

**Robottiikan kehitys tieto- ja viestintätekniikan alalla:
edistysaskeleet, käyttötarkoitukset ja tulevaisuudennäkymät**



Ammattikorkeakoulutukinnon opinnäytetyö

Tieto- ja viestintätekniikka koulutus

Kevät 2023

Frans Lönnqvist

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan robottiikan ja tieto- ja viestintäteknikan välistä suhdetta ja keskitytään niiden vaikutukseen eri ammateissa. Tutkimus alkaa robottien kattavalla määritelmällä, jossa hiukan käydään läpi sekä virtuaaliset että mekaaniset kokonaisuudet, ja sen jälkeen analysoidaan niiden erilaisia sovelluksia eri aloilla.

Tutkimus valottaa useiden tapaustutkimusten avulla robottien integrointia ICT alojen ammatteihin ja selvittää alojen haasteita ja etuja. Virtuaalisten ja mekaanisten robottien ominaisuuksien hahmottamiseksi tehdään vertaileva analyysi, joka valottaa niiden vahvuuksia ja rajoituksia eri ammattien ympäristöissä. Tämän jälkeen tutkielmassa käydään läpi robottiikan kehitys alkeellisista automaateista kehittyneempiin järjestelmiin, jotka ovat vieneet alaa eteenpäin. Viimeaikaisia läpimurtoja koneoppimisen, tietokonenäön ja luonnollisen kielen käsittelyn alalla tarkastellaan ja korostetaan niiden välittömiä vaikutuksia tieto- ja viestintäteknikan alaan.

Kirjoituksessa käydään myös läpi mekaanisten ja virtuaalisten robottien eroavaisuutta, sekä miten niitä käytetään. Tutkielman loppuun käydään tulevaisuuteen suuntautuvaa keskustelua, jossa pohditaan robottiikan odotettavissa olevia suuntauksia ja niiden mahdollisia vaikutuksia tieto- ja viestintäteknikan alaan sekä annetaan, oma mielipiteeni robottiikasta ICT-alalla.

Avainsanat Robottiikka, Mekaaninen robotti, Virtuaalinen robotti,

Sivut 31 sivua

Author Frans Lönqvist

Subject The Evolution of Robotics in the ICT Field: Advancements, Applications, and Future Prospects

Supervisor Jari Mustajärvi

This thesis explores the relationship between robotics and ICT, focusing on their impact in different professions. The study starts with a comprehensive definition of robots, briefly discussing both virtual and mechanical entities, and then analyses their different applications in different domains.

Through a series of case studies, the study sheds light on the integration of robots into ICT professions and identifies the challenges and benefits for these sectors. A comparative analysis was carried out to outline the characteristics of virtual and mechanical robots, shedding light on their strengths and limitations in different occupational environments. The thesis then reviews the evolution of robotics from rudimentary automata to more advanced systems that have moved the field forward. Recent breakthroughs in machine learning, computer vision and natural language processing is reviewed, highlighting their direct impact on the ICT sector.

The thesis also discusses the differences between mechanical and virtual robots and how they are used. Finally, the thesis concludes with a forward-looking discussion on the expected trends in robotics and their potential impact on the ICT sector, as well as my own view on robotics in ICT.

Keywords Robotics, Mechanical robotics, Virtual robotics

Pages 31 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Robotti yleisesti	3
3	Robotiikan soveltaminen.....	8
3.1	Automatisoitu tuotanto	8
3.2	Ohjelmistorobotiikka (RPA).....	10
3.3	Data-analyysi.....	12
3.4	Verkonhallinta.....	13
3.5	Pilvilaskenta	15
3.6	Ohjelmistotestaus	16
4	Robotiikan kehittyminen	18
5	Käytössä oleva robotiikka	21
5.1	Mekaaniset robotit	21
5.2	Virtuaaliset robotit.....	23
6	Robotiikan vaikutukset ICT työhön	26
7	Mietteet.....	29
	Lähteet.....	31

1 Johdanto

Viime vuosikymmeninä robotiikka on noussut merkittäväksi teknologiaksi, joka on muuttanut huomattavasti eri aloja eri puolilla maailmaa. Sitä mukaan kun robotiikka on kehittynyt ja muuttunut, sen vaikutus tieto- ja viestintäteknikkaan (ICT) on kasvanut entisestään. Tässä tutkielmassa pyritään vastaamaan kysymykseen siitä, miten robotiikka on muuttanut tieto- ja viestintäteknikan ammattialaa sekä parempaan että huonompaan suuntaan.

Motivaatio aiheen valintaan syntyi henkilökohtaisesta kiinnostuksesta robotiikkaan. Kiinnostus aiheesta kasvoi, kun näin dokumentin missä keskusteltiin yksityiskohtaisesti autotehtaasta, joka oli automatisoitu liki täysin. Se, miten tehokkaasti ja tarkasti nämä koneet toimivat ja millä tavalla niiden toimintaa ylläpidettiin, kiinnitti huomioni ja sai minut perehtymään syvällisemmin robotiikkaan.

Opinnäytetyön aikana tutustutaan robotiikan vaikutuksiin eri ICT ammateissa, sekä tutkitaan robotiikkaa yleisesti. Ensinnäkin peruskäsite robottiin liittyen otetaan esille ja sen ominaisuuksiin ja toimintoihin perehdytään. Tämän pohjalta tarkastellaan eri aloja, jotka tukeutuvat vahvasti robotiikkaan, kuten automatisoitua tuotantoa, data-analyysiä ja verkkohallintaa. Artikkeleita tutkimalla saadaan käsitys siitä, miten robotiikka on integroitu näille aloille, ja sen vaikutukset tieto- ja viestintäteknikan alaan ymmärretään paremmin.

Lisäksi tutkitaan miten teknologian edistys on muuttanut tai edistänyt robotiikan kehitystä. Näiden edistysten ansiosta on syntynyt lukuisia robottijärjestelmiä, joilla on erilaisia fyysisiä ja älyllisiä ominaisuuksia. Nykyisin käytössä olevien robottien toimintaa tarkastellaan ja kuinka kyseiset robotit ovat muuttuneet ja kehittyneet käyttönsä aikana.

Tutkielman edetessä huomiota kiinnitetään siihen, miten robotiikka on muuttanut tieto- ja viestintäteknikan ammattialaa kokonaisuudessaan. Tarkoitus on myöskin tarkastella robotiikan myönteisiä sekä kielteisiä vaikutuksia ICT-alalla, jotta saadaan mahdollisimman kattava tarkastelu robotiikasta.

Lopuksi pohditaan robotiikan tulevaisuutta tieto- ja viestintäteknikan alalla. Teknologian kehittyessä päätä huomaavalla vauhdilla, keskustellaan robotiikan mahdollisista vaikutuksista työpaikkojen luomiseen ja talouskasvuun.

Tarkastelemalla robotiikan kehitystä tieto- ja viestintäteknikan alalla tämä tutkielma pyrkii lisäämään olemassa olevaa tietämystä tarjoamalla tietoa siitä, miten tämä teknologia on muuttanut eri ICT ammatteja ja minkälaisia mahdollisia ongelmia se voi aiheuttaa.

2 Robotti yleisesti

Nyky-yhteiskunnassa robotit ovat tulleet yhä yleisempään käyttöön. Robotiikan kehittyessä, näitä koneita käytetään nykyään moniin eri tarkoituksiin. Mutta mitä robotti tarkalleen ottaen on, ja miten se määritellään? Robotiikan maailmassa on kaksi eri robottityyppiä, mekaaninen ja virtuaalinen robotti. Näitä kahta eri tyyppiä käytetään hyvin erilaisiin tehtäviin, mutta molemmissa pätevät samat määritelmät. Nämä määritelmät keskittyvät usein tiettyihin ominaisuuksiin tai piirteisiin. (Zuhlke, 2022)

Automaatio ja autonomia: Automaatio ja autonomia ovat keskeisiä ominaisuuksia, jotka erottavat robotit perinteisistä koneista. Näiden ominaisuuksien ansiosta robotit voivat toimia vaihtelevan itsenäisesti, mikä vähentää niiden riippuvuutta jatkuvasta ihmisen ohjauksesta. Robotin automatisoinnin ja autonomian aste voi vaihdella huomattavasti, joka perustuu robottien erilaisiin tehtäviin ja rooleihin. (Ashwani, 2023)

Yksinkertaisimmillaan robottien automatisointi tarkoittaa ennalta määrättyjen toimintojen suorittamista ilman ihmisen reaaliaikaista puuttumista asiaan. Tämä automaation muoto soveltuu hyvin toistuviin ja rutiininomaisiin tehtäviin. Esimerkiksi teollisuudessa robottikäsi-robotit voivat hitsata, maalata tai koota komponentteja tarkasti ennalta määriteltujen ohjeiden perusteella. Vaikka nämä robotit osoittavat automaatiota, ne eivät ole mukautumiskykyisiä eivätkä pysty reagoimaan muuttuviin olosuhteisiin tai ympäristöön. (Zuhlke, 2022)

Kun siirrytään puoliautonomiseen toimintaan, robotit saavat kyvyn tehdä päätöksiä reaaliaikaisen aistitiedon perusteella. Nämä robotit yhdistävät ennalta ohjelmoidut ohjeet ja ympäristöstä saadut aistitiedot toimintansa mukauttamiseksi. Esimerkkinä voidaan mainita autonominen pölynimuri, joka liikkuu huoneessa, väistää esteitä ja mukauttaa siivousreittiään havaintojensa perusteella. Tämä autonomian taso parantaa tehokkuutta ja vaikutusta muuttuvissa ympäristöissä. (Zuhlke, 2022)

