
Sissejuhatus informaatikasse

**14. Loeng:
Tehisintellekt**

**Tanel Tammet
TTÜ, IT college**

Loengu ülevaade

- Taust ja põhimõtted
- Millega tehisintellekti-uurijad tegelevad?
- Filosoofia ja Turingi test
- Pseudointellekt ja Eliza
- Kaks äärmust: kunstlikud putukad ja paljuteadev CYC
- “Hard” AI (fookus järelduste tegemise oskusel ja reeglite õppimisel)
 - Teoreemitõestamine ja järelduste tegemine
 - Frame problem jms raskused
 - Ekspertsüsteemid: spetsiifilise järelduste tegemise strateegiad
 - Intelligentsed agendid: järeldused, õppimine jms
- “Soft” AI: (fookus tajumisel ja tajupiltide õppimisel)
 - (Õppimine)
 - Teksti mõistmine
 - Pildi mõistmine ja kõne mõistmine
- Robootika
- Rakenduslikud algoritmid: piiri peal tehisintellektille
 - Male, kabe, go, bridzh
 - Üldised otsimismeetodid
 - SQL optimeerimine, optimeerivad kompilaatorid, travelling salesman jms

Taust ja põhimõtted: eesmärgid

Erinevad eesmärgid, üldiselt konkreetsele:

- Tehisintellektinduse “**suur eesmärk**” on päriselt intelligentse masina ehitamine: riistvara + tarkvara
- Tehisintellektinduse “**filosoofiline eesmärk**” on saada paremini aru mõistuse (sh inimese ja loomade) funktsioneerimise põhimõtetest üldse.
- Tehisintellektinduse “**praktiline eesmärk**” on teha programme, mis oskaksid lahendada keerulisi ülesandeid, mille jaoks siiani on inimesi vaja.

Taust ja põhimõtted: ajalugu

- 1950-60-ndatel, arvutite tekke ajal, olid palju uurijad naiivoptimistlikud: 1960-te lõpuks loodeti:
 - arvutist malemaailmameistrit
 - kõnet mõistvat ja arusaavat programmi (a la automaatne lennupileti-müüja)
 - kvaliteetset automaattõlget
 - arste jms spetsialiste praktikas asendavaid programme
 - kõndivaid ja füüsilist tööd tegevaid roboteid
- Tegelikuses osutusid kõik need asjad palju raskemaks, kui algul paistis
- Miks?
 - Inimene ei teadvusta oma ajutegevust.
 - Inimesele paistab ekslikult, et paljud tema igapäevased toimingud on väga lihtsad ja ei nõua palju teadmisi ja ülikeerukaid ajuprotsesse
- Mitmed uurijad tegelesid naiivoptimismi ja praktiliste raskuste skisofreenilises olukorras “pseudointellektiga”: lihtsate programmidega, mis paistsid naiivsele vaatlejale intelligentset, kui polnud seda üldse mitte.

Taust ja põhimõtted: kõrvalefektid tulemustena

- Tehisintellekti-uuringud on andnud hulgaliselt algoritme ja meetodeid ja programmeerimiskeeli, mida rakendatakse praktikas mitte-tehisintellekti-ülesannete jaoks. Näiteks:
 - Paljud otsimisalgoritmid
 - Paljud optimeerimisalgoritmid
 - Formaalsete keelte süntaksianalüüs (kõigis kompilaatorites)
 - Funktsionaalsed ja loogilised programmeerimiskeeled
 - Objekt-orienteeritud programmeerimine
 - Lausearvutuse valemite ja analoogiliste ülesannete efektiivne lahendamine
 - ... jne
- Niipea, kui mingit seni väga rasket ülesannet osatakse programmiga efektiivselt lahendada, nihkub ülesanne tehisintellekti-uuringute vaateväljast minema.
- Tehisintellekti-uuringud tegelevad seepärast reeglina ülesannetega, mida veel eriti hästi programmide abil lahendada ei osata.

Taust ja põhimõtted: arvutatavusest

- Meenutame, et paljude ülesannete jaoks ei saa olla lahendavat algoritmi. See kehtib nii:
 - arvuti jaoks
 - inimese jaoks
- Aga:
 - Inimene “saab lahendada” mistahes ülesande, kuna ta teeb vahel vigu.
 - Arvuti saab ka “lahendada” mistahes ülesande, kui programmis kasutada juhuslike arvude generaatorit ja panna programm vahel vigu tegema.

