

30.6.2017

# **Tekoälyn uudet sovellukset fysikaalisten tieteiden ja tekniikan tutkimuksessa (AIPSE)**

Akatemiaohjelma 2018–2021

Ohjelmamuistio



## 1. Taustaa

Erilaisten datalähtöisten menetelmien merkitys tutkimuksessa, hallinnossa ja teollisuudessa kasvaa jatkuvasti. Viime aikoina on erityisesti ollut esillä teko- eli keinoäly (engl. artificial intelligence), jonka menetelmien sovellettavuudessa on tapahtunut suuria edistysaskelia viimeksi kuluneiden kymmenen vuoden aikana. Tekoälymenetelmien taustalla ovat koneoppimisen, hahmontunnistuksen, tilastotieteen, tiedonlouhinnan ja tietokantatekniikoiden laskennalliset ja ohjelmistoteknisten menetelmien merkittävät edistysaskeleet, käytävissä olevien opetusaineistojen voimakas laajeneminen sekä laskentatehon nopea kasvu. Tekoälyn merkitys yhteiskunnassa kasvaa, ja erityisesti on nähtävissä, että datalähtöisyyden asema tulee kasvamaan niin yrityselämässä kuin julkisen hallinnon alueella.

Tekoälyn hyödyntäminen kuuluu muun muassa Suomen hallituksen kärkitavoitteisiin. Elinkeinoministeri asetti keväällä 2017 ohjausryhmän, jonka johdolla laaditaan ehdotus ohjelmasta tekoälyn soveltamisen ja työnteon uudistamisen edistämiseksi Suomessa.

Tekoälytutkimuksessa kehitetyillä menetelmillä on nähtävissä laajoja sovellusmahdollisuuksia myös tieteenteossa, ja erityisesti uudenlaisessa monitieteisessä tutkimuksessa. Tekoälyn uudet sovellukset fysikaalisten tieteiden ja tekniikan tutkimuksessa -akatemiaohjelman (AIPSE) peruspyrkimys on tekoälytutkimusosaamisen syventäminen ja laajentaminen fysikaalisten tieteiden ja tekniikan tutkimuksen piirissä. Fysikaaliset tieteet käsittävät pääsääntönä luonnontieteet poissulkien biotieteet. Tekoälytutkimus voi siis kohdistua esimerkiksi fysiikkaan, kemiaan, geotieteisiin, konetekniikkaan tai informaatio- ja kommunikaatioteknologian tutkimukseen. Tämän akatemiaohjelman tieteenalajauksista kerrotaan tarkemmin luvussa 2.

## 2. Tekoälytutkimus

### 2.1. Tekoälytutkimuksesta

Tekoälytutkimuksen tavoitteena on automatisoida sellaisia tehtäviä, jotka ovat niin monimutkaisia, että ratkaisuun vaadittavien menetelmien on osoitettava älykkäitä toimintamalleja. Tekoäly tieteenalana käsittelee useita hyvin erilaisia, useimmiten tietojenkäsittelytieteessä tai tilastotieteessä kehitettyjä menetelmiä, jotka ratkaisevat päättelyyn, tietämyksen esittämiseen, etsintään ja optimointiin, suunnitteluun, hahmontunnistukseen, oppimiseen, luovuuteen tai vuorovaikutukseen liittyviä ongelmia. Tämän hetken näkyvimmit kaupalliset menestystarinat yhdistävät usein erityyppisiä tekoälytekniikoita: esimerkiksi tekoälyavustajat (Siri, Alexa, Google Assistant, Cortana, Bixby jne.) yhdistävät erilaisia luonnollisen kielen käsittelymenetelmiä älykkäiden tiedonhaku-algoritmien kanssa, ja itseään ohjaavat autot, robotit, lennokit ja muut autonomiset laitteet ja järjestelmät yhdistelevät oppimiseen, hahmontunnistukseen ja suunnitteluun liittyviä tekoälytekniikoita.

