

AUTOMAATIONÄYLÄ

2024

ROBOTIIKKATILASTOT



TULEVAISUUDEN ROBOTIIKKA

THIS IS **SICK**

Sensor Intelligence.



ERILAISET ROBOTTIPOIMINNAN JA KONENÄÖN RATKAISUT. HELPPOKÄYTTÖISET KAMERAT NYKYAIKAISEN TEKOÄLYN KERA. PERINTEISET, LUOTETTAVAT JA HELPPOKÄYTTÖISET PAIKANNUSTOIMINNOT.

LISÄKSI ROBOTTIEN TURVALLISTAMINEN ERILAISTEN RATKAISUJEN AVULLA.



3D | AUTOMAATIO | ELEKTRONIIKKA | ENERGIA | HYDRAULIIKKA JA PNEUMATIikka
ICT | KONEENRAKENTAMINEN | KUNNOSSAPITO | ROBOTIIKKA

4.-6.11.2025
HELSINGIN MESSUKESKUS



TRANSFORMING THE INDUSTRIAL LANDSCAPE

**Teollisuus, teknologia ja
tulevaisuus kohtaavat!**

Me olemme teollisuuden muutoksen ytimessä: Teknologia on pohjoismaiden johtava teollisuus-tapahtuma, joka esittelee uusimmat älykkään ja kestävä teollisuuden teknologiat aina teollisten prosessien automatisoinnista ja digitalisoinnista kunnossapidon sekä energian ratkaisuihin. Kolmen päivän aikana tapahtuma kokoaa yhteen alan johtavat yritykset, asiantuntijat ja päättäjät verkostoitumaan sekä luomaan teollisuuden teknologian tulevaisuutta.

Varaa oma osastopaikkasi:

Hanna Mårtensson myyntipäällikkö
puh. 040 565 1433,
hanna.martensson@messukeskus.com

Tea Repo myyntipäällikkö
puh. 040 621 2890,
tea.a.repo@messukeskus.com

Nina Nurminen myyntipäällikkö,
energia- ja kunnossapitoalueet
puh. 040 701 4183,
nina.nurminen@expomark.fi

YHTEISTYÖSSÄ:



MESSUKESKUS
The real social media

TEKNOLOGIA25.FI | #TEKNOLOGIA25 |

Mihin menee teollisuusrobotiikka?

Teollisuusrobottien markkinoiden kasvu hilyntyi IFR:n World Robotics tilastojen perusteella vuoden 2023 aikana. Pääasiallisena syynä on autoteollisuuden heikot investoinnit. Ala on vaikeuksissa useastakin eri syystä, yhtenä niistä kuluttajien ennakoitua hitaampi siirtyminen sähköautoiluun. Erityisesti tämä on vaikuttanut Saksan autoteollisuuteen, jonka vaikeudet heijastuvat myös Suomeen. Robottijärjestelmiä Saksaan toimittavien yritysten mukaan kaupanteko on tällä hetkellä lähes olematonta autoteollisuutta palvelevassa konepajateollisuudessa.

Teollisuusrobottien hyödyntäminen suursarjatuotannossa on melko suoraviivaista ja suurilla investoinneilla saadaan toteutettuja erittäin tehokkaita, joskin usein joustamattomia, automaatiojärjestelmiä. Yhä kasvava osa teollisuusroboteista asennetaan joustavampaan piensarjatuotantoon. Näissä sovelluksissa robottisovellusten joustavuuden toteuttaminen on kuitenkin haasteellista. Asetusten muutokset ja ohjelmointi muodostavat robottisolujen suurimman arvoa tuottamattoman ajan. Tässä kohtaa odotan itse erilaisilta koneoppimis- ja tekoälysovelluksilta paljon. Itsekin olen saanut ihan toimivaa robottikoodia aikaan pelkästään kertomalla ChatGPT:lle minkälaisia ympyränkaaria haluaisin parametrisesti ajaa. Koodi oli syntaksiltaan täysin oikein. Olisin sitä voinut myös käyttää, jos robotin ohjain olisi tukenut trigonometrisiä funktioita.

Robotiikan tutkimuksessa tekoälyn hyödyntäminen on jo huomattavasti pidemmällä. Robotit saavat kognitiivisia kykyjä ja pystyvät toteuttamaan tehtäviä esimerkiksi pelkästään puheen perusteella ympäristöään havainnoiden ja ymmärtäen. Sovelluksia teollisuuteen on toistaiseksi melko vähän. Tämä johtunee siitä, että palvelurobotiikka, erityisesti humanoidirobotit, ovat tutkimusmaailman suurimman kiinnostuksen kohteena.



”Yhä kasvava osa teollisuusroboteista asennetaan joustavampaan piensarjatuotantoon.”

Teollisuussovellusten haasteena on tekoälyn opettamiseen tarvittavan datan puute. Tämä ei alan yleistä kehitystä juurikaan hidasta ja uskon automaattisen ohjelmoinnin ja puheohjattujen robottien tulevan myös teollisuuteen. Tämän parissa ainakin teemme töitä yliopistolla. Työtä on kuitenkin vielä tehtävä sillä suurten kielimallien ja muun tekoälyn yhtenä haasteena ovat esimerkiksi fysiikan lait. Maailmassa ilman kitkaa ja painovoimaa monikin asia olisi jo tekoälyllä tehty. Siihen asti tarvitaan kuitenkin vielä osaavia insinöörejä ja ihmisiä robotteja kehittämään ja käyttämään, vaikka sitten tekoälyn avustamana.

Jyrki Latokartano,
Tampereen Yliopisto



Sähköautojen heikko menekki heiluttaa robotti-investointeja

Robottiikan vuosi 2023 on jälleen tilastoitu. Kansantaloudet kasvoivat vuonna 2023 OECD:n tilastojen mukaan 3,1 %. Robottikauppa kuitenkin taantui pitkän nousun päätteeksi viime vuonna 2,1 % pääasiassa autoteollisuuden investointien heikkouden vuoksi.

TEKSTI JUHANI LEMPIÄINEN, DELTATRON OY KAAVIOT IFR INTERNATIONAL FEDERATION OF ROBOTICS KUVA MTC FLEXTek OY



Maailman robotit 2023

Koko robotiikkaliiketoiminnan arvoksi arvioidaan noin 50 miljardia USD suunnitelu, rauta ja ohjelmistot yhteenlaskien. Erityisesti alalla seurataan Kiinan markkinoita, koska edelleen joka toinen vuotuisesta 541 000 teollisuusrobotista investoidaan Kiinaan. Autoteollisuus on edelleen suurin robotiikan teollisuusala, mutta sen osuus on nyt

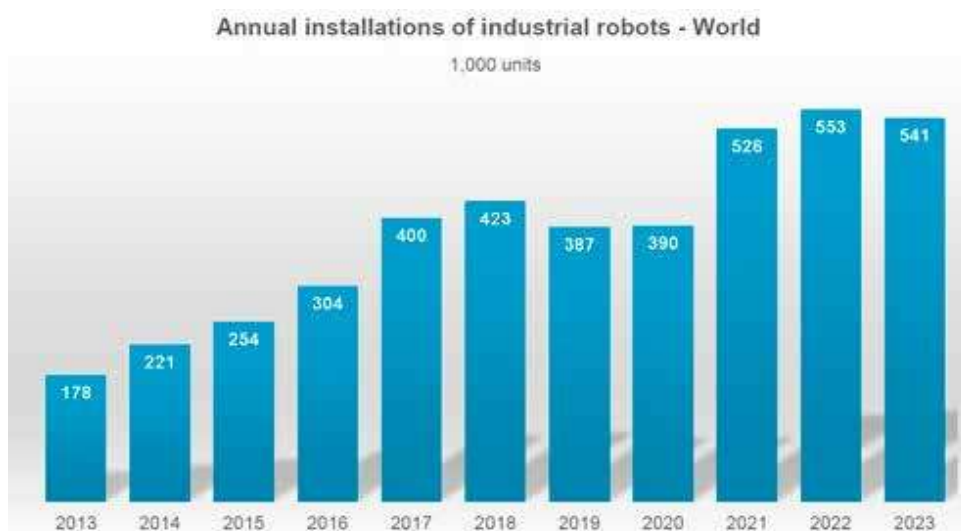
painunut 25 % tuntumaan, kun sähköautojen myynti ei ole sujunut odotetusti päämarkkina-alueilla.

