

# Tehisintellekt tuleb tasa ja märkamatu

Ühel udusel septembriõhtul istusid Tartu Ülikooli matemaatika-informaatikateaduskonna ühes toas koos bioinformaatika professor Jaak Vilo ja algoritmilise andmeanalüüsi teadur Sven Laur, et rääkida, mida võib nimetada tehisintellektiks ja millal see võiks tulla.

**Tehnoloogiagigandi Cisco peafuturist Dave Evans ennustab, et aastal 2030 on olemas 10 000 krooni maksev arvuti, mille arvutusvõimsus ületab selleks ajaks juba üle üheksa miljardi piiri paisunud inimkonna arvutusvõimsuse.**

**Jaak Vilo:** Kas me räägime ainult arvutamise? Inimene ja maleprogramm töötavad täiesti erineval viisil. Mida tähendab tehisintellekt? Algul üritati öelda, et me paneme kõik faktid ja seosed kirja ja kõik ülejäänud asjad on puhtmatemaatilisel tuletatavad. Siis selgus, et kõiki fakte pole võimalik kirja panna, sest keegi ei tea kõiki fakte ja kõiki reegleid. Info süstemaatiline esitus osutus keeruliseks.

**Sven Laur:** Inimajus on olemas sümbolloogika ja intuiitiivne loogika. Praegu kasutatavatest meetoditest on olemas sümbolloogika meetodid, mis põhinevad loogilisel deduktsioonil, ehk tõestusmeetodid, mis hakkavad faktide põhjal tuletama.

Teine, intuiitiivne viis on see, kuhu langeb enamik masinõppe meetodeid. Seal ei mõelda teadvustatult.

**Vilo:** Tänu arvutusvõimsuse kasvule on võimalik hoida ja töödelda palju suuremaid andmemahte. Intelligentsus hakkab tulema juba olemasolevate andmete võrdlemisest.

**Laur:** Põhjus, miks sümbolloogika tööle ei hakka, on see, et tuleks koguda inimemega võrdne kogus fakte. Siis võiks loota, et sellised süsteemid hakkavad tööle.

**Üks intelligentsuse definitsioone: inimene suudab tööriistu kasutades luua uusi tööriistu. Ehk tehisintellekt peaks iseennast kasutades suutma luua paremaid masinaid.**

**Vilo:** Arvutite ja ehitiste disainis kasutatakse arvutit ju kogu aeg, et optimeerida mingit ülesannet: mismoodi see mikroprotsessor on ehitatud. Arvuti suudab rohkem variante läbi mängida ja seega arvuti ju aitab arvutit teha. Filosoofiliseks muutub küsimus siis, kui mõelda, et arvutis on konkreetne programm mõeldud ühe konkreetse asja tegemiseks. Ühe asja

tegemine läheb paremaks. Intelligent-suseks peame me seda, kui me suudame kõiki asju ühendada. Praegu keegi ei ürita luua arvutit sellisel kujul.

Veebis personaliseerimine käib ju selle pinnalt, et jälgitakse, mida inimene teeb, ja püütakse selle põhjal teada saada, mida see inimene tahab, ning aidata teda selle juures.

**See ei ole ju ometi tehisintellekt!**

**Vilo:** Uute mängude loomisel ei ole kohe algul selge, milline strateegia oleks ühe või teise mängu tarbeks kõige parem. Kuid on suudetud luua programme, mis hakkavad seda mängu läbi mängima. Omavahel mängides kujundavad need arvutid selle mängu tarbeks strateegiad. Läbi sellise evolutsiooni õpib arvuti ära mingi käitumisstrateegia. Masin õpib inimese vahelisele segamiseta paremaid variandid. See on nagu evolutsioon: inimene vahele ei sega, täiesti juhuslikult valitakse välja variandid, mis on paremad kui teised.

**Laur:** Siin tuleb ette praktiline piir. Nii-moodi on võimalik arvuti õpetada mängima kabet, aga mitte malet.

**Vilo:** Mis seal vahet on?

**Laur:** Kontseptuaalne vahe on selles, et male on oluliselt keerulisem mäng.

**Vilo:** Aga kui sa kirjeldad neid strateegiaid rohkem ja teed rohkem tehteid. Ma ei usu, et seal oleks kontseptuaalset vahet. Mängu seisu hindamine on tõenäoliselt keerulisem. Huvitav uudis oli ju see, et esimest korda õpetati robotid valetama. Kas selliseid strateegiaid ka sisse panna? Programm on loodud nii, et ta areneb ise edasi, mitte programmeerija ei pane sinna kõike algusest lõpuni kirja.