Tekoälyn tämänhetkinen menestys johtuu ennen kaikkea edistysaskeleista koneoppimisessa. Se on tekoälyn osa-alue, jossa tutkitaan datasta ja havainnoista oppivia algoritmeja. Massiivisten datajoukkojen yhdistäminen lisääntyneeseen laskentakapasiteettiin ja entistä kehittyneempiin algoritmeihin on johtanut dramaattisiin parannuksiin monissa sellaisissa tehtävissä, joita aikaisemmin pidettiin tekoälylle liian haastavina: syvät neuroverkot saattavat luokitella kuvia yhtä hyvin kuin ihminen, tai kääntää tekstiä kielestä toiseen reaaliajassa, ja tilastollinen päättely on nykyään mahdollista käyttäen malleja, jotka ovat huomattavasti monimutkaisempia kuin ennen. Käytännön ongelmien ratkaisemisessa näitä tehokkaita koneoppimisalgoritmeja yhdistetään usein symboliseen päättelyyn; esimerkiksi maailman parhaan Go-pelaajan voittanut tekoälyjärjestelmä oli yhdistelmä,

jossa syvää koneoppimista käytettiin pelilaudan tilanteen hahmottamisessa, ja perinteisemmät pelialgoritmit suunnittelivat tämän perusteella seuraavat pelisiirrot.

Tämän ohjelman näkökulmasta katsottuna tärkeä tekoälyä määrittävä seikka on se, kuinka hankkeessa käytettävät menetelmät asemoituvat laajemmassa tieteellisen laskennan kentässä osaksi tekoälytutkimusta. Tekoälymenetelmissä luodaan usein datan pohjalta approksimatiivisia malleja, jotka korvaavat eksaktit fysikaaliset mallit ja joiden avulla voidaan tehdä päättelyä. Siten esimerkiksi koneoppiminen on tekoälyn keskiössä. Sen sijaan esimerkiksi tieteellisessä laskennassa keskeiset numeerinen analyysi, optimointi, differentiaaliyhtälöiden ratkaisu ja iteraatiomenetelmät eivät sinänsä ole tekoälyä, ei myöskään jonkin monimutkaisen fysikaalisen järjestelmän mallintaminen ja simulointi lähtien fysiikan laeista. Tämän vuoksi hakemuksissa onkin syytä erotella selkeästi käytettävät tekoälymenetelmät ja muut käytettävät tieteellisen laskennan menetelmät, ja kuvata käytettävien tekoälymenetelmien sijoittuminen tekoälyn tutkimusalueille, ja menetelmien relevanssi paitsi hankkeen myös tekoälytutkimuksen kannalta yleisesti.