Robotit ovat edelleen lähitulevaisuuden investointien aallonharjalla sekä anturointien kehityksen, että tekoälyn perustuvien järjestelmäohjausten ansiosta. Pitää muistaa, että käytössä oleva robottikanta teollisuudessa lisääntyy edelleen vuosittain 12 %, ja on nykyisellään jo lähestymässä 5 miljoo-

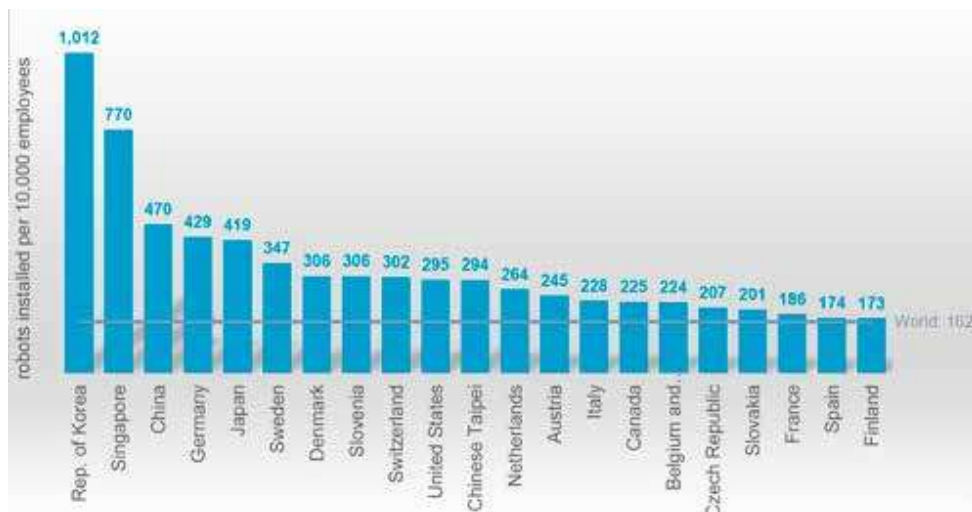
nan käytössä olevan robotin rajapyykkiä perustuen laitteiden laskennalliseen 12 vuoden käyttöiän arvioon. Teollisuusmaiden ikääntyvä ja vähenevä työväestö luo myös laajalti robotisointipaineita.

Mollivoittoista pienillä valopilkuilla

Elektroniikkateollisuuskin on kärsinyt kysynnän laskusta, mikä näkyi robotikaupassa 5 % investointien vähene-
misenä erityisesti Kaukoidän maissa,



Robottikäyttönotot 2023 mennessä maailmassa



Robottitiheys 2023

osuus on nyt 20 % investoinneista. Kaukoidän lupaavasti nouseva maa robotiikassa on erityisesti Intia 8 510 uudella robotillaan – prosentteina, +59 %.

Metalli- ja konepajateollisuus on kolmantena sovellusalana 14 % osuudella, ja sen osuus kasvaa tasaisesti vuodesta toiseen kaikissa maanosissa.

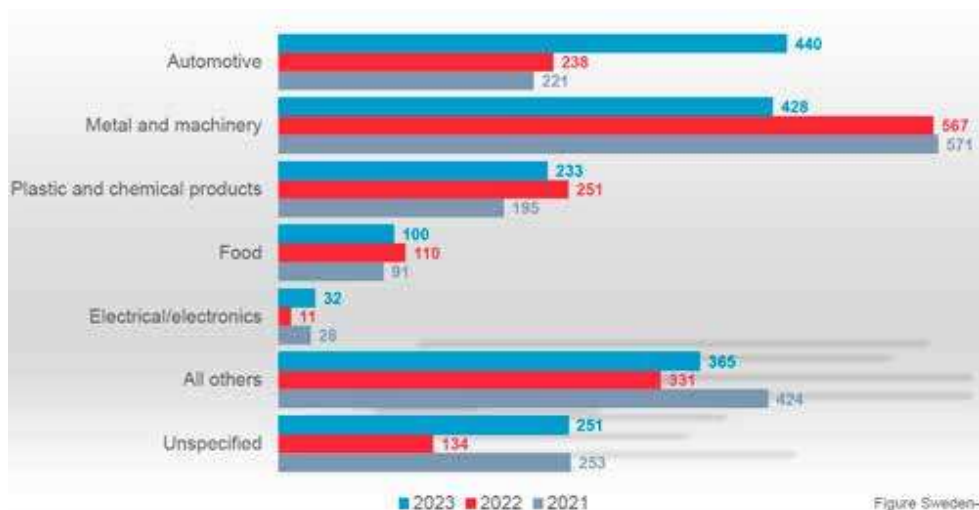
Yllättävästi Euroopan robotti-investoinnit olivat 9 % kasvussa, vaikka vuonna 2023 rahoituksen hinta ja epävarmuus kansainvälisen talouden

kehityksestä eivät lisänneet luottamusta tuotannollisten investointien kannattavuuteen. Tilastoissa saattaa näkyä vielä korona-ajan komponenttipulan vuosina 2021-22 aiheuttamia pitkiä toimitusaikoja, vaikka alkuperäinen tarkoitus oli saada investoinnit tuottamaan jo aiemmin.

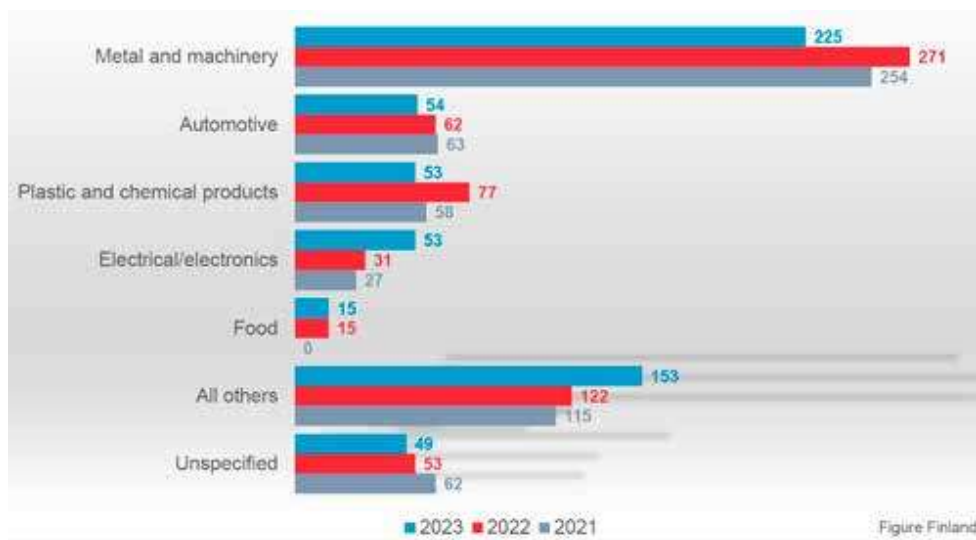
Cobotit oma tapauksensa

Yhteistyörobottien, niin kutsuttujen cobottien, markkina on tilastojen mukaan yhdessä vuosikymmenessä

kasvanut ja nyt vakiintunut noin 10,5 % määrään kaikista teollisuusroboteista. Yhteistyörobottien liikevaihto jää markkinaosuutta reilusti pienemmäksi, kun kauppataivaksi on muotoutunut pelkän robottikäsivarren kauppa. Näin varsinaisen sovelluksen suunnittelu ja toteutus jää usein loppuasiakkaan huoleksi. IFR rohkaisee pienyrityksiä investointeihin erityisen kaupallisesti neutraalin neuvontaprojektinsa avulla nettisivustolla go4robotics.com.



Ruotsisovellukset 2021-2023



Suomisovellukset 2021-2023

Robottitiheys teollisuusmaissa vuonna 2023 on suhteellisen vakiintunut. Kiina massiivisine robotti-investointineen on noussut maarankingissa jo kolmanneksi Korean tasavallan ja Singaporen jälkeen. Suomen sijoitus on perinteinen 21. sija. Pohjoismaisittain voidaan todeta Tanskan ja Ruotsin robotti-investointien määrän olevan vuodesta toiseen kaksinkertainen Suomeen verrattuna. Koska teollisuuden rakenne eri pohjoismaissa ei erityisen paljoa poikkea toisistaan, jää Suomen kappalevarateollisuus tuottavuuskehityksessään jatkuvasti verrokkimaista jälkeen uusimman tuotantotekniikan hyödyntämisessä. Suomessa lähiajan isoja investointeja on suunniteltu prosessiteollisuuteen, vihreään siirtymään ja erityisesti vetyteknologiaan, mikäli suuret suunnitelmat lopulta toteutuvat. Vedyn tuotanto ei tarjoa juurikaan soveluskohteita uusimmalle robotiikalle.

