

# Ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn kehitysvaateet julkiselle sektorille – *alustavia havaintoja*

VN-TEAS Robottien ja tekoälyn kehitysvaateet tietoinfrastruktuurille – *RoboÄly-hankkeen* 1. väliraportti

Jukka **Kääriäinen**<sup>1</sup>, Tommi **Aihkisalo**<sup>1</sup>, Marco **Halén**<sup>2</sup>, Petri **Jurmu**<sup>1</sup>, Tapio **Matinmikko**<sup>3</sup>, Timo **Seppälä**<sup>4</sup>, Maarit **Tihinen**<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Teknologian tutkimuskeskus, VTT

<sup>2</sup> Aalto yliopisto

<sup>3</sup> Oulun kaupunki

<sup>4</sup> Elinkeinoelämän tutkimuskeskus, Etlä

*Väliraportissa esitetyt tulokset ovat suuntaa-antavia ja saattavat tarkentua loppuraporttiin*

[https://tietokayttoon.fi/hankkeet/hanke-esittely/-/asset\\_publisher/robottien-ja-tekoalyn-kehitysvaateet-tietoinfrastruktuurille-robotaly-](https://tietokayttoon.fi/hankkeet/hanke-esittely/-/asset_publisher/robottien-ja-tekoalyn-kehitysvaateet-tietoinfrastruktuurille-robotaly-)

# Sisältö

- RoboÄly-hankkeen tavoitteet
- Pääkäsitteet
- Ohjelmistorobotiikalle ja tekoälylle soveltuvat tehtävätyypit – alustavia tuloksia
- Alustavat tekniset edellytykset
- Alustavia kehittämissuhteita

*Tämä väliraportti kertoo VN-TEAS RoboÄly-hankkeen välituloksia tiivistetyssä muodossa vaiheessa, jossa on tehty kirjallisuuskatsausta sekä aloitettu haastatteluja. Hankkeen lopputuloksena syntyvä raportti julkaistaan syksyn 2018 aikana.*

# RoboÄly-hankkeen tavoitteet

# Hankkeen tavoitteet

- **Päätavoitteena** on tuottaa tietoa päätöksenteon tueksi siitä
  - *mitä ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn hyödyntäminen edellyttää julkishallinnon tietovarannoilta ja käytännöiltä sekä*
  - *esittää arviointimalli, valintakriteeristö ja*
  - *kehittämistoimenpide-ehdotuksia.*
- **Ensimmäisenä välituloksena** tuotetaan alustava *selvitys ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn hyödyntämisestä sekä alustavista teknisistä edellytyksistä ja mahdollisista kehittämiskohteista.*
- **Hankkeen lopputuloksena** syntyy koostava raportti hankkeen tuloksista kuvaten *mitä ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn hyödyntäminen edellyttää julkishallinnon tietovarannoilta ja käytännöiltä sekä esittää arviointimallin ja valintakriteeristön.*
- **Aikataulu:**
  - Ensimmäinen väliraportti: kesäkuu 2018
  - Hankkeen loppuraportti: lokakuu 2018

# Tutkimuksen toteutus

Selvitetään **missä/miten RPA/AI:tä on hyödynnetty** organisaatioiden päätöksenteko- ja tukiprosesseissa

**Kriteerit miten valitaan** sopivat prosessit/palvelut, johon RPA ja AI soveltuvat ja **miten kehityshankkeiden hyötyjä arvioidaan** => menetelmät/mallit

**Tekniset edellytykset** mitä ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn soveltaminen vaatii julkiselta sektorilta

**Tietoturva ja tietosuoja** näkökulmien huomioiminen



Menetelmien soveltaminen casessa/caseissa: **mitkä ovat keskeiset viranomaisprosessit**, joihin RPA/AI soveltuvat

**Kehitystoimenpiteet-/ideat** julkiselle sektorille

[VN-TEAS TuoDigi<sup>1</sup>](#):  
digipotentialin  
arvioinnin menetelmä

<sup>1</sup>TuoDigi: <http://vnk.fi/julkaisu?pubid=16202>

# Haastateltavat organisaatiot

- Hankkeen aikana haastatellaan julkisen sektorin organisaatioita, palvelukeskuksia sekä yrityksiä.
- 1. vaiheessa haastatellut/yhteistyö organisaatiot:
  - Kunta & kaupunkisektori: Oulun kaupunki, Oulunkaari, Monetra
  - Ministeriöt, virastot, palvelukeskukset: Valtiovarainministeriö, Kela, Vero, Palkeet
  - Yritykset: Siili Solutions, KnowIT, Korkia
- Teemme yhteistyötä VN-TEAS KUNiT hankkeen kanssa.

# Pääkäsitteet

# Ohjelmistorobotiikka

- Ohjelmistorobotiikalla (RPA – Robotic Process Automation) tarkoitetaan ohjelmia, joita *voidaan konfiguroida käyttämään organisaation tietojärjestelmiä tai sovelluksia kuten ihminenkin niitä käyttäisi*.
- Ohjelmistorobotti suorittaa sille annettuja - tyypillisesti rutiininomaisia - tehtäviä eikä sisällä suurempaa älykkyyttä. Tällaisia työtehtäviä löytyy tyypillisesti organisaatioiden *tukitoimintojen* (kuten HR ja taloushallinto) ja *palvelukeskusten* (kuten Oulunkaari, Palkeet, Monetra) tehtävistä.
- Ohjelmistorobotiikka soveltuu automatisointiratkaisuksi parhaiten silloin, kun tavoitteena on tuotannossa olevien prosessien automatisointi ja pyrkimyksenä säilyttää käytössä olevat tietojärjestelmät (Railio, 2018).
- Ohjelmistorobotti ei sisällä tekoälyominaisuuksia, joten ne eivät ymmärrä lukemaansa tai osaa tehdä päätelmiä (Lowes et al., 2017).



# Tekoäly<sup>1</sup> – AI (Artificial Intelligence)

- Käsitteenä laaja ja moniulotteinen
- Ei ole yksi teknologia, vaan nimikkeen alle kuuluu joukko erilaisia menetelmiä, teknologioita, sovelluksia ja tutkimussuuntia.
- Liittyy useisiin tieteenaloihin
- Tekoäly Russelia ja Norvigia (Russel & Norvig, 2014) mukaillen: *“Tekoälyn avulla koneet, laitteet, ohjelmat, järjestelmät ja palvelut voivat toimia tehtävän ja tilanteen mukaisesti järkevällä tavalla.”*
- Jonkinasteinen oppiminen/opettaminen ja autonomisuus liitetään usein tekoälyyn.
- Vaikka ohjelmistorobotiikka ja tekoäly nähdään käsitteellisesti erillisinä, niin tulevaisuudessa käytännön ratkaisut integroituvat. Tämä kehitys on nähtävissä jo järjestelmätoimittajilla (Le Clair, 2017).

<sup>1</sup>Tekoälyn kokonaiskuva ja osaamiskartoitus; Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja No. 46/2018

# Ohjelmistorobotiikalle ja tekoälylle soveltuvat tehtävätyypit – alustavia tuloksia

# Ohjelmistorobotiikalla ja tekoälyllä automatisoitavan palvelun tunnusmerkkejä

- Kirjallisuuden sekä haastatteluiden tulosten pohjalta ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn soveltuvuutta voidaan tarkastella automatisoitavan palvelun/prosessin/tehtävän ominaisuuksien avulla.
- Ohjelmistorobotiikka soveltuu erityisesti rutiininomaisiin sääntöpohjaisiin tehtäviin, joissa käytetään strukturoitua dataa sekä, joissa on selkeät vastaukset, joihin voidaan päätyä. Tekoäly puolestaan soveltuu tilanteisiin, joissa ei välttämättä ole yhtä sääntöpohjaisesti määriteltävää vastausta vaan vaaditaan päättelyä ja vastaus on jonkinlainen approksimaatio. (Kääntä, 2017)
- Yleisesti ohjelmistorobotiikkaa ja erityisesti tekoälyä tulisi harkita, kun mietitään tietyn toiminnon skaalautumista (toiminnan skaalaaminen teknologiaa hyödyntämällä).