Robottien autonomian seuraavaa tasoa edustetaan kehittyneillä päätöksentekovalmiuksilla, joita usein ohjataan tekoälyn (AI) toimesta. Tällaisia robotteja voidaan käyttää monimutkaisen tiedon analysoimiseen eri antureista, ja niiden annetaan käsitellä sitä reaaliajassa sekä tehdä siihen tietoon perustuvia valintoja toiminnassaan. Itseajavien autojen kaltaiset robotit, jotka käsittelevät jatkuvasti kameroiden, tutkien ja LIDAR-tutkien tuottamaa tietoa liikenteen navigoimiseksi, jalankulkijoiden tunnistamiseksi ja reagoidakseen muuttuviin tieolosuhteisiin. Esimerkiksi ne eivät ainoastaan noudata ennalta ohjelmoituja reittejä, vaan niiden sallitaan myös sopeutua muuttuviin ja arvaamattomiin tilanteisiin, mikä osoittaa niiden suuren autonomian tason. (Zuhlke, 2022)

Ohjelmoitavuus: Ohjelmoitavuus on yksi perusominaisuus, joka erottaa robotit perinteisistä koneista. Ohjelmoitavuus antaa roboteille monipuolisen mahdollisuuden konfigurointiin tai uudelleenohjelmointiin, jolloin niitä voidaan käyttää monenlaisiin eri tehtäviin ja sopeuttaa muuttuviin ympäristöihin. Tämä joustavuus erottaa robotit muista autonomisista koneista, jotka on tyypillisesti suunniteltu tiettyjä, kiinteitä toimintoja varten. Ohjelmoitavuus tarkoittaa pohjimmiltaan sitä, että robotteja ei ole rajoitettu yhteen ennalta määrättyyn tehtävään. Toisin kuin perinteiset koneet, joilla on jäykät toiminnot, robotit pystyvät oppimaan ja suorittamaan uusia tehtäviä säätämällä ohjelmointiaan tai algoritmejaan. Tämä sopeutumiskyky on nykyaikaisen robottiaikakauden tärkein piirre, ja se tarjoaa lukuisia etuja eri toimialoilla ja sovelluskohteissa. Yksi ohjelmoitavuuden tärkeimmistä eduista on sen kyky helpottaa monikäyttöisyyttä. Esimerkiksi alun perin elektroniikkalaitteiden valmistukseen suunniteltu robotti voidaan ohjelmoida uudelleen suorittamaan laadunvalvontatarkastuksia, mikä taas lisää tuotantolinjan joustavuutta ja tehokkuutta. (Kiosow, 2022)

Lisäksi ohjelmoitavat robotit soveltuvat erinomaisesti ympäristöihin, joissa olosuhteet vaihtelevat. Esimerkiksi maatalousrobotit voivat mukauttaa istutus- ja sadonkorjuurutiineja reaaliaikaisten tietojen, kuten säämallien ja maaperäolosuhteiden perusteella, mikä paremmin optimoi sadon tuottamista ja resurssien käyttöä. Lisäksi ohjelmoitavuus parantaa kustannustehokkuutta, sillä se vähentää tarvetta kehittää kokonaan uusia robotteja jokaista erityistehtävää varten. Tämä johtaa säästöihin tutkimus-, kehitys- ja tuotantokustannuksissa, koska yksi robottijärjestelmä voidaan mukauttaa eri tarkoituksiin, jolloin erillisten robottien suunnittelusta ja valmistuksesta aiheutuva työ jää pois. (Bolmsjö, 2014)

Mukauttaminen on toinen ohjelmoitavien robottien etu. Alat, joilla on ainutlaatuisia vaatimuksia, kuten terveydenhuolto, hyötyvät roboteista, jotka voidaan räätälöidä vastaamaan erityistarpeita. Esimerkiksi kirurgiset robotit voidaan mukauttaa erityyppisiä minimaalisesti invasiivisiä toimenpiteitä varten, mikä parantaa potilaiden hoitoa. Kun teknologia kehitys jatkuu, ohjelmoitavat robotit voidaan helposti päivittää hyödyntämään uusia antureita, prosessoreita ja algoritmeja. Näin varmistetaan, että robottijärjestelmät pysyvät ajan mittaan tarpeellisina ja tehokkaina, mikä tekee niistä arvokkaita pitkän aikavälin investointeja. (Bolmsjö, 2014)

Robotin ohjelmointiprosessi voi vaihdella monimutkaisuudeltaan suhteellisen yksinkertaisista säädöistä edistyneempiin tehtäviin. Perusohjelmointiin voi kuulua esimerkiksi nopeuden, ajoituksen tai toiminta-alueen kaltaisten parametrien muuttaminen. Kehittyneempi ohjelmointi voi taas edellyttää monimutkaisten algoritmien muuttamista, jotta robotti voi suorittaa täysin uusia tehtäviä tai olla vuorovaikutuksessa muiden järjestelmien kanssa itsenäisesti. (Visual Components, 2023)

Aistiminen ja havaitseminen: Erilaisilla antureilla varustettu robotti, kykenee jäljittelemään ihmisen aisteja ja paljon muuta. Näihin antureihin kuuluu näköantureita, jotka keräävät visuaalista dataa, jonka avulla robotit voivat tunnisteta esineitä, ihmisiä ja maamerkkejä sekä lukea visuaalisia vihjeitä, kuten merkkejä tai symboleja. Lämpösäteilyn havaitsemiseen käytetään infrapuna-antureita, kun taas etäisyyksien mittaamiseen ja yksityiskohtaisten 3D-karttojen luomiseen ympäristöstä käytetään LIDAR-antureita, mikä helpottaa tarkkaa navigointia ja esteiden välttämistä. Ääniaaltojen lähettämiseen ja niiden heijastusten havaitsemiseen käytetään ultraääniantureita etäisyyksien mittaamiseksi ja kohteiden tunnistamiseksi, samalla tavalla kuin lepakotkin navigoivat. Painetta, tekstuuria ja voimia robotit voivat aistia kosketusantureiden ja tuntoantureiden avulla, mikä on erityisen arvokasta tehtävissä, joihin liittyy esineiden käsittelyä ja ihmisten välistä vuorovaikutusta. Tietoa robotin suunnasta ja liikkeestä antavat gyroskoopit ja kiihtyvyyksimittarit, minkä ansiosta robotti voi säilyttää tasapainonsa ja säätää asentoaan tarpeen mukaan. (Dellaert & Hutchinson, 2022, kappale 1.3)

Antureista saatuja tietoja yhdistetään usein robotin toimesta niin sanotun tietojen yhdistämisprosessin avulla. Tämän avulla robotin havaintojen tarkkuutta ja täydellisyyttä voidaan parantaa. Esimerkiksi liikkuva robotti voi yhdistää kameroiden, LIDARin ja gyroskooppien tiedot navigoidakseen monimutkaisissa ympäristöissä ja välttääkseen samalla esteitä. Kohteiden tunnistaminen on tärkeä osa aistimista ja havaitsemista ja robotit voidaan ohjelmoida tunnistamaan tiettyjä esineitä tai kuvioita ympäristössään, mikä on korvaamatonta esimerkiksi tuotantosovelluksissa, joissa robottien on tunnistettava ja käsiteltävä osia tarkasti. Lisäksi näiden kykyjen ansiosta robotit voivat toimia tehokkaasti ihmisten kanssa. Esimerkiksi kasvojentunnistuksen avulla robotit voivat tunnistaa ihmisten ilmeet ja reagoida niihin, mikä parantaa niiden kykyä toimia ihmisten kanssa eri yhteyksissä, asiakaspalvelusta terveydenhuoltoon. (Dellaert & Hutchinson, 2022)

Virtuaaliset robotit, jotka tunnetaan myös nimellä simuloitujen robotit, ohjelmistorobotit tai botit, luodaan tietokonesimulaatioympäristöissä ja niitä pidetään fyysisten robottien digitaalisina vastineina. Toisin kuin fyysiset robotit, virtuaaliset robotit ovat olemassa ainoastaan ohjelmistoissa eivätkä niillä ole fyysistä läsnäoloa. Sen sijaan niiden avulla simuloidaan fyysisten robottien käyttäytymistä, ominaisuuksia ja anturien vuorovaikutusta valvotussa virtuaaliympäristössä. Nämä simulaatiot on suunniteltu jäljittelemään oikean maailman olosuhteita, jotta tutkijat, insinöörit ja sovellusten kehittäjät voivat testata ja parantaa robottialgoritmeja, käyttäytymistä sekä suunnittelua. Virtuaaliset robotit voivat suorittaa tehtäviä, navigoida ympäristöissä ja olla vuorovaikutuksessa virtuaalimaailmojen tai simulaatiossa olevien esineiden kanssa. Niissä on usein simuloituja antureita, kuten kameroita, LIDAR- ja infrapunatunnistimia, jotka jäljittelevät fyysisten robottien aistimiskykyä. (Formant, n.d.)

Virtuaaliset robotit palvelevat useita tärkeitä tarkoituksia, kuten:

Tietojen analysointi: Virtuaaliset robotit tuottavat erilaisia tietokokonaisuuksia vuorovaikutuksensa, anturilukemiensa ja käyttäytymisensä kautta. Nämä tiedot ovat arvokkaita data-analyysin kannalta, ja niiden avulla tutkijat voivat parantaa algoritmeja, arvioida suorituskykyä ja kouluttaa koneoppimismalleja. (InsideBIGDATA, 2019)

Verkon hallinta: Virtuaalisia robotteja käytetään verkohallinnassa simuloimaan verkkoon liitettyjen robottien käyttäytymistä. Näin verkon ylläpitäjät voivat arvioida verkon suorituskykyä, turvallisuutta ja skaalautuvuutta valvotussa ympäristössä. (Allison, 2022)

Yhteenvetona tästä voidaan päätellä, että robotteja on monenlaisia ja niitä voidaan luokitella niiden sovellusten, fyysisen rakenteen tai kykyjen perusteella. Täten voidaan myös todeta, että robotti määritellään ohjelmoitavaksi koneeksi tai virtuaaliseksi ohjelmaksi, joka kykenee tunnistamaan ympäristönsä ja olemaan vuorovaikutuksessa sen kanssa, sopeutumaan muuttuviin olosuhteisiin ja suorittamaan tehtäviä itsenäisesti.