Kahtiajakoinen tulevaisuus

Lähitulevaisuus robotiikan edistymisessä on selkeän kahtiajakoinen. Teknisesti erityisesti tekoälyn hyödyntäminen tarjoaa ennennäkemättömiä mahdollisuuksia eivätkä paikalliset osaamisvajeet tuotantoresursseissa ole poistuneet. Toisaalta investointiympäristö erityisesti Euroopassa on haasteel-

”Autojen akkumateriaalien ja akkujen tuotantosuunnitelmien kansainväliset myllerrykset heijastuvat myös Suomeen.”

linen ja erityisen epävarma vielä pari vuotta, joka selkeästi rajoittaa kasvua. Niinpä joudumme odottamaan tuotantollisten investointien uutta nousua ainakin vuoteen 2026 asti.

Suomessa vuosi 2023 oli edellisten vuosien tapainen, 602 laitetta ei ole investointina ennätysuusi, mutta vastaa viime vuosien kehitystä. Konepajasovellukset ovat edelleen keskiössä ja hitsauksen automaatio erottuu hyvin edukseen. Verrattaessa Suomen ja Ruotsin sovelluksia viime vuosilta tasoero on selvä kaikilla teollisuudenaloilla paitsi elektroniikassa. Erityisesti elintarviketuotannon investoinnit Suomessa ovat vuodesta toiseen surkean pieniä. Teollisuutemme kasvu siirtyy talousnusteidien mukaan ainakin vuoteen 2026, joten pari vaatimattomampaa vuotta lienee myös robotiikassa edessä. Autojen akkumateriaalien ja akkujen

tuotantosuunnitelmien kansainväliset myllerrykset heijastuvat myös Suomeen.

Palvelurobotiikka kehittyä edelleen voimakkaasti. Lypsyrobotit ovat vuodesta toiseen tärkeässä roolissa. Tyypillinen yhden robotin palvelukyky riittää 70 lehmälle. Niinpä uudet navetat ovat useimmiten kapasiteetiltaan juuri 70 lehmän kerrannaisia. Lehmät pitävät robotilypsystä ja tuottavat 12 % enemmän maitoa kuin käsin lypsetessä. Ne ovat myös terveempiä robotin tekemien puhdistustoimien ja mittaus-ten ansiosta. Sairaaloissa kirurgiaan leikkausrobotit ovat tulleet jäädäkseen. Laitteiden korkea hinta nostaa alan liikevaihdon todella merkittäväksi. Logistiikka on suurin toimiala palvelurobotiikassa, vuosittain maailmassa yli 110 000 laitetta investoidaan sisällä ja ulkona kuljetuksiin.

Akkumateriaalit on saatava uudelleen kiertoon

Siemensin akkuliiketoiminnan kierrätysratkaisuiden tuotejohtaja Arthur Schmid ratkoo tiiminsä kanssa akkuteollisuuden haasteita aina tuotesuunnittelusta turvalliseen uudelleenkäyttöön.

TEKSTI **PÄIVI LUKKA**

KUVAT **ARTHUR SCHMIDIN KOTIALBUMI**

EU:n akkuasetuksen vaatimusten mukaan 95 prosenttia akkujen arvokkaimmista materiaaleista pitää saada uusiokäyttöön vuoteen 2031 mennessä. Tämä edellyttää akkuteollisuudelta suuria kehitysharppauksia, sillä tällä hetkellä akuissa käytettävästä koboltista, kuparista, lyijystä, nikkelistä ja litiumista kiertää vain murto-osa.

Siemensin pääkonttorilla Saksassa akkuliiketoiminnan kierrätysratkaisuja luotsaava **Arthur Schmid** on luotettava tavoitteiden saavuttamisen suhteen.

”Arvokkaiden materiaalien kierrättäminen on tehtävissä ja välttämätöntä. Sähköisen liikenteen skaalautuminen aiheuttaa kysynnän, jolle ei näy loppua. Akkuja tarvitaan vähän siellä sun täällä – ei pelkästään sähköautoissa vaan myös vaikkapa sähköpotkulaudoissa. Ja kun laitteita ladataan, tarvitaan akkuvarastoja tasaamaan sähköverkkojen kulutushuippuja. Näihin varastoihin voidaan kerätä sähköä esimerkiksi uusiutuvista lähteistä”, Schmid sanoo.



Työ, matkustaminen ja ulkoilu ovat saksalaisen Arthur Schmidin intohimoja. Ennen Siemens-uraansa hän opiskeli tietojenkäsittelytiedettä Münchenin yliopistossa ja väitteli filosofian tohtoriksi. Kuvassa ovat myös Zied Chakroun, Dominik Budday ja Yassine El Himer.

Mitä enemmän tekniikkaa meillä on, sitä enemmän akuille on käyttökohteita.

”Mutta raaka-aineet ovat rajalliset, joten akkujen kierrätyksen tehtävä on mahdollistaa kaikki tämä sähköistymisen varmistamalla, että materiaalit voivat palata uudelleen kiertoon.”

Liima yksi ongelmista

Tuotesuunnittelulla on merkittävä rooli akkujen kierrätettävyyden kannalta. Nykyisissä akuissa saattaa olla jopa kymmeniä kiloja liimaa vaimentamassa tärinää ja lisäämässä akun rakenteen jäykkyyttä.

”Tuotesuunnittelun lähtökohtana tulisi olla, että akun pystyy purkamaan sisäänrakennetun mekanismin avulla.

Ylipäätään pitäisi varmistaa, että akku soveltuu uudelleenkäytettäväksi ensimmäisen elinkaarensa jälkeen”, Schmid toteaa.

Tällä hetkellä eri sähkölaitteiden akut ovat hyvin mallikohtaisia. Akkuja ei ole standardoitu, joten niitä on tuhansia erilaisia ja myös niiden kemikaalit eroavat toisistaan. Tämä tekee niiden purkamisen skaalaamisesta erittäin hankalaa.

”Kuten tiedämme, teollisuutta ei ole suunniteltu tavaroiden uudelleenkäyttöä ajatellen, vaan yritykset haluavat liikevaihdon kasvavan ja kasvu tulee tuotteiden jatkuvasta uudistamisesta. Kiertotalousnäkökulmasta ei ole kuitenkaan kovin hyödyllistä, että akut näyttävät jo kahden vuoden päästä täy-

Robottiikkatilastot



2024

”Kun vanha akkupaketti avataan, on mahdotonta taata, ettei mitään voisi sattua”

sin erilaiselta kuin tänään. Kaupallisten ajureiden ja kierrätettävyyden väli-maastosta on välttämätöntä löytää jokin kestävä kompromissi”, Schmid toteaa.

Turvallisuus tavoitteena

Kierrättämisen lisäksi on muitakin vaihtoehtoja.

”Puhun kolmen k:n (3R) arvoketjusta: käytä uudelleen (reuse), keksi uusia käyttökohteita (repurpose) ja kierrätä (recycle). Akku voidaan purkaa kokonaan alkumateriaaleihinsa erilaisilla mekaanisilla ja kemiallisilla prosesseilla ja rakentaa sitten materiaaleista uusi kenno”, Schmid kertoo.

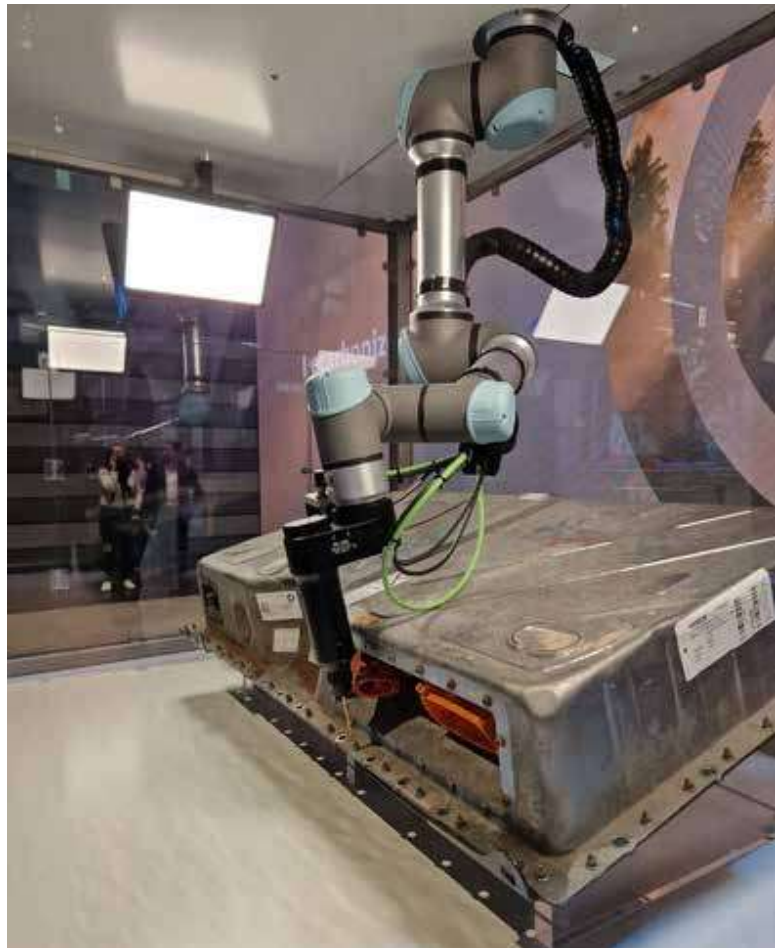
Akkua voisi käyttää myös uudelleen toisessa kohteessa, mutta se ei ole ihan yksinkertaista, sillä yhteensopivuus on varmistettava ja akku pitää uudelleen integroida.

