

INTELLIGENTSED SÜSTEEMID

SISSEJUHATUS

21/10/2013

(C) Peeter Lorents, Erika Matsak

1

Professor Bugajevi küsimus

- Kas keegi siinviibijaist **teab**, mis on **intellekt** ?



Bugajev Nikolai Vassiljevitš (1837 – 1903)

21/10/2013

(C) Peeter Lorents, Erika Matsak

2

Intellekti määratlusi

- **Intellekt** (ld *intellectus*) - mõistus, aru, mõtlemisvõime; inimesele omane võime maailma tunnetada; kõrgemate loomade võime uues olukorras otstarbekalt käituda (Võõrsõnade leksikon. 6. Trükk 2000. Lk 431)
- **Tehisintellekt** – tehisaruu, arvuti suutlikkus jäljendada inimese vaimset tegevust (Eesti Entsüklopeedia. 1996. Lk 338)
- **Süsteemi intellekt** – süsteemi suutlikkus opereerida teadmistega (P. Lorents. 2004. Süsteemse käsitluse alused. Lk 49)

21/10/2013

(C) Peeter Lorents, Erika Matsak

3

Mõned intellekti avaldumisvormid

- Põhjendamine
 - Matemaatiline tõestamine
 - Loogiline mõtlemine
 - Probleemide lahendamine
 - Mõistatuste nuputamine
- Teadmine
 - Maailmaga seostuvate teadmiste kogumine
 - Eksperdiksi olemine mingis teatud valdkonnas
 - Arusaamine asjade põhiolomusest, ülesehitusest, funktsioneerimisest
- Interpreteerimine
 - Sisendite, signaalide tõlgendamine
 - Tunnetamine, arusaamine
 - Võimalike järelduste illustreerimine
 - Põhjendamine situatsioonis, kus andmed on ebapiisavad, kahemõttelised, vastuolulised

21/10/2013

(C) Peeter Lorents, Erika Matsak

4

Intellekti avaldumisvormid (jätk)

- Käitumine
 - Eesmärkide saavutamine
 - Efektne tegutsemine
 - Oskuste demonstreerimine, koosõlastamine
 - Hea otsuse tegemine
 - trade off short term *versus* long term reward (Kompromiss lühija pikaajalise kasu vahel?)
 - Ellu jäämine
- Õppimine
 - Käitumise adapteerimine (adapt behaving)
 - Teadmiste omandamine
 - Efektivsuse tõstmine kogemustega
[SMPUT 366: Intelligent Systems: Dale Shuurmans]

21/10/2013

(C) Peeter Lorents, Erika Matsak

5

A. L. I. C. E. Artificial Intelligence Foundation



<http://alice.pandorabots.com/>



Get ALICE Showcase Edition with Talking Miriam avatar.



CallMe ALICE 2.0 Android app

ALICE and Judge

You said: How are you?
ALICE: I am functioning within normal parameters.

You say:

Join the ALICE A.I. Foundation.

Conversation Log:

Judge: Hello
ALICE: Hi there!
Judge: How are you?
ALICE: I am functioning within normal parameters.



21/10/2013

(C) Peeter Lorents, Erika Matsak

6

Intelligentse süsteemi näide

- MYCIN – ekspertsüsteem meditsiinis, väljatöötatud Stanfordini ülikoolis 1970 aastate alguses
- Tuletamise “masin”. Kasutas teadmiste baasi, mis sisaldas umbes 600 reeglit
- Sobiv teraapia 69%