3 Robottiikan soveltaminen

3.1 Automatisoitu tuotanto

Automatisoitu tuotanto, eli autonomisten koneiden käyttö valmistustehtävien suorittamiseen mahdollisimman vähällä ihmisen avustuksella, juontaa juurensa 1700-luvun loppupuolelle ajoittuvaan teollisuuden vallankumoukseen. Varhaisille automatisoiduille järjestelmille oli ominaista yksinkertaisten koneiden, kuten kangaspuiden ja höyrykoneiden, käyttö. Automaatio kehittyi 1900-luvun puolivälissä, kun ohjelmoitavat logiikkaohjaimet (PLC) ja tietokoneen numeerinen ohjaus (CNC) tulivat markkinoille. Näillä tekniikoilla mahdollistettiin valmistusprosessien suurempi tarkkuus ja toistettavuus, mikä merkitsi tuotannon automatisoinnin alkuvaihetta. (Bong, 2023)

Robottiikan käsite automatisoidussa tuotannossa syntyi 1900-luvun puolivälissä tieteiskirjallisuuden innoittamana ja halusta vähentää manuaalista työtä, sekä lisätä tuotannon tehokkuutta. Ensimmäinen teollisuusrobotti, Unimate-robotti, esiteltiin 1960-luvun alussa George Devolin ja Joseph Engelbergerin toimesta. Tämä robottikäsi varsi suunniteltiin materiaalinkäsittelyn ja hitsauksen kaltaisiin tehtäviin, ja se loi pohjan uudelle automaation aikakaudelle. (NRTC Automation, n.d.)

Teknologian kehittyessä myös teollisuusrobottien ominaisuudet kehittyivät. Antureiden, parempien ohjausalgoritmien ja materiaalien kehittyminen tasoittivat tietä entistä monipuolisemmille ja mukautuvammille robottijärjestelmille. Näillä roboteilla ei enää ollut rajoituksia toistuvien tehtävien suorittamisessa, vaan ne pystyivät nyt hoitamaan monimutkaisempia tuotantotoimintoja, kuten kokoonpanoa, maalausta ja tarkastusta. Robottiikan integroiminen automatisoituun tuotantoon mahdollisti suuremman joustavuuden ja räätälöinnin, mikä merkitsi suurta muutosta valmistusteollisuudessa. Automaatio on lisännyt merkittävästi tuotannon tehokkuutta lyhentämällä sykli-aikoja, minimoimalla virheitä ja optimoimalla resurssien käyttöä. Robotit voivat työskennellä vuorokauden ympäri ilman taukoja, mikä johtaa tuottavuuden paranemiseen. Lisäksi robottijärjestelmät tarjoavat erittäin korkeaa tarkkuutta ja johdonmukaisuutta, mikä johtaa tuotteiden laadun paranemiseen. Tämä on auttanut valmistajia ylläpitämään korkeampia

laatustandardeja ja vähentämään virheitä. Vaikka alkuinvestoinnit robotiikkaan voivat olla huomattavat, pitkän aikavälin kustannussäästöt ovat merkittäviä. Alhaisemmat työvoimakustannukset, alhaisemmat virhetasot ja jätteiden väheneminen, vähentävät osaltaan valmistuksen kokonaiskustannuksia. (Atkinson, 2019)

Lisäksi robottijärjestelmien mukautuvuus mahdollistaa tuotantolinjojen nopean uudelleenkonfiguroinnin, jolloin valmistajat voivat vastata nopeasti markkinoiden muuttuviin vaatimuksiin ja valmistaa laajempaa tuotevalikoimaa. Automaatio on myös parantanut työturvallisuutta automatisoimalla vaarallisia tehtäviä ja minimoimalla ihmistyöntekijöiden altistumisen vaarallisille ympäristöille. Vaikka osa rutiinitehtävistä on automatisoitu, robottien ohjelmointiin, huoltoon ja valvontaan perehtyneiden työntekijöiden tarve taas kasvaa. (Bolmsjö, 2014)

3.2 Ohjelmistorobotiikka (RPA)

Robottiprosessien automatisointi (Robotic Process Automation, RPA) on teknologiavetoinen lähestymistapa toistuvien, sääntöihin perustuvien tehtävien automatisointiin liiketoimintaprosesseissa. Siinä käytetään ohjelmistorobotteja tai "botteja" jäljittelemään ihmisen toimia ja vuorovaikutusta digitaalisten järjestelmien kanssa. Näitä robotteja voidaan käyttää tehtävien suorittamiseen, kuten tietojen syöttämiseen, tietojen keräämiseen ja päätöksentekoon, noudattaen samalla ennalta määritellyjä sääntöjä ja työnkulkuja. Robotiikan sisällyttäminen RPA:han on mullistanut tavan, jolla organisaatiot hoitavat rutiininomaisia ja aikaa vieviä tehtäviä, mikä on lisännyt tehokkuutta ja vähentänyt toimintakustannuksia. (IBM, n.d.-b)

RPA:n alkuperä on 2000-luvun alkupuolella, jolloin ohjelmistorobottien käsite esiteltiin keinona automatisoida toistuvia tehtäviä. Ensimmäiset RPA-ratkaisut keskittyivät näytönkaappaukseen ja makroihin, joilla voitiin toimia vuorovaikutuksessa olemassa olevien ohjelmistojen kanssa. Nämä varhaiset automaatiopyrkimykset olivat laajuudeltaan rajallisia ja edellyttivät manuaalista ohjelmointia, joten niitä ei voitu kunnolla mukauttaa liiketoiminnan kehittyviin tarpeisiin. (Sureka, n.d.)

Vasta 2010-luvun puolivälissä RPA:ssa tapahtui kuitenkin muutos robotiikan integroinnin myötä. Tämän muutoksen aiheutti kehittyneiden automaatiotyökalujen käyttöönotto, joissa oli koneoppimisominaisuuksia ja luonnollisen kielen käsittelyä. Robotit pystyivät nyt suorittamaan monimutkaisempia tehtäviä, käsittelemään jäsentymätöntä dataa ja sopeutumaan muuttuviin tilanteisiin ilman ihmisen jatkuvaa puuttumista asiaan. Robotiikan integrointi robottiprosessien automatisointiin (RPA) on tuonut merkittäviä etuja organisaatioiden tehostamisessa. Robotiikan käytön keskeisiä hyötyjä RPA:ssa ovat tehokkuuden ja tarkkuuden parantuminen tehtävien suorittamisessa. Robotit voivat myöskin työskennellä vuorokauden läpi ilman taukoja tai virheitä, mikä varmistaa, että prosessit saadaan päätökseen nopeammin ja tarkemmin. Tämän ansiosta organisaatiot ovat voineet vähentää manuaalisia virheitä sekä alentaa toimintakustannuksia. (ElectroNeek, n.d.)

Robottiikka on tehnyt RPA-ratkaisuista erittäin skaalautuvia ja mukautuvia. Botteja voidaan helposti lisätä tai vähentää työmäärän vaihteluiden mukaan, jolloin organisaatiot voivat reagoida nopeasti kysynnän muutoksiin. Lisäksi botit voivat oppia vuorovaikutuksesta ja sopeutua uusiin tehtäviin tai prosessivaihteluihin, mikä vähentää jatkuvan uudelleenohjelmoinnin tarvetta. Bottien avulla tapahtuva automatisointi on parantanut asiakaskokemusta nopeuttamalla vasteaikoja ja mahdollistamalla yksilöllisen vuorovaikutuksen. Robotit voivat käsitellä asiakkaiden kyselyitä ja pyyntöjä, antaa välitöntä apua ja vapauttaa henkilöstöä keskittymään monimutkaisempiin asioihin, jotka vaativat ihmisen toimenpiteitä. Koneoppimisalgoritmeja käyttöönottamalla RPA-robotit voivat analysoida suuria tietokokonaisuuksia ja tarjota arvokasta tietoa päätöksenteon tueksi. Tämä tietoon perustuvan lähestymistavan avulla organisaatiot voivat tehdä tarkempia valintoja, optimoida prosesseja, sekä tunnistaa kehittämismahdollisuuksia. (Sureka, n.d.)

3.3 Data-analyysi

Tietoanalyysin ala sisältää monenlaisia vastuualueita, joiden tarkoituksena on kerätä, tarkentaa ja tulkita tietoja perustellun päätöksenteon helpottamiseksi. Tietoanalytikoilla on tällä alalla monipuolinen tehtävä, joka kattaa tiedonkeruun, esikäsittelyn, tutkivan data-analyysin, tilastollisen testauksen, ennakoivan mallintamisen, tietojen visualisoinnin ja kattavan raportoinnin. (Emeritus, 2023)

Tietoanalyysin automatisoinnin kehitys alkoi koneoppimisen ja tekoälyjärjestelmien (AI) myötä, ja myöhemmin siihen liitettiin robotiikka, mikä johti entistä parempaan valmiuteen. Tämä automatisointi kattaa laajan kirjon tehtäviä, joita perinteisesti ovat suorittaneet ihmisanalytikot. Automaatio sisältää tiedonkeruun erilaisista lähteistä, tietokannoista IoT-laitteisiin. Tietojen suodatus- ja esikäsittelyprosessi virtaviivaistuu, ja automaatio käsittelee esimerkiksi puuttuvia arvoja tai poikkeavia arvoja. Koneellinen oppiminen ja ennakoiva mallintaminen yhdistetään automatisoituihin järjestelmiin vaivattomasti, mikä vähentää mallien kehittämiseen tarvittavaa aikaa ja vaivaa. Automaatio ulottuu myös tietojen visualisointiin, mikä yksinkertaistaa dynaamisten ja interaktiivisten visuaalisten esitysten luomista. Reaaliaikaiset seurantajärjestelmät tutkivat jatkuvasti saapuvia tietoja poikkeamien ja trendien varalta. (Indeed, 2022)

Automaation vaikutus data-analyttikon ammattiin on monimuotoinen. Tehokkuutta on lisätty merkittävästi virtaviivaistamalla rutiinitehtäviä, jolloin data-analytikot voivat keskittyä työnsä haastavampiin osa-alueisiin. Tarkkuus on myös parantunut, sillä robotit voivat suorittaa tehtävät tarkasti, sekä antaa tarkempaa dataa, mikä taas vähentää inhimillisten virheiden riskiä. Lisäksi automaatio helpottaa reaaliaikaisten tietojen hyödyntämistä, mikä nopeuttaa päätöksentekoprosessia. Näiden muutosten seurauksena data-analyttikkojen roolit ovat muuttuneet, ja he ovat ottaneet haastavampia tehtäviä, kuten monimutkaisten havaintojen tulkinnan ja arvokkaiden suositusten antamisen. Tämä edellyttää työntekijöiden taitojen mukauttamista, sillä analyttikkojen on opittava työskentelemään automaattisten työkalujen kanssa ja ymmärtämään tekoälypohjaisten järjestelmien tuottamia huomautuksia. (USDSI, n.d.)