”Integroimisessa on valtava työ, ja samalla pitää varmistaa, että akku on edelleen toimintakunnossa ja turvallinen käyttää. Tutkimme ja kehitämme näitä teknologioita tiimini kanssa, sillä käyttämällä saman akun uudelleen voisimme säästää noin 80 prosenttia hiilidioksidipäästöjä.”

Elinkaarensa lopussa olevien akkujen käsittely ja kuljettaminen luovat omat haasteensa.

”Usein akut ovat suljettuina 10 vuotta ja kokevat sinä aikana monenlaista kaltoinkohtelua, nopeita purkautumisia, kuumuutta, kylmyyttä ja kosteutta. Kun vanha akkupaketti avataan, on mahdotonta taata, ettei mitään voisi sattua.”

Yksi Schmidin tiimin isoista tavoitteista on se, että akkujen käsittelystä tulisi mahdollisimman turvallista.



Siemens esitteli marraskuussa 2023 Saksassa järjestetyillä SPS-messuilla Schmidin tiimin kehittämän skaalattavan robottidemon, jolla sähköauton akun purkaminen onnistuu automaattisesti.

”Koko akkuteollisuuden on nyt kerättävä paljon kokemusta akkujen turvallisesta käsittelystä ja jaettava sitä keskenään.”

Sisäinen motivaatio olennainen

Akkuarvoketjussa Siemensin rooli on olla asiakkaan näkemyksellinen ja asiantunteva kumppani.

”Emme aio alkaa rakentaa akkuja tai kierrättää niitä itse. Mutta haluamme ymmärtää koko akkuarvotuotantoketjun viimeistä piirtoa myöten, jotta osaamme auttaa siellä eri tavoin toimivia asiakkaitamme.”

Siemens pystyy auttamaan asiakkaita muun muassa akkujen automatisoidussa purkamisessa.

”Tiimimme on kehittänyt innovatiivisen järjestelmän, joka yhdistää asiantuntijaosaamisen, visuaalisen tunnis-

tamisen ja tekoälyn luodakseen akusta kattavan digitaalisen mallin. Tämä malli sisältää kaiken tarvittavan tiedon, jolla akkupaketin automaattinen purkaminen on mahdollista skaalata teolliseen kokoluokkaan. Robottimme käyttää näitä tietoja määrittääkseen tehokkaimman tavan tehdä työnsä ja irrottaakseen ruuvit itsenäisesti, jolloin akut voidaan avata turvallisesti jatkokäyttöä varten.”

Schmid toivoo, että kierrätettyjen akkumateriaalien kysynnän kasvaessa materiaalien huolellisesta keräyksestä ja uudelleen hyödyntämisestä tulisi tulevaisuudessa itseään ruokkiva kierre.

”Sisäisen motivaation herättäminen on aina parempi vaihtoehto edistää asioita kuin se, että sinut pakotetaan tekemään jotain, sillä silloin teet vain minimin.”



Pidä robotit töissä strukturoidumattomissa ympäristöissä havainnoinnin ja viestinnän avulla

Teknologiset edistysaskeleet ovat tehneet roboteista yhä suorituskykyisempiä ja kustannustehokkaampia.

Sen ansiosta edullinen ja tehokas automaatio on nyt kaiken kokoisten yritysten ulottuvilla. Kuluttajat voivat jättää osan askareista roboteille käyttämällä esimerkiksi robotti-imureita ja -ruohonleikkureita.

TEKSTI MARK PATRICK, MOUSER ELECTRONICS KUVAT MOUSER ELECTRONICS

Erialaisten robottien käyttökohteiden määrä lisääntyy jatkuvasti. Tämä tarkoittaa sitä, että niiden käyttö laajentuu perinteisiltä suljetuilta alueilta myös ihmisten rinnalle ja heidän keskuuteensa. Robotit kantavat kuormia, toimivat työtovereina, auttavat kotona ja, joissain

tapauksissa, suorittavat tehtäviä, jotka muutoin voisivat olla vaarallisia tai fyysisesti vaativia.

Toimiakseen tehokkaasti ja ihmisten turvallisuuden huomioiden on näiden robottien oltava tietoisia sijainnistaan erilaisten antureiden avulla.

Liikkuminen haasteellisissa ympäristöissä

Kotitalousympäristöissä liikkuvien robottien, kuten robotti-imurien ja henkilökohtaisten apuvälineiden on oltava tietoisia sijainnistaan, jotta ne voivat navigoida tavaroiden ja huonekalujen välissä, väistellä esteitä ja suorittaa tehtävänsä tehokkaasti. Asuintilat voivat

← Kuva 1. Toimitusrobottien on pystyttävä toimimaan turvallisesti kaupunkiympäristöissä niin, että ne välttävät yhteentörmäykset ja vaarat. Niiden on myös pystyttävä navigoimaan ja viestimään voidakseen täyttää tehtävänsä. (Lähde: Dmitri/stock.adobe.com)

olla keskenään hyvin erilaisia. Huoneet voivat olla erimuotoisia ja kokoisia. Asunnoissa on eri tasoja, askelmia, ramppeja, erilaisia lattiapäilysteitä ja paljon muita eroavaisuuksia. Robotti-imurin on pystyttävä varmistamaan määritettyjen alueiden asianmukainen imurointi. Tämä tarkoittaa lattiapäilystetyypin tunnistamista ja puhdistusasetusten automaattista säätämistä sille sopiviksi samalla, kun robotti-imuri väistää vaarat, kuten portaat sekä yhteentörmäykset ihmisten ja lemmikkien kanssa. Robotin on myös kykydyttävä oikein telakointiasemaan, jotta sen sähköliitäntä olisi riittävä lataamiseen. Robotin oikea toiminta ja turvallisuus edellyttävät ehdottomasti läheisyyden tunnistusta.

Tehtaissa roboteilla on ratkaisevan tärkeä rooli valmistuksessa, materiaalin käsittelyssä ja laadunvarmistuksessa. Niiden on oltava tietoisia tarkasta sijainnistaan, jotta ne voisivat toimia turvallisesti työntekijöiden ja muiden koneiden rinnalla. Jotkin robotit on suunniteltu viestimään jatkuvasti ihmisten kanssa. Mikäli kosketusta ei vältetä tai hillitä, voivat ne aiheuttaa epämiellyttäviä tilanteita tai vammoja. Varotoimissa voidaan hyödyntää näkymän, läheisyyden tai kosketuksen tunnistusta tai näiden kaikkien yhdistelmää. Ihmisen havaitessaan voi anturi hidastaa robotin liikettä tai pysäyttää sen kokonaan törmäysten tai vahinkojen välttämiseksi. Joissain roboteissa on esimääritetyt turvallisuusalueet, joilla ne toimivat ihmisten läsnäollessa pienemmällä nopeuksilla. Näin tilanteista voidaan tehdä turvallisempia.

Kun itseohjautuvia kuljetusjärjestelmiä (AGV:itä) käytetään materiaalien, kokoonpanojen tai pakattujen tavaroiden kuljettamiseen, on varmistettava, että robotti voi saattaa tehtävänsä

päätökseen. Suurissa sisätiloissa tämä voidaan varmistaa satelliittipaikannuksella (GNSS) tai muilla menetelmillä, kuten esimerkiksi erittäin laajalla taajuuskaistalla (UWB) tai Bluetooth-radiomajakoilla. Vastaavat toimitusrobotit ovat kaupungeissa jo tuttu näky. Ne navigoivat määränpäähensä GNSS:n avulla (kuva 1).

Navigointikyky on ratkaisevaa tehtävän onnistumiselle, mutta yhteentörmäysten välttäminen on tärkeää myös turvallisuuden varmistamiseksi. Toimitusrobottien on tietä ylittäessään tunnistettava niin jalankulkijat kuin nopeasti liikkuvat kohteet, kuten autot. Tehtaissa tai varastoissa liikkuvat robotit voivat kohdata liikkuvia ja paikallaan pysyviä kohteita, joihin ne voivat törmätä. Varastoissa on usein kiinteitä varastotelineitä ja hyllyjä, kun taas toiset kohteet, kuten lavat ja säiliöt, voidaan sijoittaa robottien reiteille tilapäisesti. Tehtaissa lattiailaa vievät tyypillisesti koneet, työasemat ja kokoonpanolinjat. Varsinkin suurissa rakennuksissa voi olla myös tukipylväitä tai pilareita. Robottien on pystyttävä tunnistamaan ja kiertämään nämä kohteet ja rakenteet välttääkseen vahingot.