# Ohjelmistorobotiikalle ja tekoälylle soveltuvat tehtävätyypit – alustavia tuloksia

## *Ohjelmistorobotiikka*

# Ohjelmistorobotiikka: automaatiomahdollisuuksia julkisella sektorilla (Deloitte, 2017)



- **Keskus- ja paikallishallinto:** verolaskelmat, petosten torjunta (/tarkistukset), lupahakemukset, tapahtumien raportointi.
- **Poliisitoiminta:** kiinteiden sakkorangaistuksien käsittely, rikosilmoitus, tarve vähentää/poistaa samojen tietojen syöttämisestä eri järjestelmiin.
- **Terveys:** diagnostiikka
- **ja koulutus:** opinto-oikeuksien ja ilmoittautumisien hallinnointi, kurssisuoritusten (/arvioinnit) käsittely.
- Mahdollisuuksia tukipalveluissa:
  - **HR-tehtävät**, kuten palkanlaskenta, etuuksien hallinnointi, koulutus, rekrytointi.
  - **IT-toiminnot**, kuten sovellusten käytön seuranta, tiedostojenhallinta, käyttäjien ja julkaisujen hallinta, verkon valvonta ja työasematuki.
  - **Rahoitustoiminnot**, kuten täsmäytyslaskelmat, saamisten käsittely, korvausten käsittely, kulukorvaukset, tuottojen hallinta.

# Ohjelmistorobotiikka: julkisella sektorilla

- Kiinnostus vahvaa; tietoa ja esimerkkejä kaivataan.
- Käyttö lisääntyy ja yleistyy lähivuosien aikana merkittävästi. Tulevaisuuden ”Excel”.
- Kokemuksia ja osaamista hankittu hankkeiden ja pilottien avulla. Esimerkiksi:
  - Parot-hanke<sup>1</sup>: ohjelmistorobottien ja koneoppimisen ratkaisut palvelukeskuksille.
  - Monetra/Oulu ja Vantaan kaupunki hyödyntävät ohjelmistorobotteja.
  - Palkeet - Tuotantoprosessien automatisointi<sup>2</sup>.
  - Verohallinto: tehnyt useita RPA pilotteja, jotka olivat onnistuneita ja viety tuotantoon. RPA hyödyntämistä laajennetaan.
  - Kansaneläkelaitos (KELA): RPA:ta ollaan ottamassa käyttöön.
  - Oulunkaari (Oulunkaaren seutukunta) tutkii RPA mahdollisuuksia talous- ja henkilöstöhallintoon.
- Kantola et al. (2016) selvityksen mukaan pienillä kunnilla ohjelmistorobotiikan säästöpotentiaali-% nettomenoista on suhteessa pienempi kuin isommilla kunnilla. Siten pienten ja keskisuurten kuntien osalta hyötyjen saavuttaminen edellyttää kuntien välistä yhteistyötä tai alueellisen palvelukeskuksen perustamista (vrt. Oulunkaari).

<sup>1</sup><http://www.mostdigital.fi/parot-hanke/>

<sup>2</sup><https://suomidigi.fi/pelikirja/esimerkit/palkeet-tuotantoprosessien-automatisointi/>

# Prosessien valinnan kriteeristöt ohjelmistorobotiikalle

- Kriteerejä löytyy tieteellisissä lähteissä, päättötoissa, ammatillisissa kirjoituksissa, jne. Esimerkiksi, Asatiani & Penttinen (2016), Lacity & Willcocks (2016), Railio (2018), Kääntä (2017).
- Kriteerit kuvaavat automatisoitavan prosessin/tehtävän/palvelun suotuisia ominaisuuksia ja toimintaympäristöä.
- Haastatteluissa on tullut esiin menetelmiä liittyen erilaisiin tehtäväluokitteluihin, kriteereihin tai vaiheistuksiin: Palkeet, Monetra, Vero, Kela, Siili Solutions, KnowIT, Korkia.
- Haastattelussa todettiin myös, että valmista julkisen sektorin käyttöön olevaa kriteeristöä ei ole. Tieto hajallaan => siten koostava kriteeristö tarvitaan.
- Erityisesti huomioitava: miten kriteeristöä käytetään? Miten kriteeristön käyttö ohjaa järkeviin valintoihin? Kriteeristön käyttökyky (osa kriteereistä enemmän suunnattu liiketoimintahenkilöille ja osa IT-henkilöille arvioitavaksi)?

# Alustavia kriteerejä ohjelmistorobotiikalle

Kriteerilista perustuu kirjallisuuteen sekä hankkeen aikana tehtyihin haastatteluihin.



Kriteeri	Kuvaus
<b>Toiminnan volyyymi:</b> <b>Transaktiot</b> <b>Volyyymi kompleksisuuden kautta</b>	Usein toistuva tehtävä. Tehtävän ajallinen kesto, monia yhteen nivoutuvia vaiheita. Tehostuspotentiaalia.
<b>Tietojärjestelmäviidakko</b>	Tehtävässä toimitaan useissa tietojärjestelmissä. Esimerkiksi tiedon kokoaminen eri tietojärjestelmistä yhteen raporttiin. Mikäli käytetään usean eri organisaation tietojärjestelmiä, ohjelmistorobotille voidaan antaa oikeus eri organisaatioiden tietojärjestelmiin.
<b>Vakiintuneet toimintaympäristöt ja prosessit</b>	Tehtävä suoritetaan aina samojen ennalta määriteltyjen tietojärjestelmien sisällä sekä vakiintuneilla prosesseilla.
<b>Taustatietojärjestelmät ovat ”kypsiä”</b>	Toiminta vakiintunutta. Tietojärjestelmät eivät enää kehitysvaiheessa. Myös tilanteet, jossa tietojärjestelmä on elinkaaren loppuvaiheessa ja kuitenkin tarvitaan integraatiota. RPA:n avulla integraatio ilman kallista tietojärjestelmämuutosta.
<b>Dokumentoidut prosessit</b>	Tehtävien suoritus tiedetään tarkalleen. Mikäli tätä ei ole niin se tulee ensin muodostaa.
<b>Vähäiset kognitiiviset vaatimukset (vähäinen inhimillinen tulkinta / asiantuntemus)</b>	Tehtävän suorittamiseen ei vaadita luovuutta, ns. hiljaisen tiedon tai käytännön kokemuksen hyödyntämistä tai monimutkaisten tulkintojen tekemistä, joka vaatisi jo tekoälyn käyttämistä.
<b>Ei harkintaa</b>	Prosessissa ei saa olla viranomaisen harkintaa (ei voida kuvata yksikäsitteisellä säännöstöllä).
<b>Tehtävä eriteltävissä yksitulkintaiseksi säännöstöksi</b>	Tehtävä on helposti jaettavissa yksinkertaisiin ja suoraviivaisiin, sääntöihin perustuviin askeliin, joissa ei ole tulkinnanvaraa tai mahdollisuutta väärintulkinnalle.
<b>Alttius inhimillisille virheille</b>	Tehtävä on altis inhimillisille virheille, joita tietokoneet eivät tee.
<b>Virheiden vaikutus on merkittävä</b>	Tapahtuvien virheiden merkitys suuri esimerkiksi taloudellisiin, oikeusturvaan, tasa-arvoon tms. liittyvissä asioissa.
<b>Vähäinen tarve poikkeusten käsittelylle</b>	Tehtävä on standardoitu ja poikkeuksia suorituksessa esiintyy vähän tai ei ollenkaan.
<b>Syötöt sähköisessä muodossa</b>	Prosessissa tietosyötöt ovat valmiiksi sähköisessä muodossa.
<b>Tehostava tehtävä</b>	Tehtävä jota ei nyt tehdä, mutta sen tekeminen tehostaisi muiden tehtävien tekemistä.
<b>Kustannukset ovat tiedossa</b>	Organisaatio ymmärtää tehtävän kustannus-rakenteen ja kykenee arvioimaan automatisoinnin vaikutuksen tehtävän kustannuksiin sekä laskemaan automatisoinnin tuottaman pääoman tuottoasteen (ROI).



