

Järgmised viis aastat robotikas: autonoomsetest agentidest igapäevase integratsiooni (prognoos aastaks 2030)

Kokkuvõte

Käesolev aruanne esitab põhjaliku analüüsi ja prognoosi robotika arengu kohta järgmise viie aasta jooksul, keskendudes perioodile 2025–2030. See ajastu defineerib end autonoomsete tehisintellekti (TI) agentide ja üha võimekamate füüsiliste robotplatvormide lähenemise kaudu. See tähistab üleminekut, kus arenenud robotika liigub tööstuslikest ja niširakendustest laiemale integreerimisele professionaalses, avalikus ja koduses elus. Aruandes analüüsitakse peamisi tehnoloogilisi tõukejõude, sealhulgas suurte keelemudelite (LLM) poolt juhitud agentide arhitektuuri, mis annab robotitele kognitiivse tuuma, mis on võimeline arutlema, planeerima ja õppima. Uuritakse peamisi turusegmente alates tööstuslikest koostöörobotitest (koboovidest) kuni teenindusrobotika plahvatusliku kasvuni tervishoius, logistikas ja isiklikus abis. Erilist tähelepanu pööratakse humanoidrobotite esilekerkimisele, mis liiguvad teadus- ja arendustegevusest esimeste kaubanduslike rakendusteni. Lisaks tehnoloogilistele ja turuanalüüsile käsitleb see aruanne ka sügavaid ühiskondlikke mõjusid, sealhulgas tööjõuturu ümberkujunemist, uute oskuste nõudlust ja majanduslikku ebavõrdsust, mida süvendavad nn "keskpärased tehnoloogiad". Lõpetuseks rõhutatakse tungivat vajadust tugevate valitsemisraamistikute järele, et juhtida seda ümberkujundamist vastutustundlikult, käsitledes kriitilisi eetilisi, turvalisuse ja vastutuse küsimusi, mida määratlevad sellised raamistikud nagu ELi tehisintellekti määrus ja NISTi tehisintellekti riskijuhtimise raamistik. Prognoos näitab, et järgmised viis aastat ei ole mitte ainult tehnoloogilise innovatsiooni, vaid ka ühiskondliku kohanemise ja regulatiivse küpsuse määrav periood.

1. Autonoomne agent: kaasaegse robotika kognitiivne tuum

Järgmise viie aasta robotika arengut ei määratle mitte niivõrd mehaanika, kuivõrd tehisintellekti edusammud. Kaasaegse roboti "aju" arhitektuuri lahkamine näitab, kuidas suured keelemudelid (LLM-id) on võimaldanud paradigmaatilist nihet eelprogrammeeritud masinatest eesmärgipärasteks, arutlevateks agentideks. See kognitiivne tuum on see, mis muudab roboti pelgalt tööriistast autonoomseks partneriks.

1.1 LLM-põhine agendi arhitektuur: ühtne raamistik

Kaasaegne TI-agent on määratletud kui autonoomne süsteem, mis tajub oma keskkonda, teeb ratsionaalseid otsuseid ja sooritab toiminguid eesmärkide saavutamiseks. See eristab teda oluliselt lihtsamatest robotitest ja skriptidest.¹ Nende agentide keskmes on LLM, mis pakub laiaulatuslikke teadmisi maailmast, loomuliku keele liideseid ja inimlaadseid arutlusvõimeid.¹⁰

Hiljutised uuringud on välja pakkunud ühtse agendi arhitektuuri, mis toimib agendi tunnetuse "riistvaralise alusena" ja koosneb neljast põhimoodulist.¹⁰

- **Profileerimismoodul:** See moodul määratleb agendi rolli (nt programmeerija, assistent) ja isiksuse, mis mõjutab tema edasist käitumist. Profiile saab luua käsitsi, genereerida LLM-i abil või viia vastavusse reaalsete andmekogumitega, et tagada realistlikum käitumine.¹⁰
- **Mälumoodul:** See on agendi võime õppida ja säilitada järjepidevust. Eristatakse **lühiajalist mälu (STM)**, mida rakendatakse tavaliselt kontekstiakna või jooksva puhvri kaudu vestluse järjepidevuse tagamiseks¹², ja **pikaajalist mälu (LTM)**, mis võimaldab isikupärastamist ja õppimist seanssideüleselt. LTM-i rakendatakse sageli vektorandmebaaside abil, et tõhusalt salvestada ja hankida episoodilist (konkreetsed sündmused), semantilist (faktilised teadmised) ja protseduurilist (oskused) mälu.¹⁰
- **Planeerimismoodul:** See on agendi võime jaotada keerulised eesmärgid teostatavateks alamülesanneteks. Analüüsitakse meetodeid nagu ühesuunaline arutluskäik (mõtteahel, *Chain of Thought*) ja mitmesuunaline arutluskäik (*Tree of Thoughts*), ning rõhutatakse tagasiside (keskkondlik, inimlik või mudelipõhine) kriitilist rolli pikaajalises planeerimises.¹ Üks oluline raamistik on siin **ReAct (Reasoning and Acting)**, mis sünergiseerib arutlemist ja tegutsemist, võimaldades mudelil genereerida vaheldumisi verbaalseid arutluskäike ja ülesandespetsiifilisi tegevusi. See maandab agendi ja leevendab hallutsinatsioone,

suheldes väliste tööriistadega, näiteks API-dega.¹⁵

- **Tegevusmoodul:** See kirjeldab, kuidas agent maailmaga suhtleb. See hõlmab otsuste muutmist tulemusteks, kasutades **väliseid tööriistu** (API-d, andmebaasid, muud mudelid), et ületada LLM-i olemuslikke piiranguid (nt reaajas andmete puudumine, hallutsinatsioonid), või tuginedes oma **sisemistele teadmistele** selliste ülesannete jaoks nagu vestlus ja terve mõistuse rakendamine.¹⁰

1.2 Agentsete töövoogude peamised disainimustrid

Agentsete orkestratsioonikihtide, nagu LangChain, esilekerkimine on hõlbustanud keerukate agentsete töövoogude loomist, mida juhib neli peamist disainimustrit, nagu on rõhutanud tehisintellekti valdkonna juhtfiguur Andrew Ng.¹⁴

1. **Refleksioon:** Agent kritiseerib ja täiustab iteratiivselt omaenda väljundeid, mis viib pideva enesetäiustamiseni.¹⁴
2. **Tööriistade kasutamine:** Agent teeb API-kutseid ja käivitab koodi väliste ülesannete täitmiseks, näiteks e-kirjade saatmiseks või andmete analüüsimiseks. See on raamistike nagu LangChain keskne omadus.¹⁴
3. **Planeerimine:** Agent jaotab keerulised eesmärgid järjestikusteks tegevusteks, mida on näha reisiplaneerimise või programmeerimisagentide puhul.¹⁴
4. **Mitme agendi koostöö:** Mitmed spetsialiseerunud agendid (nt programmeerija, kriitik, testija) teevad koostööd keeruliste probleemide lahendamiseks. See on Microsofti AutoGeni ja CrewAI-laadsete raamistike põhiprintsiip, mis võimaldavad luua agentide "meeskondi" erinevate rollide, ülesannete ja tööriistadega, mis võivad töötada järjestikku või hierarhiliselt.¹⁴

1.3 Joondamise väljakutse: tagamine, et robotid jagaksid inimlikke väärtusi

Kriitiline väljakutse on tagada, et TI-agendi eesmärgid oleksid kindlalt joondatud inimlike väärtustega ja kavatsustega, eriti kui nad saavad füüsilise tegutsemisvõime.²⁸

- **Inimsisendiga kinnitav õpe (RLHF):** See on olnud joondamise alustehnika, mis hõlmab kolmeastmelist protsessi: juhendatud peenhäälestus, tasumudeli treenimine inimeste eelistuste põhjal ja agendi poliitika optimeerimine kinnitava õppe (PPO) abil.²⁹

- **RLHF-i piirangud:** RLHF-il on märkimisväärsed väljakutseid, sealhulgas inimeste märgistamise kõrge maksumus ja skaleeritavuse probleemid, tagasiside subjektiivsus ja potentsiaalne kallutatus ning "tasu häkkimise" oht, kus agent optimeerib tasumudeli puudusi, mitte tegelikku inimlikku eelistust.³⁵
- **Esilekerkivad alternatiivid skaleeritavaks joondamiseks:**
 - **Tehisintellekti tagasisidega kinnitav õpe (RLAIF):** Inimeste märgistajate asendamine võimeka "TI-kohtunikuga", et anda eelistusmärgiseid, muutes protsessi odavamaks ja skaleeritavamaks.⁴⁰
 - **Konstitutsiooniline tehisintellekt (CAI):** Anthropicu poolt välja töötatud spetsiifiline RLAIF-lähenemine, kus joondamist juhivad eelnevalt määratletud põhimõtted ("põhiseadus"), mitte otsene inimeste tagasiside kahjuliku sisu kohta. Agent õpib nende reeglite alusel oma väljundeid ise kritiseerima ja parandama, tasakaalustades abivalmidust ja kahjutust.⁴³
 - **Lihtsamad, otsesemad meetodid:** Trend liigub meetodite suunas, nagu otse-eelistuste optimeerimine (DPO), mis väldivad eraldi tasumudeli vajadust, lihtsustades joondamisprotsessi.⁴⁰

TI-agentide arhitektuur standardiseerub kiiresti modulaarse, LLM-keskse disaini ümber, mis koosneb profileerimisest, mälust, planeerimisest ja tegevusest. See areng toob kaasa olulise paradigma muutuse. Agendi kognitiivse arhitektuuri (tarkvara) lahtisidumine selle füüsilisest kehastusest (riistvara) koos orkestratsiooniraamistikke, nagu LangChain ja CrewAI, esilekerkimisega loob uue mudeli. Me liigume tuleviku suunas, kus spetsiifilisi oskusi ja võimeid (nt "ekspertkokk", "laotöötaja", "eakate kaaslane") saab arendada tarkvarana ja rakendada erinevatele üldotstarbelistele robotplatvormidele.

Selle arengu loogika on mitmetahuline. Praegune robotika arendus on sageli spetsiifiline; robot on loodud konkreetse ülesande jaoks.⁵⁰ LLM-põhised agendid on aga arhitektuuriliselt oma potentsiaalsest füüsilisest vormist eraldiseisvad; nende võimed on määratletud tarkvaramoodulitega.¹⁰ Raamistikud nagu LangChain ja CrewAI on sisuliselt tarkvaraarenduskomplektid (SDK-d) nende agentsete "ajude" ehitamiseks, võimaldades arendajatel siduda tööriistu ja orkestreerida mitut agentti keeruliste eesmärkide saavutamiseks.⁵¹ Samal ajal arendavad ettevõtted nagu Tesla, Figure AI ja Boston Dynamics üldotstarbelisi humanoidseid riistvaraplatforme, mis on mõeldud töötama inimkeskkondades.⁵² Loogiline lähenemine on seega platvormimudel, mis sarnaneb nutitelefoni operatsioonisüsteemi ja rakenduste poega. Riistvaratootja pakub üldotstarbelist robotit ja spetsialiseeritud TI-agentide turg pakub oskusi, võimaldades ühel robotil täita mitmesuguseid ülesandeid, laadides alla erinevaid "oskuste rakendusi". See vähendab oluliselt robotikarakenduste loomise

takistusi ja käivitab tõenäoliselt robotikatarkvara innovatsiooni plahvatusliku kasvu aastaks 2030.

2. Füüsiline manifestatsioon: roboti arhetüübid aastal 2030

See jaotis analüüsib roboti "keha", prognoosides peamiste riistvaraplatvormide seisu järgmise viie aasta jooksul. Analüüs põhineb turuandmetel ja suundumustel sellistest allikatest nagu Rahvusvaheline Robotika Föderatsioon (IFR), Gartner ja erinevad turu-uuringute firmad, et prognoosida kasutuselevõtu ulatust ja mahtu.