Läheisyyden tunnistus ja paikan kartoitus

Esteiden tunnistamiseen käytetään yleisesti lidar- eli valotutkateknologiaa (engl. light detection and ranging). Siinä anturi lähettää laservalopulsseja ja analysoi heijastuvia signaaleja. Valon nopeuden ja edestakaisen matkan perusteella se laskee sitten etäisyyden lähellä oleviin kohteisiin. Lidar-tiedot auttavat robotteja kartoittamaan ympäristöään, suunnittelemaan reittejä, havaitsemaan liikennevaloja ja

”Yhteentörmäysten välttäminen on tärkeää myös turvallisuuden varmistamiseksi.”

ennakoimaan ympäristön dynaamisia muutoksia. Näillä antureilla varustetut robotit pystyvät pysymään erittäin tietoisina sijainnistaan ja navigoimaan turvallisesti monimutkaisissa ympäristöissä, väistämään kohteita ja viestimään ympäristössä olevien ihmisten ja muiden kohteiden kanssa. Nämä ominaisuudet ovat tärkeitä monissa käyttökohteissa itseohjautuvista ajoneuvoista varastorobotteihin ja teollisuusautomaatioon. Lidar-moduulit, kuten LightWare SF45/B scanning MicroLiDAR®-anturi helpottavat integrointia itseohjautuviin kuljetusjärjestelmiin ja drooneihin (kuva 2).

TOF-anturit (Time-of-flight) tarjoavat vaihtoehdon lidarille. TOF-anturit käyttävät moduloivia valolähteitä, kuten infrapunaemittereitä. Ne laskevat etäisyyden analysoimalla heijastuvia signaaleja. Monivyöhyke-TOF-antureiden kantama on enintään pari metriä ja niillä voidaan kartoittaa havaittu alue tarkasti kolmiulotteisena pistepilviteknikalla.

Muita antureita

Muita antureita, kuten ultraääni- tai infrapunalähtetin-vastaanottimia voidaan käyttää lähellä sijaitsevien tai

Kuva 2. Pienet ja kevyet lidar-moduulit, kuten LightWare SF45/B, on suunniteltu erityisesti liikkuviin käyttökohteisiin. Ne voivat auttaa välttämään yhteentörmäyksiä, havaitsemaan esteitä ja seuraamaan maastoa. (Lähde: Mouser Electronics)



näköetäisyydellä olevien kohteiden havaitsemiseen. Lisäksi AGV:n eteen tai sivuille voidaan sijoittaa fyysisiä kosketusantureita. Ne laukaisevat hälytysvasteen kohdetta kosketettaessa ja pysäyttävät ajoneuvon tai vaihtavat sen suuntaa.

Kameroilla ja tietokoneen näköjärjestelmillä voidaan esteet havaita ja niitä voidaan seurata visuaalisesti. Ne ovat erityisen käytännöllisiä tunnistettaessa kohteita, jotka ovat liian pieniä tai muodoltaan epäsäännöllisiä muiden anturien helposti havaittaviksi. Lisäksi enkoodereilla ja pyöräodometria-antureilla voidaan seurata AGV:n pyörien pyörimistä, ja saada näin tietoa kuljetun matkan pituudesta. Niitä voidaan käyttää myös esteen havaitsemiseen, kun pyörä kohtaa odottamatonta vastusta. Ne voivat ilmoittaa esteestä ja kehottaa AGV:tä pysähtymään tai muuttamaan reittiä.

Lisäämällä mikrosähkömekaanisen järjestelmän (MEMS) inertiaalian-tureita voidaan parantaa liikkuvien robottien paikannusta ja tietoisuutta sijainnista. Näiden pienten, tarkkojen, pienitehoisten ja suhteellisen edullisten anturien asennus ei juuri vaadi lisätyötä tai ylläpitokustannuksia. Kiihtyvyyssantureilla ja gyroskoopeilla voidaan mitata kiihtyvyyden ja kulmanopeuden muutoksia ja siten seurata liikkumista eri akseleilla ja suunnanvaihdoksia. Magnetometrillä voidaan määrittää suunta suhteessa maan magneettiseen pohjoiseen.

Inertia-antureita on saatavilla yksittäin tai laitteisiin, kuten magnetometrin ja kolmiakselisen kiihtymisanturin sisältävään sähkökompassiin yhdistettynä. Saatavilla on myös kokonaisia, integroitua inertiamittausyksiköjä (IMU:ita), jotka yhdistelevät eri laitteita, joilla voidaan tarjota etuja. Tällaisia ovat anturien molemminpuolinen kohdistus, tehdasasetukset sekä helpompi kokonaisintegrointi. Esimerkiksi Analog Devices Inc. ADIS16550 (kuva 3) IMU sisältä kolmiakselisen kiihtyvyyssanturin ja kolmiakselisen gyroskoopin, joilla voidaan tarjota yhteensä kuusi vapausakselia tai -astetta (6DOF).



Kuva 3. ADIn ADIS16550 6DOF-inertia-anturi.
(Lähde: Mouser Electronics)

Näiden anturien tietojen avulla liikkuva robotti voi päätellä reaaliaikaisesti sen liikkeen, suunnan ja paikan muutokset. Nämä tiedot parantavat navigointia ja kartoitusta, erityisesti, kun satelliittisignaalit ovat puutteellisia tai puuttuvat kokonaan. Tällaisia paikkoja ovat kaupungin kadut, joita reunustavat molemmiin puolin korkeat rakennukset, sisätilat ja alueet, joilla on signaalin esteitä. Inertia-anturit ovat myös ehdottoman tärkeitä, kun halutaan säilyttää robotin liikkeet tarkasti hallinnassa.

Kommunikointi ja dataliikenne

Myös langaton dataliikenne on tärkeä ominaisuus. Sen avulla liikkuvat robotit voivat toimia itsenäisesti. Se myös mahdollistaa liikkeiden koordinoinnin muilla ympäristössä olevilla välineillä, antureilla ja yritysten järjestelmillä. Esimerkiksi toimitusrobotit voivat toimia osana urbaania keskustelevien ajoneuvojen ympäristöä (V2X), jossa ne viestivät liikennevalojen ja muiden ajoneuvojen kanssa optimoiden liikenteen sujuvuutta ja vähentäen ruuhkia. Viestimällä yrityksen pääohjaimen ja muiden robottien ja siirtokeskusten kanssa voidaan varmistaa, että paketit toimitetaan määränpäähän.

Vastaavasti maatalousrobotit vastaanottavat pellon kartat ja koordinoivat liikkeensä muiden koneiden kanssa. Näin voidaan optimoida liikkeiden kattavuus ja vähentää päällekkäisyyksiä esimerkiksi istutuksessa, sadonkorjuussa tai ruiskutuksessa. Maatalousrobotit voivat myös jakaa antureidensa, kuten

maaperäanturien, tietoa tehden maanviljelystä paremmin kohdistettua.

Tehtaissa AGV:t hallitsevat toimiaan, jakavat tehtäviä keskenään ja optimoivat materiaalien kulkua yrityksessä reaaliaikaisesti laitteiden välisellä viestinnällä.

Käyttökohteesta ja ympäristöstä riippuen voivat sopivat käytettävät standardit olla kaupunkiympäristöissä matkapuhelimia tai Wi-Fi tai LPWAN maaseudulla, missä langattomien yhteyksien on oltava ulottuvampia. Mouser Electronics tarjoaa laajan valikoiman viestintämoduuleja näiden tueksi: esimerkiksi Amphenol MCP:n IoT-moduuliratkaisujen valikoiman, joka kattaa esimerkiksi LTE-, LoRa®, Wi-Fi- ja Bluetooth-standardit ja sisältää lukuisia käyttöliittymiä järjestelmäintegraation helpottamiseksi.

Käyttämällä tällaisia ohjelmistolla ja ohjausjärjestelmillä varustettuja antureita, voivat strukturoimattomissa ympäristöissä toimivat robotit havaita ja välttää yhteentörmäyksiä niiden reitillä sijaitsevien paikallaan olevien kohteiden kanssa. Näin turvallisuus ja tehokas navigointi voidaan varmistaa tehdas- ja varastoympäristöissä. Se, mikä anturi valitaan, riippuu usein sen tarkasta käyttökohteesta ja siitä, millaisia esteitä työympäristössä yleensä kohdataan.