# Ohjelmistorobotiikalle ja tekoälylle soveltuvat tehtävätyypit – alustavia tuloksia

## *Tekoäly*

# Kriteerejä tekoälylle – potentiaaliset tehtävätyypit

Mehr (2017) jakaa julkishallinnon tekoälyn soveltamisen potentiaaliset tehtävätyypit seuraavasti:

<b>Resursointi</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hallinnollista tukea tarvitaan tehtävien valmistumiseksi.</li><li>• Kyselyjen vasteajat ovat pitkiä tukiresurssien vähyden vuoksi.</li></ul>
<b>Suuret datamäärät</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Datamäärä on liian suuri työntekijöiden tehokkaaseen käsittelyyn.</li><li>• Sisäisiä ja ulkoisia dataa voidaan yhdistää tulosten ja näkemysten parantamiseksi.</li><li>• Data on rakenteista ja sitä on pitkältä ajalta.</li></ul>
<b>Asiantuntijapula</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tekoäly voi huolehtia peruskysymyksistä, jolloin asiantuntijoiden aikaa vapautuu monimutkaisempiin kysymyksiin.</li><li>• Asiantuntijoita voidaan tukea selvittämällä yksityiskohtia.</li></ul>
<b>Ennustettavat skenaariot</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tilanne on ennustettavissa historiadatan pohjalta.</li><li>• Ennustaminen auttaa aikariippuvaisia vastauksia (nopeus).</li></ul>
<b>Menettelytapa</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tehtävä toistuu samanlaisena.</li><li>• Inputit / outputit ovat binäärejä.</li></ul>
<b>Monipuolinen data</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dataan sisältyy visuaalista/spatiaalista ja auditiivista/lingvististä tietoa.</li><li>• Laadullista ja määrällistä dataa pitää vetää yhteen säännöllisesti.</li></ul>

# Tekoälyn kyky ratkaista ongelmia päätöksentekoprosesseissa

Tekoälyn kyvykkyys ratkaista ongelmia riippuu viidestä päätekijästä (Desouza, 2017):

1. **Ongelman luonteen ymmärtäminen:** Tekoälyllä ratkaistavan ongelman luonne (causation / prediction). Jotkut päätökset vaativat ennakointia ja toiset syy-seuraus suhteita ja niiden mekanismeja.
2. **Käytettävissä oleva data:** Käytettävän datan on oltava laadukasta ja sitä on oltava suuri määrä eri lähteistä, jotta tekoälyn tekemät päätelmät ovat luotettavia. Julkishallinnon data on usein hajautunutta, ei normalisoitua, joka aiheuttaa ongelmia tekoälylle.
3. **Koulutusdatan saatavuus:** Tekoäly tarvitsee riittävää (määrä, edustuksellisuus) koulutusdataa ennen käyttöönottoa.
4. **Käytetyn datan laadun evaluointi:** Tehdäkseen oikeita päätöksiä, tekoälyn käyttämän datan täytyy olla oikeaa ja laadukasta.
5. **Tekoälysovellusten tietoturva:** Tekoälysovellukset täytyy suojata hakkereilta ja kyberhyökkäyksiltä sekä huolehtia yksityisyyden suojasta.

# Tekoälyn rooli viranomaisprosesseissa – eri soveltamiskohteita



- Edetty pilottien kautta. Esimerkiksi chatbot kokeilut/käyttö:
  - Kansaneläkelaitoksella (KELA)
  - Maahanmuuttovirastolla (MIGRI)
  - Verohallinnolla
- Pilottisuunnitelmia hyödyntämiselle kuntasektorilla, esimerkiksi Oulun kaupungilla:
  - Asiakaspalvelu: Älykkäät chatbotit. Palautejärjestelmän älykkyys (trendianalyysiä, vastaukset asiakkaille).
  - Lupaprosessit (avustava tai päätöksentekorooli asiakasrajapintaan),
  - Johtamisen / päätöksenteon tuki (kaupungin sisäisissä päätöksissä (faktojen keruu / päätös)).
- Tekoälyn laaja hyödyntäminen julkisella sektorilla vielä tulevaisuutta. Toiminta erityisesti chatbottien ympärillä on myös kansallisesti aktiivista<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>[https://www.tivi.fi/Kaikki\\_uutiset/suomalainen-it-firma-kuittasi-4-5-miljoonaa-euroa-riskirahaa-pohina-chatbottien-ymparilla-on-nyt-kovaa-6728237](https://www.tivi.fi/Kaikki_uutiset/suomalainen-it-firma-kuittasi-4-5-miljoonaa-euroa-riskirahaa-pohina-chatbottien-ymparilla-on-nyt-kovaa-6728237)

# Tekoälyn rooli viranomaisprosesseissa – eri soveltamiskohteita



- Haastattelujen mukaan tekoälyn rooli viranomaisprosesseissa voi vaihdella:
  - Onko tekoäly toimintaa tukeva vai päätöksiä tekevä?
    - Soveltamisen pääpaino toimintaa tukevana, kun päätöksentekoon liittyy tai sen kohteena on organisaation ulkopuolisia toimijoita.
    - Soveltamisen pääpaino päätöksiä tekevänä, kun päätösten tekeminen liittyy organisaation omaan toimintaan tai jos tehtyä päätöstä voidaan helposti muuttaa (esim. henkilöverotus)
  - Kohdistuuko tekoälyn soveltaminen ”front-office” (esimerkiksi chatbotit) tai ”back-office” (esimerkiksi AI -ratkaisut asiantuntijoiden avuksi) -tyyppisiin tehtäviin.
- Haastatteluissa viitattiin tekoälyn ensimmäisenä sovellustasona julkisella sektorilla ”toimintaa tukevaa tekoälyä”. Tämä mahdollistaa viranomaisen työn tehokkaamman hoitamisen, esimerkiksi:
  - Keräämällä tietoa analyysiä tai päätöksentekoa varten.
  - Kokoamalla mielenkiintoisia tapauksia ihmisen tarkastettavaksi hakemusmassasta.
  - Tarjoamalla kommunikaatiotukea asiakasrajapintaan.

# Tekoälyn rooli automaatiassa – eri tasoja

- Stirling (2017) esittää luonnoksen viidestä tasosta tekoäylle julkisella sektorilla. Tämä auttaa ymmärtämään tekoälyn soveltamista julkisella sektorilla.
- Tasoissa on sovellettu yhdysvaltalaisen autoalan standardointijärjestön SAE Internationalin (Society of Automotive Engineers) autonomisten autojen automaatiotasoja.

<b>Taso 5</b>	<i>Täysin automatisoitu järjestelmä, joka ei tarvitse ihmisen osallistumista palvelun tuottamiseen ollenkaan.</i>
<b>Taso 4</b>	<i>Automaatio – julkinen palvelu toimii täysin automaattisesti, kunnes törmää erityiseen tapaukseen, jossa tarvitaan ihmisen tulkintaa ja päätöksentekoa.</i>
<b>Taso 3</b>	<i>Puoliautomaattinen – järjestelmä suorittaa rutiinitehtäviä ilman ihmisen valvontaa, mutta järjestelmä hälyttää kun ihmisen työpanosta tarvitaan.</i>
<b>Taso 2</b>	<i>Valvonta – järjestelmä huolehtii rutiininomaisesta toiminnasta ihmisen jatkuvassa valvonnassa ja osoittaa vaikeampia tapauksia ihmisen suoritettavaksi. Ihmisen on oltava valmis puuttumaan tehtävän suoritukseen jatkuvasti.</i>
<b>Taso 1</b>	<i>Yksinkertainen tuki – antaa tukea palvelun suorittamiseen esimerkiksi tiedon syöttö, tiedon prosessointi, identifioidaan aineistosta luokkia, jne.</i>
<b>Taso 0</b>	<i>Ei automaatiota – julkisen sektorin palvelu suoritetaan ihmisvoimin.</i>

- Tulkittaessa tasoja huomataan, että järjestelmän ”vastuu” kasvaa siirryttäessä ”toimintaa tukevasta tekoälystä” autonomisiin päätöksiin: vaatii sääntelyä ja lainsäädäntöä sekä myös eettisiä ja moraalisia sääntöjä miten järjestelmiä kehitetään, operoidaan ja ylläpidetään.