2.1 Ülemaailmne robotikaturu maastik (2025–2030)

Ülemaailmne robotikaturg kogeb pidevat kasvu, kus tööstusrobotite töökorras olevate seadmete arv ulatus 2023. aastal rekordilise 4,28 miljoni ühikuni.⁵⁶ Prognoosid näitavad, et turg jätkab olulist laienemist, kusjuures erinevad aruanded ennustavad ainuüksi tööstusrobotika turu suuruseks 2030/2032. aastaks 60–95 miljardit USA dollarit⁵⁹, ja arenenud robotika turg ulatub 2034. aastaks üle 280 miljardi USA dollari.⁶¹

Piirkondlikult domineerib jätkuvalt Aasia, eriti Hiina, mis moodustab 70% uutest paigaldustest.⁵⁶ Euroopa näitab stabiilset kasvu, mida soodustab tootmise lähemale toomine (

nearshoring), ja Ameerika säilitab tugeva, kuigi stagneeruva, kohaloleku.⁵⁶ Arenevad turud, nagu India, näitavad märkimisväärset kiirenemist.⁵⁷ Kasutuselevõttu soodustavad tööjõupuudus, kasvavad palgad, vajadus suurema tootlikkuse ja kvaliteedi järele ning liikumine Tööstus 4.0 ja nutika tootmise suunas.⁵⁰ Robotika taskukohasus, eriti VKEde jaoks, on kriitiline tegur.⁵⁹

2.2 Tööstus- ja koostöörobotid (koboodid)

Traditsiooniline tööstusrobotite turg, mida domineerivad auto- ja elektroonikatööstus, jätkab kasvu.⁵⁶ Suurim trend on aga

koostöörobotite (kobootide) esilekerkimine, mis on loodud ohutult töötama koos inimestega.⁶⁰ Ohutusstandardite, nagu

ISO/TS 15066, arendamine ja vastuvõtmine on kobootide kasutuselevõtuks ülioluline. See tehniline spetsifikatsioon annab juhiseid riskianalüüsiks, seades jõu- ja rõhupiirangud inim-roboti kontaktile ning määratledes koostöötehnikaid, nagu võimsuse ja jõu piiramine.⁶⁹ Aastaks 2030 liiguvad koboovid tehaste põrandatelt logistikasse, tervishoidu ja isegi kontorikeskkondadesse, et automatiseerida korduvaid ülesandeid, parandada koostööd ja isikupärastada töötajate kogemusi.⁶⁶

2.3 Teenindusrobotika buum: mitme triljoni dollari suurune võimalus

Teenindusrobotika sektor on valmis eksponentsiaalseks kasvuks, kus turu suuruse prognoosid ulatuvad 2029/2032. aastaks 213 kuni 397 miljardi USA dollarini.⁷⁴ Seda kasvu toidavad vananev elanikkond, tööjõupuudus teenindussektoris ja tehisintellekti edusammud.⁷⁴

- **Professionaalsed teenindusrobotid:**

- **Logistika ja kohaletoimetamine:** Laojuhtimise automatiseerimine (mobiilsed robotid, AGV-d, AMR-id) on küps turg, mis prognooside kohaselt ulatub 2030. aastaks ~55 miljardi USA dollarini.⁷⁷ Viimase miili kohaletoimetamise robotite turg kasvab samuti kiiresti, kusjuures ettevõtted nagu Starship Technologies on esirinnas ja prognoositav turumaht ulatub 2030. aastaks üle 13 miljardi USA dollari.⁸⁰
- **Tervishoid:** Kirurgiline robotika on väljakujunenud turg, mille prognoositav maht ületab 2030. aastaks 20 miljardit USA dollarit.⁹⁰ Patsientide hooldus-, desinfitseerimis- ja transpordirobotite kasutuselevõtt on samuti suurenemas.⁹¹
- **Avalikud teenused:** Professionaalseks puhastamiseks, turvamiseks ja hoolduseks mõeldud robotid muutuvad üha tavalisemaks.⁹⁴
- **Põllumajandus:** Saagikoristus-, lüpsi-, külvi- ja põllukultuuride seirerobotid lahendavad tööjõupuudust ja parandavad tõhusust, kusjuures turg peaks 2030. aastaks ulatuma 75 miljardi USA dollarini.⁹⁵

- **Isiklikud ja kodumajapidamisrobotid:**

- **Praegune seis:** Turgu domineerivad praegu puhastusrobotid (tolmuimejad,

muruniidukid), mis moodustavad ~70% müügist.⁷⁴

- **Tulevikuväljavaade (aastaks 2030):** Fookus nihkub keerukamale abistamisele. **Eakate hooldusabirobotid** on suurim kasvupiirkond, mida soodustab ülemaailmne vananev demograafia ja hooldajate puudus. Selle turu prognoositav maht ulatub 2030/2033. aastaks 7,7–9,85 miljardi USA dollarini, pakkudes füüsilist, sotsiaalset ja jälgimistuge.⁹³ Üldotstarbelised majapidamisrobotid selliste ülesannete jaoks nagu pesupesemine ja toiduvalmistamine on samuti arendamisel, kuigi massiline kasutuselevõtt 2030. aastaks on skeptitsismi all.¹⁰⁵

2.4 Humanoidide piir: ulmest tehasepõrandani

Lõppeesmärk on üldotstarbeline robot, mis suudab tegutseda inimkesksetes keskkondades, kasutades meie tööriistu ja infrastruktuuri.⁵² Seda peetakse mitme triljoni dollari suuruseks turuvõimaluseks, mis lahendab tööjõupuudust tootmises, logistikas, jaekaubanduses ja lõpuks ka kodus.¹⁰⁸

Järgnev tabel pakub võrdlevat analüüsi peamistest platvormidest, mis eeldatavasti on 2030. aastaks esialgselt kasutusele võetud.

Platvorm	Arendaja	Peamised spetsifikatsioonid (Kõrgus/Kaal/Kandevõime/Tööaeg)	TI tuumud el/lähene mine	Sihtturg	Prognoositav kasutuselevõtu ajakava	Peamised eristajad/partnerlussuhted
Tesla Optimus Gen 2	Tesla, Inc.	~1.73m / ~57kg / 20kg / Mitu tundi	Tesla FSD-põhine närvivõrk	Tootmine, logistika (esialgne), hiljem kodumaja pidamine	2025 (sisemine tootmine), 2026+ (väline müük)	Vertikaalne integratsioon, eesmärk alla \$30,000 hind, kasutab auto TI-d

						54
Figure 02	Figure AI	1.68m / 60kg / 20kg / 8+ tundi	OpenAI VLA / Figure Helix VLA	Tootmine, laondus, jaekaubandus	2025 (pilootproj ektid), laiem kaubandu slik kasutusele võtt hiljem	Partnerlus ed BMW, OpenAI, Microsofti ga, keskendu b tööjõu asendamis ele ⁵⁵
Electric Atlas	Boston Dynamics	Konfidents iaalne	Tugevdatu d õpe, vundamen dimudelid	Tööstuslik automatis eerimine, logistika	2025+ (pilootproj ektid)	Kõige dünaamilis em ja väledam platvorm, kaubandu slikuks muudetud aastaküm nete pikkuse teadus- ja arenduste gevuse põhjal, partnerlus Hyundaiga ⁵³
1X NEO	1X Technolog ies	~1.65m / ~55kg / N/A / ~4 tundi	NVIDIA GROOT-I põhinev poliitika	Tööstuslik ud ja kodused rakenduse d	Juba kasutuses (beetavers ioon)	Kaherattali ne alus stabiilsuse tagamisek s, keskendu b nii tööstuslik ele kui ka kodustele ülesannet ele, partnerlus NVIDIA-ga ⁵²

Samal ajal tasakaalustatakse seda optimismi kriitiliste vaadetega ekspertidelt nagu Gary Marcus, kes väidavad, et tõeline üldine intelligentsus, robustne juhtimine struktureerimata keskkondades ja taskukohane riistvara on veel aastakümnete kaugusel, viidates isejuhtivate autode aeglasele arengule hoiatava näitena.¹¹⁶ Arutletakse stabiilse kogu keha juhtimise, riistvara maksumuse ja biomimikri kui potentsiaalselt vigase lähenemise väljakutsete üle.¹²⁸

Humanoidrobootika võidujooks ei seisne ainult parima riistvara ehitamises; see on platvormisõda, et luua kehastunud tehisintellekti "iOS" või "Android". Võitja on ettevõtte, mis suudab luua tugeva, skaleeritava riistvaraplatvormi ja meelitada ligi elavat kolmandate osapoolte arendajate ökosüsteemi, kes ehitavad "oskuste rakendusi". Humanoidroboti peamine väärtus on selle üldistatavus – võime täita paljusid ülesandeid inimkeskkonnas.¹⁰⁸ Kuid iga võimaliku oskuse programmeerimine robotisse tehases on võimatu, peegeldades nutitelefonide algusaegu enne App Store'i. NVIDIA Project GROOT raamistab probleemi selgelt: nad ehitavad teiste ettevõtete riistvara jaoks alusmudelit ("OS-i").¹¹⁵ Tesla läheneb vertikaalselt integreeritud "Apple'i" mudeliga, ehitades riistvara, tarkvara ja esialgsed rakendused ise.⁵⁴ Figure AI järgib partnerluspõhist "Androidi" mudelit, tehes koostööd OpenAI ja BMW-ga.⁵⁵ Seetõttu ei hinnata 2030. aastaks konkurentsimaastikku mitte ainult selle järgi, kelle robot kõige paremini kõnnib, vaid ka selle järgi, millisel platvormil on kõige tugevamad arendajate tööriistad, suurim kolmandate osapoolte oskuste raamatukogu ja lihtsaim tee nende arendajate jaoks monetiseerimiseks.

3. Peamised tehnoloogilised võimaldajad ja takistused

See jaotis kirjeldab "meeli ja oskusi", mis võimaldavad robotagentidel tajuda, mõista ja suhelda füüsilise maailmaga. Analüüsitakse kriitilisi tehnoloogiaid, mis ületavad lõhe digitaalse intelligentsuse ja füüsilise tegevuse vahel, ning väljakutseid, mis tuleb 2030. aastaks ületada.

3.1 Täiustatud taju: maailma nägemine ja tundmine

- **3D-nägemine ja LiDAR:** Mitmevaatelise geomeetria, andurite liitmise ja närvivõrkudel põhineva renderdamise lähenemine võimaldab täpsemat ja

skaleeritavamad 3D-stseeni mõistmist, mis on autonoomse navigeerimise ja manipuleerimise jaoks ülioluline.¹³¹ Pooljuht-LiDAR-i ja SPAD-detektorite edusammud muudavad need andurid odavamaks, kompaktsemaks ja vastupidavamaks, võimaldades nende kasutamist alates isejuhtivatest sõidukitest kuni väikeste droonideni.¹³²

- **Taktiline tajumine:** Inimlaadse osavuse saavutamiseks vajavad robotid kompimismeelt. Ülevaade taktilise tajumise seisust hõlmab nägemispõhiseid andureid (nt pinna deformatsiooni mõõtmine kaameraga) ja takselipõhiseid andureid. Peamine väljakutse on erinevate andurite andmete ühendamine ühiseks, füüsiliselt tõlgendatavaks mõõdikuks nagu jõud, mis on oluline selliste ülesannete jaoks nagu õrnade esemete haaramine või libisemise tuvastamine.¹³³

3.2 Loomulik inim-roboti interaktsioon (HRI)

Loomuliku keele töötlemine (NLP) on võti roboti juhtimise intuiivseks ja kättesaadavaks muutmiseks. See võimaldab robotitel mõista häälkäsklusi, pidada dialoogi ja isegi tõlgendada mitteverbaalseid vihjeid ja tundeid.¹³⁸ HRI tulevik on multimodaalne, ühendades häälkäsklused žestidega (nt osutamine), et lahendada mitmetähenduslikkust ja luua loomulikum suhtlusvoog. LLM-e kasutatakse selle kombineeritud sisendi tõlkimiseks täidetavateks roboti tegevusjärjestusteks.¹⁴¹

3.3 Sim2Real imperatiiv: virtuaalsest treeningust reaalse tegevuseni

Robootika fundamentaalne väljakutse on kanda kiire, ohutu ja andmerikka simulatsioonis õpitud poliitikad üle reaalsesse maailma, millel on ettearvamatud dünaamikad (nt hõõrdumine, viivitused).¹⁴³ Simuleeritud ja tegeliku füüsika vahelist lahkvust nimetatakse "reaalsuse lõheks".