Tehisintellekti filosoofia

Kahte sorti:

- **Üldised küsimused (puhas filosoferimine):**
 - kas on võimalik teha mõistuslikku masinat?
 - mis asi on mõistus?
 - mis asi on teadvus?
 - .. jne

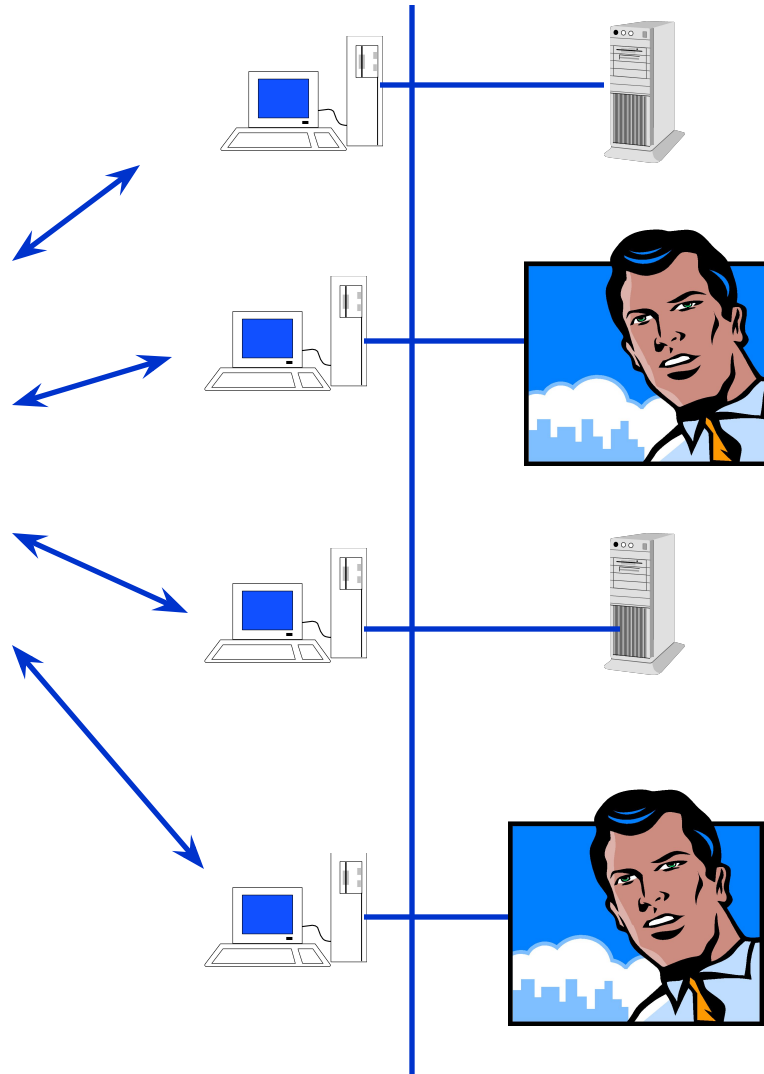
- **Konkreetsed küsimused (rakenduslik filosoferimine):**
 - kuidas inimene teise inimese öeldud lausest aru saab?
 - mis on tähenduse mehhanismid?
 - kuidas inimene kasutab oma teadmisi igapäevases elus hakkamasaamiseks?
 - kas mõtlemismehhanismid on kollektiivsed või pigem ühe algoritmi poolt läbiviidavad?
 - ... jne

Filosoofia: üldküsimused ja Turingi test

- Turingi test: Turingi filosoofiline idee/ettepanek 30-datest:



Mõistata, kas
chati-ekraani
taga on inimene
või programm?



Turing:
Kui katsetajad
ei suuda ära
arvata (st
ära-arvamise
sagedus on
50% ja 50%
eksitakse), siis
on jutlev
masin
päriselt
intelligentne.