# Kanada: standardi automaattiseen päätöksentekoon

(Treasury Board Standard on Automated Decision Support Systems)

- Kanada on määrittelemässä kehystä miten kansalliset hallintoviranomaiset voivat käyttää tekoälyä ja prosessiautomaatiota päätöksenteossa (kehys tietojärjestelmille). Tämä sisältää aiheita kuten algoritmien läpinäkyvyys ja järjestelmien auditointi.
- Automaattisen päätöksenteon järjestelmillä voidaan tuottaa merkittäviä vaikutuksia yhteiskunnalle ja siten niitä tulee kehittää ja käyttää huolellisesti.
- Kehitteillä olevan standardin tarkoituksena on auttaa Kanadan julkista sektoria hyödyntämään koneälyä ja prosessiautomaatiota hallinnollisissa päätöksissä.
- Tavoitteena on varmistaa, että näitä tehtäviä suorittavat tietojärjestelmät suunnitellaan ja niitä operoidaan vastuullisesti noudattaen kanadalaista ja kansainvälistä lainsäädäntöä, standardeja ja määräyksiä.
- Haastatteluissa todettiin, että vastaava olisi hyvä myös Suomelle. Selkeyttää vaatimuksia ja toimintatapoja (kuten elinkaarenhallinta) liittyen automaattisen päätöksenteon tietojärjestelmien kehittämiseen, operoimiseen ja hallintaan.

# RoboÄly –hankkeen kriteeristöjen hyödyntämisa jatuuksia julkiselle sektorille

- Kriteeristöjä voidaan hyödyntää osana *VN-TEAS Tuodigi* hankkeessa kehitettyä Digipotentialin arvioinnin menetelmää (Parviainen et al., 2017). Yhteistyö *VN-TEAS Kunit* -hankkeen kanssa.
- RPA/AI kriteeristöjä voidaan hyödyntää julkisella sektorilla kun arvioidaan RPA:n/AI:n hyödyntämistä kunnan prosesseissa.
  - RPA/AI kriteeristöjen jalkauttaminen toimintaan kuntakentälle (vrt. Digitaalinenkunta.fi).



# Alustavat tekniset ja tietoturvan edellytykset

# Tekniset edellytykset

# Tekoäly – Koneoppiminen 1/2

- **”Keino jolla tietokoneet oppivat asioita ilman, että niitä siihen erikseen ohjelmoidaan”** (Samuel, 1959)
- Koneoppiminen on yksi tekoälyn osa-alue<sup>1</sup> edustaen datapohjaisia menetelmiä:
  - Muita tekoälyn osa-alueita ovat esim. mallipohjaiset menetelmät sekä laajemmin erikseen robotiikka, konenäkö ja luonnollisen kielen käsittely (NLP).
- **Koneoppiminen on vallitseva ja tyypillinen tapa nykyisin toteuttaa tekoälyratkaisuja:**
  - Sovelletaan myös ratkaisemaan robotiikan, konenäön ja luonnollisen kielen käsittelyn ongelmia, jos muut ratkaisumallit ovat haasteellisia.

<sup>1</sup>Muita tyypillisiä osa-alueita ovat esimerkiksi luonnollisen kielen käsittely (lähde: Holmström & Seppälä 2018 (tulossa))

# Tekoäly – Koneoppiminen 2/2

- Koneoppimisella tuotetaan opetettuja tekoälymalleja AI-järjestelmien käyttöön:
  - Neuroverkot ja syväoppivat neuroverkot (l. monimutkaiset neuroverkot) ovat koneoppimis-algoritmityyppinä ja niiden pohjalta tuotetut tekoälymallit tehokkaita monissa erittäin monimutkaisissa ongelmatyypeissä.
  - Myös muita algoritmityyppinä sekä niiden erilaisia yhdistelmiä on olemassa ja ne kehittyvät jatkuvasti.
- Koneoppimisen ratkaisut soveltuvat monimutkaisiin epäeksakteihin ongelmiin:
  - Tulokset useasti skaalattuna 0-1 välillä.
  - Muunnettava ja tulkittava varsinaiseksi tulokseksi esim. ihmisluettavaksi.
  - Suurten tietomäärien esiseulonta; seulontatulosten lopullinen tarkastelu ihmisvoimin.
- Tavallisesti koneopitut algoritmimallit tuotetaan opettamalla esimerkkien tai 'palkintojen' avulla.

# Koneoppimisen edellytyksiä - Kapasiteetit

- Laskenta- ja tiedonsiirtokapasiteetin tarve kehityksen ja käytön aikana riippuvainen käsiteltävän tietoaineiston sisältötyypistä:
  - Esim. kuva- tai videopohjaisen aineiston hyödyntäminen niin opetuksessa kuin järjestelmän käytössä vaatii enemmän laskenta- ja tiedonsiirtokapasiteettia.
  - **Valmiin mallin varsinainen käyttö ja hyödyntäminen sovelluksissa kevyempää.**
- Laskentakapasiteetti:
  - Tekoälymallin opetusvaihe data- ja laskenta-intensiivinen, GPU-pohjainen laskentakiihdytys monesti hyödyllinen.
- Tiedonsiirtokapasiteetti:
  - Riippuen verkkoetäisyydestä tietoaineiston tallennuspaikkaan.
  - Opetusvaihe edellyttää koko ajatellun tietoaineiston saatavuutta, joka voidaan noutaa:
    - **Koostena:** koostetaan datalähteistä esim. CSV-muotoiseksi -> vaatii paljon tietoliikennekapasiteettia.
    - **Paloittain/erissä:** Haetaan paloittain lähteistä opetuksen yhteydessä -> ei vaadi tietoliikennekapasiteettia pitkiksi ajoiksi, hidastaa kokonaisuutta ja vaatii edelleen samat esikäsittelyvaiheet paloille.

# Koneoppimisen edellytyksiä - Data

- Datan käsittely koneopetuksen opetusvaiheessa on yksi kenties työläimmistä vaiheista kehityksen aikana.
- Parhaimmillaan opetus on **kuitenkin ainutkertainen** tapahtuma.
- Datan laatu on merkittävä asia, joka vaikuttaa tekoälymallin ja siten siitä koostetun järjestelmän toiminnan hyvyyteen; esim. vinoutumat, virheiden korostuminen ja kertautuminen aineistoja yhdisteltäessä tai koosteita muodostettaessa voivat johtaa vinoutuneisiin ja virheellisiin tuloksiin.
- Data ja sen muita ominaisuuksia, joita on otettava huomioon etukäteen:
  - saatavuus, varastointi ratkaisut, pääsy dataan, omistajuus sekä käyttöoikeudet,
  - erityisesti laatu,
  - rakenne ja esitysmuodot tekoälykäyttöön:
    - Koneopetuksen käytössä yleensä CSV-muotoiltu massadata.
    - Esikäsittelyä ja CSV:n muodostamista helpottaa esimerkiksi tidy data – muotoinen (Wickham, 2014) rakenne.