Robootika vundamendimudelite, eriti nägemis-keele-tegevuse (VLA) mudelite arendamine on suur läbimurre. Need mudelid on treenitud tohututel, mitmekesistel andmekogumitel (sh veebiandmed, inimvideod ja roboti trajektoorid) ning neid saab peenhäälestada konkreetsete robotite ja ülesannete jaoks.¹⁴⁸ VLA-arhitektuur kasutab tavaliselt transformer-selgroogu nägemis- ja keelesisendite töötlemiseks ning tegevuste jada väljastamiseks, õppides sisuliselt otsast-lõpuni poliitikat.¹⁴⁹ Google'i

RT-2 on siin oluline näide.¹⁵⁵ Generatiivseid mudeleid, nagu difusioonimudelid ja GAN-id, kasutatakse tohutute sünteetiliste treeningandmete loomiseks, aidates ületada andmete nappuse probleemi robotikas ja parandada Sim2Real ülekannet.¹³⁰ NVIDIA GROOT projekt tugineb sellele humanoidide treenimisel tugevalt.¹¹⁵

3.4 Pehme robotika esiletõus

Toimub nihe pehmete, elastsete materjalide (polümeerid, geelid, vedelkristallelastomeerid) suunas, mis võimaldavad robotitel painduda, venitada ja kohaneda objektidega. See bio-inspireeritud lähenemine võimaldab ohutumat suhtlust inimestega ja õrnade esemete käsitlemist.¹⁶³ Aastaks 2030 on pehme robotika ülioluline biomeditsiinilistes rakendustes (vähem invasiivne kirurgia, ravimite kohaletoimetamine), neurorehabilitatsioonis ja koostööülesannetes, kus ohutus on esmatähtis.¹⁶³

Füüsilise tehisintellekti arengutempot ei piira enam arvutusvõimsus (Moore'i seadus), vaid Sim2Real ülekandeprotsessi tõhusus. Võime genereerida kõrge täpsusega, mitmekesiseid sünteetilisi andmeid ja edukalt üle kanda õpitud oskusi füüsilisele riistvarale on peamine tegur, mis määrab, millised ettevõtted juhivad robotika võidujooksu. Keeruliste robotikaoskuste, nagu osav manipuleerimine, treenimine nõuab tohtul hulgal andmeid, mida on reaalses maailmas kallis, aeganõudev ja ohtlik koguda.¹⁴⁶ Simulatsioon pakub skaleeritavat alternatiivi, kuid "reaalsuse lõhe" tähendab, et simulatsioonis treenitud poliitikad ebaõnnestuvad sageli päris robotitel.¹⁴⁵ Seetõttu ei ole kriitiline kitsaskoht mitte mudeli treenimise võime, vaid võime panna see mudel füüsilises maailmas usaldusväärselt tööle. Ettevõtted nagu NVIDIA pühendavad tohtuid ressursse selle probleemi lahendamisele, luues vundamendimudeleid (GROOT) ja simulatsiooniplatvorme (Omniverse) spetsiaalselt sünteetiliste andmete genereerimiseks ja selle lõhe ületamiseks.¹¹⁵ See viitab sellele, et järgmise viie aasta kõige väärtuslikum intellektuaalomand robotikas ei ole mitte ainult roboti disain või tehisintellekti mudel ise, vaid ka patenteeritud andmete genereerimise torujuhtmed ja Sim2Real ülekandetehnikad. Ettevõtte, mis suudab kõige tõhusamalt muuta simulatsiooniandmed reaalseks kompetentsiks, omab kõige tugevamat konkurentsieelist, määrates sisuliselt kogu tööstuse innovatsioonitempo.

4. Robot igapäevaelus: 2030. aasta stsenaariumianalüüs

See jaotis sünteesib tehnoloogilised ja turuproгноosid käegakatsutavateks, tõendus põhiste stsenaariumideks selle kohta, kuidas robotid on 2030. aastaks igapäevaellu integreeritud. Nende prognooside aluseks on reaalsed juhtumiuuringud ja pilootprogrammid.

4.1 Automatiseeritud ja täiustatud töökoht

- **Digitaalsed kaastöötajad:** TI-agendid muutuvad "virtuaalseteks töötajateks", automatiseerides keerulisi kognitiivseid ülesandeid ilma pideva inimjärelvalveta.¹⁷⁰ OpenAI tegevjuht Sam Altman ennustab, et agendid "liituvad tööjõuga" 2025. aastal.¹⁷⁰
 - *Tarkvaraarendus:* Autonoomsed TI-tarkvarainsenerid nagu Devin tegelevad ülesannetega alates planeerimisest ja kodeerimisest kuni silumise ja kasutuselevõtuni, täiendades inimarendajaid.¹⁷³
 - *Turundus ja müük:* TI-agendid automatiseerivad turunduskampaaniaid otsast lõpuni, alates SEO-uuringutest ja sisu genereerimisest kuni hüper-isikupärastatud reklaamide paigutamise ja müügivihjete hindamiseni, kasutades platvorme nagu HubSpot AI, Skott ja Omneky.¹⁷⁶
 - *Klienditeenindus:* TI-agendid liiguvad lihtsatest vestlusrobotitest kaugemale, et käsitleda keerulisi, mitmevoorulisi vestlusi, lahendada probleeme iseseisvalt ja isegi teha väljaminevaid kõnesid, vähendades oluliselt kõnekeskuste koormust.⁷
 - *Andmeanalüüs:* Mitme agendi süsteemid (nt kasutades AutoGeni või LAMBDA-t) toimivad autonoomsete andmeteaduse meeskondadena, puhastades, analüüsides, visualiseerides ja raporteerides äriandmeid minimaalse inimsekkumisega.²³
- **Füüsilised kaastöötajad (koboodid):** Koostöörobotid on levinud tootmises, logistikas ja tervishoius, kuid hakkavad ilmuma ka kontoritesse selliste ülesannete jaoks nagu dokumentide kohaletoimetamine ja tööruumide isikupärastamine.⁶⁶

4.2 Nutikas ja abistav kodu

- **Puhastamisest kaugemale:** Kuigi robottolmuimejad ja -muruniidukid on laialt levinud ¹⁰⁰, näevad järgmised viis aastat keerukamate kodurobotite esialgset turuletoomist. Eksperdid ennustavad, et järgmise kümne aasta jooksul võidakse automatiseerida kuni 40% majapidamistöödest. ¹⁰⁷
- **Eakate ja patsientide hooldus:** See on kõige olulisem lühiajaline rakendus. Robotid pakuvad seltsi üksinduse vastu võitlemiseks, jälgivad elulisi näitajaid, väljastavad ravimeid ja abistavad liikumisel, võimaldades rohkem eakatel inimestel oma kodus vananeda. ⁹³
- **Keerukate majapidamistööde abistamine:** Robottokkade (Moley) ja üldotstarbeliste abiliste (Prosper's Alfie) prototüübid on olemas, kuid laialdane ja taskukohane kasutuselevõtt 2030. aastaks on struktureerimata kodukeskkondade keerukuse tõttu ebatõenäoline. ¹⁰⁶ Skeptsism humanoidi osas igas kodus 2030. aastateks on endiselt kõrge. ¹⁰⁵
- **Privaatsus- ja eetilised mured:** Anduritega varustatud, andmeid koguvate robotite olemasolu kodus tekitab sügavaid privaatsusriske, sealhulgas volitamata andmete kogumine, jälgimine ja häkkimine. ¹⁸⁵

4.3 Robotiseeritud avalik sfäär

- **Autonoomne viimase miili kohaletoimetamine:** Kõnniteedel liikuvate kohaletoimetamisrobotite (nt Starship Technologies) ja õhudroonide parved muutuvad paljudes linnades tavaliseks vaatepildiks, toimetades kohale toitu, toidukaupu ja pakke. ⁸⁰
- **Autonoomsed sõidukid ja sõidujagamine:** Kuigi täielikult autonoomsed (tase 4/5) isiklikud autod on endiselt piiratud, laienevad "robotaksode" teenused ettevõtelt nagu Waymo suurtes linnakeskustes märkimisväärselt, hõivates 2030. aastaks potentsiaalselt olulise osa sõidujagamise turust. ¹⁹⁰ Kõige tõenäolisem stsenaarium on hübriidmudel, mis ühendab autonoomsed sõidukid ja inimjuhid. ¹⁹³
- **Avalikud ja kaubanduslikud teenused:** Robotid täidavad üha enam ülesandeid nagu avalike ruumide puhastamine, turvapatrullide teostamine ja teabekioskitena tegutsemine lennujaamades ja hotellides. ⁹⁴

Robotite integreerimine on ebaühtlane: struktureeritud keskkondades (tehased, laod, konkreetsed linnateed) toimub kiire kasutuselevõtt, samas kui struktureerimata keskkondades (keskmine kodu) on areng aeglasem ja spetsialiseeritum. Robootika peamine väärtus igapäevaelus 2030. aastaks ei ole täielik inimeste asendamine, vaid

fundamentaalne nihe inimjärelevalve olemuses. Me liigume otseselt kontrollilt (*human-in-the-loop*) järelevalvega juhtimisele (*human-on-the-loop*), kus üks inimene haldab poolautonoomsete agentide parve.

Praegused TI-agendid ja robotid, kuigi arenevad, seisavad endiselt silmitsi usaldusväärsuse, erandjuhtumite ja keeruka arutluskäigu väljakutsetega; täielik autonoomia ettearvamatutes oludes ei ole veel saavutatav.¹⁷³ Maailma Majandusfoorum rõhutab, et juhid vajavad uusi oskusi, keskendudes sellele, kuidas "suunata oma agente tegema parimat võimalikku tööd" ja hallata "digitaalseid töötajaid", mis viitab järelevalverollile.¹⁰⁶ Klienditeeninduses tegelevad TI-agendid enamiku päringutega, kuid suunavad keerulised või empaatiat nõudvad juhtumid sujuvalt inimestele, mis on järelevalve, mitte asendamise mudel.¹⁸¹ Logistikas jälgib üks operaator laorobotite või kohaletoimetamisdroonide parve, sekkudes ainult erandite korral.⁷⁷ Seetõttu on kõige olulisem muutus "igapäevaelus" uute tööarhetüüpide loomine, mis keskenduvad nii inim- kui ka robotitöötajate meeskondade orkestreerimisele, juhtimisele ja tõrkeotsingule. Võtmeoskus nihkub ülesande

tegemiselt ülesande eduka lõpuleviimise määratlemisele ja haldamisele agentide parve poolt.

5. Robotite tulevikus navigeerimine: ühiskondlikud, eetilised ja regulatiivsed imperatiivid

See jaotis käsitleb kriitilisi valitsemisstruktuure, mis on vajalikud selle tehnoloogilise nihke vastutustundlikuks juhtimiseks, liikudes tehnilistelt võimekustelt ühiskondlikele tagajärgedele.