Filosoofia ja praktika Turingi testi ümber

- Palju erinevaid vastuväiteid, et testi äratagemine ei tähenda veel “päris” intellekti.
- Ükski vastuväide ei ole ümberlükatav.
- Tegelikuses ei suuda praegu keegi teha programmi, mis suudaks Turingi testi edukalt läbi teha: sellest ollakse VÄGA KAUGEL.
- Praegu “edukalt” intellekti simuleerivad Turingi testi programmid on kas:
 - hullumeelse simulaatorid:
 - katatoonik: ei ütle üldse mitte midagi
 - paranoik: räägib kogu aeg samasugust hirmujuttu
 - poolsegase psühhoanalüütiku simulaatorid (Eliza)
 - jms simulaatorid, mis hoiavad keskustelu VÄGA KITSASTES raamides ja sisuliselt ei saa üldse aru talle öeldud lausetest.
- Veidi põhjalikuma vestlusega saab alati aru, et simuleerival programmil pole üldist arusaama isegi igapäevasest elust ja asjadest ning ta ei oska probleeme lahendada.

Vestlev pseudointellekt: Eliza

- In 1966 **Joseph Weizenbaum** at M.I.T. wrote **ELIZA**, a famous program that simulates a Rogerian psychoanalyst by taking excerpts from the subject's comments and posing questions back to the subject.
- Eliza on lihtne programm, mille sees on suur hulk “standardlauseid” ja “standardsõnu”. Kui Elizale anda lause, milles on sõna tema “standardsõnade” loetelus, siis Eliza valib mõne “standardvastuse” ja paneb sinna sisse osi talle antud tekstist.
- Jääb mulje, et Eliza haakub vestlejaga. Eliza poolt antud laused on samuti harilikud inimkeelsed laused (sest need on programmeerija talle andmebaasi pannud”).

Vaata näiteks:

- <http://fury.com/aoliza/>
- <http://www.alicebot.org/>
- <http://www.leeds.ac.uk/acom/alife/>

Eliza: seletustega näitevestlus

ELIZA: HELLO, I'M ELIZABETH. WHAT WOULD YOU LIKE TO TALK ABOUT?

(the Welcome message)

USER: My mum is having a hard time.

ELIZA: TELL ME MORE ABOUT YOUR FAMILY

(line 5 changes 'mum' into 'mother', and this is matched at line 26; hence one of lines 28, 29, and 30 is randomly selected)

USER: There's just her, dad and my brother

ELIZA: WHAT DO YOU REMEMBER MOST ABOUT YOUR CHILDHOOD?

(line 6 changes 'dad' into 'father', and this is matched at line 27; hence either line 29 or 30 is randomly selected for display – line 28 is ruled out because it was the last response to be selected from this group)

USER: My father and brother were always quarrelling.

ELIZA: ARE YOU THE YOUNGEST IN YOUR FAMILY?

('father' is matched at line 27; hence either line 28 or 29 is randomly selected for display – line 30 is ruled out because it was the last response to be selected from this group)

USER: My brother is younger than me.

ELIZA: SO YOU ARE OLDER THAN YOUR BROTHER.

(line 31 matches, so line 32 then generates the response 'SO me IS OLDER THAN my brother'. Output substitutions then transform this in turn to 'SO YOU IS OLDER THAN my brother' (line 10), 'SO YOU IS OLDER THAN YOUR brother' (line 13), and finally 'SO YOU ARE OLDER THAN YOUR brother' (line 18).

Filosoofia ja praktika Turingi testi ümber

- Tegelikult Turingi testi edukalt tegev programm peaks:
 - Teadma igapäevaelust sama palju, kui keskmine inimene
 - Oskama lahendada ülesandeid
 - Saama aru vestluspartneri soovidest ja teadmistest jne
- See kõik on **VÄGA KEERULINE** ja ei ole põhjust arvata, et lihtsakoeline programm sellega kuidagi hakkama saab.
- Kui programm sellega hakkama saab, siis on ta pööraselt keeruline ja võimas, ja inimesed üldiselt ei saa enam aru, mis ta sees on ja kuidas ta töötab, ja pigem võib arvata, et ta on siis ka päriselt intelligentne.