# Koneoppimisen edellytyksiä - Datalähteet

- Uusien/ylläpidettävien taustatietojärjestelmien tietomallien ja lähteiden suunnittelu/ylläpito hyvä ottaa huomioon mahdollinen tekoälykäyttö:
  - Tidy data –tyyppiset tietomallit – helpottavat ymmärtämistä ja käsittelyä
  - Mahdolliset rinnakkaiset esitysmuodot – valmiit muodot eri käyttötarkoituksiin:
    - Esimerkiksi XML, JSON, CSV ja valmiit normalisoidut ja vektoroidut tiedot AI:lle.
  - **Laatimetriikat**, suodatukset ja käyttöoikeuksien hallinta datalle.
  - Muuntimet ja valmiit koosteet.
  - Lähteen ja kuvauksen lisäys mahdolliseen katalogiin.
- Tietoaineistojen valinta/etsintä:
  - (Automaattiset) **katalogit** helpottavat, jossa tietoaineistojen metatiedot (skeemat, käyttöehdot, luvat, omistajuus, **laatutiedot...**).
  - Julkisen puolen tuottama ja ylläpitämä testidata-aineisto voisi olla hyödyllinen kehitysvaiheessa, vrt. akateemisen maailman testi- ja benchmarking-aineistot kuten MNIST (käsialanäytteitä), ImageNet (annotoitu kuva-aineisto), Canterbury corbus (tiedonpakkaus).

# Koneoppimisen edellytyksiä – Katalogit 1/2

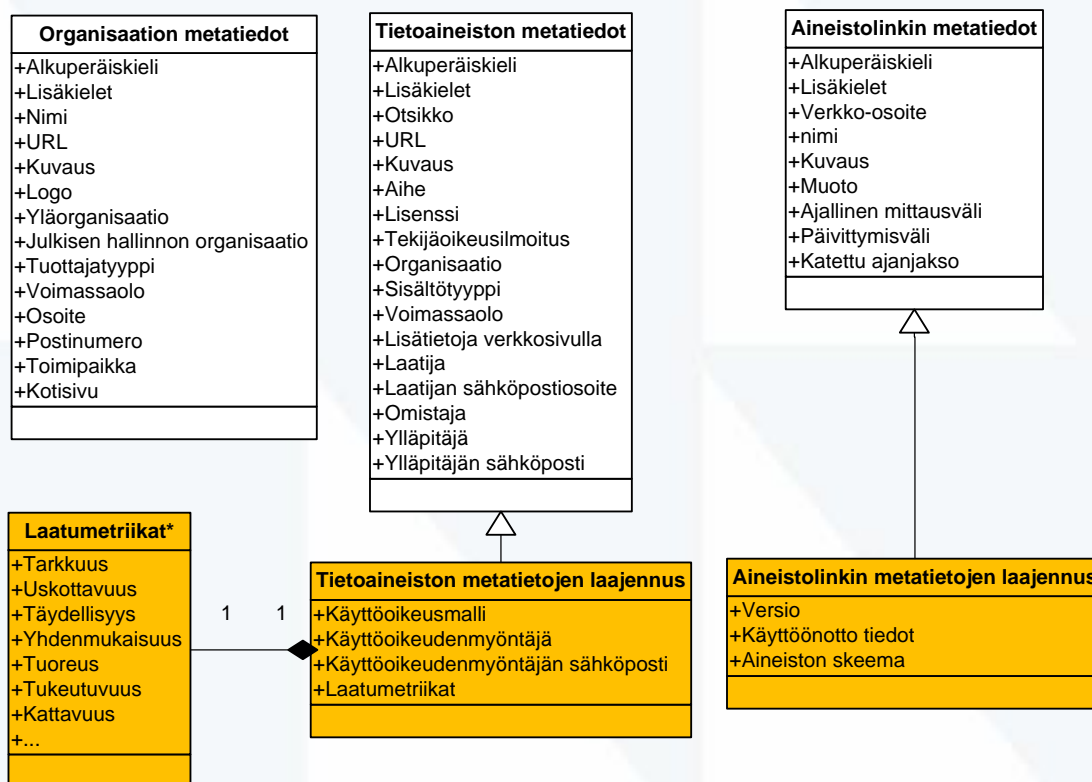
- Data-, palvelu-, laskentaresurssi-katalogit:
  - Täysin julkiset tai jotenkin näkyvyydeltään ja saatavuudeltaan säädellyt katalogit (esimerikiksi pelkästään viranomaiskäyttöön).
- Erilaiset katalogit edistävät sovelluskehitystä, yhteentoimivuutta, saatavuutta, testausta, jne.:
  - Vrt. mm. Kansallinen palveluväylä Liityntäkatalogi, VTT DigitalServicesHub, Industrial Data Space Broker, [Avoindata.fi](http://Avoindata.fi), Programmable web.
- Data –katalogit:
  - Tietoaineistojen inventaario / mitä ja missä:
    - Yhteiset, omat ja muille tarjottavat testi- ja muut datat katalogissa kuvattuina.
  - Tietoaineiston kuvaus – yhtenäisellä tavalla:
    - Lähdetiedot ja metatiedot: laatumetriikat, omistaja, tuottaja, standardit, saatavuus, käyttöoikeudet, esitysmuodot, ...



# Koneoppimisen edellytyksiä – Katalogit 2/2

- Palvelu –katalogit:
  - Valmiit opetetut AI-algoritmit palveluina.
  - Muut käytettävissä olevat valmiit työkalut ja palvelut:
    - Filterit ja muuntimet.
    - Work-flow:t.
- Laskenta-alusta –katalogit:
  - Yhteiset tai jaettavissa olevat GPU-laskenta-alustat ja -resurssit AI-käyttöön.
  - Yhteiset valmiit AI 'algoritmihautomot'.
- Koneluettavat katalogirajapinnat katalogeissa hyödyllisiä
  - Edesauttavat katalogien hyödyntämistä erityisesti ohjelmistorobottien ja tekoälyjärjestelmien kannalta
    - Esim. tekoäly tai ohjelmistorobotti voi automaattisesti selata katalogia ja valita tarvitsemansa tietolähteet koneluettavan metatietokuvauksen perusteella.

# Esimerkki: Avoindata.fi metatiedot ja mahdolliset laajennokset



Referenssi laatumetriikkojen osalta\*: *Immonen Anne, Doctoral Dissertation, Quality in open data based digital service ecosystem, 2017*

# Esimerkki AI/RPA sovellushankkeista Suomessa: OECD –kysely<sup>1</sup> Suomen julkiselle sektorille

- Tunnistettavissa yhteensä 20 selkeästi RPA tai AI hanketta:
  - Esim: liikenneonnettomuusilmoitusten luokittelu (NLP), kyberturvallisuustilannekuvan muodostamisen apuvälineet, lyhyen aikavälin talousennusteet, jne.
  - RPA: 7 toimijaa/hanketta.
  - Chatbot/Assistant: 7 toimijaa/hanketta.
  - Muut NLP: 3 toimijaa/hanketta.
  - Muut AI/ML: 3 toimijaa/hanketta.
- Ensisijainen käsiteltävän datan sisältötyyppi:
  - Alfanumeerinen: 11
  - Luonnollinen kieli (teksti): 8
  - Luonnollinen kieli (puhe): 1

<sup>1</sup>OECD:n nousevien teknologioiden temaattisen ryhmän piirissä Suomessa tehty kysely valtionhallinnosta.

# Esimerkki AI/RPA sovellushankkeista Suomessa : OECD –kysely AI/RPA Suomen julkiselle sektorille



- Chatbot tai muu vastaava NLP -pohjainen virtuaaliavustaja yleisin kehityskohde:
  - Apuväline asiakkaalle tai asiakaspalvelijalle.
  - Tulevaisuudessa kohti 'conversational interface':jä ja NLU:ta – asiat hoidetaan kokonaisuudessaan keskustelemalla koneen kanssa luonnollisella kielellä.
- Hakemus- yms. tekstien ja luokittelu ja esikäsittely.