## 2.2. Tekoäly fysikaalisessa tieteissä ja tekniikan tutkimuksessa

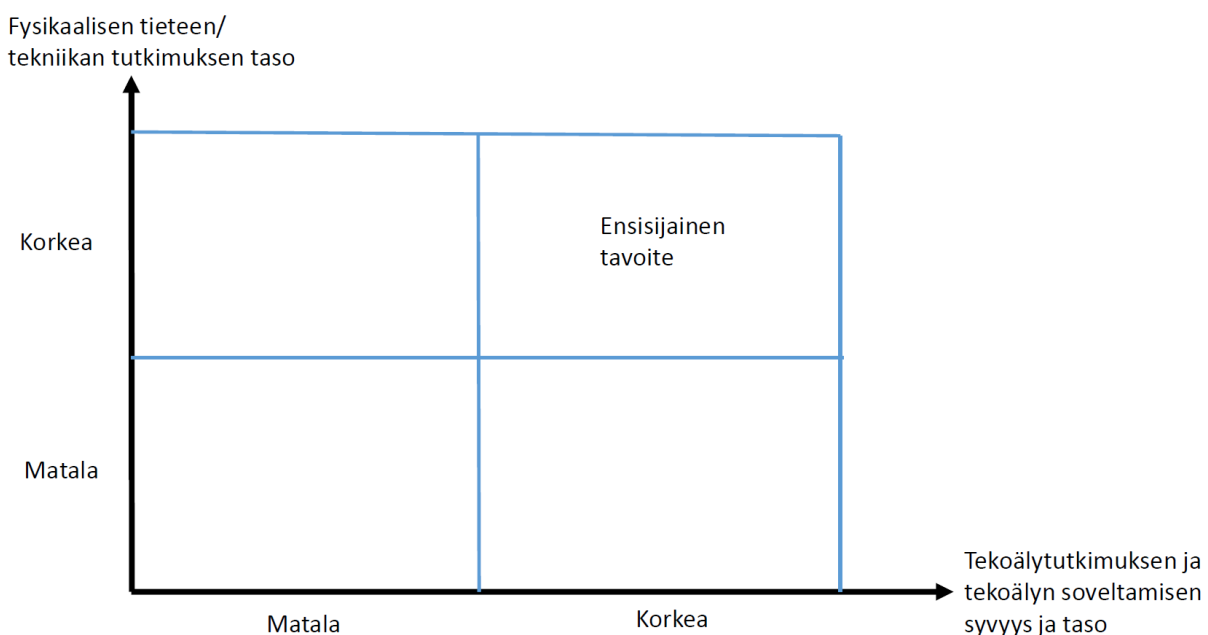
Tekoälyn soveltamisessa nähdään merkittävää hyödyntämätöntä potentiaalia fysikaalisten tieteiden ja tekniikan tutkimuksessa. Tässä akatemiaohjelmassa fysikaaliset tieteet ja tekniikka käsittävät seuraavat Suomen Akatemian käyttämän tutkimusalueuokituksen (ks. [www.aka.fi/fi/rahoitus/nain-haet/hakuohjeet/tutkimusalueuokitus](http://www.aka.fi/fi/rahoitus/nain-haet/hakuohjeet/tutkimusalueuokitus)) mukaiset tutkimusalat (ja näiden alaluokat): elintarviketekniikka, energiatekniikka, fysiikka, geotieteet, kemia, kone- ja valmistustekniikka, lääketieteellinen tekniikka, materiaalitiede ja -tekniikka, nanotiede ja -tekniikka, prosessitekniikka, sähkötekniikka ja elektroniikka, teollinen biotekniikka, tähtitiede sekä ympäristötekniikka. Ohjelmassa myös laskennallinen tiede, tietojenkäsittelytiede, tilastotiede ja matematiikka voidaan tietyin edellytyksin käsittää ohjelmaan kuuluvina tekoälyä soveltavina tieteenaloina (ks. ohjelman arviointikriteerit luvussa 6). Ohjelman sovellusalueisiin eivät kuulu muun muassa arkkitehtuuri, rakennus ja yhdyskuntatekniikka ja tuotantotalous. Erikseen todetaan, että muun muassa biokemia ja biofysiikka rajautuvat pois tämän ohjelman sovellusalueista.

Fysikaalisten tieteiden tutkimusosaaminen on Suomessa vahvaa muun muassa materiaalitutkimuksessa. Aiemmin esimerkiksi materiaalitutkimuksessa materiaalin ominaisuuksien selvittäminen oli aikaa vievää, kunnes keksittiin soveltaa tekoälytekniikoita materiaalikirjastojen louhintaan. Tekoälyalgoritmeja käyttämällä voidaan nykyisin käydä läpi suuria määriä materiaaleja nopeasti ja näin ennustaa materiaalien ominaisuuksia, kuten sähköjohtavuutta.

Kemian tutkimuksessa tekoälyä voidaan soveltaa erilaisten reaktiopolkujen löytämiseksi, kun halutaan päästä tiettyyn lopputuotteeseen. Myös tekniikan alalla yleisesti Suomessa tehdään korkeatasoista tutkimusta useilla aloilla ja useissa yliopistoissa. Koska tekoäly soveltuu suurien data-aineistojen nopeaan prosessointiin, muun muassa satelliittidatan analysoimisen arvellaan helpottuvan tekoälypohjaisilla keinoilla. Tulevaisuuden älykkäissä tehtaissa automaatio- ja informaatiojärjestelmien uudet arkkitehtuurit mahdollistavat myös esimerkiksi koko tuotantoketjun datan joustavan käsittelyn uusilla tekoälymenetelmillä niin laite-, yksikköprosessi- kuin tehdas- ja konsernitason globaalit sidosryhmät mukaan lukien.

