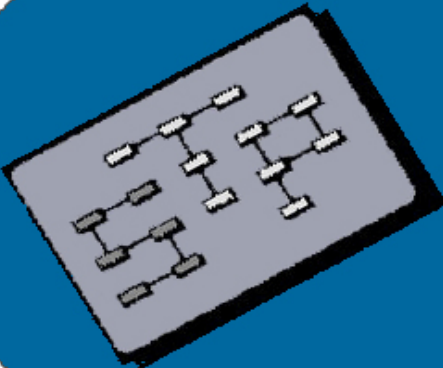
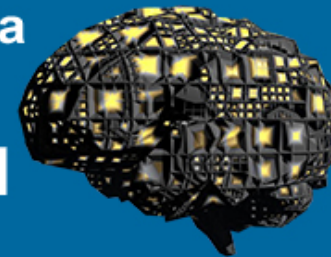


Datorzinātnes un informācijas tehnoloģijas fakultāte

Sistēmu teorijas un projektēšanas katedra

MĀKSLĪGĀ INTELEKTA PAMATI



5. Modulis "Mākslīgā intelekta loģiskie pamati"

5.4. Tēma

Loģiskā secināšana

Dr.habil.sc.ing., profesors **Jānis Grundspenķis**, Dr.sc.ing., lektore **Alla Anohina**

Sistēmu teorijas un projektēšanas katedra

Datorzinātnes un informācijas tehnoloģijas fakultāte

Rīgas Tehniskā universitāte

E-pasts: {janis.grundspenkis, alla.anohina}@rtu.lv

Kontaktadrese: Meža iela 1/4- {550, 545}, Rīga, Latvija, LV-1048

Tālrunis: (+371) 67089{581, 595}

Tēmas mērķi un uzdevumi

Tēmas mērķis ir sniegt zināšanas un prasmes loģiskā izveduma realizācijai ar secināšanas likumu palīdzību.

Pēc šīs tēmas apgūšanas Jūs:

- zināsiet, kas ir secināšanas likumi un kādas ir to īpašības;
- zināsiet vairākus bieži izplatītus secināšanas likumus un pratīsiet tos pielietot zināšanu bāzē esošiem teikumiem.

Loģiskā secināšana (1)

Predikātu rēķinu (un to speciālgadījuma, izteikumu rēķinu) semantika dod bāzi loģiskās secināšanas formālai teorijai. Predikātu rēķinu semantika dod patiesu apgalvojumu kopu. **Loģiskā secināšana** ļauj izsecināt jaunas patiesas izteiksmes no patiesu apgalvojumu kopas.



Šīs jaunās izteiksmes ir pareizas tajā nozīmē, ka tās ir saskaņotas ar visām iepriekšējām sākotnējās izteiksmju kopas interpretācijām.

Loģiskā secināšana (2)

Pieņemsim, ka ir teikumu kopa R , teikums S un interpretācija I :

- Ja teikums S ir patiess I interpretācijā noteiktām mainīgā piesaistēm, tad interpretācija I apmierina teikumu S
- Ja interpretācija I apmierina teikumu S visām mainīgā piesaistēm, tad interpretācija I ir teikuma S modelis
- Teikums S ir apmierināms tad un tikai tad, kad eksistē tāda interpretācija un mainīgā piesaiste, kas to apmierina; pretējā gadījumā teikums S ir neizpildāms
- Izteiksmju kopa R ir apmierināma tad un tikai tad, kad eksistē interpretācija un mainīgo piesaistes, kas apmierina katru kopas R elementu
- Ja teikumu kopa nav apmierināma, tad to sauc par pretrunīgu
- Ja teikuma S vērtība ir patiess visām iespējamām interpretācijām, to sauc par ticamu

Loģiskā secināšana (3)

Loģiskās secināšanas funkcija ir radīt jaunus teikumus, kas loģiski seko no dotās predikātu rēķinu teikumu kopas. "Loģiski seko" nenozīmē, ka teikums X ir izvests vai pat izvedams no R. Tas vienkārši nozīmē, ka X ir patiess katrai interpretācijai, kas apmierina R.