# AI/RPA – Chatbotit ja NLP (kansallinen yhteistyö)

- Olisi hyödyllistä hakea **yhteistyömahdollisuuksia** julkisen sektorin toimijoiden kesken.
- Käyttökohteesta riippumatta voivat sisältää **paljon yhteistä** ja siten yleistettävää:
  - Yhteiset projektit ja kehitystyö.
  - Yhteiset käytännöt ja säännöt.
  - Yhteiset tekniset ratkaisut:
    - Palvelut, palvelumallit
    - Palvelukehikot ja –alustat
    - Laajennettavat tietomallit
  - Yhteiset kotimaisten kielten tekniset NLP-ratkaisut:
    - Parserit ja generaattorit
    - Kääntäjät ja tulkit
    - Sisältöanalyysit
- Yhteistyöesimerkki: Chatbottien verkosto ja kysymysten ohjaaminen 'asiantuntevalle' chatbotille (Aurora).

# Tietoturvan näkökulma

# Tietoturva: tietoturva osana kyberturvallisuutta

- Kyberturvallisuusajattelussa yhdistyy tietoturvallisuuden, jatkuvuuden hallinnan ja yhteiskunnan kriisivarautumisen näkökulma:
  - Voidaanko valtionhallinnon prosesseissa keskittyä pelkästään tietoturvallisuuteen?
  - Tiedolle taattava luottamuksellisuus, eheys ja saatavuus oltava:
    - Pääsy tietoon (tietokannat, verkkopalvelimet) on oltava ainoastaan luvallisilla henkilöillä/ohjelmistoroboteilla.
    - Pääsy tietoa prosessoivaan palveluun on oltava ainoastaan luvallisilla henkilöillä/ohjelmistoroboteilla.
  - Tapahdumien kiistämättömyys ja jäljitettävyyys.

# Tietoturva: robotti vs. ihminen

- Robottitekniikat ovat tietoturvan näkökulmasta yleensä turvallisempia kuin ihmislähtöiset prosessit:
  - Robotit toimivat tiukasti niiden korvaamien ihmisten sääntely- ja turvallisuusparametrien puitteissa.
  - Robotit seuraavat selvästi ohjelmoitua ja automatisoitua tapahtumasarjaa.
  - Robotit eivät reagoi juuri saapuviin sähköposteihin tai jätä arkaluonteisia tietoja sisältävää näyttöä lukitsematta.
- Ulkopuolelta tuleva luottamuksellisiin tietoihin kohdistuva väärinkäyttö on merkittävin turvallisuusriski RPA/AI-kehityksessä ja soveltamisessa.



# Tietoturva: OWASP

## OWASP Top 10 Vulnerabilities

QAFOX  
www.qafox.com

Owasp Top 10 Vulnerabilities (Published from 2003 - 2017)		
OWASP Top 10 - 2017	OWASP Top 10 - 2013	OWASP Top 10 - 2010
A1. Injection	A1. Injection	A1. Injection
A2. Broken Authentication	A2. Broken Authentication and Session Management	A2. Cross Site Scripting (XSS)
A3. Sensitive Data Exposure	A3. Cross-Site Scripting (XSS)	A3. Broken Authentication and Session Management
A4. XML External Entities (XXE)	A4. Insecure Direct Object References	A4. Insecure Direct Object References
A5. Broken Access Control	A5. Security Misconfiguration	A5. Cross Site Request Forgery (CSRF)
A6. Security Misconfiguration	A6. Sensitive Data Exposure	A6. Security Misconfiguration
A7. Cross-Site Scripting (XSS)	A7. Missing Function Level Access Control	A7. Insecure Cryptographic Storage
A8. Insecure Deserialization	A8. Cross-Site Request Forgery (CSRF)	A8. Failure to Restrict URL Access
A9. Using Components with Known Vulnerabilities	A9. Using Components with Known Vulnerabilities	A9. Insufficient Transport Layer Protection
A10. Insufficient Logging&Monitoring	A10. Unvalidated Redirects and Forwards	A10. Unvalidated Redirects and Forwards
OWASP Top 10 - 2007	OWASP Top 10 - 2004	OWASP Top 10 - 2003
A1. Cross Site Scripting (XSS)	A1. Unvalidated Input	A1. Unvalidated Input
A2. Injection Flaws	A2. Broken Access Control	A2. Broken Access Control
A3. Malicious File Execution	A3. Broken Authentication and Session Management	A3. Broken Authentication and Session Management
A4. Insecure Direct Object Reference	A4. Cross Site Scripting	A4. Cross Site Scripting
A5. Cross Site Request Forgery (CSRF)	A5. Buffer Overflow	A5. Buffer Overflow
A6. Information Leakage and Improper Error Handling	A6. Injection Flaws	A6. Injection Flaws
A7. Broken Authentication and Session Management	A7. Improper Error Handling	A7. Improper Error Handling
A8. Insecure Cryptographic Storage	A8. Insecure Storage	A8. Insecure Storage
A9. Insecure Communications	A9. Application Denial of Service	A9. Remote Administration Flaws
A10. Failure to Restrict URL Access	A10. Insecure Configuration Management	A10. Security Misconfiguration

- The Open Web Application Project (OWASP\*) on järjestö, jonka tavoitteena on edesauttaa luotettavien sovellusten kehittämistä, valmistamista ja ylläpitämistä
  - Järjestön ylläpitämän OWASP Top 10:n tarkoituksena on lisätä verkkosovellusten turvallisuustietoisuutta tunnistamalla niiden kriittisimmät haavoittuvuudet
- Tietoturvaohjelmien yleisyyden kehitys haittaohjelmista tunnusten kaappauksiin ja datan kalasteluun
  - Injektiot (SQL-injektio jne.) yleisin tietoturvaohjelmista
  - Tunnistautumiseen ja istunnon hallintaan liittyvät uhat voimakkaita kautta aikain
  - Datan käyttöön liittyvät uhat viimevuosien ilmiö ja vahvistuvat edelleen
- Kehitykseen vaikuttanut mm. mikropalveluiden yleistymisen
  - Verkkoon näkyvät rajapinnat yleistyneet

\*<https://owasp.org>

# Tietoturva: tietoturva ja tietosuoja AI/RPA-kehityksessä

- Turvallisuusriskien hallinta on ensisijainen kysymys ohjelmistorobotiikan kehittämisessä:
  - Tärkeintä on varmistaa, että luottamuksellisia tietoja ei käytetä väärin ohjelmistorobottien tai ohjelmistorobottien työnkulkumallin kehittämisen aikana.
  - Tietosuoja (hyvin suojattu henkilö- ja yritystieto) on haasteellinen järjestelmissä, joissa toimitaan koneiden kanssa.
- Tavoitteena on tietojen luottamuksellinen ja asianmukainen käyttö:
  - Pyritään poistamaan luvattoman käyttäjän mahdollisuudet käyttää ja manipuloida yksityisiä tietoja, joita robotit käsittelevät.

# Tietoturva: tietoturvaauhat

- Taustalla olevia järjestelmiä ei päivitetä:
  - Ovat alttiimpia haavoittuvuuksille.
  - Vauhtisokeudessa ei modernisoida taustalla olevia järjestelmiä, koska prosessit on hoidettu robotiikan avulla:
    - Seuraava tietoturvapäivitys ehkä rikkoo järjestelmän.
- Hakkeri yllättää:
  - Pääsee käsiksi dataan yritystietokannoissa, verkkopalvelimissa ja työntekijöiden tietokoneissa.
  - Rikkoo järjestelmän ominaisuuksia ja toimintoja.