3.4 Verkonhallinta

Verkonhallinta on kriittinen ala nykyaikaisissa tietokoneverkoissa, ja se kattaa monia tehtäviä, kuten suorituskyvyn seurannan, konfiguroinnin ja vianetsinnän. Nämä ovat olennaisia verkon vakauden ja suorituskyvyn ylläpitämiseksi. Kun tietokoneverkot kasvoivat monimutkaisemmiksi ja laajemmiksi, tarve tehokkaalle verkonhallinnalle tuli ilmeiseksi. Alussa verkonhallinta oli pääasiassa manuaalista, ja se perustui voimakkaasti ihmishallintoon, joka käsitteli verkon toimintoja. Kuitenkin manuaalisilla prosesseilla oli rajoituksensa, mukaan lukien skaalautuvuusongelmat, tehottomuusrajoitukset ja suurempi riski tehdä virheitä. (Javaid ym., 2021)

Kehitys kohti verkonhallinnan automatisointia alkoi 1980-luvun lopulla, kun SNMP:n (Simple Network Management Protocol) kaltaiset teknologiat mahdollistivat verkkolaitteiden etävalvonnan ja -ohjauksen ja antoivat alun kenttäautomaatiolle. Ajan myötä NCM-työkalujen (Network Configuration Management) kehittyminen ja NMS-järjestelmien (Network Management Systems) tulo olivat keskeisessä asemassa verkon käyttöönottoprosessien virtaviivaistamisessa ja manuaalisten toimenpiteiden riippuvuuden vähentämisessä. (Kentik, n.d.)

Verkonhallintarobotiikka on sittemmin tuonut mukanaan monia vakuuttavia etuja, kuten mahdollistamalla reaaliaikaisen seurannan ja syvällisen analyysin. Ne antavat verkonvalvojille ennakointimahdollisuuksia, jotka parantavat tilannetietoisuutta. Lisäksi automaattiset korjaustoiminnot varmistavat ongelmien nopean havaitsemisen ja ratkaisemisen, mikä minimoi käyttökatkokset ja täten lyhentää verkon palautumisaikoja. Skaalautuvuus tulee olemaan saavutettavissa, kun robottioperaattoreita voidaan lisätä tarpeen mukaan, mikä mahdollistaa monimutkaisten ja laajojen verkkoympäristöjen tehokkaan hallinnan ilman henkilöresurssien merkittävää lisäämistä. Lisäksi automaatio vahvistaa verkon turvallisuutta havaitsemalla ja lieventämällä nopeasti mahdollisia uhkia ja epäilyttäviä toimintoja, sekä toimimalla varoitusjärjestelmänä tietomurtojen ja verkkohyökkäysten estämiseksi. Resurssien optimointi on toinen tärkeä osa-alue, jossa automaatio mukautuu liikennemalleihin ja kysyntään, sekä tekee muutoksia verkon tarpeiden mukaisesti ja varmistaa resurssien tehokkaan käytön. Näin ollen automaatio on

nykyaikaisen verkohallinnan kulmakivi, joka muuttaa tapaa, jolla verkkoja valvotaan, ohjataan ja suojataan. (LF Research, 2019)

3.5 Pilvilaskenta

Robottiikan ja pilvilaskennan yhdistämisellä on selkeä yhteisvaikutus, joka on muuttanut eri toimialoja. Pilvilaskenta, joka on viime vuosina yleistynyt kaikkialla, toimii robottijärjestelmien automatisoinnin selkärangana. Pilvilaskenta edustaa muutosta laskentaresurssien hallinnassa, sillä se tarjoaa palveluja, kuten infrastruktuuria, alustoja ja ohjelmistoja, verkon välityksellä. Sen tärkeimpiä ominaisuuksia ovat resurssien jakaminen tilauksesta, skaalautuvuus ja pay-as-you-go -hinnoittelu. Robottiikan yhteydessä pilvipalveluja käytetään muun muassa tietojen turvalliseen tallentamiseen, resurssi-intensiivisten tehtävien laskennan purkamiseen, reaaliaikaiseen etäseurantaan ja -ohjaukseen sekä useiden robottien ja käyttäjien välisen tiedonjaon ja yhteistyön helpottamiseen.

(GeeksForGeeks, 2023)

Pilvilaskennan automatisoinnista, joka on kehittynyt vähitellen ajan myötä, on tullut olennainen osa pilvipalvelujen tarjonnan kokonaisuutta. Tärkeimpiä merkkipaaluja tässä kehityksessä ovat virtualisointi, joka mahdollistaa resurssien nopean käyttöönoton ja skaalautumisen, hallintatyökalut työvaiheiden automatisointia varten, palvelimeton laskenta, automaattisesti skaalautuvia ympäristöjä sekä tekoälyn integrointi ennakoivaa skaalautumista ja turvallisuutta varten. (GeeksForGeeks, 2023)

3.6 Ohjelmistotestaus

Ohjelmistotestauksella on tärkeä merkitys ohjelmistosovellusten luotettavuuden, toimivuuden ja laadun varmistamisessa. Teknologian jatkuvan kehityksen ja ohjelmistojärjestelmien monimutkaisuuden lisääntymisen myötä tehokkaiden ja toimivien testausmenetelmien kysyntä ei ole koskaan ollut suurempi. Vastauksena näihin haasteisiin ohjelmistotestauksen automatisointi on noussut esiin ratkaisuna. Ohjelmistotestaus on ohjelmistokehityksen elinkaaren olennainen vaihe, joka toimii laadunvarmistusmekanismina. Sen ensisijaisena tarkoituksena on tunnistaa ohjelmistojen puutteet, virheet ja haavoittuvuudet, jotta voidaan varmistaa, että ne toimivat tarkoitetulla tavalla. Järjestelmällisen testauksen avulla kehittäjät ja laadunvarmistajat voivat tarkastaa ohjelmistojen toimivuuden, tunnistaa epä johdonmukaisuudet ja parantaa ohjelmistojen yleistä laatua. (IBM, n.d.-a)

Ohjelmistotestauksen automatisoinnin historia juontaa juurensa tietojenkäsittelyn alkuaikoihin, jolloin kehitettiin ensimmäiset automatisoidut testiskriptit. Automaatiotyökalujen laaja käyttöönotto alkoi kuitenkin muotoutua 1900-luvun lopulla. Siirtyminen kohti automaatiota johtui useista tekijöistä, kuten ohjelmistojen lisääntyvästä monimutkaisuudesta, nopeampien julkaisusyklien tarpeesta ja halusta vähentää inhimillisiä virheitä. (IBM, n.d.-a)

Automaation käyttöönotto ohjelmistotestauksessa on tuonut mukanaan joukon muutoksia, kuten tehokkuuden parantuminen manuaalisen testauksen poistamisen myötä, automatisoitujen testiskriptien uudelleenkäyttö, skaalautuvuus, parempi testien kattavuus ja kustannustehokkuus. (Walker, 2020)

Robottiikan integroiminen ohjelmistotestaukseen merkitsee seuraavaa kehitysaskelta testausautomaatiossa. Robotiikka parantaa automaatiota ottamalla käyttöön fyysisiä robotteja, jotka pystyvät toimimaan vuorovaikutuksessa ohjelmistosovellusten kanssa ja jäljittelemään käyttäjän vuorovaikutusta. Ne ovat mahtava lisä käyttöliittymätestauksessa, jossa ne peilaavat käyttäjän toimintoja, kuten napsautuksia, näppäinten painalluksia ja eleitä, ja yhteensopivuustestauksessa, jossa ne arvioivat ohjelmistoja erilaisissa fyysisissä laitteissa älypuhelimista ja tableteista IoT-laitteisiin ja varmistavat yhteensopivuuden erilaisissa laitteistoissa. Ne ovat erinomaisia myös saavutettavuustestissä simuloimalla vammaisten käyttäjien vuorovaikutusta, kuten ruudunlukijoita ja äänikomentoja ja reaali maailman skenaarioissa jäljittelemällä esimerkiksi autonomisten teollisuusrobottien käyttäytymistä, mikä takaa ohjelmistojen luotettavuuden käytännössä. Lisäksi nämä robotit ovat korvaamattomia kuormitus- ja stressitestauksessa, sillä ne voivat simuloida ohjelmistojärjestelmien suurta kuormitusta luomalla lukuisia samanaikaisia pyyntöjä, mikä auttaa pullonkaulojen ja heikkouksien tunnistamisessa. (Walker, 2020)