5.1 Majanduslik ja tööturu ümberkujunemine

Maailma Majandusfoorumi "Töökohtade tuleviku aruanne 2025" ennustab märkimisväärselt tööjõuturu liikumist, kus robotika ja tehisintellekt loovad 2030. aastaks 170 miljonit uut töökohta, kuid asendavad 92 miljonit.¹⁹⁵ Kõige kiiremini kasvavad tehnoloogiaga seotud rollid (tehisintellekti spetsialistid, andmeanalüütikud)

ja rohelise üleminekuga seotud töökohad, samas kui kontori- ja haldustöökohtade arv väheneb kõige rohkem.¹⁹⁶

Daron Acemoglu kriitiline perspektiiv rõhutab, et mitte igasugune automatiseerimine ei suurenda tootlikkust. "Keskpärased tehnoloogiad" (nt frustreerivad automatiseeritud klienditeenindussüsteemid, iseteeninduskassad) asendavad tööjõudu ilma olulist majanduslikku väärtust loomata, süvendades potentsiaalselt ebavõrdsust.²⁰⁰ Peamine väljakutse on suunata innovatsioon tehnoloogiatele, mis

täiendavad inimtööd uute ülesannete loomisega, mitte lihtsalt ei asenda seda.

Peamiseks takistuseks äritegevuse ümberkujundamisel on oskuste puudujääk, kusjuures 39% olemasolevatest oskustest muutub 2030. aastaks vananenuks. See nõuab massilist keskendumist ümber- ja täiendõppele sellistes valdkondades nagu loov mõtlemine, analüütiline mõtlemine ja tehisintellekti/suurandmete kirjaoskus.¹⁹⁶

5.2 Eetilised kaitsepiirid ja turvariskid

Eetilise tehisintellekti arendamise aluspõhimõtted on õiglus (kallutatuse leevendamine), läbipaistvus (seletatavus) ja vastutus.²¹⁰ Tehisintellekti süsteemid, sealhulgas robotid, võivad pärida ja võimendada oma treeningandmetes esinevaid ühiskondlikke eelarvamusi, mis viib diskrimineerivate tulemusteni sellistes valdkondades nagu töölevõtmine või ennetav politseitöö.²¹¹

Kodu- ja isiklikud robotid, mis on varustatud kaamerate, mikrofonide ja anduritega, loovad enneolematuid privaatsusriske. Uuritakse andmete kogumise, säilitamise, turvalisuse ja võimaliku väärkasutuse või järelevalve väljakutseid.¹⁸⁵ Kui autonoomne robot põhjustab kahju, tekib küsimus vastutusest. Uuritakse keerulist vastutusahelat, mis hõlmab tootjat, arendajat, omanikku ja kasutajat. See hõlmab klassikalist "trolliprobleemi" autonoomsete sõidukite kontekstis, mis sunnib valima vältimatute kahjude vahel ja rõhutab vajadust eelprogrammeeritud eetiliste raamistike järele.²¹⁴

Autonoomsed agendid toovad kaasa uusi ründevektoreid, mis ületavad traditsioonilise tarkvara omasid:

- **Käsu sisestamine (*Prompt Injection*):** Välisesse andmeallikasse (nt veebilehele, mida robotil palutakse kokku võtta) sisestatud pahatahtlikud juhised võivad kaaperdada agendi käitumist, sundides teda sooritama soovimatuid toiminguid.²¹⁹

- **Mälu mürgitamine:** Ründaja võib sisestada agendi pikaajalisse mälu valeinformatsiooni, mis viib aja jooksul kumulatiivse väära joondumise ja vigaste otsusteni.²²³
- **Tööriistade väärkasutus ja liigne agentsus:** Liiga laialdaste õigustega agenti saab petta sooritama ohtlikke toiminguid, näiteks failide kustutamist või tundlike andmete lekitamist.²²³

5.3 Kujunev valitsemismaastik

- **ELi tehisintellekti määrus:** See on laiaulatuslik, riskipõhine regulatiivne raamistik. Analüüsitakse selle klassifitseerimissüsteemi, keskendudes **kõrge riskiga tehisintellekti süsteemidele**, mis hõlmavad paljusid robootikarakendusi (nt ohutuskomponendid masinates, meditsiiniseadmed, kriitiline infrastruktuur). Nendele süsteemidele kehtestatakse ranged kohustused seoses riskijuhtimise, andmehalduse, tehnilise dokumentatsiooni, inimjärelvalve ja vastupidavusega, enne kui neid saab ELi turule lasta.²²⁷

Kõrge riskiga valdkond (ELi tehisintellekti määruse alusel)	Näide robotsüsteemist	Peamised tuvastatud riskid (tervisele, ohutusele, põhiõigustele)	Peamised kohustused pakujatele
Kriitiline infrastruktuur	Autonoomne transport (nt isejuhtivad sõidukid, kohaletoimetamisdroonid)	Füüsiline kahju kokkupõrgete tõttu, süsteemi rikked, mis põhjustavad häireid	Riskijuhtimissüsteem, kõrgetasemeline vastupidavus ja turvalisus, inimjärelvalve
Meditsiiniseadmed	Robot-assisteeritud kirurgia, hooldusrobotid	Patsiendi kahjustamine vigade tõttu, valediagnoos, privaatsuse rikkumine	Range andmehaldus, tehniline dokumentatsioon, sündmuste logimine, läbipaistvus
Masinate ohutuskomponendid	Koostöörobotid (kobooidid) tehastes	Töötajate vigastused kokkupõrkel, ootamatu käitumine	Vastavus masinadirektiivile, kolmanda osapoole vastavushindamine

Tööhõive	Töölevõtmise robotid (CV-de sorteerimine), töötajate järelevalve	Diskrimineeriv töölevõtmine, ebaõiglane hindamine, privaatsuse rikkumine	Andmete kvaliteet ja eelarvamuste leevendamine, läbipaistvus, inimjärelevalve
-----------------	--	--	---

- **NISTi tehisintellekti riskijuhtimise raamistik (RMF):** See on USA Riikliku Standardite ja Tehnoloogia Instituudi vabatahtlik, põhimõtetepõhine raamistik. See annab organisatsioonidele juhiseid tehisintellekti riskide valitsemiseks, kaardistamiseks, mõõtmiseks ja haldamiseks, keskendudes **usaldusväärse tehisintellekti** omaduste saavutamisele: kehtiv ja usaldusväärne; ohutu; turvaline ja vastupidav; vastutustundlik ja läbipaistev; seletatav ja tõlgendatav; privaatsust parandav; ja õiglane.²³⁷
- **IEEE eetilise disaini põhimõtted:** Inseneride kogukonna poolt välja töötatud põhimõtete ja standardite kogum, mis juhib autonoomsete ja intelligentsete süsteemide loomist. See rõhutab inimõigusi, heaolu, andmeagentsust, läbipaistvust ja vastutust.²⁴⁶

Autonoomsete robotite kasutuselevõtt sunnib peale ülemaailmset arutelu regulatsiooni üle, liikudes abstraktsetelt põhimõtelt konkreetsete õiguslike ja tehniliste standardite juurde. Järgmise viie aasta peamine ühiskondlik väljakutse ei ole mitte ainult tehnoloogiline, vaid ka õiguslik ja eetiline. Eksisteerib fundamentaalne pinge roboti võimekuse, ohutuse ja selge vastutuse vahel. Ühe suurendamine seab sageli ohtu teise, luues "trilemma", millega poliitikakujundajad ja arendajad peavad tegelema.

Selle trilemma loogika areneb järgmiselt: selleks, et robot oleks "igapäevaelus" kasulik, peab ta olema väga **võimekas** ja autonoomne, mis nõuab keerukat tehisintellekti, mis suudab toime tulla uute olukordadega.¹ See keerukus muudab aga roboti käitumise vähem ettearvatavaks, suurendades

ohutusriske (füüsiline kahju, turvaaugud).²²³ Ohutuse tagamiseks võib olla vajalik roboti võimekust tõsiselt piirata, muutes selle vähem kasulikuks. Kui paratamatult juhtub õnnetus, muutub

vastutuse küsimus esmatähtsaks.²¹⁶ Kui tootja kannab ranget vastutust oma autonoomse roboti kõigi tegevuste eest, on ta motiveeritud looma rangelt piiratud, "ohutumaid", kuid vähem võimekaid roboteid riski minimeerimiseks. Kui vastutus lasub kasutajal, võib see pärssida kasutuselevõttu, kuna tarbijad kardavad ettearvamatuid tagajärgi. See loobki trilemma: väga võimekat robotit on raskem muuta täiesti ohutuks ja selle autonoomne olemus hägustab vastutuse piire. Täiesti ohutu robot ei pruugi olla piisavalt võimekas, et olla kasulik. Selge vastutusraamistik (nt range

tootjavastutus) võib pärssida võimekate robotite arendamist. Selle trilemmaga tegelemine on reguleerivate asutuste, nagu ELi tehisintellekti määruse rakendajate, keskne ülesanne ja see määrab arenenud robotika reaalse kasutuselevõtu kiiruse.²²⁷

6. Süntees ja strateegilised soovitused

See viimane jaotis sünteesib aruande peamised järeldused sidusaks visiooniks aastaks 2030 ning pakub tegevuskava peamistele sidusrühmadele, et valmistuda ja kujundada üha enam robotiseeritud tulevikku.

6.1 Süntees: robotika seis 2030. aastal

Peamised prognoosid on järgmised: TI-agendid kui universaalne "aju", spetsialiseeritud teenindusrobotite ja esilekerkivate üldotstarbeliste humanoidide kahesuunaline areng, Sim2Real ülekande kriitiline roll, üleminek "human-on-the-loop" juhtimisele ning alusraamistike loomine regulatsioonidele. See periood ei ole mitte ainult tehnoloogilise läbimurde, vaid ka ühiskondliku kohanemise ja regulatiivse küpsuse ajastu.

6.2 Strateegilised soovitused

- **Poliitikakujundajatele:** Eelistada paindlike, kohanduvate regulatiivsete raamistike väljatöötamist, mis tasakaalustavad innovatsiooni ja ohutust (lahendades trilemma). Investeerida ulatuslikult avalikku haridusse ja tööjõu üleminekuprogrammidesse, mis keskenduvad ümberõppele "human-on-the-loop" majanduse jaoks. Edendada rahvusvahelist koostööd ohutusstandardite ja eetiliste suuniste osas.
- **Tööstusjuhtidele:** Nihutada fookus ülesandepõhiste robotite ehitamiselt platvormide ja arendajate ökosüsteemide loomisele. Investeerida Sim2Real kitsaskoha lahendamisse sünteetiliste andmete ja põhjaliku testimise kaudu. Võtta ennetavalt kasutusele eetilise disaini põhimõtted (NIST RMF, IEEE), et luua avalikku

usaldust ja ennetada rangemat regulatsiooni.

- **Haridustöötajatele:** Reformida õppekavasid, et keskenduda tulevikuoskustele: analüütiline ja loov mõtlemine, tehisintellekti kirjaoskus ning inim-masina koostöö. Arendada programme, mis õpetavad õpilasi tehisintellekti süsteeme haldama ja orkestreerima, mitte ainult neid kodeerima. Rõhutada interdistsiplinaarseid oskusi, mis ühendavad tehnoloogia eetika, sotsioloogia ja õigusega.
- **Avalikkusele:** Osaleda elukestvas õppes, et kohaneda uute töötingimustega. Arendada kriitilist arusaama tehisintellektist ja robotikast, et osaleda avalikus arutelus nende kasutuselevõtu ja valitsemise üle. Toetada poliitikaid, mis tagavad automatiseerimise hüvede laialdase jagamise.