“The pace of digital transformation continues to accelerate with the growth of automation, the internet of things, cloud processing and storage, and artificial intelligence and machine learning. The propagation of and growing dependency on complex, internet-connected, software-intensive digital technologies carries a serious cybersecurity downside.”<sup>1</sup>

Andy Bochman  
Senior Grid Strategist  
National & Homeland Security  
Idaho National Laboratory

<sup>1</sup><https://hbr.org/cover-story/2018/05/internet-insecurity>

# Tietoturva: tietoturva tekoälyn soveltamisessa

- Tänä päivänä tekoälyn soveltaminen tehdään etupäässä koneoppimisen menetelmin.
- Koneoppimisen (ML) algoritmit ovat työkaluja, joiden avulla AI pystyy osoittamaan älykkäämpää käyttäytymistä:
  - ML-algoritmit tarvitsevat tietoa toimiakseen oikein ja tarkasti.
  - ML-algoritmit ovat sitä tarkempia mitä enemmän on oppimiseen käytettävää tietoa.
- Ensisijainen uhka AI/ML:lle tähän mennessä aiheutuu datan käsittelyn kautta.
- Luokitusperusteiset ML-algoritmit toimivat etsimällä kuvioita (patterns) tietolähteestä:
  - Algoritmin tietolähteen tai koulutusmenetelmän tunnistaminen on arvokas keino hakkereille.
  - Haavoittuvuudet ovat luontaisesti ML-koodissa:
    - Haavoittuvuuksien testaamiseen ja korjaamiseen on olemassa tiukkoja vaatimuksia ja menetelmiä.
    - Ohjelmistosuunnittelija tarvitsee kuitenkin parempia menetelmiä löytää ja korjata virheitä ennen ohjelmiston julkaisua.

# Tietoturva: tekoälyn haavoittuvuus

- Koneoppimispohjaisten järjestelmien algoritmit voivat sisältää haavoittuvuuksia
  - Vihamieliset ja virheelliset syötteet
    - Sopivasti muotoillut virheelliset syötteet saattavat saada järjestelmän tuottamaan virheellisiä tuloksia
    - Vastakeinona riittävä testaaminen ja syötteiden oikeellisuuden tarkistus ennen käyttöä
  - Opetuksen tietolähteiden vääristely
    - Opetusvaiheessa käytettävän tietolähteen tarkoituksellinen manipulointi voi aiheuttaa tekoäly järjestelmän päätösten vinoutumista (bias) ja jopa virheellisiä tuloksia
    - Vastakeinona normaali tietolähteiden turvaaminen ja pääsyn hallittu rajoittaminen
  - Mallien varastaminen
    - Mallien algoritmien tai opetus tietolähteiden varastaminen esim. mallien kopioiden tuottamiseksi laittomaan käyttöön
    - Vastakeinona algoritmin vasteiden hallittu rajoittaminen, tekoälymallien päätöksen teon hajautus ja osatulosten sumeutus, järjestelmien yleinen turvaaminen, pääsyn rajoittaminen

# Tietoturva: tietoturvan varmistaminen

- Turvallisuuden ja saatavuuden varmistaminen joka tasolla (Fyysiset järjestelmät, verkkotaso, sovellukset ja inhimillinen vuorovaikutus).
- Kerätään lokihistoriaa, jonka avulla voidaan jäljittää ja tallentaa kaikki robottien ja käyttäjien suorittamat toiminnot.
- Pyritään vankkaan tietosuojaan:
  - Tietosuoja-asetus GDPR tuo määrittelyvelvoitteen mm. rekisteripitäjän ja tietojen käsittelijän vastuista.
  - Salausmekanismien käyttö arkaluonteiselle tiedolle.
- Roolipohjainen pääsynhallinta sisäänrakennettuna autentikointijärjestelmänä:
  - RPA-järjestelmän käyttöoikeus voidaan rajata valtuutetuille käyttäjille ja erottaa automaatiota koskevat tehtävät työntekijöiden välillä.
- Automatisoidaan pala kerrallaan, jotta kokonaisuus pysyy hallinnassa:
  - Joka vaiheessa pyritään saavuttamaan stabiili tila, jossa tietoturva varmistettu.
- Valitaan RPA-työkalut, jotka perustuvat uusimpaan TLS-protokollaan (Transport Layer Security):
  - Suojaa verkossa välitettyjen tietojen yksityisyyttä.
- Työkalujen ja järjestelmien kattava testaus:
  - Käyttöönottovaiheessa.
  - Regressiotestaus esimerkiksi bottien päivitysten yhteydessä.

# Tietoturva: oppivan järjestelmän tietoturvan varmistaminen

- Opetetun järjestelmän testaus haasteellista.
  - Ei ennalta määriteltyä toimintaa jota voidaan testata tietyillä syötteillä.
  - Tarvitaan historiadataa testauksen suunnitteluun.
  - Varmistetaan, että oppii oikeat asiat oikein eikä opi haitallisia asioita.
- Pyritään tiukkaan tietoturvan varmistamiseen jo ohjelmistojen kehitysvaiheessa.
- Käytetään tehokkaita tietoturvatestausmenetelmiä.
  - Fuzz-testaus on satunnaistestauksen muoto, jossa ohjelmaan kohdistetaan satunnaisia syötteitä ja seurataan ohjelman tulosteita.
  - Penetraatiotestauksella rikotaan järjestelmän toimintaa.
  - ”Älykäs” datan generointi ja logien kerääminen.
- Tekoäly tulee myös tietoturvan varmistamisen työkaluihin.
  - Työkalut tekevät tietyssä vaiheessa tiettyjä asioita.

# Näkemyksiä tulevaan



# Ohjelmistorobotiikka - RPA

- Vaikka ohjelmistorobotiikka ja tekoäly nähdään käsitteellisesti erillisinä, niin tulevaisuudessa käytännön ratkaisut integroituvat. Tämä kehitys on nähtävissä jo järjestelmätoimittajilla sekä nostettiin esiin haastatteluissa.
- RPA on tullut käyttäjäystävällisemmäksi graafisten käyttöliittymien myötä mahdollistaen myös liiketoimintaihmissen toteuttamat RPA ratkaisukehitykset. Tämä kehitys tulee jatkumaan myös avoimen lähdekoodin RPA ratkaisuihin (graafiset käyttöliittymät avoimen lähdekoodin RPA työkaluihin).
- Käyttö lisääntyy ja yleistyy lähivuosien aikana merkittävästi. Tulevaisuuden ”Excel”.

# Tekoäly - Koneoppiminen

- Nykyisen suppean tekoälyn osalla koneoppimista hyödyntävät tekoälyjärjestelmät tai järjestelmien osat yleistyvät vielä entisestään
  - Tuovat älykkyyttä jo olemassa oleviin tuotteisiin ja järjestelmiin tai mahdollistavat täysin uudenlaiset ratkaisut
    - Parempi konenäkö, luonnollisen kielen tuottaminen ja ymmärtäminen, älykkäämmin ohjattu robotiikka, tarkemmat ilmiöiden ennusteet, autonomiset autot, ihmiskehon kyvykkyyksien parantaminen, jne.
  - Paremmat ja paremmin saatavilla olevat jopa ilmaiset avoimen lähdekoodin kehitystyökalut ja mallit, kuten TensorFlow, Keras, Torch, jne., kiihdyttävät kehitystä entisestään
- Entistä kehittyneemmät koneoppimisen menetelmät ja alustat sallivat entistä monimutkaisemmat tekoälymallit ja siten tarkemman ja älykkäämmän toiminnan entistä kompleksisemmissä tilanteissa
  - Kehityksen voidaan ennakoida jatkuvan vielä koneoppimisessa, syväoppimisessa jne.
  - Kaikkia mahdollisia käytännön sovelluskohteita ei ole vielä nähty ja siten erilaisia uusia ja mullistavia sovelluksia on odotettavissa nykyisilläkin teknologioilla
  - Mm. mahdollisesti tekoälyn negatiivisia ja jopa rikollisia käyttötappauksia voi olla odotettavissa enemmän
    - Koneoppimista hyödyntävät kehittyneet väärennökset, harhautukset ja huijaukset, älykkäät haittaohjelmat, tietomurrot, hyökkäykset jne.