Oluline on selles mängus edukalt hakkama saada. Masintõlget ei ürita praegu enam ka keegi teha selliselt, et õpetada masinat sõna sõna haaval tõlkima. Selleks kasutatakse piisavalt suuri tekstihulki. Euroopa seadused näiteks on kõigis keeltes olemas. Kui on piisavalt palju paralleelseid tekste, siis hakkavad statistilised seosed sealt välja tulema, milliseid sõnu ja fraase millistes kontekstides tõlgitakse.

**Aga kui tõlkeprogramm otsustab, et neid tõlkeülesandeid lahendades saadud teavet kasutades võiks hakata luuletusi kirjutama.**

**Laur:** Programmil, vähemalt siiani, pole enesel tahet.

**Kas masinatel tekib eneseteadvus?**

**Vilo:** Asimov on siin üht-teist ette kirjutanud.

**Laur:** See ei ole huvitav küsimus. See küsimus muutub huvitavaks, kui arvuti hakkab oma vaba tahte alusel tegema midagi sellist, mida me ei taha. Arvuti ei hakka luuletusi kirjutama, sest need tõlkeprogrammid on väga spetsiifilised ja nad ei lähe oma ülesandest kaugemale. Nad ei vali ise ülesandeid.

**Kas sellised piirid ei ole mitte arengupidur? Võib-olla tuleks programmi-dele anda rohkem ise otsustamise ja õppimise vabadust?**

**Laur:** Me peaksime liikuma nagu evolutsioon liikus. Kui keegi tahab kunagi te-

**Intelligentsuseks peame suutlikkust asju ühendada. Praegu keegi ei ürita luua arvutit sellisel kujul.**

hisintellekti üles ehitada, siis tuleb seda ehitada üles kihthaaval. Esimene kiht on valmis, see on Google. Tohtu andmehulk ja väga kiire otsing selle peal. Tohtu kogus fakte, osa õiged, osa valed.

**Vilo:** Kui sa otsid, siis saad sa kätte dokumendid, kus selliseid sõnu on kasutatud. Ei midagi enam. Praegu on juba olemas rakendused, kus sa teed tänavanurgal foto mingist filmiplakatist ja saad võrgust selle pildi abil otsida kohe infot selle pildi kohta. See ei ole utoopiline, selliseid asju juba programmeeritakse.

**Laur:** Google on alumine kiht. Inimene teeb lisaks sellele veel midagi muud ja palju rohkem.

**Inimesel ei pea seda alumist kihti ka väga palju olema. Teise klassi loodusõpetuse tundides omandatud laululindude nimesid ei pea elus hästi hakkama saamiseks meeles pidama.**

**Laur:** Google'i otsustused on hästi lihtsad. Kas need faktid on selles dokumendis olemas või mitte.

**Vilo:** Google'i kaudu saab teada, kuidas inimesed kollektiivselt käituvad. Kui inimesed teevad ühel teemal, näiteks gripi kohta, päringuid, siis on selge, et gripp on seal piirkonnas kohal.

Kui paneme arvutite eesmärgi, et tuleb teenida raha. Seda teevad börsisüsteemid, mis töötavad samamoodi info peal, mis parajasti börsil ja selle liikumisi jälgides

**INIMLIK:** Ulmefilmid armastavad kujutada inimesekujulise tehisintellekti pöördumist inimese vastu. Nii oli ka Steven Spielbergi fimis «AI», kus mängis kaasa Jude Law. TOPFOTO/SCANPIX

teevad ostu- või müügi korraldusi. Oht on selles, et suur osa börsi tuludest kulubki nende programmide peale. Kiirtehingutele tahetaksegi nüüd piir peale panna.

Oht tekib siis, kui mingi programm püüab kunstlikult tekitada võnkeid või laineid ja hakkab börsi mõjutama.

**Laur:** Arvuti loodud süsteem töötab väga efektiivselt normaalolekus. Erakorralist olukorda arvuti lihtsalt ei tunneta, selle poolest erinevad arvuti poolt loodud süsteemid inimesest. Inimesel on tunnetus olemas.