Mõned argumendid masinmõistuse võimalikkuseks

- Arvutiprotsessorit mikroskoobiga vaadates on näha ränist juhtmerägastikku, mitte mõistust. Aju mikroskoobiga vaadates on näha valkudest neuronite rägastikku, mitte mõistust.
- Kas inimene suudab teha midagi endast palju võimsamat? Aga, kas ainurakne suudab teha hulkrakset? Kõrgemat looma?
- Kui mõistuslik programm on teoreetiliselt võimalik, siis võib ta luua ka juhuse läbi, saamata täpselt aru, miks ja kuidas.
- Religioosne probleematika: kanoonilised tekstid ei ütle, et mingit uut mõistuslikku eluvormi ei saa luua. Kui oletada, et seda saab teha ainult kõrgem olend, siis võib tal olla seda mugav teha inimeste kaudu.
- Ei ole mingit põhjust arvata, et inimene poleks masin. Kui oletada, et inimene kasutab ekstrasensiitvseid võimeid ja teda juhib kõrgem olend, siis miks ei võiks ka ränist masin kasutada ekstrasensiitvseid võimeid ja miks ei võiks teda samuti juhtida kõrgem olend?

Äärmused: kunstlikud putukad ja paljuteadev CYC

■ Putukad

- Rodney Brooks'i projekt MIT-s: teha putuka analoogideks olevaid roboteid.
- Idee: kui oskame teha putuka intellektiga masinat, siis proovime sealt edasi liikuda väikese looma intellektiga masinani, sealt kõrgema loomani, sealt inimeseni ja edasi.
- Lootus: sel viisil ehitame mõistuse mehhanismid analoogiliselt nende tekkele looduses.
- <http://www.ai.mit.edu/people/brooks/projects.shtml>



■ CYC

- Doug Lenati projekt CYC: teeme hiiglasliku andmebaasi faktidest ja reeglitest ja lihtsa järelduste tegemise programmi sinna peale.
- Idee: programm hakkab tekstidest aru saama, uusi reegleid ja fakte õppima, seejärel ka iseennast täiustama.
- Lootus: kvantiteet tekitab teatud piiri ületamisel kvalitatiivse hüppe.
- <http://www.cyc.com/>

Hard AI: järeluste tegemine

■ Peamine põhimõte:

- Loogikakeel on universaalne: selles saab esitada matemaatikat, igapäevaelu jms.
- Salvestame faktid ja reeglid sobivas loogikakeeles.
- Ehitame järeluste tegemise programmi, mis suudaks kiirelt kontrollida, kas meid huvitav järeldus antud faktidest ja reeglitest tegelikult tuleneb.

■ Eesmärk:

- Automatiseerida keeruliste järelduste tegemist nõudvaid ülesandeid.

■ Tulemusi ja praktika:

- Järelduste tegemise programmid on abiks spetsiifilistes valdkondades, kus etteantud reeglite arv ei ole väga suur (teatud matemaatika osad, elektroonikaseadmete ja raudteesignalisatsiooni õigsuse kontroll jne).
- Järelduste tegemise programmid jäävad tüüpiliselt ajahätta, kui reegleid on väga palju: raske on otsustada, mis reegleid mis järjekorras läbi proovida.

■ Valdkonna nimetus: **automated reasoning, automated theorem proving**

- Tihedalt seotud valdkond: ekspertsüsteemid

Miks on järelduste tegemine “hard AI”?

- Sellised süsteemid **oskavad teadmisi KASUTADA**, st saavad asjadest **TEGELIKULT** aru.
- Sellised süsteemid **tuleb tulevikus panna IGA intelligentse süsteemi sisse** (masintõlge, kujutiste äratundmine, robotid jne), sest siis on too süsteem võimeline asjadest tegelikult aru saama.
- **Ülesandepüstitus uurijatele on konkreetne**: siin on faktid, reeglid ja küsimus, kas sinu programm vastab N sekundi jooksul küsimusele õigesti või ei?
- Masintõlkes näiteks nii pole: ei ole täpset kriteeriumit hindamaks, mis tõlge on parem kui teine ja milline on selgelt vigane.