4 Robotiikan kehittyminen

Robotiikan kehitys on ollut kiehtova vuosisatoja kestänyt prosessi, jonka tarina alkaa muinaisista sivilisaatioista, joissa perusautomaatteja ja mekaanisia laitteita luotiin keksijöiden toimesta. Nämä varhaiset kokeilut ovat olleet nykypäivän standardeilla mitattuna alkeellisia, mutta niiden myötä kylvettiin siemenet robotiikan tulevalle kasvulle. Kuitenkin 1900-luvun puolivälissä robotiikka koki kiihtymisen, kun teollisuusrobotit osoittautuivat tehokkaiksi välineiksi toistuvien ja työvoimavaltaisten prosessien automatisoinnissa tuotantoympäristöissä. Nämä varhaiset mekaaniset ihmeet toimivat pääasiassa huolellisen ohjelmoinnin ja vähäisen anturipalautteen perusteella, mikä osoitti niiden mekaanista tarkkuutta ja luotettavuutta. Seuraavina vuosikymmeninä robotiikkaan integroitiin kuitenkin erittäin paljon huipputeknologiaa erityisesti elektroniikan, tietotekniikan ja materiaalitieteen aloilla. Tämä käynnisti muutoksen, joka mahdollisti robottien kehittämisen, joilla on entistä paremmat kognitiiviset ominaisuudet, aistimiskyky ja sopeutumiskyky, laajentaen niiden käyttökelpoisuutta huomattavasti tehdastilojen ulkopuolelle ja moniin erilaisiin sovelluksiin, kuten terveydenhuoltoon ja autonomisiin ajoneuvoihin. Edetessämme 2000-luvulle robotiikan kehitys jatkuu, ja tekoälyllä ja koneoppimisella on keskeinen rooli sellaisten robottien luomisessa, jotka pystyvät oppimaan, tekemään päätöksiä ja tekemään yhteistyötä ihmisten kanssa monimutkaisissa ympäristöissä. Mikroprosessorien ja anturiteknologian kehittyminen on taas mahdollistanut entistä monimutkaisempien ja mukautuvampien robottijärjestelmien luomisen. Näiden tekniikoiden integrointi robotiikan suunnitteluun on mahdollistanut monimutkaisemman automaation, ja robotit pystyvät suorittamaan esimerkiksi hitsaus-, kokoonpano- ja materiaalinkäsittelytehtäviä lähes tai täysin itsenäisesti. Lisäksi komponenttien pieneneminen ja energiatehokkuuden parantuminen ovat mahdollistaneet pienempien ja ketterämpien robottien kehittämisen, jotka soveltuvat entistä useampaan tarkoitukseen. Tämä kehitys on mahdollistanut liikkuvien robottien ja miehittämättömien ilma-alusten (UAV) käyttöönoton, jotka kykenevät tutkimaan syrjäisiä tai vaarallisia ympäristöjä, suorittamaan valvontaa ja jopa toimittamaan tavaroita. (Ecorobotics, 2021a)

Viime vuosina robotiikassa on tapahtunut jälleen yksi muutos, kun robottien oppimista ja sopeutumiskykyä on pyritty parantamaan. Koneoppimisalgoritmeilla ja neuroverkoilla on ollut keskeinen rooli tässä muutoksessa, sillä niiden avulla robotit voivat hankkia uusia taitoja, kehittää jatkuvasti suorituskyykyään ja liikkua ketterästi muuttuvissa ja epävarmoissa ympäristöissä. Tämä muutos on tuonut mukanaan monia innovatiivisia kehityksiä, kuten yhteistyörobotit (cobotit), jotka on suunniteltu työskentelemään ihmisen rinnalla esimerkiksi teollisuudessa tai terveydenhuollossa, mikä lisää tehokkuutta ja turvallisuutta. Lisäksi robotiikan integrointi terveydenhuoltoon on tuottanut robottikavereita vanhuksille, jotka tarjoavat sosiaalista vuorovaikutusta, apua päivittäisissä tehtävissä ja terveydenhuollon seuranta, mikä vastaa ikääntyvän väestön haasteisiin. Lisäksi kehittyneiden koneoppimisalgoritmien avulla toimivien autonomisten ajoneuvojen kehittäminen on mahdollistanut ajoneuvot, jotka kykenevät navigoimaan itsenäisesti monimutkaisissa liikenneolosuhteissa. Tekoälyn ja robotiikan yhdistäminen pidentää edelleen robottien suorituskyyvyn rajoja ja lupaa tulevaisuutta, jossa robotit eivät ainoastaan täydennä ihmisen kykyjä vaan myös parantavat elämänlaatua eri aloilla teollisuudesta terveydenhuoltoon ja muuallekin. (Universal Robots, n.d.)

Vaikka useita eri toimialoja on epäilemättä mullistettu robotiikan kehityksen myötä, monimutkaisia ja monitahoisia eettisiä, turvallisuus- ja yhteiskunnallisia kysymyksiä on myös noussut esiin. Automaation aiheuttamiin työpaikkojen siirtymisiin liittyvät huolenaiheet ovat edelleen olemassa, ja tämä edellyttää työvoiman taitojen ja koulutusohjelmien uudelleenarviointia sujuvan siirtymisen varmistamiseksi kohti automatisoituneempaa maailmaa. Lisäksi yksityisyyden suojaa koskevat huolenaiheet ovat kasvaneet, kun sensoreilla ja kameroilla varustetut robotit ovat yhä enemmän osa arkipäiväämme, mikä on synnyttänyt keskustelua tiedonkeruusta ja valvonnasta julkisissa ja yksityisissä tiloissa. Lisäksi autonomisten robottien mahdollinen väärinkäyttö eri aloilla, on aiheuttanut keskustelua eettisten ohjeiden ja kansainvälisten säädösten tarpeesta niiden käytön säätelemiseksi. Robotiikan kehittyessä ja levitessä yhteiskunnan eri osa-alueille, on yhä selvempää, että sen vaikutukset ulottuvat paljon teknologian ulkopuolelle. Se muovaa yhteiskuntaamme, pakottaen meidät uudelleenarvioimaan eettisiä rajojamme ja harkitsemaan syvällisesti sen vaikutuksia työn tulevaisuuteen, yksityisyyteen ja tekoälyn etiikkaan. (Unlimited Robotics, 2023)

5 Käytössä oleva robotiikka

5.1 Mekaaniset robotit

Tieto- ja viestintätekniiikan alalla mekaanisten robottien käyttö on ollut kehityksen kulmakivi, joka on automaation ja paremman tehokkuuden. Uusilla robottijärjestelmillä on löydetty paikkansa kriittisillä aloilla, kuten automatisoidussa tuotannossa ja verkonhallinnassa, joissa prosesseja on parannettu ja tuottavuutta on lisätty. Tässä kappaleessa perehdytään kahteen esimerkkiin: KUKA Robotic Arm ja Cisco Meraki. Näitä teknologioita ei ole ainoastaan käytetty toimintojen tehostamiseen, vaan ne ovat myös herättäneet olennaisia kysymyksiä työn tulevaisuudesta ja eettisistä näkökohdista automaation näkökulmasta.

KUKA Robotic Arm, joka otettiin käyttöön 1970-luvun lopulla, oli tärkeä tekijä automatisoidun tuotannon kehityksessä. Sen vaikutus on ulottunut eri teollisuudenaloille ja sitä on sovellettu laajasti autoteollisuudessa, ilmailu- ja avaruusteollisuudessa sekä elektroniikka-alalla. Tämä robotti on insinööritaidon tulos ja varustettu hienostuneilla antureilla, joiden avulla se pystyy suorittamaan tehtäviä erittäin tarkasti. Sen toimintakyky perustuu hydraulisten ja sähköisten toimilaitteiden yhteistyöhön, jota ohjaa tietokoneistettu ohjausjärjestelmä. (KUKA. n.d.-b)

Teknisen suorituskykynsä lisäksi KUKA Robotic Arm -robottikäsivarsi on yllättävän monipuolinen. Se selviytyy erilaisista tehtävistä, jotka vaihtelevat hitsaustöistä, hienovaraiseen maalaamiseen. Lisäksi se on erinomainen kokoonpanoprosesseissa, joissa se hallitsee komponenttien kokoonpanon ongelmitta. Tuloksena on tuotantolinjojen tehokkuuden ja nopeuden merkittävä nousu, joka ei ainoastaan johda korkeampiin tuotantotasoihin, vaan takaa myös tasaisen laatustandardin, jota on haastavaa saavuttaa pelkällä manuaalisella työllä. Tämän automaation käyttöönotto ei ole ainoastaan määritellyt uudelleen, mitä nykyaikaisissa tuotantoprosesseissa voidaan saavuttaa, vaan se on myös asettanut uuden standardin alalle. (KUKA, n.d.-a)