**Vilo:** Miski ei keela loomast programmi, mis jälgib kõiki uudiseid ja võnkeid ja suudab millisekundite jooksul kauplemas asuda.

**Laur:** Kõige lihtsam näide on Amazon, mis põhineb sellel, et soovitada sulle uusi oste ja seeläbi raha teenida.

**Vilo:** Kas arvuti sees peab olema sügav mõistmine? Arvuti teeb mehhaaniliselt oma tööd, aga mõistmine puudub. Suur hirm seostub sellega, et kunagi tekib arvutisüsteem, millel on see mõistmine ja vaba tahe.

## Ma ei kujutaks ette, et tehisintellekt tuleb kunagi suure pauguga.

**Laur:** See on kõige suurem õnnetus tehisintellekti alal. Kunagi seati terve hulk ülesandeid, mille lahendamise korral võib öelda, et tegu on tehisintellektiga. Üks esimesi oli selline, et kui arvuti oskab malet mängida, ju ta siis omab ka mõistust. Kasparovile tehti pähe programmi, milles ei ole mingit sügavat mõistmist malemängu kohta, seal on väga palju optimeerimist. Seda programmi vaadates ei näe sa kusagil tehisintellekti. Ma ei kujutaks ette, et tehisintellekt tuleb kunagi suure pauguga, mingi firma lükkab ukseid lahti ja teatab: tehisintellekt on valmis.

Kui see kunagi juhtub, siis juhtub see niimoodi, et me ei saa sellest aru. Kogu aeg see piir liigub järjest kaugemale. Ma arvan, et järgmine asi, mis tuleb, on internetis olevate fotode puhul oskus tuvastada, kes on pildil.

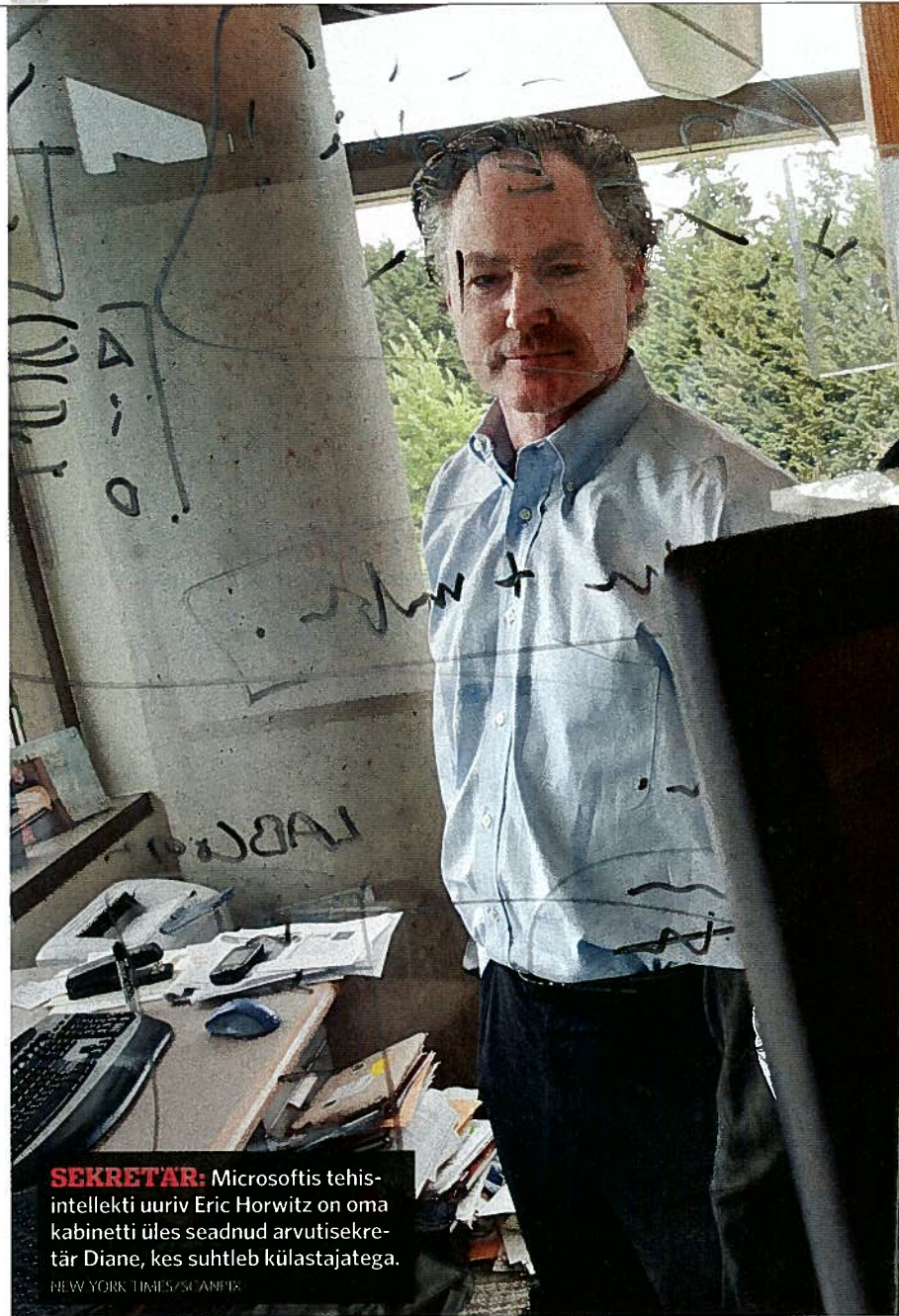
Ja see, et kui ma tahan leida internetist punase sabaga papagoide pilte, siis Google otsib mulle neid.