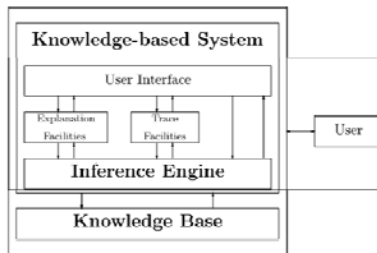
Edward H. Shortliffe
www.shortliffe.net

21/10/2013

(C) Peeter Lorents, Erika Matsak

7

Teadmistega opereerivate süsteemide ülesehituse üks võimalik põhimõte

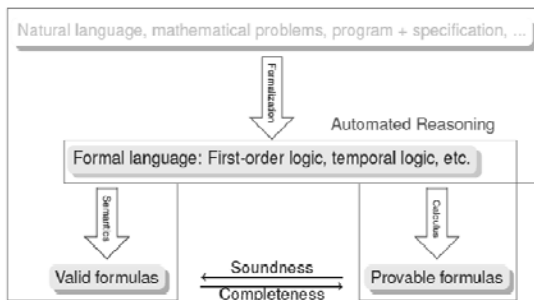


21/10/2013

(C) Peeter Lorents, Erika Matsak

8

Automaatne Arutlus



21/10/2013

(C) Peeter Lorents, Erika Matsak

9

Ekspertsüsteemid ja semantika



www.expertsystem.net



21/10/2013 (C) Peeter Lorents, Erika Matsak 10

Mõned näited veel

- Robotid (sh automatiseeritud autod, Honda robot vms)
- Automaatne teoreemide tõestamine
- Logistika süsteemid (nt sõjas: inimesed, asjad, transport)
- Microsoft Answer Wizard
- Intelligentseid mängud (näiteks male, eleusis)



Honda Robot Will Conduct Detroit Symphony
http://www.wired.com/listening_post/2008/04/honda-robot-w/

21/10/2013 (C) Peeter Lorents, Erika Matsak 11

Intelligentne robot



21/10/2013 (C) Peeter Lorents, Erika Matsak 12

Mis on oluline intelligentsete süsteemide korral?

- Süsteemide usaldusväärsus
 - Süsteemi koostatud kirjelduste selgus ja paikapidavus
 - Kirjeldustest lähtuvate põhjenduste korrektsus
 - Mittevastuolulisus
 - Testitavus
- Kommunikatsiooni võimalus (näiteks sisestusväljastus inimesele arusaadavas keeles)

21/10/2013

(C) Peeter Lorents, Erika Matsak

13

Materjali ülesehitus

KIRJELDAMINE PÕHJENDAMINE
INTERPRETEERIMINE

INTELLIGENTSED SÜSTEEMID

INTELLEKT

SÜSTEEM

TEADMISED JA ANDMED

HULGAD JA SEOSED

HULKADE KIRJELDAMINE NING MOODUSTAMINE

21/10/2013

(C) Peeter Lorents, Erika Matsak

14

Fundamentaalmõisted

- Mõisteid, mida uuritava valdkonna käsitlemise juures **ei määratleta**, nimetame **fundamentaalseteks**- ehk **fundamentaalmõisteteks**
 - **Märkus.** Mõisted, mida ühe valdkonna mingi käsitluse korral loetakse fundamentaalseteks, ei pruugi seda olla mõnes teises valdkonnas või teise käsitluse juures
- Näide 1.** Naturaalarvu mõiste formaalses aritmeetikas **on** fundamentaalne, hulgateoorias aga **mitte**.
- Näide 2.** Punkti, sirge ja tasandi mõisted geomeetria aluste mõnes käsitluses **on** fundamentaalmõisteteks. **Mõne teise käsitluse** korral on fundamentaalseks küll punkti mõiste, kuid sirge ning tasandi mõiste kuuluvad samas määratlemisele (st, et **pole** fundamentaalsed).

21/10/2013

(C) Peeter Lorents, Erika Matsak

15

Mõned olulisemad fundamentaalmõisted

- Tähisteks-tähenduseks olemine (binaarne hulkadevaheline seos)
- Hulk
- Elemendiks olemine (binaarne hulkadevaheline seos)
- Põhilised loogilised operaatorid:
 - negatsioon
 - konjunktsioon
 - disjunktsioon
 - implikatsioon
 - ekvivalents
 - kvantorid

21/10/2013

(C) Peeter Lorents, Erika Matsak

16

Mõisted ja sümbolid

Mõistetest kõneldes ja kirjutades kasutame tavaliselt sõnu ja lühendeid. Näiteks **log** kujutab endast lühendit sõnast logaritm. Kirjutamise korral kasutatakse ka n-ö erisümbolid. Näiteks üksikud tähed ja n-ö stiliseeritud tähed. Tavaliselt vastavate sõnade esitähed. Näiteks oli mitmetes arvuteooria raamatutes arvu täisosa tähisena kasutusel tähemärk **E**, prantsusekeelsest sõnast *entier* - täisosa. Ühendi tähisena kasutatakse hulgateoorias sümbolit \cup , mis kujutab endast sõna *union* esitähde u stiliseeringut. Lisaks veel märgid, mida ei esine sõnade kirja panemiseks loodud tähestikes. Näiteks liitmistehte märk $+$.