Tööstusharu/Sektor	Automatiseerimiseks kõrge riskiga ülesanded (asendamise efekt)	Esilekerkivad rollid (taastamise efekt)	2030. aastaks vajalikud peamised oskused	Asjakohane teoreetiline raamistik
Tootmine	Korduvad montaaži-, keevitus- ja materjalikäitlusülesanded	Robotipargi haldurid, automatiseerimisspetsialistid, inim-roboti koostöö disainerid	Tehisintellekti/andmete kirjaoskus, tehniline probleemide lahendamine, süsteemne mõtlemine	Acemoglu "Keskpärase tehnoloogia" (kui tootlikkuse kasv on väike)
Logistika/Transport	Laotööd (korjamine, pakkimine), sõidukijuhtimine (veoautod, kohaletoimetamine)	Autonoomse laevastiku operaatorid, logistikaanalüütikud, tarneahela optimeerimise spetsialistid	Andmeanalüüs, reaajas otsuste tegemine, logistika planeerimine	Struktuuriline tööjõuturu nihe (WEF)
Tervishoid	Administratiivsed ülesanded, diagnostiline pildianalüüs, ravimite väljastamine	Robotikakirurgide assistendid, eakate hooldustehnoloogia spetsialistid, telemeditsiini koordinaatorid	Emotsionaalne intelligentsus, kriitiline mõtlemine, meditsiinilise tehisintellekti eetika, patsiendikeskne	Inimtöö täiendamine (mitte asendamine)

			hooldus	
Haldus/Kontori töö	Andmesisestus, ajakava haldamine, klienditeeninduse esmatasandi päringud	TI-agentide orkestraatorid, digitaalsete töövoogude disainerid, äriprotsesside analüütikud	Loov mõtlemine, analüütiline mõtlemine, tehisintellekti haldamise oskused	Suurim töökohtade vähenemine (WEF)
Loomemajandus	Esialgne sisu genereerimine (tekst, pildid), rutiinne redigeerimine	TI-tööriistade spetsialistid, loovstrateegid, multimeedia kogemuste disainerid	Loovus, strateegiline mõtlemine, emotsionaalne intelligentsus, uudishimu	Oskuste arendamine (mitte asendamine)

Viidatud allikad

1. What are AI agents? Definition, examples, and types | Google Cloud, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://cloud.google.com/discover/what-are-ai-agents>
2. reinforcement learning - What is an agent in Artificial Intelligence ..., juurdepääs juuli 12, 2025, <https://ai.stackexchange.com/questions/12991/what-is-an-agent-in-artificial-intelligence>
3. people.engr.tamu.edu, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://people.engr.tamu.edu/guni/csce625/slides/AI.pdf>
4. Artificial Intelligence: A Modern Approach - Zenodo, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://zenodo.org/records/15301807>
5. What Are AI Agents? | IBM, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://www.ibm.com/think/topics/ai-agents>
6. What are AI Agents?- Agents in Artificial Intelligence Explained - AWS, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://aws.amazon.com/what-is/ai-agents/>
7. Chatbots vs AI Agents: What Is the Difference? - Cognigy, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://www.cognigy.com/ai-agents/chatbot-vs-ai-agent>
8. AI Agent vs. Chatbot - Which is better in 2025? - WotNot, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://wotnot.io/blog/ai-agent-vs-chatbot>
9. chatbot vs. AI agent: what's the difference? - Ada, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://www.ada.cx/blog/chatbot-vs-ai-agent-what-s-the-difference-and-why-does-it-matter/>
10. A Survey on Large Language Model based Autonomous ... - arXiv, juurdepääs juuli 12, 2025, <http://arxiv.org/pdf/2308.11432>
11. Professional Agents - Evolving Large Language Models into Autonomous Experts with Human-Level Competencies - arXiv, juurdepääs juuli 12, 2025,

- <https://arxiv.org/html/2402.03628v1>
12. What Is AI Agent Memory? | IBM, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://www.ibm.com/think/topics/ai-agent-memory>
 13. Understanding Autonomous Agent Architecture - SmythOS, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://smythos.com/ai-agents/agent-architectures/autonomous-agent-architecture/>
 14. Andrew Ng on the Rise of AI Agents: Redefining Automation and ..., juurdepääs juuli 12, 2025, <https://medium.com/@muslumyildiz17/andrew-ng-on-the-rise-of-ai-agents-redefining-automation-and-innovation-440565ce633b>
 15. ReAct: Synergizing Reasoning and Acting in Language Models - arXiv, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://arxiv.org/pdf/2210.03629>
 16. Build LLM Agent combining Reasoning and Action (ReAct) framework using LangChain | by Ashish Kumar Jain | Medium, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://medium.com/@jainashish.079/build-llm-agent-combining-reasoning-and-action-react-framework-using-langchain-379a89a7e881>
 17. [2503.23415] An Analysis of Decoding Methods for LLM-based Agents for Faithful Multi-Hop Question Answering - arXiv, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://arxiv.org/abs/2503.23415>
 18. What Are Tools for LLM Agents? Explained - ApX Machine Learning, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://apxml.com/courses/intro-llm-agents/chapter-4-equipping-agents-with-tools/understanding-agent-tools>
 19. 15 AI Agent Examples Changing The World in 2025 - Big Sur AI, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://bigsur.ai/blog/ai-agent-examples>
 20. How AI Agents Tackle Multi-Step Tasks: A Real-World Example | by Subash Palvel | Medium, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://subashpalvel.medium.com/how-ai-agents-tackle-multi-step-tasks-a-real-world-example-cc1ce4bdb6e3?source=rss-----ai-5>
 21. Crew AI Crash Course (Step by Step) · Alejandro AO, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://alejandro-ao.com/crew-ai-crash-course-step-by-step/>
 22. CrewAI: A Guide With Examples of Multi AI Agent Systems - DataCamp, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://www.datacamp.com/tutorial/crew-ai>
 23. The 28 Best AI Agents for Data Analysis to Consider in 2025, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://solutionsreview.com/business-intelligence/the-best-ai-agents-for-data-analysis/>
 24. Multi-Agent Systems: The Future of Collaborative AI | by Saurab - Medium, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://medium.com/@saurabmishra/multi-agent-systems-the-future-of-collaborative-ai-f1c91dbaaf2e>
 25. microsoft/ai-agents-for-beginners: 11 Lessons to Get Started Building AI Agents - GitHub, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://github.com/microsoft/ai-agents-for-beginners>

26. 500+ AI Agent Projects / UseCases - GitHub, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://github.com/ashishpatel26/500-AI-Agents-Projects>
27. CrewAI Tutorial: Complete Crash Course for Beginners - YouTube, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://www.youtube.com/watch?v=sPzc6hMg7So>
28. Conditioning Generative Models - LessWrong, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://www.lesswrong.com/posts/nXeLPcT9uhfG3TMPS/conditioning-generative-models>
29. What is RLHF? - Reinforcement Learning from Human Feedback Explained - AWS, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://aws.amazon.com/what-is/reinforcement-learning-from-human-feedback/>
30. What Is Reinforcement Learning From Human Feedback (RLHF)? - IBM, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://www.ibm.com/think/topics/rlhf>
31. Reinforcement Learning From Human Feedback (RLHF) For LLMs - neptune.ai, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://neptune.ai/blog/reinforcement-learning-from-human-feedback-for-llms>
32. Understanding RLHF: How Human Feedback Makes AI Models Better - Medium, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://medium.com/@nandinilreddy/understanding-rlhf-how-human-feedback-makes-ai-models-better-aaa9e6487fa5>
33. Reinforcement learning from human feedback - Wikipedia, juurdepääs juuli 12, 2025, https://en.wikipedia.org/wiki/Reinforcement_learning_from_human_feedback
34. RLHF: Understanding Reinforcement Learning from Human Feedback - Coursera, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://www.coursera.org/articles/rlhf>
35. The Core Challenges and Limitations of RLHF | by M | Foundation Models Deep Dive, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://medium.com/foundation-models-deep-dive/the-core-challenges-and-limitations-of-rlhf-134dbacbf355>
36. The challenges of reinforcement learning from human feedback (RLHF) - TechTalks, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://bdtechtalks.com/2023/09/04/rlhf-limitations/>
37. Open Problems and Fundamental Limitations of Reinforcement Learning from Human Feedback : r/MachineLearning - Reddit, juurdepääs juuli 12, 2025, https://www.reddit.com/r/MachineLearning/comments/15e2n5j/open_problems_and_fundamental_limitations_of/
38. RLHF In the Spotlight: Problems and Limitations with Key AI Alignment Technique, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://www.maginate.com/article/rlhf-in-the-spotlight-problems-and-limitations-with-a-key-ai-alignment-technique/>
39. Helpful, harmless, honest? Sociotechnical limits of AI alignment and safety through Reinforcement Learning from Human Feedback - PubMed Central, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12137480/>
40. Beyond Traditional RLHF: Exploring DPO, Constitutional AI, and the Future of LLM Alignment | by M | Foundation Models Deep Dive - Medium, juurdepääs juuli 12, 2025,

- <https://medium.com/foundation-models-deep-dive/beyond-traditional-rlhf-exploring-dpo-constitutional-ai-and-the-future-of-llm-alignment-bc30089644c9>
41. RLHF vs RLAIIF for language model alignment - AssemblyAI, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://www.assemblyai.com/blog/rlhf-vs-rlaif-for-language-model-alignment>
 42. RLAIIF vs. RLHF: Scaling Reinforcement Learning from Human Feedback with AI Feedback, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://arxiv.org/html/2309.00267v3>
 43. Constitutional AI | Principles, Implementation & Ethical Challenges - Xenoss, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://xenoss.io/ai-and-data-glossary/constitutional-ai>
 44. Constitutional AI: Harmlessness from AI Feedback - Anthropic, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://www.anthropic.com/research/constitutional-ai-harmlessness-from-ai-feedback>
 45. IterAlign: Iterative Constitutional Alignment of Large Language Models - arXiv, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://arxiv.org/html/2403.18341v1>
 46. Collective Constitutional AI: Aligning a Language Model with Public Input - Latenode, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://latenode.com/blog/collective-constitutional-ai-aligning-a-language-model-with-public-input>
 47. What is "Constitutional AI"? - AISafety.info, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://aisafety.info/questions/904J/What-is-%22Constitutional-AI%22>
 48. Claude AI's Constitutional Framework: A Technical Guide to Constitutional AI | by Generative AI | Medium, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://medium.com/@genai.works/claude-ais-constitutional-framework-a-technical-guide-to-constitutional-ai-704942e24a21>
 49. Align-Pro: A Cost-Effective Alternative to RLHF for LLM Alignment - MarkTechPost, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://www.marktechpost.com/2025/01/23/align-pro-a-cost-effective-alternative-to-rlhf-for-llm-alignment/>
 50. Robotics Adoption Essentials - Number Analytics, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.numberanalytics.com/blog/robotics-adoption-essentials>
 51. What Is LangChain? | IBM, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://www.ibm.com/think/topics/langchain>
 52. Top 12 Humanoid Robots of 2025, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://humanoidroboticstechnology.com/articles/top-12-humanoid-robots-of-2025/>
 53. Getting Real with Humanoids | Boston Dynamics, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://bostondynamics.com/blog/getting-real-with-humanoids/>
 54. Tesla's Robot, Optimus: Everything We Know | Built In, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://builtin.com/robotics/tesla-robot>
 55. Report: Figure Business Breakdown & Founding Story - Contrary Research, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://research.contrary.com/company/figure>
 56. Global Robotics Market Surges: Comprehensive Analysis of IFR World Robotics Report 2024 - Statzon, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://statzon.com/insights/global-robotics-market-surges-comprehensive-analysis>

[ysis-of-ifr-world-robotics-report-2024](#)