Cisco Meraki oli 2000-luvun alussa esitelty työkalu, joka edusti uutta askelta verkonhallinnassa ja kuvasti tähän tarkoitukseen mukautetun robottijärjestelmän ominaisuuksia. Sen käyttöönotto mahdollisti verkonhallinnan, jossa hyödynnetään pilvipohjaisten ratkaisujen voimaa nykyaikaisten verkkojen monimutkaisuuden selvittämiseksi. Huippuluokan laitteiston ja pilvipohjaisten ohjelmistojen yhteensovittamisen ansiosta Cisco Meraki toimii valvojana, joka kerää ja yhdistää tärkeää tietoa verkkoliikenteestä, käyttäjien vuorovaikutuksesta ja toisiinsa liitettyjen laitteiden tilasta. Vaikka verkonhallinta perustuu ensisijaisesti ohjelmistoratkaisuihin ja erikoistuneisiin laitteistoihin, siihen voi liittyä myös jonkinasteista automaatiota tai robotiikkaa tiettyjä verkkoinfrastruktuurin fyysisiä tehtäviä varten. Tämä automaatioteknologian integrointi, kuten robottikäsivarret kaapeleiden hallintaan tai laitteistojen asennukseen, parantaa verkon fyysisen ylläpidon tehokkuutta ja tarkkuutta. Tämä työkalupakki helpottaa paitsi poikkeamien välitöntä tunnistamista myös nopeaa vianetsintää, mikä varmistaa, että mahdollisiin ongelmiin puututaan nopeasti. Lisäksi Cisco Merakin automatisoidut optimointitoiminnot ovat keskeisellä sijalla, sillä ne hienosäätävät verkon suorituskykyä ennakoivasti vastaamaan vaatimuksia. Tämä on vaikuttanut merkittävästi verkonhallinnan ympäristön muokkaamiseen ja tuonut konkreettisia etuja yrityksille ja organisaatioille maailmanlaajuisesti. Aikoinaan sokkeloiset verkonhallintaprosessit ovat yksinkertaistuneet vaikuttavalla tavalla, mikä vapauttaa arvokasta aikaa ja resursseja muihin tärkeisiin toimiin. Cisco Meraki on osoitus robottijärjestelmien mahdollisuuksista verkonhallinnassa, ja se tarjoaa välähdyksen tulevaisuudesta, jossa verkkoja ei vain ylläpidetä, vaan niitä hallitaan automaation ja robotiikan tehokkuudella, sekä tarkkuudella. (Guim, 2020)

5.2 Virtuaaliset robotit

Virtuaaliset robotit, joilla on kyky automatisoida tehtäviä ja prosesseja, ovat saapuneet aloille kuten Robotic Process Automation (RPA), data-analyysi, pilvipalvelut ja ohjelmistotestaus. Jokainen näistä virtuaalisista roboteista edustaa teknologian kehitystä, muuttaen eri alojen toimintatapoja. Tässä kappaleessa käydään läpi neljä erilaisista esimerkkiä, tuoden esiin niiden historian, toiminnallisuuden ja niiden vaikutuksen omilla aloillaan. Lisäksi tutkitaan virtuaalisen robotiikan laajempia vaikutuksia ICT-alalla, kattaen sekä edistysaskeleet että tämän teknologian mukanaan tuomat haasteet.

Robottiprosessien automatisointi (Robotic Process Automation, RPA) esiteltiin vuoden 2000 alussa. Tässä teknologiassa hyödynnetään ohjelmistorobotteja, joita voidaan automatisoida monia toistuvia, sääntöihin perustuviin tehtäviin. Nämä virtuaaliset robotit on suunniteltu jäljittelemään ihmisten ja käyttöliittymien välistä vuorovaikutusta ja suorittamaan oleellisia tehtäviä, kuten tietojen syöttämistä, asiaankuuluvien tietojen keräämistä ja lomakkeiden täyttämistä. Kehittyneiden algoritmien ja ohjelmoinnin yhdistelmän ansiosta RPA on noussut muuttamaan eri toimialoja. Koska se on lisännyt merkittävästi toiminnan tehokkuutta ja käytännössä poistanut inhimillisten virheiden mahdollisuuden, siitä on tullut välttämätön väline suoranaisten ja virheettömien liiketoimintaprosessien toteuttamisessa. (ElectroNeek, n.d.)

IBM Watson esiteltiin maailmalle vuonna 2010. Sen ytimessä hyödynnetään tekoälyn ja koneoppimisen ominaisuuksia, joka antaa sille mahdollisuuden analysoida valtavia määriä dataa mahdollisimman tarkasti. Watsonilla on myös kyky purkaa nämä valtavat tietomäärät käyttökelpoisiksi päätelmiksi, jotka toimivat sitten tietoon perustuvassa päätöksenteossa. Yksi Watsonin merkittävimmistä ominaisuuksista on sen taito luonnollisen kielen käsittelyssä, joka antaa sille paremman kyvyn purkaa jäsentymätöntä dataa. (Lohr, 2021)

Tämä merkittävä kyky tekee Watsonista korvaamattoman arvokkaan rahoituksen ja asiakaspalvelun kaltaisilla kriittisillä aloilla, joilla monimutkaisten tietojen ymmärtäminen ja tulkitseminen on ensiarvoisen tärkeää. Rahoitusallalla se antaa analyytikoille mahdollisuuden navigoida monimutkaisten markkinasuuntausten läpi ja tehdä perusteltuja investointipäätöksiä. Asiakaspalvelussa Watson helpottaa vuorovaikutusta käsittelemällä kyselyt nopeasti ja antamalla täsmällisiä, asiayhteyteen liittyviä vastauksia.

Amazon Web Servicesin (AWS) käyttöönotto vuonna 2006 oli merkittävä hetki pilvilaskennan kehityksessä. AWS on asia, joka tarjoaa huolella valikoidun pilvipalvelupaketin, joka kattaa laajan valikoiman toimintoja. Palvelut sisältävät paitsi laskentatehoa myös laajoja tallennuskapasiteetteja ja erittäin tehokkaita tietokannan hallintajärjestelmiä, jotka ovat käytettävissä internetin kautta. AWS:n todellinen vahvuus on kuitenkin sen kyky antaa yrityksille mahdollisuus resurssien skaalautuvuuteen. Tämä antaa yrityksille kyvyn mukauttaa laskenta- ja tallennustilarpeitaan nopeasti ja reaaliaikaisesti, mikä takaa tarkan resurssien käytön. Tämä ei johda ainoastaan infrastruktuurikustannusten huomattavaan alenemiseen, vaan luo myös nopeutetulle kehitykselle suotuisan ympäristön. Kun AWS on yritysten käytettävissä, ne huomaavat, etteivät perinteiset rajoitukset rasita niitä, vaan ne saavat käyttöönsä alustan, jolla konseptit voidaan toteuttaa nopeasti ja tehokkaasti. AWS ei ainoastaan määritellyt uudelleen pilvipalvelu ympäristöä, vaan se on myös muuttanut perusteellisesti sitä, miten yritykset lähestyvät digitaalisia infrastruktuurivaatimuksiaan. (Jha, 2023)

2000-luvun puolivälissä esiin tullut TestComplete on noussut automatisoidun ohjelmistotestauksen mahdollistajaksi. Tämä työkalu antaa testaajille mahdollisuuden laatia huolellisesti ja toteuttaa erilaisia testejä, jotka kattavat web-käyttöliittymät, mobiilisovellukset ja työpöytäalustat. Sen monipuolisuutta korostaa sen kyky käyttää useita skriptikieliä, mikä takaa yhteensopivuuden erilaisten kehitysympäristöjen kanssa. Lisäksi TestComplete tarjoaa laajan valikoiman erilaisia ominaisuuksia, jotka kattavat toiminnallisen, kuormitus- ja suorituskykytestauksen. Tämä valikoima ominaisuuksia toimii suojana mahdollisia ohjelmistohaavoittuvuuksia vastaan ja takaa sovellusten suorituskyvyn luotettavuuden. TestComplete ei ainoastaan nopeuta testausprosessia, vaan antaa luottamuksen ohjelmistojärjestelmien vakauteen ja tehokkuuteen, mikä osoittaa sen keskeisen roolin ohjelmistokehityksen elinkaareissa. (Risi, 2023)

6 Robottiikan vaikutukset ICT työhön

Robottiikan integrointi tieto- ja viestintäteknikkaan on lisännyt merkittävästi toiminnan tehokkuutta. Tämä näkyy erityisesti robottiprosessien automatisoinnin (RPA) ja virtuaalisten robottien käyttöönotossa. Nämä edistysaskeleet ovat määritelleet uudelleen toistuvien tehtävien luonteen ja vapauttaneet työntekijöitä eri työtehtäviin. Tämä on puolestaan virtaviivaistanut työnkulkua, optimoinut yleisiä toimintaprosesseja ja vähentänyt niihin liittyviä kustannuksia. Näiden robottien tarkkuus on suorastaan hämmästyttävää, mikä on osoitus niiden toiminnallisuutta ohjaavista kehittyneistä algoritmeista ja monimutkaisesta suunnittelusta. Tämä tarkkuus näkyy jatkuvasti korkealaatuisina tuotoksina, sillä robotit suorittavat tehtävät tarkkuudella, joka ylittää sen, mitä voidaan saavuttaa puhtaasti manuaalisella työllä. Tämä kohonnut tarkkuus ei ole vain etu toimialoilla, joilla tarkkuus on ensiarvoisen tärkeää, vaan se toimii myös suojana virheitä vastaan ja varmistaa, että tulokset täyttävät tai ylittävät jatkuvasti määritellyt standardit.

Pilvilaskennan ja virtuaalisten robottien syntyminen, kuten Amazon Web Servicesin (AWS) kaltaiset alan johtavat toimijat, ovat vaikuttaneet ratkaisevasti siihen, että erittäin skaalautuvat resurssit ovat erittäin helposti saatavilla. Tämä muutos teknologiseen ympäristöön on antanut yrityksille mahdollisuuden lähteä kokeilemaan, muuttamaan ja kehittämään nopeasti uusia tuotteita ja palveluja. Kun tieto- ja viestintäteknikan alalla kuitenkin siirrytään yhä enemmän automatisointiin, esiin nousee aiheellinen huolenaihe, joka koskee työpaikkojen mahdollista siirtymistä muualle. Tämä korostaa tarvetta uudelleenkoulutus- ja täydennyskoulutusohjelmiin, jotta työvoima saa kehittyvät taidot, jotka ovat välttämättömiä, jotta se voi menestyä automatisoinnin ohella.

Samanaikaisesti lisääntyvä riippuvuus robotiikasta lisää turvallisuushaavoittuvuutta erityisesti kriittisillä aloilla, kuten tiedonhallinnassa. Tämä huolenaihe edellyttää laajojen kyberturvallisuustoimenpiteiden toteuttamista digitaalisten infrastruktuurien vahvistamiseksi mahdollisia uhkia ja tietoturvaloukkauksia vastaan. Lisäksi yksityisyyden suojaamisesta on tullut ensiarvoisen tärkeä näkökohta. Arkaluontoisten tietojen luottamuksellisuus on säilytettävä tiukkojen protokollien ja käytäntöjen avulla, jotta luottamus näihin teknologioihin säilyy vahvana. Pilvilaskennan, virtuaalisten robottien ja lisääntyneiden automaatiokapasiteettien lähentyminen tuo mukanaan sekä valtavia mahdollisuuksia että haasteita, jotka edellyttävät harkittua lähestymistapaa.