Oluline märkus. Sümbolile sõnadest moodustatud tähenduse omistamine pole iseenesest veel mõiste defineerimine.

Näide. Kirjutis \in *elemendiks olemise seos* pole elemendiks olemise definitsioon (parimal juhul vaid märgi \in definitsioon)

21/10/2013

(C) Peeter Lorents, Erika Matsak

17

Olulisemad sümbolid

- Tähisteks tähenduseks olemise seose sümboliks on \int
- Hulga sümboliks on sobiv ladina või kreeka vms tähestikust pärit tähemärk
- Elemendiks olemise sümbol on \in
- Negatsiooni sümbol on \neg
- Konjunktsiooni sümbol on $\&$
- Disjunktsiooni sümbol on \vee
- Implikatsiooni sümbol on \supset
- Ekvivalentsi sümbol on \Leftrightarrow
- Olemasolu kvantori sümboliks on \exists
- Üldsuskvantori sümboliks on \forall

21/10/2013

(C) Peeter Lorents, Erika Matsak

18

Fundamentaalsiibid

- Tõdesid, mida uuritava valdkonna käsitlemise juures ei **põhjendata**, nimetame **fundamentaalsseteks**- ehk **fundamentaalsiibideks** ehk **aksiomideks** ehk **(põhi)postulaatideks**.
- **Märkus.** Printsipe, mida ühe valdkonna mingi käsitluse korral loetakse fundamentaalsseteks, ei pruugi seda olla mõnes teises valdkonnas või teise käsitluse juures.
Näide. Kuulus *väljastatud kolmanda seadus* on mõnes loogikas aksiomiks, mõnes aga tõestatavaks väiteks. Mõnes loogikas (nt intuitsionistlikus) ei see ega teine.

21/10/2013

(C) Peeter Lorents, Erika Matsak

19

Fundamentaalsiibide rollist

- **Fundamentaalsiibides väljendub vaadeldava valdkonna fundamentaalmõistete olemus**
- Mingis mõttes võib öelda, et fundamentaalsiibid seostavad fundamentaalmõisteid, avades nii nende mõistete abil nimetatavate asjade olemust ja omadusi.

21/10/2013

(C) Peeter Lorents, Erika Matsak

20

Määratlemine

- Määratlemine on **tegevus**, mille tulemusena seostatakse omavahel tähiseks-tähenduseks olemise (fundamentaals)seose abil kaks asja, millest esimest nimetatakse **tähiseks** ja teist **tähenduseks**.
- **Märkus.** Sageli kujutavad määratlustes figureerivad asjad endast tekste. Kuid see ei pruugi mitte alati nii olla.
Näited. Liiklusmärgid, fooride tuled, reguleerija märguanded jms omavad tähendust liiklejale. Punakas taevas päikeseloojangul, baromeetri näidu järsk langemine, lindude käitumise teatavad iseärasused jms, omavad tähendust ilmatargale. Kuriteopaigas olevate esemete asendid, seisundid, vahel isegi lõhnad jms, omavad tähendust kriminalistile.