Noteikt, kas seko no tā, kas ir zināšanu bāzē, ir ***izveduma mehānisma*** uzdevums. Termins "izvedums" un "spriešana" tiek lietoti, lai aptvertu jebkuru procesu, ar kura palīdzību tiek iegūti secinājumi. Loģiskā secināšana vai dedukcija ir drošas spriešanas viens no veidiem. Loģiskā secināšana ir process, kas realizē teikumu saistīšanu.

Secināšanas likumi

Ir noteiktie izveduma paraugi, kas atkārtojas daudz reižu, taču to drošums var tikt pierādīts vienu reizi un uz visiem laikiem. Šo paraugu fiksē ***secināšanas likums***. Tikko kā secināšanas likums ir izveidots, to var izmantot bezgalīgi izvedumu veikšanai, nepārbaudot katru reizi likuma pamatotību.

Secināšanas likumi rada jaunus teikumus, pamatojoties uz dotā loģiska apgalvojuma sintaktisko formu. Tas nozīmē, ka izvedums tiek veikts tīri formālā veidā, pārbaudot tikai sintaksi.

Secināšanas likumu īpašības

Secināšanas likumu īpašības ir šādas:

- Kad katrs teikums X , kas radīts ar secināšanas likumu, kurš darbojas loģisko izteiksmju kopā R , loģiski seko no R , secināšanas likums tiek saukts par drošu
- Ja secināšanas likums spēj radīt jebkuru teikumu, kurš loģiski seko no R , tad saka, ka tas ir pilnīgs likums

Likuma drošums ir nepieciešama īpašība, bet likuma pilnīgums ir vēlams. Loģiskās secināšanas sistēmas parasti lieto drošus secināšanas likumus.

Loģiskā secināšana

Metodes, lai pārbaudītu, ka teikums X ir patiess visām iespējamām interpretācijām:

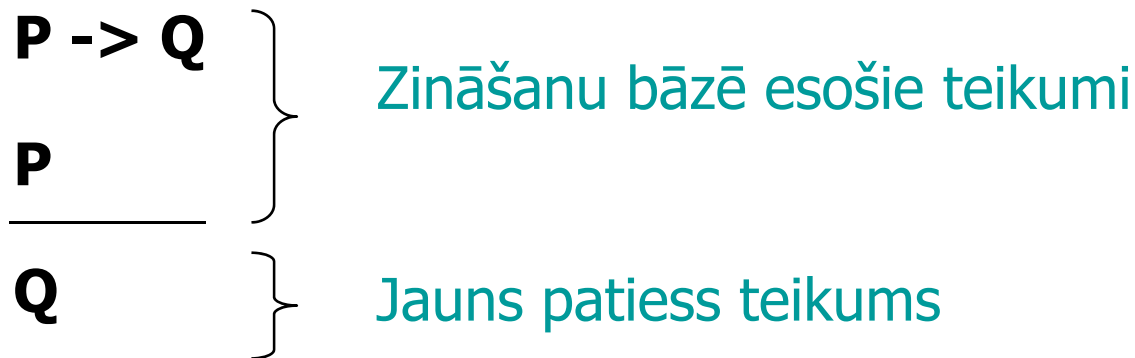
- Patiesuma vērtību tabulas teikumiem, kas nesatur mainīgos
- Pilnīgas pierādījumu procedūras spēj radīt jebkuru teikumu, kurš loģiski seko no teikumu kopas

Pierādījuma procedūra ir secināšanas likuma un algoritma, lai šo likumu pielietotu loģisko izteiksmju kopai, kombinācija, kas ļauj ģenerēt jaunus teikumus.