**Vilo:** Punaseid papagoisid suudab Google ilusti leida juba praegu. Ma näitan sulle ...

*(Hetke pärast on Vilo arvutiekraan äärest ääreni täis punaste papagoide pilte.)*

**Laur:** Arvuti ei suuda hetkel veel väga hästi leida pildilt objekte ja neid tuvastada.

**Vilo:** Sinu ajast 60–70 protsenti läheb pilditöötlusele. Ülesanne leida pildilt üles nägu oli mõni aeg tagasi keeruline. Nüüd on see igas seebikarbis sees oskus foku-



**SEKRETÄR:** Microsoftis tehisintellekti uuriv Eric Horowitz on oma kabinetti üles seadnud arvutisekretär Diane, kes suhtleb küllastajatega.

NEW YORK TIMES/SAMIR

seerida näo peale. See põhineb statistilisel analüüsil.

### Kas te kujutate ette arvuti poolt juhitud autot reguleerimata ristmikul?

**Vilo:** Autojuhtimise programmid suudavad juba hakkama saada küll. Muidugi sa ei laseks neid inimeste vahele liiklusesse, aga mingil tasemel saavad nad hakkama.

**Laur:** Teatud normaalrežiimis toimiksid nad väga hästi, aga kui midagi juhtub, siis ei saaks programm enam aru, et ta on normaalrežiimist välja läinud.

### Kui arvuti saab tipptunni ajal supermarketis ostude sooritamisega hakkama, siis kas seda võib nimetada tehisintellektiks?

**Vilo:** Arvutit sa ei saada loengusse uusi teadmisi omandama. Üksikute ülesannete kaupa käib see protsess ja me ei tea, millal on lahendatud selline komplekt neid ülesandeid, mis suudab midagi enam.