### 3. Tavoitteet

Tekoälyn uudet sovellukset fysikaalisten tieteiden ja tekniikan tutkimuksessa -akatemiaohjelma (AIPSE) tähtää tieteen uusiutumiseen yhdistämällä tekoälytutkimusosaamista ja korkeatasoista tieteellistä tutkimusta fysikaalisten tieteiden ja tekniikan alalla. Ohjelman sovellusalat rajoittuvat edellä kohdassa 2.2 mainittuihin tekoälyä soveltaviin tieteenaloihin. Ohjelman perustavoite on tekoälytutkimusosaamisen syventäminen, laajentaminen ja maksimaalinen hyödyntäminen fysikaalisten tieteiden ja tekniikan tutkimuksessa tieteellisten läpimurtojen saavuttamiseksi. Kuvassa 1 on havainnollistettu nelikenttäkuvauksen avulla ensisijainen tavoite sille, millaisia hankkeita ohjelmassa rahoitetaan.



**Kuva 1.** AIPSE-ohjelmassa rahoitettavien hankkeiden ensisijainen tavoite esitettyinä nelikentässä, jossa pystyakselilla on fysikaalisen tieteen tai tekniikan tutkimuksen (tekoälyä soveltava tieteenala) taso ja vaakakselilla tekoälytutkimuksen ja tekoälyn soveltamisen syvyys ja taso.

Ohjelman ensisijainen tavoite on

- synnyttää tieteellisiä läpimurtoja hankkeissa, joissa korkeatasoinen tekoälytutkimus yhdistyy korkeatasoiseen fysikaalisen tieteen tai tekniikan tutkimukseen ja joissa tekoälyn rooli tutkimuksellisen läpimurron mahdollistajana on keskeinen. Tieteellinen läpimurto voi tapahtua joko tekoälytutkimuksessa ja/tai fysikaalisessa tieteessä tai tekniikan tutkimuksessa.

Ohjelman muut tavoitteet ovat

- tekoälyn uusien sovelluskohteiden ja tutkimusyhteistyömahdollisuuksien tunnistaminen fysikaalisissa tieteissä ja tekniikassa
- alan tutkimuksen uudistuminen uudenlaisen tutkijayhteistyön kautta
- datajoukkojen tuominen hyötykäyttöön ja avoimen datan mahdollisuuksien aktiivinen hyödyntäminen rahoitetuissa hankkeissa.



## 4. Ohjelman tieteellinen ja yhteiskunnallinen vaikuttavuus

Ohjelma luo osaamis pohjaa tällä tulevaisuuden kannalta erittäin merkittävällä alueella. Se lisää koneoppimisen soveltavaa osaamista ja luo uusia tutkimussuuntia tekoälyn ja koneoppimisen tutkijoille. Soveltavilla tieteenaloilla ohjelma lisää ymmärrystä tekoälyn mahdollisuuksista, ja tuo merkittäviä uudistumisen mahdollisuuksia ja läpimurtopotentiaalia tutkimukseen.

Ohjelma lisää ymmärrystä tekoälyn mahdollisuuksista ja sen hyödyntämisestä yhteiskunnassa, kuitenkin keskittyen tieteellisiin läpimurtoihin, joiden potentiaalisen hyödynnettävyyden teollisuudessa ei vielä tarvitse olla merkittävä. Se luo myös edellytyksiä tehostaa kasvavaa avoimen datan käyttöä. Suuressa osassa yrityksiä tai julkista sektoria ei tällä hetkellä nähdä kaikkia tekoälyn tarjoamia mahdollisuuksia, joten ohjelma luo yrityksille mahdollisuuksia saada osaavaa henkilökuntaa. Ohjelma lisää edelleen kansainvälisten suuryritysten kiinnostusta hyödyntää suomalaista koneoppimisen ja tekoälyn osaamista.

Ohjelma laajentaa suomalaisten tutkijoiden osaamis pohjaa kansainväliseen yhteistyöhön. Esimerkiksi EU:n Horisontti 2020 -puiteohjelman Future and Emerging Technologies (FET) -komitea on nimennyt kuusi aihealuetta potentiaalisiksi lippulaivahankkeiksi (FET Flagships), joista yksi on Interfaces, Robotics and Artificial Intelligence.