Eettiset näkökohdat robotiikan liittyen ovat monimuotoisia ja niihin sisältyy useita periaatteita, kuten avoimuus, vastuullisuus ja oikeudenmukaisuus. Nämä peruseriaatteet puoltavat päätöksiä, jotka ovat linjassa keskeisten ihmismäisten arvojen kanssa ja noudattavat eettisiä normeja, erityisesti tekoälyyn perustuvien sovellusten yhteydessä. On ensiarvoisen tärkeää, että robottijärjestelmät toimivat erittäin avoimesti ja tarjoavat selkeän kuvan päätöksentekoprosesseistaan. Avoimuus ei ainoastaan luo luottamusta, vaan myös helpottaa järjestelmän toiminnan syvempää ymmärtämistä. Vastuumeکانismit on luotava tiukasti sen varmistamiseksi, että kaikki näiden järjestelmien tekemät toimet tai päätökset voidaan jäljittää vastuullisiin osapuoliin, mikä vahvistaa niiden käyttöönoton eettistä rakennetta. Lisäksi robotiikan kehittämistä ja käyttöönottoa olisi tuettava yhteisellä pyrkimyksellä, jotta voidaan minimoida ennakkoluulot ja edistää tulosten oikeudenmukaisuutta. Tämä edellyttää valppaan lähestymistavan omaksumista tekoälyjärjestelmiin mahdollisesti sisältyvien syrjivien algoritmien ja datan vääristymien tunnistamiseksi ja korjaamiseksi. Sitoutuminen tasapuolisuuteen ja puolueettomuuteen näiden järjestelmien toiminnassa on ratkaisevan tärkeää oikeudenmukaisen teknologisen edistämiseksi.

Eettistä robotiikkaa tavoiteltaessa olisi ensisijaisesti huolehdittava niiden henkilöiden hyvinvoinnista ja turvallisuudesta, jotka ovat vuorovaikutuksessa robottijärjestelmien kanssa tai joihin ne vaikuttavat. Tämä ei koske ainoastaan fyysistä turvallisuutta vaan myös henkistä ja emotionaalista hyvinvointia. Robotiikan eettisen käytännön kulmakivi on sen varmistaminen, että järjestelmät suunnitellaan ja toteutetaan tavalla, joka turvaa yksilöiden kokonaisvaltaisen hyvinvoinnin. Laittamalla etusijalle avoimuuden, vastuuvollisuuden, oikeudenmukaisuuden ja ihmisten hyvinvoinnin voimme luoda teknologisesti kehittyneen ympäristön, joka noudattaa korkeimpia eettisiä normeja ja palvelee ihmiskunnan etua.

Täten voidaan todeta, että robotiikan integrointi tieto- ja viestintätekniiikan alaan on kaksiteräinen miekka, joka tarjoaa huomattavia hyötyjä ja tuo samalla mukanaan monia haasteita. Tämän muutoksen läpivieminen edellyttää tasapainoista lähestymistapaa, jossa maksimoidaan robotiikan edut ja otetaan samalla huomioon eettiset, turvallisuuteen ja työvoiman sopeutumiseen liittyvät huolenaiheet. Näin tieto- ja viestintätekniiikan ammattikunta voi hyödyntää robotiikan koko potentiaalia tehokkaamman.

7 Mietteet

Robottiikan kehittyminen on kiistatta merkinnyt käännekohtaa teknologisen kehityksen historiassa, ja sillä on kauaskantoisia vaikutuksia eri ammattialoille. Teollisuudenaloilla, kuten automatisoidussa tuotannossa, robotiikka on merkittävästi nostanut tuottavuutta ja samanaikaisesti vähentänyt virhetasoa, johtamalla korkealaatuisiin tuotteisiin. Tieto- ja viestintätekniiikan alalla robotiikan integrointi on uudistanut tietojen analysointia ja verkohallintaa. Automatisoidut järjestelmät pystyvät käsittelemään laajoja tietokokonaisuuksia erittäin korkealla nopeudella ja tarkkuudella, paljastaen tietoja, jotka eivät aiemmin olleet saatavilla. Verkonhallinta on yksinkertaistunut ottamalla käyttöön robottijärjestelmiä, jotka valvovat, diagnosoivat ja puuttuvat ongelmiin reaaliaikaisesti, varmistaen saumattoman yhteyden ja optimaalisen suorituskyvyn.

Kiistattomista eduista huolimatta robotiikan yleistyminen tuo mukanaan myös haasteita ja eettisiä ongelmia. Ihmistyövoiman syrjäyttäminen tietyillä teollisuudenaloilla on huolestuttava seuraus, joka edellyttää huolellista harkintaa uudelleen koulutuksesta ja uusien työpaikkojen luomisesta. Tieto- ja viestintätekniiikan alalla tämä ilmenee työtehtävien siirtymisenä kohti korkeamman tason tehtäviä, kuten tietojen tulkintaa ja päätöksentekoa, samalla kun rutiininomaisia tehtäviä automatisoidaan yhä enemmän. Robottien itsenäisen päätöksenteon eettiset vaikutukset ovat edelleen ajankohtaisia, erityisesti tilanteissa, joissa ihmisten riippuvuus automaattisista järjestelmistä on tärkeää. On välttämätöntä varmistaa, että koneet toimivat eettisten rajojen sisällä ja että ne on suunniteltu niin, että ne eivät aiheuta vahinkoa, kun robotiikkaa otetaan yhä enemmän käyttöön.

Katsottaessa tulevaisuuteen, robotiikan kehityskaari on valtavan lupaava. Kun tekoäly ja robotiikka lähentyvät toisiaan entistä enemmän on mahdollista, että koneet voivat suorittaa monimutkaisia kognitiivisia tehtäviä. Tämä voi mullistaa tieto- ja viestintätekniikka-alan alat, kuten kyberturvallisuuden ja algoritmien kehittämisen. Kehittyneillä tekoälyominaisuuksilla varustetut automatisoidut järjestelmät voivat ennakoivasti havaita ja lieventää tietoturvaloukkauksia ja vahvistaa digitaalisia infrastruktuureja kehittyviä uhkia vastaan. Algoritmien kehittämistä, joka on nykyaikaisen ohjelmistosuunnittelun tärkeä osa, voidaan tehostaa hyödyntämällä älykkäitä järjestelmiä, jotka optimoivat koodia, parantavat suorituskykyä ja mukautuvat muuttuviin vaatimuksiin.

Tämän työn aikana, jouduin tutkimaan robotiikkaa ja sen kehitystä ICT toimialoilla mahdollisimman tarkasti ja vaikkakin robotiikkaa hyödynnetään jo useassa ei-toimialassa, omasta mielestäni robotiikka on silti edelleen laajalti hyödyntämätön voima, jolla on kyky muuttaa lähes kaikkia työelämän osa-alueita. Robotisaatio on jo nyt osoittanut mullistavia vaikutuksia teollisuudessa, joka ulottuu automatisoidusta tuotannosta kehittyneeseen data-analyysiin, mikä korostaa sen mahdollisuuksia myönteiseen muutokseen. Tätä potentiaalia on kuitenkin hyödynnettävä valppaasti, otettava huomioon eettiset näkökohdat ja varmistettava, että hyödyt jakautuvat tasapuolisesti yhteiskunnassa. Meidän on suhtauduttava robotiikan integrointiin vastuuntuntoisesti ja varmistettava, että robotiikka pikemminkin edistää ihmisten hyvinvointia ja yhteiskunnallista edistystä kuin heikentää sitä.

Lähteet

Allison, M. (2022). *What Are the Benefits of Network Automation to IT Companies?*. Robotics & Automation News. <https://roboticsandautomationnews.com/2022/04/29/what-are-the-benefits-of-network-automation-to-it-companies/50704/>

Ashwani, K. (2023). *What is the difference between a robot and a machine?*. <https://www.devopsschool.com/blog/what-is-the-difference-between-a-robot-and-a-machine/>

Atkinson, R. (2019). *Robotics and the Future of Production and Work*. ITIF. <https://itif.org/publications/2019/10/15/robotics-and-future-production-and-work/>

Bieller, S. (2021). *Advances in programming lower cost of adoption*. IFR. <https://ifr.org/post/advances-in-programming-lower-cost-of-adoption>

Bolmsjö, G. (2014). *Reconfigurable and Flexible Industrial Robot Systems*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/314905903_Reconfigurable_and_Flexible_Industrial_Robot_Systems

Bong, N. (n.d.). *The Evolution of Automation*. Progressive Automations. <https://www.progressiveautomations.com/blogs/news/the-evolution-of-automation>

Britannica. (n.d.). *Robots in manufacturing*. <https://www.britannica.com/technology/automation/Robots-in-manufacturing>

Bülent, E. & Aysegül, E. (2018). *THE IMPACT OF THE USE OF INDUSTRIAL ROBOTS ON EFFICIENCY INCREASE*. http://cqm.rs/2018/cd1/pdf/papers/focus_1/6.pdf

Dellaert, F. & Hutchinson, S. (2022). *Introduction to Robotics and Perception*. Robotics {book}. <https://www.roboticsbook.org/intro.html>

- Dremali, A. (2018). *The 5 levels of autonomy*. AndPlus. <https://www.andplus.com/blog/the-5-levels-of-autonomy>
- Ecorobotics. (2021a). *5 INDUSTRIES THAT USE ROBOTS TO MAKE A DIFFERENCE*. <https://ecorobotics.com/industry-news-and-trends/5-industries-that-use-robots-to-make-a-difference/>
- Ecorobotics. (2021b). *The Evolution of Robotics: A brief history*. <https://ecorobotics.com/industrial/the-evolution-of-robotics-a-brief-history/>
- ElectroNeeK. (n.d.). *The Evolution of RPA: A 30-Year Journey*. <https://electroneek.com/rpa/history-of-rpa/>
- Escott, E. (2017). *Bots vs Robots: what's the difference? (with examples)*. CODEBOTS. <https://codebots.com/artificial-intelligence/robots-and-bots-explained>
- Formant. (n.d.). *Robot simulator*. <https://formant.io/robot-simulator/>
- Frontier Business Product. (2022). *What Is Network Management and Why It Is Important?*. <https://www.fbponline.com/news/what-is-network-management-and-why-it-is-important/>
- Gasparetto, A. & Scalera, L. (2019). *A Brief History of Industrial Robotics in the 20th Century*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/331090220_A_Brief_History_of_Industrial_Robotics_in_the_20th_Century
- GeeksForGeeks. (2021). *What is Cloud Robotics?*. <https://www.geeksforgeeks.org/what-is-cloud-robotics/>
- GeeksForGeeks. (2023a). *Characteristics of Cloud Computing*. <https://www.geeksforgeeks.org/characteristics-of-cloud-computing/>

GeeksForGeeks. (2023b). *Evolution of Cloud Computing*.