Turvallisuuden huomiointi ympäristöissä, joissa käytetään liikkuvia robotteja, on ensiarvoisen tärkeää. Jotta yhteentörmäykset voitaisiin välttää ja vaaroja hallita, on tärkeää, että robotilla on tarkka tietoisuus sen sijainnista. Ilman sitä voivat robotit vaarantaa ihmisten terveyden ja turvallisuuden merkittävästi kotona, tehtaassa ja kaduilla. Nämä robotit tarvitsevat oikein valittuja integroitua antureita pystyäkseen tekemään reaaliaikaisia päätöksiä turvallista ja tehokasta navigointia varten sekä viestimään yhtä aikaa ympäristön ja ihmisten kanssa. Tietoisuus sijainnista ei ainoastaan paranna robottien suorituskykyä ja toimivuutta, vaan varmistaa myös, että ne pystyvät toimimaan yhteisymmärryksessä ja turvallisesti ihmisten läheisyydessä eri tilanteissa.

Robottiikkaosaaminen on tämän päivän yleissivistystä

Automaatio, robotisaatio, tekoäly ja näiden sovellukset tulevat ihmisten arkeen ja työelämään ammattialasta riippumatta. Nopeat tietoverkkoyhteydet, IoT-ratkaisut ja pilvipalvelut yhdessä tekoälyn ja robotiikan kanssa luovat perustan hiilineutraalille, turvalliselle ja hyvin toimivalle yhteiskunnalle. Robotiikan käyttö ja sovellukset laajenevat nopeasti perinteisen teollisuusrobotiikan lisäksi asiantuntijatyöhön, hoivaan, logistiikkaan, sähköisiin palveluihin sekä kodeissa tehtäviin töihin.

TEKSTI JA KUVAT **ESA SANTAKALLIO**

Nykyyään yksittäisten robottien rinnalle kehitetään eri aloilla useista roboteista ja teknologioista koostuvia systeimejä. Näillä tuotetaan logistiikkaa, palveluja ja tuotantoa ihmisläheisemmin, tehokkaammin ja turvallisemmin. Automaation ja robotiikan perusymärrys ja käyttötaidot eivät rajoitu insinöörityeteisiin, vaan ne kuuluvat jokaisen ihmisen yleissivistykseen.

Riihimäellä on viimeisen viiden vuoden aikana kehitetty robotiikan opetuksen koulutuksellinen jatkumo ja opettajien täydennyskoulutusjärjestelmä varhaiskasvatuksesta korkea-asteen opintoihin saakka. Tämä robotiikkaopetuksen jatkumo on ainutlaatuinen Suomessa ja uniikki robotiikkaopetuksen sosiaalinen innovaatio koko Euroopassa.

Maakunta-, kaupunki- ja oppilaitosstrategiat Riihimäen robotiikkaopetuksen lähtökohtina

Riihimäen robotiikkaopetuksen sosiaalisen innovaation kehittämisen lähtökohtana ovat Hämeen liiton kehittä-

Robotiikkatilastot



2024



Hyrian opiskelija ohjelmoimassa cobottia Hämeen ammattikorkeakoulun tiloissa.

tämisohjelmat ja strategia, Riihimäen kaupunkistrategiat 2030 ja 2035 sekä Riihimäen koulutuksen järjestäjien ja Riihimäen kaupungin elinkeinoyhtiön välinen Riihimäen kampusyhteistyösopimus (Riihimäen kaupunki, Hämeen ammattikorkeakoulu, Hyria koulutus Oy, Suomen ympäristöopisto, Riihimäen Tilat ja kehitys Oy).

Riihimäelle on kuuden viimeisen vuoden aikana luotu, kaikki lapset ja nuoret kattava, robotiikan opetuksen koulutuksellinen jatkumo varhaiskasvatuksesta korkea-asteelle. Robotiikkaosaamisen vahvistaminen ja digitaalisten palvelujen kehittäminen on vuodesta 2017 lähtien ollut yksi Hämeen maakuntastrategian ja Riihimäen kaupunkistrategian painopistealueista.

Kaupunkistrategian yhtenä tavoitteena on luoda Riihimäestä kansainvälisesti tunnettu Suomen robotiikan pääkaupunki, jossa korkeatasoinen robotiikkakoulutus sekä soveltavan robotiikan tutkimuksen ja tuotekehityksen osaamiskeskittymä luovat uusia korkean osaamisen työpaikkoja ja yrityksiä. Kärkihankkeen toimeenpanovastuu on Riihimäen robotiikkakampanuksella.

”Robotiikkapainotuksien uskotaan lisäävän oppilaitosten vetovoimaa”

Hämeen ammattikorkeakoulu ja ammatillinen Hyria koulutus Oy ovat päättäneet, että kummankin koulutuksen järjestäjän Riihimäen yksikön opetuksen painopistealue on robotiikka. Näiden päätösten pohjalta on käynnistetty useita kansallisia ja EU-rahoitettuja kehittämishankkeita. Merkittävimmät meneillään olevat yhteiset hankkeet ovat Robo Hoiva (EAKR ja ESR) ja Avoin RoboLab (EAKR). Hankkeet tähtäävät teknologian demokratisointiin, saavutettavuuden varmistamiseen sekä robotiikan hyödyntämiseen ja käytön osaamisen vahvistamiseen ihmisten arjessa ja työelämässä.

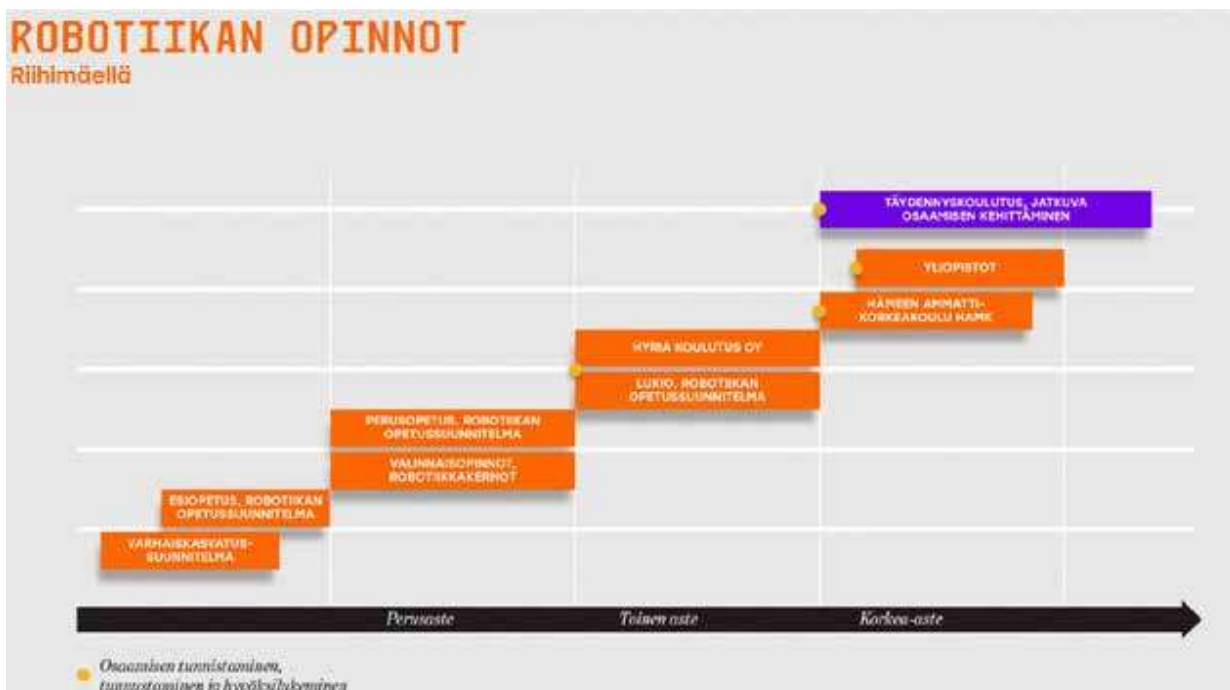
Robotiikkapainotuksien uskotaan lisäävän oppilaitosten vetovoimaa niin kansallisesti kuin kansainvälisesti. Viiden vuoden kuluessa toiselle asteelle

hakeutuvan ikäluokan koko pienenee yhdellä kolmasosalla nykytasoon verrattuna. Ammattikorkeakoulujen opiskelijarekrytoinneissa ikäluokkien pieneneminen näkyy viiveellä. Profiloituneet oppilaitokset pärjäävät selkeästi paremmin kilpailtaessa sekä kotimaasta että ulkomailta tulevista opiskelijoista.

Koulutuksellinen jatkumo – robotiikkaopetusta taaperosta tohtoriksi

Riihimäellä lapsille ja nuorille halutaan opettaa tulevaisuuden taitoja – robotiikan yleissivistystä, jotta heistä kasvaa aikanaan digitaaliset perustaidot omaavia vastuullisia päättäjiä sekä eettisiä robotiikan ja tekoälyn käyttäjiä. Pedagogisia ratkaisuja kehittämällä tämä voidaan tehdä oppilaita ja opettajia innostavalla tavalla.