57. Key Finding from the IFR Report 2024 - robominds, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://www.robominds.de/blog-en/industrial-automation-at-an-all-time-high-key-findings-from-the-ifr-report-2024>
58. Record of 4 Million Robots in Factories Worldwide - International Federation of Robotics, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/record-of-4-million-robots-working-in-factories-worldwide>
59. Industrial Robotics Market Share & Opportunities 2025-2032 - Coherent Market Insights, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://www.coherentmarketinsights.com/market-insight/industrial-robotics-market-4175>
60. Industrial Robotics Market Size, Share | Industry Report, 2030 - Grand View Research, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/industrial-robotics-market>
61. Advanced Robotics Market Size to Surpass USD 280.01 Billion by 2034, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://www.precedenceresearch.com/advanced-robotics-market>
62. World Robotics 2024 – Industrial Robots, juurdepäas juuli 26, 2025, https://ifr.org/img/worldrobotics/Executive_Summary_WR_2024_Industrial_Robots.pdf
63. Industrial robotics market forecast for 2025: Key trends & insights - Standard Bots, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://standardbots.com/blog/industrial-robotics-market>
64. SMEs & Robotics: Are Small Manufacturers Adopting? - PatentPC, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://patentpc.com/blog/smes-robotics-are-small-manufacturers-adopting>
65. Disparities in Robot Adoption among US Manufacturers: A Critical Economic Development Challenge, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://par.nsf.gov/servlets/purl/10350121>
66. Collaborative Robotics: Developments and Trends in 2025 - Esa Automation, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://www.esa-automation.com/en/collaborative-robotics-developments-and-trends-in-2025/>
67. Future of Collaborative Robots: Key Trends and Emerging Technologies, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://www.marketsandmarkets.com/blog/SE/future-of-collaborative-robots>
68. The Rise Of Collaborative Robots (Cobots): Transforming Work Across Industries - Forbes, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://www.forbes.com/councils/forbestechcouncil/2025/03/25/the-rise-of-collaborative-robots-cobots-transforming-work-across-industries/>
69. Collaborative robot safety standards: Ultimate guide to cobot safety - Standard Bots, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://standardbots.com/blog/collaborative-robot-safety-standards>
70. Standardizing Collaborative Robots: What is ISO/TS 15066? - Engineering.com,

juurdepääs juuli 26, 2025,

<https://www.engineering.com/standardizing-collaborative-robots-what-is-iso-ts-15066/>

71. Are Collaborative Robots Safe? - International Society of Automation (ISA),
juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.isa.org/intech-home/2016/july-august/features/iso-ts-15066-and-collaborative-robot-safety>
72. The Role of Robotics in Future Office Environments - FSR, Inc. - AV Connectivity Solutions, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://fsrinc.com/fsr-press-room/462-the-role-of-robotics-in-future-office-environments>
73. The Rise of Collaborative Robots: How Cobots Are Reshaping the Future of Industrial Work, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.automate.org/news/-105>
74. Service Robotics Market Report 2025, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.researchandmarkets.com/reports/5782893/service-robotics-market-report>
75. Service Robotics Market - Industry Overview (2025-2032), juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.stellarmr.com/report/Service-Robotics-Market/431>
76. Global Professional Service Robots Market Share 2025, Forecast To 2034, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.thebusinessresearchcompany.com/market-insights/professional-service-robots-market-overview-2025>
77. The Next-Generation Warehouse - GreyOrange, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.greyorange.com/wp-content/uploads/2023/02/Next-Gen-Warehouse-WP.pdf>
78. Warehouse Robotics Market Size & Trends Report, 2030 - Grand View Research, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/warehouse-robotics-market>
79. Warehouse Automation Market - LogisticsIQ™, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.thelogisticsiq.com/research/warehouse-automation-market>
80. Last-Mile Delivery Robot Market Size & Forecast to 2030, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.researchandmarkets.com/report/last-mile-delivery-robots>
81. Autonomous Last Mile Delivery Market | Industry Report, 2030 - Grand View Research, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/autonomous-last-mile-delivery-market>
82. Delivery Robots Market Size, Share & Trends, 2025 To 2030 - MarketsandMarkets, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/delivery-robot-market-263997316.html>
83. Delivery Robots Industry worth \$3,236.5 million by 2030 - MarketsandMarkets, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/delivery-robot.asp>
84. Delivery Robots Market Research 2025-2030 | Key - GlobeNewswire, juurdepääs

juuli 26, 2025,

<https://www.globenewswire.com/news-release/2025/06/18/3101627/28124/en/Delivery-Robots-Market-Research-2025-2030-Key-Advancements-in-Robotics-and-AI-Enhance-Urban-Navigation-and-Efficiency-Spurring-Growth.html>

85. Starship - 2025 Company Profile, Team, Funding, Competitors & Financials - Tracxn, juurdepääs juuli 26, 2025,
https://tracxn.com/d/companies/starship/_M8hQlunMFISbhbXsrUi2_sx7SBNbYMiSML6Dvzol67o
86. Starship Technologies Surpasses 8 Million Deliveries - Starship Technologies: Autonomous robot delivery - The future of delivery - today!, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.starship.xyz/press/starship-technologies-surpasses-8-million-deliveries/>
87. Delivery Robots Market Size, Share | Growth Report [2032] - Fortune Business Insights, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.fortunebusinessinsights.com/delivery-robots-market-106955>
88. Starship Technologies surpasses 8M autonomous deliveries - The Robot Report, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.therobotreport.com/starship-technologies-surpasses-8m-autonomous-deliveries/>
89. Autonomous Delivery Robots Market to USD 6,497.3 Mn by 2034., juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://dimensionmarketresearch.com/report/autonomous-delivery-robots-market/>
90. Advancements in Robotic Orthopaedic Surgery: A Current Concept | Published in SurgiColl, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://surgicoll.scholasticahq.com/article/132487-advancements-in-robotic-orthopaedic-surgery-a-current-concept>
91. Robotics in Health Care: A New Era of Precision and Possibility - Newsweek, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.newsweek.com/ceo-circle-king-faisal-specialist-hospital-robotics-health-care-2065134>
92. Surgical Robots Market Drivers, Size, Forecast 2030 - Strategic Market Research, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.strategicmarketresearch.com/market-report/surgical-robots-market>
93. Healthcare Mobile Robots Market Size & Share Report, 2030 - Grand View Research, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/healthcare-mobile-robots-market-report>
94. Why service robots are booming worldwide, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://ifr.org/news/why-service-robots-are-booming-worldwide>
95. Agricultural Robots Market Forecast, Insights | Industry Analysis [2030], juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.theresearchinsights.com/reports/agricultural-robots-market-6440>
96. Agricultural Robots Market Size, Trends & Forecast Report, 2030 - Mordor

- Intelligence, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/agricultural-robots-market>
97. Top 10 Applications of Robotics in Agriculture | StartUs Insights, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.startus-insights.com/innovators-guide/robotics-in-agriculture/>
98. North America Agriculture Robots Market Analysis – 2030 - Next Move Strategy Consulting, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.nextmsc.com/report/north-america-agriculture-robots-market>
99. Ag Robotics: From Niche to Mainstream? - World Agri-Tech USA, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://worldagritechusa.com/ag-robotics-from-niche-to-mainstream/>
100. Robot Statistics and Facts (2025) - Market.us Scoop, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://scoop.market.us/robot-statistics/>
101. Elder Care Assistive Robots Market Size & Forecast to 2030, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.researchandmarkets.com/report/elder-care-robots-market>
102. AI-Powered Solutions for Elderly Care Market Set to Surpass US\$2 Billion by 2030, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.globenewswire.com/news-release/2025/02/14/3026636/28124/en/AI-Powered-Solutions-for-Elderly-Care-Market-Set-to-Surpass-US-2-Billion-by-2030.html>
103. AI-Powered Solutions For Elderly Care Market Size: Forecast, 2030 - Knowledge Sourcing Intelligence, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.knowledge-sourcing.com/report/ai-powered-solutions-for-elderly-care-market>
104. Elder Care Assistive Robots Market | Industry Report, 2033 - Grand View Research, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/elder-care-assistive-robots-market-report>
105. Almost everybody in the 2030s will have a humanoid robot at home : r/singularity - Reddit, juurdepääs juuli 26, 2025,
https://www.reddit.com/r/singularity/comments/1lq1y3e/almost_everybody_in_the_2030s_will_have_a/
106. The quiet revolution of home automation: What can home robots actually do?, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://investforesight.com/the-quiet-revolution-of-home-automation/>
107. What's next for generative AI: Household chores and more | MIT Sloan, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://mitsloan.mit.edu/ideas-made-to-matter/whats-next-generative-ai-household-chores-and-more>
108. Master Plan - Figure AI, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.figure.ai/master-plan>
109. The Ascendancy of Figure AI in the Global Humanoid Robotics Market: Strategic Positioning and Competitive Landscape Through 2030 - Foreign Affairs Forum, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.faf.ae/home/2025/2/22/the-ascendancy-of-figure-ai-in-the-global-humanoid-robotics-market-strategic-positioning-and-competitive-landscape-thr>

[ough-2030](#)

110. AI & Robotics | Tesla, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://www.tesla.com/AI>
111. Tesla Optimus production is estimated to start in 2025 - Teslarati, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://www.teslarati.com/tesla-optimus-production-estimate-2025/>
112. Humanoid Robots Are Coming for Jobs: Figure AI's Bold Vision for 2025 - Newo.ai, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://newo.ai/figure-ai-humanoid-robots-2025/>
113. Atlas | Boston Dynamics, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://bostondynamics.com/atlas/>
114. An Electric New Era for Atlas | Boston Dynamics, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://bostondynamics.com/blog/electric-new-era-for-atlas/>
115. NVIDIA Announces Isaac GR00T N1 — the World's First Open Humanoid Robot Foundation Model — and Simulation Frameworks to Speed Robot Development, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://nvidianews.nvidia.com/news/nvidia-isaac-gr00t-n1-open-humanoid-robot-foundation-model-simulation-frameworks>
116. The "AI 2027" Scenario: How realistic is it? - Hacker News, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://news.ycombinator.com/item?id=44064504>
117. Humanoid Robot TAM - Copy.rtf - SOC Robotics, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://www.soc-robotics.com/pdfs/Humanoid%20Robot%20TAM%20Musings.pdf>
118. Generative AI's most prominent skeptic doubles down - The Economic Times, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://m.economictimes.com/tech/artificial-intelligence/generative-ais-most-prominent-skeptic-doubles-down/articleshow/121506794.cms>
119. The global market for humanoid robots could reach \$38 billion by 2035 | Goldman Sachs, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://www.goldmansachs.com/insights/articles/the-global-market-for-robots-could-reach-38-billion-by-2035>
120. Are Robots Beneficial for the Society? - 1553 Words | Bartleby, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://www.bartleby.com/essay/Are-Robots-Beneficial-for-the-Society-F3682CSX73G4Z>
121. How to live with AI that's getting smarter than us | by Paul Pallaghy, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://medium.com/@paul.k.pallaghy/thriving-and-surviving-under-chatgpt-gpt-4-agi-a171ebb92cd3>
122. Is AI just all hype? w/Gary Marcus (Transcript) - TED, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://www.ted.com/pages/is-ai-just-all-hype-wgary-marcus-transcript>
123. In defense of skepticism about deep learning | by Gary Marcus - Medium, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://medium.com/@GaryMarcus/in-defense-of-skepticism-about-deep-learning-6e8bfd5ae0f1>
124. The phony comforts of AI skepticism - Platformer, juurdepäas juuli 26, 2025,