<https://www.geeksforgeeks.org/evolution-of-cloud-computing/>

Guim, T. (2020). *What Everyone Ought To Know About Cisco Meraki*. PCHtechnologies.

<https://pchtechnologies.com/what-everyone-ought-to-know-about-cisco-meraki/>

Guoqiang, H. (2012). *Cloud Robotics: Architecture, Challenges and Applications*.

<https://www.cs.uml.edu/~holly/teaching/91548/spring2015/cloud-robotics.pdf>

IBM. (n.d.-a). *How does software testing work?*. <https://www.ibm.com/topics/software-testing>

IBM. (n.d.-b). *What is robotic process automation (RPA)?*. <https://www.ibm.com/topics/rpa>

INNOVAPPTIVE. (n.d.). *The Impact of Artificial Intelligence & Machine Learning (AI/ML) on Operations*. <https://www.innovapptive.com/blog/the-impact-of-artificial-intelligence-machine-learning-ai/ml-on-operations>

Indeed. (2022). *What Is Data Analytics Automation? (Plus Benefits)*.

<https://www.indeed.com/career-advice/career-development/what-is-data-analytics-automation>

InsideBIGDATA. (2019). *The Impact of AI on the Data Analyst*.

<https://insidebigdata.com/2019/05/14/the-impact-of-ai-on-the-data-analyst/>

Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. & Suman, R. (2021). *Substantial capabilities of robotics in enhancing industry 4.0 implementation*. ScienceDirect.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667241321000057>

KUKA. (n.d.-a). *Automation solutions from KUKA*. <https://www.kuka.com/en-de/industries/solutions-database>

KUKA. (n.d.-b). *The history of KUKA*. <https://www.kuka.com/en-us/company/about-kuka/history>

Kentik. (n.d.). *The Evolution of Network Monitoring: From SNMP to Modern Network Observability*. <https://www.kentik.com/kentipedia/evolution-of-network-monitoring-snmp-to-network-observability/>

Kiosow, B. (2022). *Do Robots Learn or Are They Merely Programmed?*. Thomas. <https://www.thomasnet.com/insights/do-robots-learn-or-are-they-merely-programmed/>

Kopacek, P. (2016). *Development Trends in Robotics*. ScienceDirect. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S240589631632506X?via%3Dihub>

Lee, J., Hsu, H., Li, C. & Yang, J. (2021). *Design and Implementation of Intelligent Automated Production-Line Control System*. SemanticScholar. <https://pdfs.semanticscholar.org/dd96/9921aa2efd4400307d4ce9f24d8b803f63a1.pdf>

Liu, S. (2022). *Robotic Process Automation (RPA) in Auditing: A Commentary*. https://www.icaea.net/English/Publication/Abstract/IJCA2022_1_1_02_Robotic_Process_Automation_RPA_in_Auditing_A_Commentary%200317.pdf

Liv. (2019). *Data and RPA – How Robotics is Changing Data Analytics*. Robotics & Automation News. <https://roboticsandautomationnews.com/2019/10/17/data-and-rpa-how-robotics-is-changing-data-analytics/26341/>

Lohr, S. (2021). *What Ever Happened to IBM's Watson?*. The New York Times. <https://www.nytimes.com/2021/07/16/technology/what-happened-ibm-watson.html>

Mao, K., Harman, M. & Jia, Y. (n.d.). *Robotic Mobile Testing for Truly Black Box Automation*. https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1554254/1/Harman_robotic-mobile-testing_no_header.pdf

Mayer, F. (2016). *Social impact of automation trends and issues: a human-centered systems engineering perspective*. ScienceDirect.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474667016397762>

Minnich, A. (2021). *A General Overview of Robotics and its Emerging Technology*. Hilaris.

<https://www.hilarispublisher.com/open-access/a-general-overview-on-robotics-and-its-emerging-technology.pdf>

NRTC Automation. (n.d.) *Unimate: The OG Industrial Robot*.

<https://www.nrtcautomation.com/blog/unimate-the-og-industrial-robot>

Plant Automation Technology. (n.d.). *Industrial Robot Programming: A Comprehensive Guide to Mastering Efficiency and Safety*. [https://www.plantautomation-](https://www.plantautomation-technology.com/articles/industrial-robot-programming-a-comprehensive-guide-to-mastering-efficiency-and-safety)

[technology.com/articles/industrial-robot-programming-a-comprehensive-guide-to-mastering-efficiency-and-safety](https://www.plantautomation-technology.com/articles/industrial-robot-programming-a-comprehensive-guide-to-mastering-efficiency-and-safety)

Process Solutions, Inc. (2018). *What are the Different Types of Industrial Robots and Their Applications?*. [https://processsolutions.com/what-are-the-different-types-of-industrial-](https://processsolutions.com/what-are-the-different-types-of-industrial-robots-and-their-applications/)

[robots-and-their-applications/](https://processsolutions.com/what-are-the-different-types-of-industrial-robots-and-their-applications/)

Rajput, A. (2021). *Bots and AI: The Future of Software Testing and Quality Assurance*.

BugRaptors. <https://www.bugraptors.com/blog/bots-and-ai-the-future-of-software-testing-and-quality-assurance>

Reply. (n.d.). *Data Robotics*. <https://www.reply.com/contents/Data-Robotics.pdf>

Risi, C. (2023). *The Pros and Cons of Different UI automation test tools – TestComplete*.

Linkedin. <https://www.linkedin.com/pulse/pros-cons-different-ui-automation-test-tools-craig-risi>

Robotics Academy. (n.d.). *History of Robots*. <https://www.roboticsacademy.com.au/history-of-robots/>

Robotics Tomorrow. (2021). *5 Considerations for Deploying Industrial Robotics*. <https://www.roboticstomorrow.com/story/2021/03/5-considerations-for-deploying-industrial-robotics/16531/>

Sivek, S. (n.d.). *3-Minute Nutshell: Automating Predictive Analytics*. Pecan. <https://www.pecan.ai/resource/automate-predictive-analytics/>

Sureka, A. (n.d.). *Introduction To Robotic Process Automation (RPA) - The Future Of Business Process Management*. ClarionTech. <https://www.clariontech.com/platform-blog/introduction-to-robotic-process-automation-rpa-the-future-of-business-process-management>

TWI. (n.d.). *What is Industrial Automation and Robotics?*. <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-industrial-automation-and-robotics>

Terra, J. (2023). *The Future of Robotics: How Robots Will Transform Our Lives*. SimpleLearn. <https://www.simplilearn.com/future-of-robotics-article>

Turing. (n.d.). *Software Development: Is Complexity Killing it?*. <https://www.turing.com/kb/software-development-complexity>

USDSI. (n.d.). *Impact of Data Science in Robotics*. <https://www.usdsi.org/data-science-insights/impact-of-data-science-in-robotics>

Universal Robots. (2023). *Why cobots?*. <https://www.universalrobots.com/products/collaborative-robots-cobots-benefits/>

Unlimited Robotics. (2023). *The Impact of Robots on Society*. <https://www.unlimited-robotics.com/post/the-impact-of-robots-on-society>

VEX. (n.d.). *A Virtual Robotic Solution: Insights from Implementation and Implications for the Future*. <https://kb.vex.com/hc/en-us/articles/4406167739028-A-Virtual-Robotic-Solution-Insights-from-Implementation-and-Implications-for-the-Future>

Veenendaal, A. (n.d.). *Cloud RPA: What is it and how does it work?*. BluePrism.
<https://www.blueprism.com/guides/cloud-rpa/>

Visual Components. (2023). *Robot Simulation Software: Everything You Need to Know*.
<https://www.visualcomponents.com/resources/blog/robot-simulation-software-everything-you-need-to-know/>

Walker, J. (2020). *Software Test Automation with Robot Framework*. IJCA.
<https://www.ijcaonline.org/archives/volume175/number25/walker-2020-ijca-920784.pdf>

WisdomPlexus. (2019). *Autonomous vs. Automatic Robots: Know the Difference*.
<https://wisdomplexus.com/blogs/autonomous-vs-automatic-robots/>

Yaskawa. (2023). *How Industrial Robots Can Improve Workplace Safety: Enhancing Efficiency and Reducing*. https://www.yaskawa.za.com/header-meta/news-events/article/how-industrial-robots-can-improve-workplace-safety-enhancing-efficiency-and-reducing_n19733

Zuhlke, S. (2022). *What is a Robot?*. National Geographic.
<https://education.nationalgeographic.org/resource/what-robot/>