmärtäneet kehittyneen analytiikan arvoa, vaan suhtautuivat siihen epäluuloisesti”, de la Hoz kertoi.

Arvo piti siksi todistaa konkreettisesti.

De la Hozin mukaan on tärkeää aloittaa pienestä ja edetä siitä testamalla ja oppimalla.

”Epäonnistu nopeasti ja sopeuta silloin, kun on tarpeen”, hänen neuvonsa kuuluu.

Torrelavegan hankkeessa laadittiin

historiallisen datan perusteella erilaisia ”mitä jos” -skenaarioita. Näin näytettiin, mitä olisi ollut saavutettavissa mallin ja optimoinnin avulla.

Kun on saatu käsitys analytiikan potentiaalista, on helpompi päättää uudistuksen toimeenpanosta.

Jos arvoa ei diagnostiikkavaiheen jälkeen kuitenkaan ole löytynyt, rahaa ja aikaa ei de la Hozin mukaan kannata tuhlaa sen enempää.

Jos hanke taas päädytään toteuttamaan, viestinnän on toimittava organisaation kaikilla tasoilla ja kaikkiin suuntiin. Informaation täytyy kulkea sekä ylhäältä alas että alhaalta ylös.

Paperikoneen komponenttien mukana myydään tulevaisuudessa myös analytiikkapalveluja.

On myös hyvä valita ”digitaalispesialisti”, joka kokoaa tiedot henkilöstön epäilyksistä ja peloista. ”Hänen pitää olla hyvä kuuntelija”, de la Hoz korostaa.

Kielimuri murrettava

Olennaista on murtaa ”kielimuri” yhtäältä datatieteilijöiden ja toisaalta kemistien ja prosessi-insinöörien väliltä.

Prosessiteollisuudessa tehtaavat jalostavat tuotetta fyysisistä raaka-aineista, atomeista ja molekyyleistä. Datan voi mieltää tuotannon apuaineeksi tai katalyytiksi.

Kun tekoäly tulee taloon, on koottava yhteen monialaisia tiimejä. Lisäksi tarvitaan ihmisiä, jotka toimivat ”bisnestulkkeina”. Heidän täytyy tuntea sekä prosessi että kehittynyt analytiikka ja sen mahdollisuudet.

Tärkeää on eteneminen asteittain.

”Pitää aloittaa yksinkertaisista valkoisen laatikon malleista ja edetä vasta myöhemmin pitkälle kehittyneisiin koneoppimismalleihin”, de la Hoz opettaa.

”Insinöörit alkavat luottaa malleihin, kun he pystyvät tulkitsemaan niitä.”

Konsernin mitassa tilanne helpottuu

ja siirtymävaiheen kustannukset alenevat, kun ensimmäisen tehtaan kokeuksia hyödynnetään muualla.

”Ensimmäisessä laitoksessa pelkkä diagnostinen vaihe vei kolme kuukautta. Seuraavassa tehtaassa vietiin kolmessa kuukaudessa läpi koko projekti.”

Tuottavuusloikka Torniossa

Solvayn ja SAS:n hanketta Espanjassa on kiinnostavaa verrata Outokummun ja ohjelmistojätti Microsoftin projektiin Suomessa.

Outokumpu kertoi kesällä, että yhtiön uusi digitaalinen alusta ja predikttiivinen analytiikka olivat auttaneet lisäämään sen Tornion-tehtaan teräksentuotantoa 10–15 prosenttia. Laatuhäiriöiden määrä puolestaan väheni 40 prosenttia.

Outokumpu rakensi oman alustansa Microsoftin Azure-alustan pohjalle. Kehitystyö vei aikaa vuoden 2019 ensimmäisen puoliskon.

”Neljästätoista käyttökuukaudessa on päästy poikkeuksellisen pitkälle”, sanoo Outokummun liiketoiminnan muutoksesta vastaava johtaja **Jan Hofmann**.

Uusi teknologia vie kokemuspohjai-

sesta ja intuitiivisesta päätöksenteosta kohti datavetoista toimintaa. Analytiikan hyödyntäminen auttaa erityisesti kokemattomia operaattoreita.

Teknologia voi tarjota myös yhtiön asiakkaille uutta tietoa tuotteista. Tulevaisuudessa jokaisesta teräsrullasta pystytään esimerkiksi kertomaan sen hiilijalanjälki.

Kokemukset hankkeen toteuttamisesta näyttävät Outokummussa olleen samankaltaisia kuin Solvaylla.

”Tietenkin törmäsimme moniin haasteisiin matkan varrella. Meillä on ollut vaikeita keskusteluja mutta myös menestystä”, kuvailee yhtiön digitaalisen valmistuksen ohjelman projekti-päällikkö **Minna Bhati**.