- <https://www.platformer.news/ai-skeptics-gary-marcus-curve-conference/>
125. The Present - Big Think, juurdepäas juuli 26, 2025,
<https://bigthink.com/the-present-confusion-of-economic-development-2604432293.amp.html/?paging=39>
 126. 184 | Gary Marcus on Artificial Intelligence and Common Sense - Sean Carroll, juurdepäas juuli 26, 2025,
<https://www.preposterousuniverse.com/podcast/2022/02/14/184-gary-marcus-on-artificial-intelligence-and-common-sense/>
 127. Gary Marcus: Dear @elonmusk, \$1 million says your latest prediction - that AI will be smarter than any individual human by the end of 2025 - is wrong : r/singularity - Reddit, juurdepäas juuli 26, 2025,
https://www.reddit.com/r/singularity/comments/1bzxqnw/gary_marcus_dear_elon_musk_1_million_says_your/
 128. (PDF) A Comprehensive Review of Humanoid Robots - ResearchGate, juurdepäas juuli 26, 2025,
https://www.researchgate.net/publication/390162042_A_Comprehensive_Review_of_Humanoid_Robots
 129. The Problems With Humanoid Robots | by Brad Porter - Medium, juurdepäas juuli 26, 2025,
https://medium.com/@bp_64302/the-problems-with-humanoid-robots-9d8684d62008
 130. Isaac GR00T - Generalist Robot 00 Technology - NVIDIA Developer, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://developer.nvidia.com/isaac/gr00t>
 131. Advances in 3D from Multi-View and Sensors: Insights from CVPR 2025 Papers, juurdepäas juuli 26, 2025,
<https://www.paperdigest.org/report/?id=advances-in-3d-from-multi-view-and-sensors-insights-from-cvpr-2025-papers>
 132. IEEE Photonics Society Announces Breakthrough in High-Resolution, Dynamic 3D Vision Technology, juurdepäas juuli 26, 2025,
<https://ieeephotonics.org/announcements/ieee-photonics-society-announces-breakthrough-in-high-resolution-dynamic-3d-vision-technology/>
 133. General Force Sensation for Tactile Robot March 2, 2025 - arXiv, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://arxiv.org/html/2503.01058v2>
 134. IEEE ICRA 2025 Workshop Dexterity - OpenReview, juurdepäas juuli 26, 2025,
[https://openreview.net/group?id=IEEE.org/ICRA/2025/Workshop/Dexterity&referrer=%5BHomepage%5D\(%2F\)](https://openreview.net/group?id=IEEE.org/ICRA/2025/Workshop/Dexterity&referrer=%5BHomepage%5D(%2F))
 135. arXiv:2504.11827v1 [cs.RO] 16 Apr 2025, juurdepäas juuli 26, 2025,
<https://arxiv.org/pdf/2504.11827>
 136. Tactile Sensing Applied to Robot Manipulation, juurdepäas juuli 26, 2025,
<https://www.ri.cmu.edu/publications/tactile-sensing-applied-to-robot-manipulation/>
 137. Tactile sensing in intelligent robotic manipulation—A review - ResearchGate, juurdepäas juuli 26, 2025,
https://www.researchgate.net/publication/228667424_Tactile_sensing_in_intelligent_robotic_manipulation-A_review

138. The Future of HRI: Advances in NLP - Number Analytics, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.numberanalytics.com/blog/future-of-hri-advances-in-nlp>
139. NLP for HRI: A Comprehensive Guide - Number Analytics, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.numberanalytics.com/blog/nlp-for-hri-comprehensive-guide>
140. News: Challenges in Human-Robot Interaction and How to Overcome Them, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.automate.org/robotics/news/-113>
141. Natural multimodal Human-Robot Interaction with Voice and Deictic Posture via Large Language Model * Corresponding Author. This work is supported by a grant of the EFRE and MWK ProFö-R&D program, no. FEIH_ProT_2517820 and MWK32-7535-30/10/2. This work is also supported by "CALpirinha - Conversational AI and Personalized Interaction for Risk-aware Navigation with Human Awareness" Förderkennzeichen: BW7_1030/02, Funding Program "Invest BW - Innovation III". This work is additionally supported by the National Research Foundation, Singapore, under its Medium-Sized Center for Advanced Robotics Technology Innovation. 1University of Tuebingen, Geschwister-Scholl-Platz, 72074 Germany. yuzhi.lai@uni-tuebingen.de2Nanyang Technological University, 50 Nanyang Avenue, Singapore 639798, shyuan@ntu.edu.sg3University Reutlingen, Alteburgstraße 150, 72762 Germany. {name.surname}@reutlingen-university.de4Donghua University, 849 Zhongshan West Street, Shanghai 200051, fanmingyu@dhu.edu.cn5Neura Robotics GmbH, 44 Gutenbergstraße, Metzingen 72555, atmaraaj.gopal@neura-robotics.com6Kwansei Gakuin University, 1-155 Uegahara 1bancho, Hyogo 662-8501 7Tokyo Metropolitan University - arXiv, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://arxiv.org/html/2501.00785v2>
142. Multimodal NLP for Robotics - Naver Labs Europe, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://europe.naverlabs.com/research/multimodal-nlp-for-hri/>
143. Sim2Real Transfer Problem in the robotics applications. - Reddit, juurdepääs juuli 26, 2025, https://www.reddit.com/r/robotics/comments/1lk61x8/sim2real_transfer_problem_in_the_robotics/
144. What exactly makes sim to real transfer a challenge in reinforcement learning? : r/robotics, juurdepääs juuli 26, 2025, https://www.reddit.com/r/robotics/comments/1j99vrt/what_exactly_makes_sim_to_real_transfer_a/
145. Sim2Real in Robotics and Automation: Applications and Challenges - DSpace@MIT, juurdepääs juuli 26, 2025, https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/138850/2021-04-Sim2Real_T-ASE.pdf?sequence=2
146. On Sim2Real Transfer in Robotics (Part 1/3) | Haonan's blog, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.haonanyu.blog/post/sim2real/>
147. Curriculum Design and Sim2Real Transfer for Reinforcement Learning in Robotic Dual-Arm Assembly - MDPI, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.mdpi.com/2075-1702/12/10/682>
148. GR00T N1: An Open Foundation Model for Generalist Humanoid Robots - arXiv, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://arxiv.org/pdf/2503.14734>

149. Vision-Language-Action (VLA) Models: LLMs for robots | by Gaurav Gupta - Medium, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://medium.com/black-coffee-robotics/vision-language-action-vla-models-llms-for-robots-f60ba0b79579>
150. Argo-Robot/foundation_models: Overview about state-of-art imitation learning techniques for robotic manipulation, enabling generalization across diverse tasks and environments. - GitHub, juurdepääs juuli 26, 2025, https://github.com/Argo-Robot/foundation_models
151. Diffusion-VLA: Generalizable and Interpretable Robot Foundation Model via Self-Generated Reasoning - arXiv, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://arxiv.org/html/2412.03293v3>
152. Foundation Models for Robot Design - Frontiers, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.frontiersin.org/research-topics/70813/foundation-models-for-robot-design>
153. Real-world robot applications of foundation models: a review - Taylor & Francis Online, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01691864.2024.2408593>
154. Foundation Models in Robotics: Applications, Challenges, and the Future - arXiv, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://arxiv.org/html/2312.07843v1>
155. RT-2: Vision-Language-Action Models Transfer Web Knowledge to Robotic Control | by Faryal Saud | Medium, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://medium.com/@faryal.saud/rt-2-vision-language-action-models-transfer-web-knowledge-to-robotic-control-8cffbd038781>
156. Robotics Transformer w/ Visual-LLM explained: RT-2 - YouTube, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.youtube.com/watch?v=gXgmqjthrPw>
157. What is RT-2? Google DeepMind's vision-language-action model for robotics, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://blog.google/technology/ai/google-deepmind-rt2-robotics-vla-model/>
158. DeepMind's RT-2 makes robot control a matter of AI chat - ZDNET, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.zdnet.com/article/deepminds-rt-2-makes-robot-control-a-matter-of-chat/>
159. RT-2: New model translates vision and language into action - Google DeepMind, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://deepmind.google/discover/blog/rt-2-new-model-translates-vision-and-language-into-action/>
160. Generative Artificial Intelligence in Robotic Manipulation: A Survey - arXiv, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://arxiv.org/html/2503.03464v1>
161. Using generative AI to help robots jump higher and land better | MIT CSAIL, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.csail.mit.edu/news/using-generative-ai-help-robots-jump-higher-and-land-better>
162. NVIDIA Isaac GR00T N1: An Open Foundation Model for Humanoid Robots - YouTube, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.youtube.com/watch?v=m1CH-mgpdYg>

163. Bio-Inspired Soft Robotics: Design, Fabrication and Applications - MDPI, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.mdpi.com/2313-7673/10/7/447>
164. Robots Are Going Soft - Digital Engineering 24/7, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.digitalengineering247.com/article/robots-are-going-soft/prototype>
165. Review of Flexible/Stretchable Sensors for Soft Robot - Fuji Technology Press, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.fujipress.jp/jrm/rb/robot003700010008/>
166. Top 7 Soft robotics papers published in 2025 - SciSpace, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://scispace.com/journals/soft-robotics-1wg4iuyd/2025>
167. Advancements in materials, manufacturing, propulsion and localization: propelling soft robotics for medical applications - Frontiers, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.frontiersin.org/journals/bioengineering-and-biotechnology/articles/10.3389/fbioe.2023.1327441/full>
168. How to Build ChatGPT for Robotics | Andreessen Horowitz, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://a16z.com/how-to-build-chatgpt-for-robotics/>
169. Humanoid Developer Day Conference Sessions | NVIDIA GTC 2025, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.nvidia.com/gtc/sessions/humanoid-developer-day/>
170. OpenAI's Sam Altman Predicts AI Agents Will Join Workforce in 2025 - eWEEK, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://www.eweek.com/news/altman-predicts-ai-agents-will-join-workforce-soon/>
171. Sam Altman Says AI Agents are Poised to Transform the Future of Workplaces | by ODSC, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://odsc.medium.com/sam-altman-says-ai-agents-are-poised-to-transform-future-of-workplaces-37e8b8c53fe3>
172. Sam Altman reflects on OpenAI's journey, predicts AI agents joining the workforce in 2025, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://etedge-insights.com/technology/artificial-intelligence/sam-altman-reflects-on-openais-journey-predicts-ai-agents-joining-the-workforce-in-2025/>
173. Devin AI review | The first autonomous AI coding agent? - Qubika, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://qubika.com/blog/devin-ai-coding-agent/>
174. Who's Devin: The World's First AI Software Engineer - Voiceflow, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://www.voiceflow.com/blog/devin-ai>
175. Devin: A Viral AI Coding Agent: Everything You Need to Know, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://thinkml.ai/devin-a-viral-ai-coding-agent-everything-you-need-to-know/>
176. AI Agents for Marketing: Benefits, 12 Best AI Tools, Steps to ..., juurdepääs juuli 12, 2025, <https://sam-solutions.com/blog/ai-agent-for-marketing/>
177. 11 Best AI sales agents to upgrade your sales process in 2025 - UserGems, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://www.usergems.com/blog/ai-sales-agents>
178. Marketing Automation Specialist - Relevance AI, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://relevanceai.com/agent-templates-roles/marketing-automation-specialist-ai-agents>
179. 10 best AI agent platforms & companies I'm using in 2025 | Marketer Milk,