21/10/2013

(C) Peeter Lorents, Erika Matsak

21

Tähiseks tähenduseks olemise seos

- Sümbol \int kujutab endast stiliseeritud S-tähte ning seeläbi seostub mitmete asjakohaste sõnadega, nagu näiteks
- Signum (lad *märk*)
- Signe (prants *tähis*)
- Signification (ingl *tähendus*)

Kirjutist **A \int B** loeme järgmiselt:

- **A tähenduseks on B** või
- **B tähiseks on A** või “veidi lohakamalt”
- **A on B**

21/10/2013

(C) Peeter Lorents, Erika Matsak

22

Tähiste ja tähenduste näiteid

- Rootsi \int Rootsi kuningriik
- Jne \int ja nii edasi
- £ \int Inglise nael
- Mehe küljelluu \int naine
- % \int sajandik
- Raske isa \int tähtis mees
- Loomade kuningas \int lõvi
- UN \int ÜRO
- dom f \int funktsiooni f määramispiirkond

Märkus. Sümbolid ja tekstid pole ainsad asjad maailmas, mis võivad olla tähise või tähenduse rollis.

21/10/2013

(C) Peeter Lorents, Erika Matsak

23

Tähiseks-tähenduseks olemise seose olulisemad omadused

- Kindel ise-endaga seotus (refleksiivsus)
- Võimalik üheaegne seotus mitmega (anunikaalsus ehk mitte-ühesus)
- Seotuse edasikanduvus (transitiivsus)
- Mõlematpidi mitteseotuse võimalikkus (asümmeetria)
- Mõlematpidi seotuse olenevus ühise tähenduse olemasolust (antisümmeetria)
- Lõputute tähendusahelate puudumine (fundeeritus)

21/10/2013

(C) Peeter Lorents, Erika Matsak

24

Seose \int refleksiivsus

- $A \int A$ mistahes A korral

21/10/2013

(C) Peeter Lorents, Erika Matsak

25

Seose \int mitteühesus

- Asjadel võib esineda mitmeid erinevaid tähiseid ning tähendusi

Näide 1.

- $\pi \int$ ringjoone pikkuse ja diameetri suhe
- $3,141\dots \int$ ringjoone pikkuse ja diameetri suhe

Näide 2.

- $u' \int$ funktsiooni u esimene tuletis (analüüsis)
- $u' \int$ arvule u vahetult järgnev arv (aritmeetikas)

21/10/2013

(C) Peeter Lorents, Erika Matsak

26

Seose \int transitiivsus

- Kui mingite asjade A, B, C korral osutub, et $A \int B$ ja samas ka $B \int C$, siis $A \int C$

21/10/2013

(C) Peeter Lorents, Erika Matsak

27

Seose \int asümmeetria

- Kui mingite asjade A, B korral osutub, et $A \int B$, siis mitte alati pole samas ka $B \int A$

Näide. Heeliumi aatomi tuuma tähisena kasutatakse sageli sümbolit α . Samas ei ole keegi teadaolevaist kohanud olukorda, kus kahest prootonist ja kahest neutronist moodustunud osakese tähenduseks on üks kreeka tähestiku "väike täht" α .

21/10/2013

(C) Peeter Lorents, Erika Matsak

28

Seose \int ühistähendusest olenev antisümmeetria

- Kui mingite asjade A, B korral osutub, et $A \int B$ ja samas ka $B \int A$, siis peab leiduma selline asi C , mille korral $A \int C$ ning ühtlasi $B \int C$.

Näide. $\pi \int 3,141\dots$ ning samas ka $3,141\dots \int \pi$ sest teatavasti

- $\pi \int$ ringjoone pikkuse ja diameetri suhe
- $3,141\dots \int$ ringjoone pikkuse ja diameetri suhe

21/10/2013

(C) Peeter Lorents, Erika Matsak

29

Seose \int fundeeritus

- Pole olemas sellist lõputut asjade jada
- $A, B, C, \dots, D, E, F, \dots$, milles on lõputult palju "naabrite vaheldusi" ja mille korral
- $A \int B, B \int C, \dots, D \int E, E \int F, \dots$, kus
- B hõlmab B' , \dots , E hõlmab E' jne, jne. Öeldes siinkohal, et üks hulk hõlmab teise, mõtleme, et teine hulk on esimeses kas element või osahulk (edaspidist silmas pidades ka süvaelement või süvaosahulk)
- Mis tahes asjast lähtuv tähenduste otsimine lõpeb igal juhul lõpliku arvu sammude järel, millegi säärasega, millel enam iseseisvat tähendust pole.

21/10/2013

(C) Peeter Lorents, Erika Matsak

30