## 5. Ohjelman toteutus

### 5.1. Ohjelman rahoitus

AIPSE on Suomen Akatemian rahoittama ja koordinoima akatemiaohjelma. Akatemian hallitus on varannut ohjelman rahoittamiseen enintään 7 miljoonaa euroa.

### 5.2. Kansallinen yhteistyö

AIPSE-akatemiaohjelmassa tehdään yhteistyötä erityisesti Akatemian kevään 2017 ICT 2023 -haussa ”Laskenta, koneoppiminen ja tekoäly” rahoitettujen hankkeiden kanssa ja muiden ICT 2023 -ohjelmassa rahoitettujen tekoälyhankkeiden kanssa sekä Digitaaliset ihmistieteet (DIGIHUM) -akatemiaohjelman kanssa. Ohjelmassa myös edistetään yhteistyötä Tekesin Team Finland Augmented Intelligence – Tekoäly -kampanjan kanssa.

### 5.3. Kansainvälinen yhteistyö

AIPSE-akatemiaohjelma pyrkii valikoiden yhteistyöhön sellaisten ulkomaisten tutkimusrahoittajien kanssa, jotka rahoittavat korkeatasoista tieteellistä tutkimusta ja joiden kanssa tutkimusyhteistyö ohjelman aihealueella on suomalaiselle tutkimukselle hyödyksi. Ohjelma pyrkii tarpeiden ja mahdollisuuksien mukaan yhteistyöhön myös vastaavanlaisten ulkomaisten ohjelmien, hankekokonaisuuksien ja alan johtavien tutkimuslaitosten kanssa.

### 5.4. Aikataulu

Ohjelmassa rahoitetaan enintään nelivuotisia hankkeita ja konsortiohankkeita. Hankkeiden vuoden 2017 haun rahoituskausi alkaa 1.1.2018 ja päättyy viimeistään 31.12.2021. Haun ja hakemusten arvioinnin aikataulu on esitetty tarkemmin ohjelmamuistion luvussa 6 (Hakuohjeet ja hakemusten arviointikriteerit). Ohjelman avajaisseminaari järjestetään keväällä 2018. Mahdollisten täydentävien hakujen rahoittajista, tutkimusalueista, aikataulusta ja hakuprosessista tiedotetaan erikseen.

### 5.5. Ohjelman johtoryhmä ja koordinaatio

Akatemiaohjelmaa johtaa johtoryhmä, joka koostuu Suomen Akatemian toimikuntien jäsenistä ja asiantuntijajäsenistä. Ohjelma edistää tutkimushankkeiden kehittymistä ohjelmakokonaisuudeksi aktiivisen tiedonvaihdon ja yhteistyön kautta. Ohjelmaa koordinoi ohjelmapäälliköt ja projektisihteeri, joiden tehtävänä on edistää ohjelman tavoitteiden toteutumista yhteistyössä johtoryhmän ja hankkeiden kanssa.

Ohjelmaan valittujen hankkeiden vastuullisten johtajien tulee

- vastata ja raportoida hankkeen tieteellisestä edistymisestä ja rahoituksen käytöstä ohjelmapäällikön ja rahoittajien ohjeiden mukaisesti
- varmistaa oma ja tutkimusryhmän jäsenten osallistuminen ohjelmakoordinaation järjestämiin tapahtumiin, sekä edistää tiedonkulkua ja yhteistyötä ohjelman tutkimusryhmien välillä
- osallistua akatemiaohjelman katsausten, synteisien ja tiedotusmateriaalin tuottamiseen ja jakaa aktiivisesti tietoa ohjelman edistymisestä ja tuloksista julkisilla ja tieteellisillä foorumeilla.

Tutkimushankkeet osallistuvat ohjelman kuluessa tutkimustulosten käyttäjien kanssa järjestettäviin tilaisuuksiin ja muihin toimiin, joilla välitetään tutkimustietoa sidosryhmille.

### 5.6. Loppuarviointi

Akatemiaohjelman toteutus ja tuloksellisuus arvioidaan ohjelman päättyttyä. Arvioinnin toteutus ja tavoitteet määritellään ohjelman kuluessa, mutta arvioinnissa voidaan huomioida esimerkiksi

- ohjelman tavoitteiden toteutuminen
- ohjelman toteutus
- ohjelman vaikuttavuuden toteutuminen
- kansallinen ja kansainvälinen yhteistyö.