Riihimäen robotiikkaopetus ja sen pedagogiset ratkaisut ovat osoittaneet, että akateemisissa aineissa heikosti menestyvät oppilaat voivat loistaa robotiikassa. Riihimäellä on ollut useita teoria-aineissa tehostettua tai erityistä tukea saaneita perusopetuksen oppilaita, jotka ovat menestyneet erinomaisesti robotiikan SM- ja MM-kilpailuissa. Nämä nuoret ovat myöhemmin pärjänneet



Robotiikan opetuksen koulutuksellinen jatkumo

hyvin myös toisen asteen jatko-opinnoissa. Tämä kaikki on toteutettu ilman opetuksen kustannusten nousua.

Riihimäelle on luotu kaikki lapset ja nuoret kattava robotiikkaopetuksen koulutuksellinen jatkumo, jonka täysimittainen toimeenpano on alkanut syksyllä 2020. Tänä vuonna jatkumon kehityskohteina ovat erityisesti toisen ja korkea-asteen työelämälähtöiset robotiikkaopinnot ja opettajien robotiikkakoulutus.

Varhaiskasvatuksessa lapset oppivat ryhmissä robotiikan opetuksen taustalla olevia sosiaalisia taitoja sekä ongelmien ratkaisuja leikkien, pelien ja tarinoiden avulla.

Perusopetuksessa Riihimäellä robotiikkaa opetetaan kaikille yhteisinä opintoina käsityössä, matematiikassa, ympäristöopissa ja fysiikassa. Opetus noudattaa näiden oppiaineiden valtakunnallisten opetussuunnitelmien tavoitteita, sisältöjä ja arviointikäytänteitä. Kirjojen ja perinteisten materiaalien sijasta opetus tapahtuu robotiikan opetukseen kehitetyillä alustoilla ja oppimisympäristöissä. Perusopetuksen aikana jokainen riihimäkeläinen lapsi opiskelee robotiikkaa ja siihen liittyvää ohjelmointia vähintään 250 tuntia.

Perusopintojen lisäksi oppilas voi valita robotiikkaopintoja viidennellä ja kuudennella luokalla käsityön valinnaisaineen osana yhden viikkotunnin verran ja omana valinnaisena oppiaineena perusopetuksen kahdeksannella ja yhdeksännellä luokalla kahden viikkotunnin verran. Tällöin oppilaan robotiikan valinnaisainekertymäksi muodostuu 225 oppituntia. Yhteensä tämä on enemmän kuin missään muussa kaupungissa tai kunnassa Suomessa.

Varsinaisten oppituntien lisäksi Riihimäellä järjestetään kaikissa peruskouluissa 3.-9. -luokkien oppilaille robotiikkakerhotoimintaa, missä syvennetään ja sovelletaan oppitunneilla opittuja taitoja mm. Riihimäellä vuosittain järjestettäviä robotiikan SM-kilpailuja ja USA:ssa järjestettäviä MM-kilpailuja varten. Nämä nuoret työskentelevät robotiikan parissa useita satoja tunteja vuosittain.

”Lapset oppivat ryhmissä robotiikan opetuksen taustalla olevia taitoja”

Riihimäen lukion robotiikan opetussuunnitelma 2.0 mukaiset opinnot on suunniteltu Riihimäen kaupungin, Hyrian, HAMK:n sekä Tampereen ja Turun yliopistojen kanssa. Riihimäen lukion opetussuunnitelman mukaan suoritetuista opinnoista vähintään 15 opintopistettä hyväksytään ammatikorkeakoulututkintoon HAMK:n kaikissa koulutusohjelmissä.

Turun yliopiston käsityöopettaja-koulutuksessa Riihimäen robotiikkaoppimisympäristöt ovat sisällytetty käsityöopettajien koulutusohjelmaan. Riihimäellä tapahtuva opetusharjoittelu käynnistyy tänä keväänä.

Riihimäellä kehitetty koulutuksellinen robotiikkaopetuksen jatkumo tuottaa jo perusopetuksen päättövaiheeseen mennessä oppilaille osaamista, jota ei kolmen vuoden toisen asteen opinnoissa pysty kuroma kiinni. Esimerkiksi viime kesänä lukion ensimmäisen vuosikurssin opiskelijan tehtävänä oli kesätyöpaikassaan vastata teollisessa tuotantokäytössä olevan robotin ohjelmoinnista ja käytöstä.

Tiedeperustainen robotiikkaopetuksen ja -osaamisen kehittäminen

Riihimäen robotiikkaopetusta ja sen opetussuunnitelmia on viimeisen kuuden vuoden ajan kehitetty yhteistyössä Turun yliopiston, Tampereen yliopiston ja Hämeen ammattikorkeakoulun kanssa. Riihimäen robotiikkaopetuksesta ja sen vaikutuksista on valmistunut useita pro gradu-/YAMK-tasoisia tutkimuksia. Lisäksi vireillä on ainakin yksi robotiikkaopetukseen liittyvä väitöskirja.

Tänä keväänä Riihimäellä käynnistyy ensimmäisenä paikkana Suomessa opettajaopiskelijoiden robotiikan opetuksen opetusharjoittelu Turun

yliopiston käsityön aineenopettajien koulutuksen osana.

Kokemuseräisen tiedon perusteella Riihimäen perusopetusaikaiset ja lukion robotiikkaopinnot tuottavat hyvää perusosaamista ja erinomaisia työelämävalmiuksia. Perusosaamisen tason mittarina on käytetty mm. kansallisissa robotiikkakilpailuissa saavutettuja pistemääriä sekä riihimäkeläisten joukkueiden menestystä kansainvälisissä robotiikan MM-kilpailuissa.

Opiskelijoiden robotiikan työelämävalmiuksien tasoa on havainnointu opiskelijoiden työharjoittelujaksojen ja erilaisten työsuoritusten yhteydessä. Esimerkiksi kesällä 2020 riihimäkeläinen lukion 1. vuosikurssin opiskelija vastasi kesätyöpaikassaan teollisessa tuotantokäytössä olevan hitsausrobotin hoidosta ja ohjelmoinnista.

Opettajien robotiikan opetuksen täydennyskoulutus

Riihimäen kaupunki on täydennyskouluttanut opetushenkilöstönsä itsenäisesti. Tämän vuoden alkuun mennessä on täydennyskoulutettu 20 varhaiskasvatuksen opettajaa, yli 150 peruskoulun sekä useita lukion ja ammatillisen koulutuksen opettajia robotiikan opetustehtäviin kaikille koulutuksen asteille. Kuluvana lukuvuonna Riihimäen 225:stä peruskoulun opettajasta 103 opettaa robotiikkaa joko peruskoulussa tai lukiossa.

Lisäksi Riihimäen robotiikkakampus on järjestänyt useille kymmenille opettajille robotiikan täydennyskoulutusta maksupalveluperiaatteella. Vuoden 2021 lopussa Harjunrinteen koulun saama Erasmus-akreditointi tulee merkittävästi lisäämään kansainvälistä robotiikan opetuksen täydennyskoulutusta.

Opettajien täydennyskoulutuksessa hyödynnetään työsuhteeseen otettavia robotiikkaan perehtyneitä oppilasagentteja, jotka saavat työstään TES:n mukaisen palkan ja työtoistuksen. Robotiikan oppilasagentti-toimintaa tukevat mm. Insinööriliitto ja Etelä-Hämeen Osuuspankki.



Robottiikkatilastot



2024

Käytetyt sähköautojen akut materiaaliksi ja energiavarastoiksi

Kiertotalous vaatii uudenlaisia automaattioratkaisuja käytöstä poistettujen tuotteiden purkamiseen ja lajitteluun niiden elinkaaren loppuvaiheessa. Useissa tuotteissa energiavarastona oleva akusto sisältää arvokkaita materiaaleja, jotka voidaan uusiokäyttää, vaikka tuote muuten olisi muuten käyttökelvoton.

TEKSTI **TERO KAARELA, HEIDI KAARTINEN JA TOMI PITKÄÄHO, CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU**

KUVAT **TERO KAARELA, CENTRIA, ISTOCKPHOTO**

Käytöstä poistuvat elektroniikkalaitteet puretaan osiin ja materiaalit lajitellaan joko uusiokäyttöä, murskaamista tai kunnostusta varten.