# Tekoäly - Koneoppiminen

- Edelleen kehittämisen ja kehittämisen kohteita koneoppimisessa ovat mm.
  - matemaattiset menetelmät ja mallit/arkkitehtuurit
    - Kehittymistä ja erityisesti läpimurtojen mahdollisuutta vaikea arvioida teknisestä näkökulmasta, pienempiä parannuksia ollut jo nähtävissä 5-10 vuoden kehityssyklissä, mm. syväoppivien neuroverkkojen menetelmät ja työkalut
  - laskenta-alustat
    - Laskennan hajautuminen päätelaitteisiin ja ympäristöön sekä yleisen laskentatehokkuuden ja prosessoriarkkitehtuurien edelleen kehittyminen ja tehostuminen, energiankulutus voi olla kuitenkin merkittävä haaste
    - Kvanttilaskennan mahdollistuminen saattaa edesauttaa laskentatehokkuuden parantamisessa tai mahdollistaa uudenlaisen ja ennakoimattoman tekoälyn kehityssuuntauksen
- Tekoälykehitys voi myös hakea aivan uuden suunnan ja hylätä koneoppimisen, sen ennakointi kuitenkin erittäin vaikeaa
  - Erilaiset tekoäly suuntaukset voivat myös yhdistyä paremmin toimivaksi kokonaisuudeksi
  - Nykyisen suppean tekoälyn teknologioiden rinnalle tuleva tai jopa sen korvaava yleinen tekoäly voi olla odotettavissa kaukaisessa tulevaisuudessa jos silloinkaan jollei ennakoimattomia teknisluontoisia läpimurtoja tapahdu

# Alustavia kehittämissihtdotuksia

# Alustavia kehittämisehdotuksia

- Data –katalogin muodostaminen, joka kuvaa RPA/AI hyödynnettävissä olevia tietoaineistoja. Tietoaineistojen kuvaus yhtenäisellä tavalla mitä tietoaineistoja on saatavilla, miten ja missä. Katalogin koostaminen ja elinkaaren aikainen hallinta/ylläpito tulee olla suunniteltua.
- Julkisen puolen tuottama ja ylläpitämä testidata-aineisto olisi hyödyllinen kehitysvaiheessa. AI/RPA sovellusten kehittämiseen tarvitaan keskitettyjä anonymisoituja testidatasettejä, jotka perustuvat ”oikeaan dataan” (= *mini-Suomi*). Tällöin kaikkien ei tarvitse ylläpitää erillisiä testidatan settejä.
- Suomelle tulee määritellä kehys miten kansalliset hallintoviranomaiset voivat käyttää tekoälyä ja prosessiautomaatiota päätöksenteossa (kehys tietojärjestelmille). Vrt. Kanadan valmisteilla oleva määrittely. Tavoitteena on, että tietojärjestelmät suunnitellaan ja niitä operoidaan vastuullisesti noudattaen yhdessä määriteltyjä sääntöjä.
- Nykyjärjestelmien (ja niiden toimittajien) arviointi miten nykyiset järjestelmät mahdollistavat tai hidastavat AI ratkaisujen hyödyntämistä.
- RPA/AI kriteeristöjen jalkauttaminen toimintaan kuntakentälle (vrt. [Digitaalinenkunta.fi](https://digitaalinenkunta.fi)).
- Luonnollisen kielen käsittelyn ratkaisujen yhteiskehittäminen julkisella sektorilla.

# Viitteet

# Viitteet



- Asatiani, A & Penttinen, E. 2016. Turning Robotic Process Automation into Commercial Success – Case OpusCapita. <https://mycourses.aalto.fi/mod/resource/view.php?id=43841> . Viitattu 13.8.2017
- Deloitte. 2017. The new machinery of government | Robotic Process Automation in the public sector, <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/uk/Documents/Innovation/deloitte-uk-innovation-the-new-machinery-of-govt.pdf> (luettu 29.5.2018)
- Desouza, K., C., Krishnamurthy, R., Dawson, G., S., 2017, Learning from public sector experimentation with artificial intelligence, TechTank, Friday, June 23, 2017 <https://www.brookings.edu/blog/techtank/2017/06/23/learning-from-public-sector-experimentation-with-artificial-intelligence/>
- Kantola, M. et al. 2016. Kuntien digitalisaation ja digikokeilujen säästö- ja tuottavuusselvitys, KuntaPro Oy yhteenliittymä.
- Kääntä, J. 2017, Tekoälyn hyödyntäminen vähittäispankissa, Tampereen teknillinen yliopisto, Diplomityö.
- Lacity, M. & Willcocks, L. 2016, Robotic Process Automation at Telefónica O2, MIS Quarterly Executive, March 2016 (15:1).
- Le Clair, C. 2017. The Forrester Wave: Robotic Process Automation - The 12 Providers That Matter Most And How They Stack Up, February 13, 2017. <https://www.edgeverve.com/wp-content/uploads/2017/02/forrester-wave-robotic-process-automation.pdf>
- Lowes, P., Cannata, F., Chitre, S. & Barkham, J. 2017. Automate this. The business leader’s guide to robotic and intelligent automation. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/process-and-operations/us-sdt-process-automation.pdf> (luettu 29.5.2018)
- Martinho-Truswell, E. 2018. How AI Could Help the Public Sector. Harvard Business Review. Jan -2018. <https://hbr.org/2018/01/how-ai-could-help-the-public-sector> (luettu 29.5.2018)
- Mehr, H., 2017, Artificial Intelligence for Citizen Services and Government, Harvard Kennedy School, ASH Center for Democratic Governance and Innovation, August 2017, [https://ash.harvard.edu/files/ash/files/artificial\\_intelligence\\_for\\_citizen\\_services.pdf](https://ash.harvard.edu/files/ash/files/artificial_intelligence_for_citizen_services.pdf)
- Parviainen, P., Kääriäinen, J., Honkatukia, J. & Federley, M. Julkishallinnon digitalisaatio – tuottavuus ja hyötyjen mittaaminen, Raportti, Valtioneuvoston kanslia, Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 3/2017, <http://tietokayttoon.fi/julkaisu?pubid=16202>
- Railio, J. 2018, Organisaation prosessien automatisointi ohjelmistorobotiikan avulla. Case: Espoon kaupungin Sosiaali- ja terveystoimi, Laurea-ammattikorkeakoulu, Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma, Opinnäytetyö.
- Russell, S. & Norvig, P. 2014, Artificial intelligence - A Modern Approach. Prentice Hall.
- Samuel, A. 1959, Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers, IBM Journal of Research and Development.
- Stirling, R. Five levels of AI in public service, July 12, 2017, <https://www.oxfordinsights.com/insights/2017/7/12/five-levels-of-ai-in-public-service> (luettu 29.5.2018)
- Treasury Board Standard on Automated Decision Support Systems, <https://docs.google.com/document/d/1LdcIG-UYeokx3U7ZzRng3u4T3IHrBXXk9JddjjueQok/edit?usp=sharing> (luettu 29.5.2018)
- Wickham, H. 2014, Tidy Data, Journal of Statistical Software, August 2014, Volume 59, Issue 10.

# Kiitos!

## Ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn kehitysvaateet julkiselle sektorille – *alustavia havaintoja*

VN-TEAS Robottien ja tekoälyn kehitysvaateet  
tietoinfrastruktuurille – *RoboÄly-hankkeen 1. väliraportti*

Yhteystiedot:

Jukka Kääriäinen Jukka.Kaariainen@vtt.fi	Timo Seppälä Timo.Seppala@etla.fi	Marco Halén Marco.Halen@aalto.fi	Tapio Matinmikko Tapio.Matinmikko@ouka.fi
---	--------------------------------------	-------------------------------------	--