## 6. Hakuohjeet ja hakemusten arviointikriteerit

AIPSE-akatemiaohjelman haku on yksivaiheinen. Hakemukset tulee jättää Suomen Akatemian verkkoasiointiin viimeistään 27.9.2017 klo 16.15. Hakuaika on ehdoton. Ohjeet varsinaisen hakemuksen laatimisesta liitteineen ovat Akatemian syyskuun 2017 hakuilmoituksessa. Kustannusarvion realisuuteen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Menolajien mukainen kustannusarvio on perusteltava tutkimussuunnitelmassa.

Hakemusten tieteelliseen arviointiin perustuen ja ohjelman tavoitteet huomioon ottaen johtoryhmä valmistelee ehdotuksen rahoitettavista hankkeista Akatemian luonnontieteiden ja tekniikan tutkimuksen toimikunnalle, joka tekee rahoituspäätökset joulukuussa 2017. Mahdolliset ohjelmaa täydentävät haut toteutuvat erikseen sovittavassa aikataulussa.

Hakemukset arvioidaan kansainvälisessä asiantuntijapaneelissa. Arvioinnissa huomioidaan sekä tekoälytutkimuksen taso että tekoälyä soveltavan tieteenalan tutkimuksen taso. Ohjelmassa haetaan hankkeita, jotka toteuttavat ohjelman ensisijaista tavoitetta. Hankehakemuksista tulee käydä ilmi, mitä tekoälyllä hankkeessa käsitetään ja kuinka tutkimushankkeessa tekoälyn toimivuuden validointi uudella sovellusalueella suoritetaan.



Hakemuksissa täytyy selkeästi erotella käytettävät tekoälymenetelmät ja muut käytettävät tieteellisen laskennan menetelmät sekä kuvata käytettävien tekoälymenetelmien sijoittuminen tekoälyn tutkimusalueille ja menetelmien relevanssi paitsi hankkeen myös tekoälytutkimuksen kannalta yleisesti. Tämä voidaan kuvata tutkimussuunnitelmassa esimerkiksi omana kappaleenaan hakemuservioinnin helpottamiseksi.

Ohjelman hankkeiden sovellusalueen tutkimuksen on oltava muuta kuin itse tekoälyn tutkimista ja kehittämistä. Tekoälyn perustutkimusta tehdään muun muassa laskennallisessa tieteessä, matematiikassa, tietojenkäsittelytieteissä ja tilastotieteessä. Jos tekoälytutkimuksen uusi sovellusalue kohdistuu johonkin näiden alojen tutkimukseen, tulee tutkimussuunnitelmissa olla selvästi todennettavissa, ettei kyseessä ole pelkästään itse tekoälyn kehittämishanke vaan aito tekoälyn uusi sovelluskohde.

Hakemusten arvioinnissa noudatetaan akatemiaohjelmien yleisiä arviointikriteerejä (ks. [Ohjeet ja lomakkeet](#) Akatemian verkkosivuilla). Akatemian yleisten arviointikriteerien lisäksi hakemusten arvioinnissa painotetaan ohjelmalle asetettuja tavoitteita, kuten ne on kuvattu tämän ohjelmamuistion luvussa 3 (Tavoitteet), ja otetaan huomioon hakemusten kuuluvuus ohjelman valittuihin tekoälyä soveltaviin tutkimusaloihin, kuten ne on kuvattu tämän ohjelmamuistion kohdassa 2.2. Tämä näkökulma huomioidaan arviointilomakkeen kohdassa ”Hankkeen soveltuvuus akatemiaohjelmaan”.

## 7. Lisätietoa

Tämän ohjelmamuistion saa Suomen Akatemian verkkosivuilta osoitteesta [www.aka.fi/AIPSE](http://www.aka.fi/AIPSE).

ohjelmapäällikkö

Tommi Laitinen

p. 029 533 5057

Sähköpostiosoitteet: [etunimi.sukunimi@aka.fi](mailto:etunimi.sukunimi@aka.fi)

Faksi: 029 533 5299

Postiosoite:

Suomen Akatemia

PL 131 (Hakaniemenranta 6)

00531 Helsinki