### Tehisintellekti suhtes on õhus hirm, et masinad lähevad käest ära ja me ei suuda neid enam kontrollida.

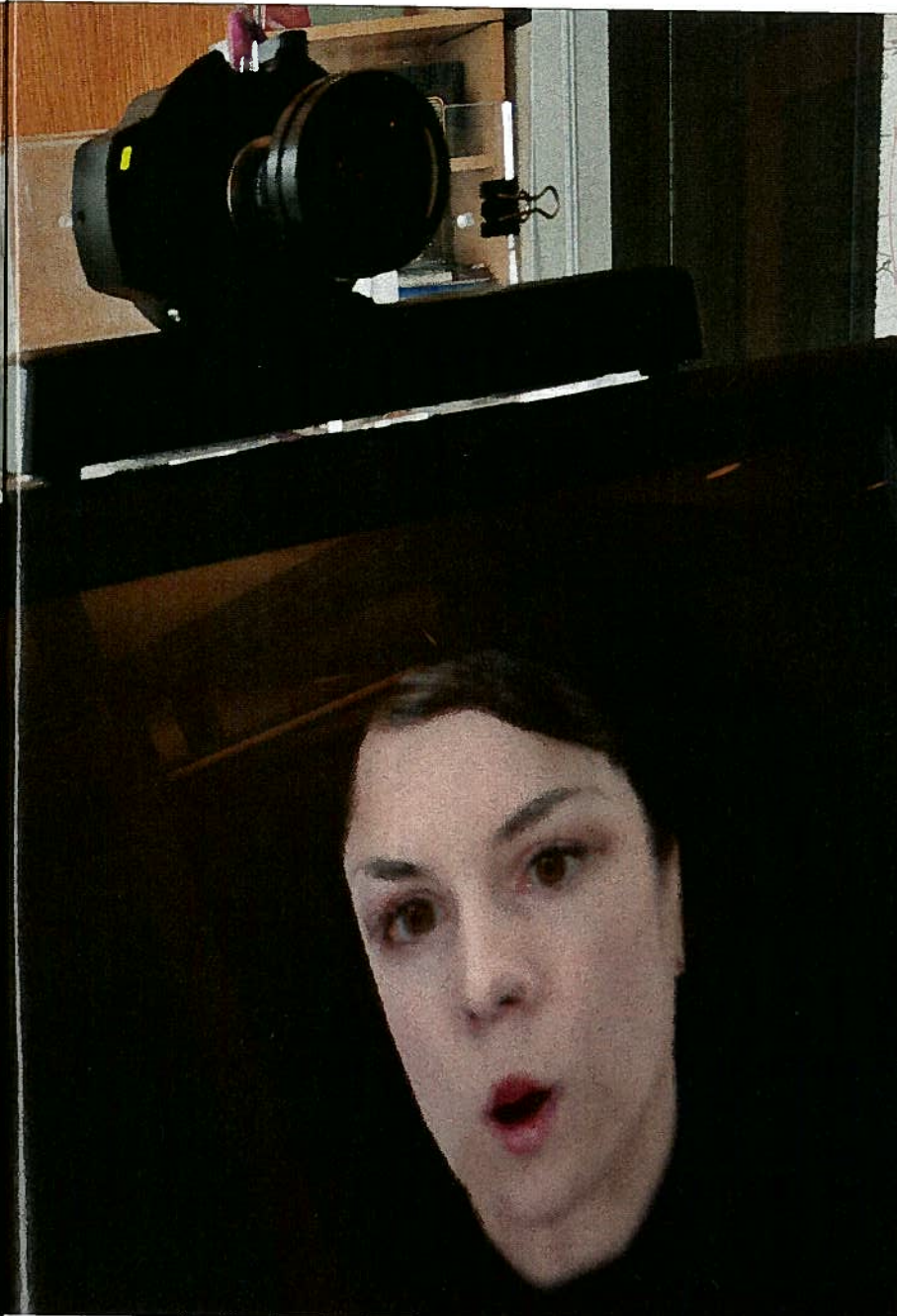
**Vilo:** Pragemaatilisemad hirmud on need, et igat seadet juhib arvuti ning viiruste kaudu pannakse sisse teised programmid, mis teevad midagi sellist, mida viirusekirjutaja on tahtnud. Meditsiinis: on võimalik, et programm paneb sulle ravimi üledoosi, kui sa oled parajasti tilgutite all. Nii võib inimese ära tappa.

Eesti transpordisüsteem ei ole õnneks väga intelligentne, see on meie õnn.

### Kui arvuti suudab midagi enam, siis mis see võiks olla?

**Laur:** Viiskümmend aastat tagasi püüdsid inimesed seda välja pakkuda ega suutnud. Ilmselt me eksime täpselt samamoodi. Ma ei suuda öelda, mida arvuti 50 aasta pärast teha oskab.

**Vilo:** Küsimus ei ole arvutis, vaid tark-



## Kui arvuti püüab midagi tuletada, siis see on juba tehisintellekt, sest seda pole talle sisse programmeeritud.

varas. Kas me suudame kontseptuaalselt ette mõelda, mida see tarkvara peaks suutma teha. Milline peaks olema intelligentne programm ja kuidas seda kõike esitada.

**Laur:** Ühes loengus näitas loengupidaja 19. sajandi lõpust pärit kuulutust, et müüakse kodumootorit, elektrimootorit. Kirjeldus, mida kõike sellega teha saab. Praegu me oleme samas seisus: müüakse koduarvutit, mille peal on kirjas, mida sellega saab teha.