Ekspertsüsteemid

- Ekspertsüsteem on mõne spetsiifilise valdkonna jaoks kohandatud järelduste tegemise programm (variant teoreemitõestajast)
- Tihtpeale kasutavad ebaharilikku, spetsiaalselt valdkonnaga sobitatud loogikat.
- Enamasti sisaldavad paljusid valmiskujul reegleid.
- Enamasti sisaldavad mugavat kasutajaliidest: kasutaja ei pea loogika keelt oskama.

Ekspertsüsteemid : näide

- **Arvuti (auto valiku ekspert) esitab küsimused**
 - Palju teil rahad on: kuni 30 000, 100 000, 300 000, 1 000 000
 - Kas teile on oluline mugavus või sportlikus (auto kiirendus)
 - Kui suur on teie pere
 - Kas te kavatsete sõida metsas, puhkusele kaugemale
 - Etc

- **Ning sees on reeglit:**
 - Kui: Rahad on vkuni 30 000 ning tahad sportlikus, siis osta motoratas
 - Kui: Rahad on 300 000, oluline on mugavus ning on suur pere osta Japani auto (Toyota, Mazda) ning mahtuniversaal
 - Kui: Rahad on kuni 1 000 000, oluline on sportlikus, ning ei sõida metsas, siis osta Porsche/Ferari

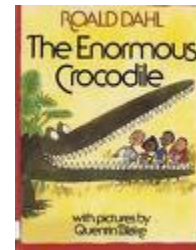
Intelligentsed agendid

- Intelligentne agent on nagu robot ilma füüsiseta: ta on ainult programm, mis suhtleb välismaailmaga standardse programmi kombel:
 - Display
 - Klaviatuur
 - Hiir
 - HTTP ja muud võrguühendused
- Intelligentne agent peaks ise koguma võrgust infot, talletama kasutaja antud reegleid ja fakte, oskama vastata tema päringutele, tegema ise võrgust otsinguid jne.

Pildi tuvastamine

- Tehtud suurt progressi sõjatööstuse vajaduste tõttu.
- Tüüpiline ülesanne: tunda ära kaamerapildist vaenlase tankid:
 - Eristada neid veoautodest
 - Eristada neid oma tankidest
- Kasutatakse palju närvivõrkude abil õppimist.

- Kus on “crocodile?”



- **Paneme tähele, et:**

- Inimese poolt kogetud pilt on peamiselt tema aju poolt loodud, mitte aga “toores pilt”, mis tuleb silmanärvidest: viimane on väga halva kvaliteediga.
- Inimese aju on võimeline täiesti iseseisvalt looma visuaalset pilti:
 - Unes
 - Hallutsinatsioonide käigus

Kõne tuvastamine

- Kõne moondamine tekstiks on üllatavalt raske.
- Miks?
- Jällegi, kõrvanärvidest tulev info on ebakvaliteetne (nii ka mikrofonist).
- Raske on teha vahet kõnel ja taustamüral.
- Raske on “viia kokku” eri hääldustega eri inimeste poolt öeldud sõnu
- Kõne adekvaatseks tuvastamiseks on vaja temast **samal ajal aru saada!**
- Näiteks: tuvastage võõras keeles kõnet taustamürast, eraldage sealt sõnu!

Teksti mõistmine ja tõlkimine

- Teksti mõistmine tähendaks selle teisendamist “sisemisteks”, näiteks loogikakeelseteks faktideks ja reegliteks.
- Teksti tähendus sõltub tohutult kontekstist.
- Teksti tähenduse teisendamine sisemisteks reegliteks eeldab väga suurte teadmiste olemasolu maailmast ja teksti kirjutajast!
- Sama probleem on tõlkimise juures: kvaliteetne tõlge eeldab teksti mõistmist.
- Mittekvaliteetne tõlge on samas lihtne. Vt võrgust “babelfish”.

Robotika

- Sisuliselt süntees kogu tehisintellektindusest.
- Lisandub:
 - Mehaanika
 - Mehaanika kiire ja täpne juhtimine (füüsikalised arvutused)
- Seepärast on “vingeid” roboteid praegusaja tehnoloogiaga pea võimatu teha.
- Näiteks ei suuda keegi teha robot-tennisisti, kes natukenegi mängiks.
- Tehtud on küll väga kehvasid robot-lauatennisemängijaid.

Male ja muud mängud