Analytiikka pilveen

Prosessitiedon jalostamisessa analytiikka ja tekoäly tukeutuvat muihin tietotekniikan työkaluihin ja järjestelmiin, kuten pilvipalveluihin. Teknologiat kytkeytyvät toisiinsa, ja yritysten välille syntyy uusia kumppanuuksia.

SAS Institute ja Microsoft solmivat kesäkuussa strategisen kumppanuussopimuksen. SAS:n analytiikka- ja ko-

» » »



Paperitehtaan telapäällysteen elinikä venyy simuloinnin ansiosta jopa kuusi viikkoa, mikä tuo merkittäviä säästöjä.

Data kerätään tehtaista ja laitteista pilveen, jossa se analysoidaan.



Adobe Stock

neoppimistuotteita siirretään samaan Azure IoT -palveluun, jota Tornion teerästehdas käyttää. Palvelu mahdollistaa datan keräämisen tehtaista ja laitteista pilveen.

Suomen SAS Institute Oy:n asiantuntijoiden mukaan analytiikka ja tekoäly kannattaa tuoda mahdollisimman lähelle dataa, jotta viiveet ja tiedonsiirto voidaan minimoida.

SAS muistuttaa, että datamassat kasvavat joka alalla, joten analytiikalla on paikkansa kaikkialla. Monet algoritmit myös toimivat toimialasta riippumatta. Ainoastaan data, jolla algoritmeja koulutetaan, vaihtuu.

Analytiikka sopii yhtiön mukaan esimerkiksi metalliteollisuuteen erittäin hyvin, koska prosessiin tuleva raaka-aine on aina erilaista. Muun muassa kierrätysmetallin osuus sekä malmin rautapitoisuus ja muut ominaisuudet vaihtelevat.

Samanlaiset raaka-aineen analysoinnin haasteet tulevat vastaan myös esimerkiksi sellussa, kemikaaleissa, maidossa ja viljassa.

Joukkoälyn voimin

Kaikilla toimialoilla nousee tekoälyn ohessa uutena voimana esiin myös ihmillisen organisaation älykkyyks. Kollektiivisen älyn käsite esiintyy monissa

menestystarinoissa, hieman eri sanoin muotoiltuna.

Jose-Manuel de la Hozin mukaan yksi Torrelavegan soodatehtaan digitalisoinnin prioriteeteista oli ”vahvistaa kollektiivista älyä” samalla, kun digitaalista tietoisuutta lisättiin ja johtamisen muutosta kiihdytettiin.

Outokumpu puolestaan puhuu ”taitokuilun” täyttämisestä. Siinä missä yksi työntekijä on tuottanut terästä jo kymmeniä vuosia, toinen vasta aloittaa työnsä alalla.

Olemme tottuneet ajattelemaan, että tieto, kokemus ja äly ovat sidoksissa yksilöön ja vain osittain ja hitaasti siirrettävissä uusille ihmisille.

Nyt teknologian kehitys on muuttanut tilanteen. Esimerkiksi prosessiteollisuudessa jokainen operaattori saa käyttöönsä muiden operaattorien keräämää tietämystä ja kokemusta.

Sivutuotteena demokratia

Keskustelu tiedon jalostamisesta alkaa yleensä aina kustannussäästöistä, jotka on helppo määrittellä. Seuraavaksi puhutaan laadun ja asiakaspalvelun parantamisesta.

Kun mennään eteenpäin, mukaan ilmaantuu jo yllättäviä etuja, kuten demokratia.

”SAS uskoo analytiikan demokrati-

sointiin”, kirjoitti yhtiön teknologiajohtaja **Oliver Schabenberger** kesäkuuisessa blogipostauksessaan.

SAS Institutin ja Microsoftin kumppanuussopimuksen julkistamistilaisuudessa molemmat yritykset kuvailivat yhteistä visiotaan, jonka tavoitteena on demokratisoida tekoäly.

Schabenberger uskoo, että entistä suurempi polku pilveen auttaa yhtiön asiakkaita tekemään analytiikan avulla perusteltuja, näyttöön ja tietoon perustuvia ratkaisuja.

”Tällaiset päätökset voi ymmärtää jokainen tieto- ja taitotasostaan riippumatta”, hän sanoo.

Yksi osa demokratisointia on ihmisten teknologialukutaidon parantaminen. Schabenberger menee vielä pidemmälle.

Hänen mukaansa olemme siirtymässä teknologiataitoisten ihmisten maailmasta ihmistaitoisen teknologian maailmaan. Muutos tarkoittaa älykkäitä, automaattisia, luotettavia ja selitettäviä päätöksentekojärjestelmiä, jotka ovat myös skaalattavissa.

”Analytiikka ja tekoäly näyttävät ratkaisevaa osaa näiden järjestelmien rakentamisessa.” □

Kirjoittaja on tiedetoimittaja.
kalevi.rantanen@kolumbus.fi