Tādējādi, loģiskā pierādīšana ietver sevī secināšanas likumu pielietošanas secību, sākot ar teikumiem, kas sākotnēji ir zināšanu bāzē, un beidzot ar teikuma ģenerēšanu, kura pierādīšana ir vajadzīga.

Biežāk izplatītie secināšanas likumi (1)

1. Modus Ponens jeb implikācijas izslēgšanas likums (drošs likums)



Piemērs:

P "Līst lietus" Q "Zeme kļūst slapja"

$P \rightarrow Q$

Ir zināms, ka P ir patiess

Pielietojot Modus Ponens sistēma secina: "zeme kļūst slapja"

Biežāk izplatītie secināšanas likumi (2)

2. Modus Tolens (drošs likums)

$$P \rightarrow Q$$

$$Q \text{ ir aplams}$$

$$\neg P$$

3. UN izslēgšanas likums (drošs likums)

$$P_1 \wedge P_2 \wedge \dots P_n$$

$$P_i$$

Biežāk izplatītie secināšanas likumi (3)

4. UN ieviešanas likums (drošs likums)

$$\frac{P_1, P_2, \dots, P_n}{P_1 \wedge P_2 \wedge \dots P_n}$$

5. VAI ieviešanas likums (drošs likums)

$$\frac{P_i}{P_1 \vee P_2 \vee \dots P_n}$$

6. Divkāršas negācijas izslēgšana (drošs likums)

$$\frac{\neg \neg P_i}{P}$$

Biežāk izplatītie secināšanas likumi (4)

7. Rezolūcijas likums (drošs likums)

$$P \vee Q$$

$$\neg Q \text{ (Q ir aplams)}$$

$$P$$

8. Abdukcijas likums (nedrošs likums)

 **Piemērs:**

$$P \rightarrow Q$$

$$Q$$

$$P$$

P "Līst lietus" Q "Zeme kļūst slapja"

$$P \rightarrow Q$$

Ir zināms, ka Q ir patiess

Pielietojot abdukcijas likumu sistēma secina: "Līst lietus".
Vai tiešām zeme var būt slapja tikai tāpēc, ka līst lietus?

Biežāk izplatītie secināšanas likumi (5)

9. Universāla eksemplāra radīšana (drošs likums)

Ja jebkuru universāli kvantificētu mainīgo patiesā teikumā aizvieto ar jebkuru piemērotu termu no definīcijas apgabala, tad rezultāts ir patiesss teikums

$$\forall X \, p(X)$$

Ja a ir no X definīcijas apgabala, tad

var secināt $p(a)$

Biežāk izplatītie secināšanas likumi (6)



Piemērs:

Zemāk ir dots Modus Ponens secināšanas likuma izmantošanas piemērs izteikumu rēķinos

Zināšanu bāze

A – objekts ir gurķis

B - objekts ir garenas formas

C – objektam ir zaļa miza

D – objekts satur daudz ūdens

$B \rightarrow C$

$C \rightarrow D$

$D \rightarrow A$

Ir zināms, ka B ir patiess

Sistēma pielieto Modus Ponens un secina

$B \rightarrow C$

B

C

$C \rightarrow D$

C

D

$D \rightarrow A$

D

A objekts ir gurķis

Biežāk izplatītie secināšanas likumi (7)



Piemērs:

Piemērs Modus Ponens likumam un izteiksmei ar mainīgo

“Visiem bokseriem ir lauzti deguni; Ingus ir bokseris”

$\forall X (\text{bokseris}(X) \rightarrow \text{lauzts_deguns}(X))$

$\text{bokseris}(\text{ingus})$

Izmantojot universāla eksemplāra radīšanu var iegūt

$\text{bokseris}(\text{ingus}) \rightarrow \text{lauzts_deguns}(\text{ingus})$

Tālāk tiek pielietots Modus Ponens

$\text{bokseris}(\text{ingus}) \rightarrow \text{lauzts_deguns}(\text{ingus})$

$\text{bokseris}(\text{ingus})$

$\text{lauzts_deguns}(\text{ingus})$