Tällaisten laitteiden energiavarastona oleva akusto sisältää arvokkaita mate-

riaaleja, jotka voidaan uusiokäyttää, vaikka tuote muuten olisi muuten käyttökelvoton. Haasteena robotisoidussa purkamisessa ja lajittelussa ovat kuitenkin epäyhtenäinen purkumateriaali sekä tuotteiden kokoonpanossa käytetyt vaikeasti purettavat liitosme-

netelmät, kuten liima ja hitsiliitokset. Kansainvälinen Horizon Europe –hanke RECIRCULATE:ssa tutkitaan tekoälyyn ja konenäköön perustuvan robotiikan mahdollisuuksia akkujen lajittelun ja purkamisen automatisointiin.

RECIRCULATE-hankkeen teema on kokonaisvaltaisen konseptin kehittäminen sähkökäyttöisten ajoneuvojen akkujen kierrättämiseen ja uusiokäyttöön. Mukana on yksitoista hankekumppania eri puolilta Eurooppaa ja hankkeen kokonaisbudjetti on noin 6,6 miljoonaa euroa. Hanke kattaa käytettyjen akkujen logistiikan, kunnon toteamisen, robotisoidun purkamisen, lajittelun, sekä tuotteistamisen kiinteistöjen akustoiksi. Centria-ammattikorkeakoulu ja oululainen Probot Oy vastaavat hankkeessa robotisoidun purkamisen ja lajittelun työpaketista.

Akkuasetus velvoittaa

Ladattavien autojen myynti on selvässä kasvussa ja on siis ajankohtaista varautua akkujen purkamiseen ja lajitteluun. Määrien kasvun lisäksi EU:n uusi akkuasetus velvoittaa valmistajat käyttämään

kierrätysmateriaaleja uusissa Euroopan alueella myytävissä akuissa siten, että 16 % koboltista, 85 % lyijystä, 6 % litiumista ja 6 % nikkelistä tulee olla kierrätettyä elokuun 2031 jälkeen. Vaatimukset tiukentuvat vuoden 2036 helmikuussa koboltin (26 %), litiumin (12 %) ja nikkelin (12 %) osalta ja koskevat kaikkia akkuja, joiden kapasiteetti on vähintään 2 kilowattia (Euroopan komissio 2023).

Akustojen varastoimiseen ja purkutapahtumaan sisältyy aina tiettyjä akkujen kemiaan ja sähkövaraukseen liittyviä riskejä. Varastoinnissa on huomioitava mahdollinen kemikaalien vuotaminen ympäristöön sekä käytettyihin akkuihin liittyvät tulipaloriskit. Centrialle on rakennettu kuluneen vuoden aikana infrastruktuuri tutkittavien akkujen varastointia sekä robotisoitua purkamista varten. Akkuja varastoidaan



Ruuvien tyyppin ja paikan tunnistaminen kone-
näön ja tekoälyn avulla. Oikealla liittimien
irrottaminen 2-sormisella tarttujalla.
(Kuva: Centria, 2024)



Suunnittelukuva Centrian robottisolusta, työn alla Ford Transitin ladattavan hybridin akku. (Kuva: Centria, 2024)

palo-osastoidussa ulkovarastossa, joka on varustettu lämpöön reagoivalla automaattisella sammutusjärjestelmällä: akkupalon sattuessa varastotilaan vapautuu kemikaalia, joka tukahduttaa palon.

Akkujen robotisoidun purkamisen tutkimiseen on Centrialla varattu erityinen ja päärakennuksesta eristetty tila, johon on rajoitettu pääsy vain muualla hanketyöntekijöillä. Tilassa oleva robotisolu koostuu teollisuusrobotista sekä lineaariradasta, joita kannattele teräskehikko. Kuvassa 1 esitetty robotisolu on suunniteltu ja mitoitettu sopivaksi kuusi metriä pitkään merikonttiin, ajatellen hankkeen loppuvaiheessa tehtävää teollisessa ympäristössä tapahtuvaa kokeilua. Merikonttiin rakennettu robotisointi käsittelylaitos on helppo eristää muista rakennuksista ja varustaa sammutusjärjestelmällä.

Haasteena epäyhtenäinen purkumateriaali

Robotisoidun purkamisen suurin haaste on epäyhtenäinen, ennalta määrittämätön purkumateriaali. Akkujen koko, muoto ja niiden sisältämät liitostekniikat vaihtelevat valmistajasta ja auton mallista riippuen. Tähän saakka hankkeen tutkimustyö aihealueen ympärillä on keskittynyt Centrialla akuston kannen ruuvien tunnistamiseen ja paikantamiseen konenäön ja tekoälyn avulla, sekä purkujärjestyksen määrittämiseen.

Johtosarjojen ja liittimien irrottamiseen ei ole tällä hetkellä kaupallista tai kokeellistakaan ratkaisua – sama koskee liimattujen liitosten erottamista. Johtosarjojen leikkaaminen oikosulkisi akuston, joten se ei ole vaihtoehto. Centria ja Probot kehittävät työkaluja sekä ruuvien että liittimien irrottamiseen. Myös liimattujen liitosten purkamista jäädyttämällä sekä leikkaamalla kokeillaan hankkeen aikana. Kuvassa 2 on esillä ruuvaustyökalu, konenäkösovellus ruuvien tunnistamiseksi sekä liittimien irrotustyökalu.

Energiavarastoja kierrättäen

Niitä akkuja, joiden kapasiteetti ei ole enää riittävä käytettäväksi ajoneuvoissa, voidaan tuotteistaa uudelleen kiinteis-



Eco Storin neljää ajoneuvoakkuja hyödyntävä kiinteistöakusto. (Kuva: Eco Stor AS, 2023)

töjen energiavarastoiksi. Uusiokäyttäminen on energiatehokas ja kestävä vaihtoehto akkujen murskaamiselle ja kierrätykselle. RECIRCULATE-hankkeen kumppani, norjalainen Eco Stor AS, on kehittänyt konseptin, jossa ajoneuvoakustot hyödynnetään kiinteistön energiavarastoiksi. Akut asennetaan ratkaisussa runkorakenteeseen, joka sisältää tarvittavan ohjaus- ja tehoelektroniikan, ja kokonaisuus verhoillaan lopuksi ohutlevyillä.

RECIRCULATE-hankkeessa akustojen uudelleenkäytön ja kierrätyksen lisäksi hyödynnetään ja kehitetään edelleen hankkeen partnerin, saksalaisen Minespider AG:n akkupassia, jonka avulla akun elinkaarta voidaan seurata ja jäljittää. Digitaaliseen akkupassiin tallennetaan mahdollisimman paljon tietoa akustosta, siihen käytetyistä materiaaleista, sen teknisistä ominaisuuksista, kunnosta, sekä käyttöhistoriasta. Akkupassi on luettavissa ja kirjoitettavissa akussa olevan QR-koodin avulla ja se sisältää purkuvaiheesta tiedon akun soveltuvuudesta uusikäyttöön, purkuohjeet, sekä tiedot käytetyistä materiaaleista, mikä helpottaa kierrättämistä.

Centrialla akkujen robotisoitua purkamista ja lajittelua on tutkittu jo useiden vuosien ajan aikaisemmissa tutkimushankkeissa. RECIRCULATE on kuitenkin ensimmäinen Horisontti-ohjelmasta rahoitettu EU-hanke, jossa Centria toimii koordinaattorina. Hankkeessa pystytään hyödyntämään robotiikan, automaation sekä kiertotalouden vahvaa osaamista uudenlaisen ratkaisun rakentamiseen akkujen kiertotalouden tueksi.

Lähteet

Euroopan Komissio 2023. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukset (EU) 2023/1542, annettu 12 päivänä heinäkuuta 2023, akuista ja paristoista ja jätteakuista ja -paristoista. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1542/oj>. Vierailtu: 17.2.2024

O'Donovan A. 2024. Electrified Transport Market Outlook 4Q 2023: Growth Ahead. Saatavissa: <https://about.bnef.com/blog/electrified-transport-market-outlook-4q-2023-growth-ahead/>. Vierailtu: 17.2.2024



Automaatiopalkinto jaetaan jälleen Automaatiopäivillä – HAKU AUTOMAATIOPALKINNON 2025 VOITTAJAKSI KÄYNNISSÄ!

Automaatiopalkinto on tunnustuspalkinto, joka myönnetään merkittävästä alalla suoritetusta tutkimus- ja kehittämistyöstä, sovelluksesta teollisuuden tai yhteiskunnan käyttöön tai muusta automaatioalaa edistäneestä toiminnasta. Palkinnon saaja voi olla henkilö, työryhmä, yritys tai muu yhteisö. Suomen Automaatioseura jakaa Automaatiopalkinnon kahden vuoden välein Automaatiopäivien yhteydessä. Palkinnon suuruus on 5000 EUR.

Ehdota Automaatiopalkinnon 2025 voittajaa lyhyin perusteluin (max. 500 merkkiä) lomakkeella:

www.automaatioseura.fi/automaatiopalkinto