- juurdepääs juuli 12, 2025,
<https://www.marketermilk.com/blog/best-ai-agent-platforms>
180. AI Agents in Customer Service - IBM, juurdepääs juuli 12, 2025,
<https://www.ibm.com/think/topics/ai-agents-in-customer-service>
181. AI Agents for Customer Service: Benefits, Use Cases, Best Practices | SaM Solutions, juurdepääs juuli 12, 2025,
<https://sam-solutions.com/blog/ai-agents-in-customer-service/>
182. Top 10 AI Agent Useful Case Study Examples (2025) - Creole Studios, juurdepääs juuli 12, 2025,
<https://www.creolestudios.com/real-world-ai-agent-case-studies/>
183. Top Companies Using AI for Customer Service: Case Studies - SunDevs, juurdepääs juuli 12, 2025,
<https://www.sundevs.com/blog/top-companies-using-ai-for-customer-service-case-studies>
184. Home Robots: The Stanford Roadmap Paper - Viso Suite, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://viso.ai/edge-ai/home-robots-stanfords-roadmap/>
185. Robot Ethics and User Privacy - Number Analytics, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.numberanalytics.com/blog/robot-ethics-and-user-privacy>
186. News: Ethical Considerations in the Development and Deployment of Robots, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.automate.org/news/-116>
187. Exploring Privacy & Security Risks in Household Robotics - Infosec, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.infosecinstitute.com/resources/general-security/privacy-risks-of-household-robots-5-security-risks-and-10-steps-to-protect-yourself/>
188. Privacy Communication Patterns for Domestic Robots - USENIX, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.usenix.org/system/files/soups2024-windl.pdf>
189. Technological risks and ethical implications of using robots in long-term care - PMC, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9208036/>
190. Waymo Poised to Disrupt Rideshare Market by 2030 - Tech Research Online, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://techresearchonline.com/news/waymo-rideshare-market-expansion/>
191. Lyft's Strategic Leap into Autonomous Mobility with Benteler Mobility: A Blueprint for Scalable, Profitable Growth - AInvest, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.ainvest.com/news/lyft-strategic-leap-autonomous-mobility-benteler-mobility-blueprint-scalable-profitable-growth-2507/>
192. Autonomous Vehicle Market Report 2025-2030: Autonomous Vehicle Market to Spawn Many Opportunities for ICT Solutions in Support of the Smart Transportation Ecosystem - ResearchAndMarkets.com, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.businesswire.com/news/home/20250214009777/en/Autonomous-Vehicle-Market-Report-2025-2030-Autonomous-Vehicle-Market-to-Spawn-Many-Opportunities-for-ICT-Solutions-in-Support-of-the-Smart-Transportation-Ecosystem---ResearchAndMarkets.com>
193. Partially autonomous cars forecast to comprise 10% of new vehicle sales by 2030, juurdepääs juuli 26, 2025,

- <https://www.goldmansachs.com/insights/articles/partially-autonomous-cars-forecast-to-comprise-10-percent-of-new-vehicle-sales-by-2030>
194. AI Agents: Reliability Challenges & Proven Solutions [2025] - Edstellar, juurdepäas juuli 12, 2025, <https://www.edstellar.com/blog/ai-agent-reliability-challenges>
 195. WEF just released their Future of Jobs Report 2025, they predict that 92 million jobs will be displaced, while 170 million new ones will be created by 2030. : r/singularity - Reddit, juurdepäas juuli 26, 2025, https://www.reddit.com/r/singularity/comments/1hxhe0h/wef_just_released_their_future_of_jobs_report/
 196. The Future of Jobs Report 2025 | World Economic Forum, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/digest/>
 197. The Future of Jobs Report 2025 | World Economic Forum, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/>
 198. WEF: How AI Will Reshape 86% of Businesses by 2030 | Technology Magazine, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://technologymagazine.com/articles/wef-report-the-impact-of-ai-driving-170m-new-jobs-by-2030>
 199. AI will perform most work tasks by 2030 - Amsterdam Centre for Business Innovation, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://acbi.uva.nl/content/news/2025/01/ai-will-perform-most-work-tasks-by-2030.html>
 200. Daron Acemoglu on: - Will robots take our jobs?, juurdepäas juuli 26, 2025, https://idei.fr/sites/default/files/IDEI/documents/tnit/newsletter/issue_17.pdf
 201. tasks, automation, and the rise in us wage inequality daron acemoglu - MIT Economics, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://economics.mit.edu/sites/default/files/2022-10/Tasks%20Automation%20and%20the%20Rise%20in%20US%20Wage%20Inequality.pdf>
 202. Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jep.33.2.3>
 203. Study finds stronger links between automation and inequality | MIT News, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://news.mit.edu/2020/study-inks-automation-inequality-0506>
 204. Artificial Intelligence, Automation and Work - National Bureau of Economic Research, juurdepäas juuli 26, 2025, https://www.nber.org/system/files/working_papers/w24196/w24196.pdf
 205. Rebalancing AI-Daron Acemoglu Simon Johnson - International Monetary Fund (IMF), juurdepäas juuli 26, 2025, <https://www.imf.org/en/Publications/fandd/issues/2023/12/Rebalancing-AI-Acemoglu-Johnson>
 206. The lure of 'so-so technology,' and how to avoid it | MIT Sloan, juurdepäas juuli 26, 2025, <https://mitsloan.mit.edu/ideas-made-to-matter/lure-so-so-technology-and-how-to-avoid-it>

207. Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://docs.iza.org/dp12293.pdf>
208. What is so-so automation? - YouTube, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.youtube.com/watch?v=h2lwEsE4J9k>
209. Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor - American Economic Association, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://pubs.aeaweb.org/doi/10.1257/jep.33.2.3>
210. The Ethical Challenges of AI Agents | Tepperspectives, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://tepperspectives.cmu.edu/all-articles/the-ethical-challenges-of-ai-agents/>
211. AI Agent Ethics: Understanding the Ethical Considerations - SmythOS, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://smythos.com/developers/agent-development/ai-agent-ethics/>
212. What is the role of ethics in AI agent design? - Milvus, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://milvus.io/ai-quick-reference/what-is-the-role-of-ethics-in-ai-agent-design>
213. AI Misalignment Case Studies | Multilingual Digital Marketing In 2025 - Maria Johnsen, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://www.maria-johnsen.com/ai-misalignment-case-studies/>
214. Autonomous vehicles and trolley problem | Business Ethics in the Digital Age Class Notes, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://library.fiveable.me/business-ethics-in-the-digital-age/unit-5/autonomous-vehicles-trolley-problem/study-guide/v11WnLrMCRKBWj8>
215. The misguided dilemma of the trolley problem - Volvo Autonomous Solutions, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.volvoautonomoussolutions.com/en-en/news-and-insights/insights/articles/2024/jan/the-misguided-dilemma-of-the-trolley-problem-.html>
216. Autonomous Vehicles and the Trolley Problem - Oklahoma Bar Association, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.okbar.org/barjournal/sept2017/obj8824pittmanmwafulirwa/>
217. Ethical Considerations of the Trolley Problem in Autonomous Driving: A Philosophical and Technological Analysis - MDPI, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.mdpi.com/2032-6653/15/9/404>
218. www.mdpi.com, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.mdpi.com/2032-6653/15/9/404#:~:text=Therefore%2C%20this%20paper%20concludes%20that,decisions%20based%20on%20such%20recognition.>
219. Adversarial Prompting in LLMs - Prompt Engineering Guide, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://www.promptingguide.ai/risks/adversarial>
220. Prompt Infection: LLM-to-LLM Prompt Injection within Multi-Agent Systems - arXiv, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://arxiv.org/html/2410.07283v1>
221. Adversarial Examples for Prompt Injection - OpenReview, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://openreview.net/pdf/5c524bb42f06e0317b5256c7d7986c0771c70287.pdf>
222. Prompt Injection Attacks on LLMs - HiddenLayer, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://hiddenlayer.com/innovation-hub/prompt-injection-attacks-on-llms/>

223. A Survey on Autonomy-Induced Security Risks in Large Model-Based Agents - arXiv, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://arxiv.org/html/2506.23844v1>
224. Taxonomy of Failure Mode in Agentic AI Systems - Microsoft, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://cdn-dynmedia-1.microsoft.com/is/content/microsoftcorp/microsoft/final/en-us/microsoft-brand/documents/Taxonomy-of-Failure-Mode-in-Agentic-AI-Systems-Whitepaper.pdf>
225. LLM Security: Top 10 Risks & Best Practices to Mitigate Them - Cohere, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://cohere.com/blog/llm-security>
226. The hidden risks of LLM autonomy - Help Net Security, juurdepääs juuli 12, 2025, <https://www.helpnetsecurity.com/2025/06/04/llm-agency/>
227. EU AI Act - Updates, Compliance, Training, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.artificial-intelligence-act.com/>
228. Article 6: Classification Rules for High-Risk AI Systems | EU Artificial Intelligence Act, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://artificialintelligenceact.eu/article/6/>
229. Navigating the EU AI Act: Implications for the Robotics Industry - AZoRobotics, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.azorobotics.com/Article.aspx?ArticleID=736>
230. AI Act: high-risk AI systems – what applies, what is due when? - Taylor Wessing, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.taylorwessing.com/en/insights-and-events/insights/2024/11/high-risk-ai-systems>
231. European Artificial Intelligence Act comes into force - Press corner | European Commission, juurdepääs juuli 26, 2025, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/ov/ip_24_4123
232. Artificial Intelligence – Q&As - European Commission, juurdepääs juuli 26, 2025, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_21_1683
233. AI Act | Shaping Europe's digital future - European Union, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/regulatory-framework-ai>
234. New EU AI Act Compliance Guide Released - TechRepublic, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.techrepublic.com/article/news-eu-ai-act-explorer-guide/>
235. What Are High-Risk AI Systems Within the Meaning of the EU's AI Act, and What Requirements Apply to Them? - WilmerHale, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.wilmerhale.com/en/insights/blogs/wilmerhale-privacy-and-cybersecurity-law/20240717-what-are-highrisk-ai-systems-within-the-meaning-of-the-eu-ai-act-and-what-requirements-apply-to-them>
236. EU AI Act: An introduction to high-risk AI systems - Walker Morris, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://www.walkermorris.co.uk/comment-opinion/eu-ai-act-an-introduction-to-high-risk-ai-systems/>
237. What is the NIST AI Risk Management Framework? - RSI Security, juurdepääs juuli 26, 2025, <https://blog.rsisecurity.com/what-is-the-nist-ai-risk-management-framework/>
238. Introduction to the NIST AI Risk Management Framework (AI RMF) -

- Centraleyes, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.centraleyes.com/nist-ai-risk-management-framework/>
239. AI Risk Management Framework | NIST, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.nist.gov/itl/ai-risk-management-framework>
240. www.nist.gov, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.nist.gov/itl/ai-risk-management-framework#:~:text=Overview%20of%20the%20AI%20RMF&text=The%20NIST%20AI%20Risk%20Management,products%2C%20services%2C%20and%20systems.>
241. Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0) - NIST Technical Series Publications, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ai/nist.ai.100-1.pdf>
242. Robots and the NIST AI Risk Management Framework - Medill Spiegel Research Center, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://spiegel.medill.northwestern.edu/ai-risk-management-framework/>
243. AI Risks and Trustworthiness - NIST AIRC - National Institute of Standards and Technology, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://airc.nist.gov/airmf-resources/airmf/3-sec-characteristics/>
244. Artificial intelligence | NIST, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.nist.gov/artificial-intelligence>
245. Responsible AI: Diving into the NIST AI Risk Management Framework - 6clicks, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://www.6clicks.com/resources/blog/responsible-ai-in-risk-management-diving-into-nists-ai-risk-management-framework>
246. IEEE Ethically Aligned Design: Engineering Ethics into AI Systems - VerityAI, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://verityai.co/blog/ieee-ethically-aligned-design-guide>
247. ETHICALLY ALIGNED DESIGN - of IEEE Standards Working Groups, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://sagroups.ieee.org/global-initiative/wp-content/uploads/sites/542/2023/01/ead1e-overview.pdf>
248. ETHICALLY ALIGNED DESIGN - IEEE Standards Association, juurdepääs juuli 26, 2025,
https://engagestandards.ieee.org/rs/211-FYL-955/images/EAD1e_OVERVIEW_EVE_RGREEN_v8%20%281%29.pdf
249. Autonomous and Intelligent Systems (AIS) - IEEE Standards Association, juurdepääs juuli 26, 2025,
<https://standards.ieee.org/initiatives/autonomous-intelligence-systems/>