Kahekümne aasta pärast müüakse mingeid asju, mis teevad midagi, milles on arvuti sees.

**Vilo:** Telekas on sul ju arvuti sees. Tegelikult tuleb see intelligentsuse ja võimekuse kasv sellest, et on väga palju erinevat tüüpi asju ja see mass on laiali. Andurid, infokogumine ... Lisaväärtus tekib sellest, et sul on korraga ligipääs suurematele faktihulkadele. EMT teab täpselt minu liikumisteid. Maanteeamet teab täpselt, millal ma sõidan Tallinna-Tartu maanteel. Kõik see on võimalik faktidena kirja panna. Kui kõik faktid omavahel kombineerida, siis mis lisainfo meil sellest kokku tuleb? See ei pruugi olla arvuti intelligentsus, sa saad kätte faktid, mida muidu ei oleks olnud võimalik saada.

*(Vahepeal käib jutt külmkapist, mis teab, mida on vaja osta. Kõõgilauast, mis teab rohpurkide põhjalt silte lugedes öelda, et aeg oleks apteeki minna.)*

Vilo võtab kokku: Seal ei ole midagi intelligentset. See on kõik väga lihtne.

**Laur:** Esimeses tähenduses ongi need tuleviku tehisintellekti rakendused väga lihtsad. Kui me kõik need lihtsad asjad oleme ära teinud, siis tekib turg neile, mis on oluliselt keerulisemad. Pragemaatiline seisukoht.

**Vilo:** Huvitav äriees oled.

**Laur:** Masintõlkes on ees praktiline piir, millest paremaks ei ole võimalik minna. Ükskõik kui palju teksti sa kokku ei kogu. Tõlkimine ei sõltu lokaalsest, vaid globaalsest tekstist, mis nõuab arusaamist. Masin teksti ei taju, võib-olla siilub, aga see on ka kõik.

Tänapäeva arvutil on olemas teoreetiline piir. Pidevalt kustutatakse mingit infot ära ning iga selline kustutus nõuab teatud energiahulka. Kui arvuti disaini mitte muuta, siis ei saa me sellest piirist üle. Aastal 2020 jõuame piirini, kus arvuteid enam kiiremaks ei saa teha. Võimsama arvuti tegemiseks peab rohkem energiat kulutama.

Sel põhjusel hakati vahepeal kvantarvutite vastu huvi tundma, sest seal me muudame olekuid, mitte ei kustuta.

### Sõjaväljadel töötavad sensoripilved. Miks neil ei tule ühel hetkel pähe lennata naaberkülla ja hakata näiteks hoopis kitsesid põrnitsema?

**Laur:** Pragemaatiline on anda süsteemile võimalikult täpselt kirjeldatud ülesanne. Keegi ei hakka sellist vidinat tegema niisugusena, et ta hakkaks ise ülesandeid valima.

### Kus on piir, mil me võime hakata rääkima tehisintellektist?

**Vilo:** Kõik see, mis pole otseselt programmeerija poolt programmeeritud. Teine variant: suurte andmekoguste pinnalt püüab arvuti teha üldistusi. Kui arvuti püüab midagi tuletada, siis see on juba tehisintellekt, sest seda pole talle sisse programmeeritud.

**Laur:** Ma ei püstitaks sellist küsimust. Ma küsiks: milliseid probleeme, milleks meil seni oli vaja inimest, suudame lahendada arvutiga? Nii saame liikuda järjest kaugemale ja mingist hetkest jõuame punkti, mis on meie jaoks tõeliselt üllatav. Mõne jaoks on üllatav, et arvuti suudab lugeda käsitsi kirjutatud teksti. Teise jaoks see, et arvuti suudab mängida malet.

**Vilo:** Me teame, kuidas see töötab arvutis. Mind huvitab, kuidas see töötab meie ajus: rakud, paljude seostega, keemilised olekud, mis kodeerivad mingit infot. Kui me saaks sealteada lähemale, siis võiks hakata tehisintellektist rääkima. Tehisintellekt peaks imiteerima inimest. Arvutis kogutakse andmeid, proovitakse kombinatsioon läbi. Neuroteadused viivad meid võib-olla lähemale sellele, mis tegelikult rakkudes toimub.