

## USE OF THE BACKWARD CHAINING STRATEGY IN THE TASK OF RECOGNITION OF LETTERS OF THE LATIN ALPHABET

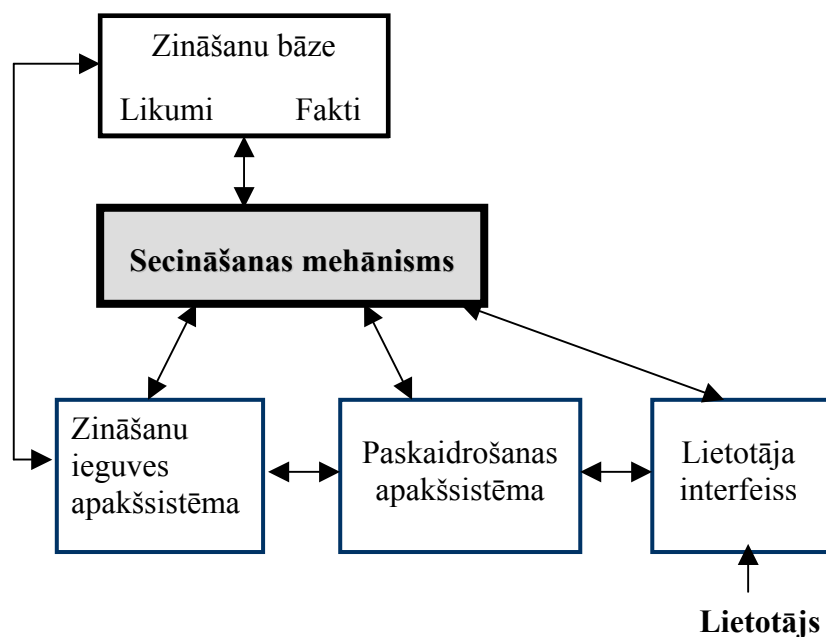
### INVERSĀS SECINĀŠANAS MEHĀNISMA IZMANTOŠANA LATIŅU ALFABĒTA BURTU ATPAZĪŠANAS UZDEVUMĀ

I.Boļakova

*Atslēgvārdi: ekspertsistēmas, secināšanas mehānisms, inversā secināšana*

#### 1. Ievads

Lai izveidotu ekspertsistēmu, viens no starpposmiem ir – jāsagatavo zināšanu bāze, kurā atrodas fakti un likumi. Taču tā kā ekspertsistēmas būtība nav tikai datu bāzes funkciju veikšana un manipulēšana ar faktiem, tad efektīvam uz zināšanām balstītas sistēmas darbam ar likumu kopu vien nepietiks. Ekspertsistēmai jāprot pēc iespējas ātrāk un pēc iespējas vienkāršākā ceļā nonākt pie secinājuma. Tāpēc jebkuras ekspertsistēmas arhitektūrā atrodams secināšanas mehānisms (1.zīm.).



1.zīmējums. Ekspertsistēmas arhitektūra

Secināšanas mehānismam veicami divi svarīgi uzdevumi:

1. jāpārbauda zināšanu bāzē esošie fakti un likumi un jāpievieno tiem jauni fakti, kad vien tas ir iespējams;
2. jāizlemj, kādā secībā veikt secinājumus [1].

Secināšanas procedūras intelektuālajās sistēmās tiek izmantotas kā dažāda veida uzdevumu risināšanas līdzekļi, lai pierādītu vai arī – lai noliegtu izvirzītās hipotēzes vai fakta patiesumu.

Viena no populārākajām stratēģijām ir loģiskā likuma *modus ponens* izmantošana jeb tiešās pierādījuma ķēdes formēšana. Stratēģijas būtība ir pārbaudīt vai likuma nosacījuma daļa

ir patiesa. Un ja tas ir tā, tad mēs varam ticēt arī likuma labajā pusē esošajam apgalvojumam [3]. Šo tiešās secināšanas mehānismu nereti sauc arī par “ar datiem vadāmu secināšanu”.

Inversās secināšanas mehānisma būtība ir pretēja tiešās secināšanas stratēģijai. To sauc arī par “ar mērķi vadāmu secināšanu”, jo procedūra sākas ar hipotēzes vai mērķa izvirzīšanu. Pierādīšanai nepieciešamos faktus iegūst, izskatot likumus, kuros vēlamais mērķis atrodas labajā pusē [2]. Taču ja zināšanu bāzē nepieciešamo faktu nav, tad šis secināšanas mehānisms tos uzdod kā apakšmērķi. Tālāk, citi likumi tiek pārbaudīti, lai atrastu vērtības jaunajam apakšmērķim.

## 2. Problēmas risinājums

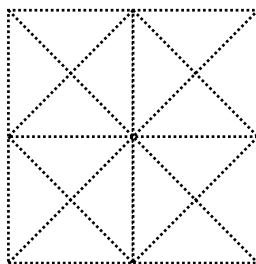
Šī darba mērķis ir izskatīt inversās secināšanas mehānisma pielietojuma efektivitāti latīņu alfabēta burtu atpazīšanas uzdevumā.

Uzdevuma risinājumā izdalāmi vairāki posmi. Vispirms jāatrod vienots šablons, kurā var attēlot visus latīņu burtus. Nākošais etaps – jāizvēlas atribūtu kopa, ar kuriem katrs burts aprakstāms viennozīmīgi. Tādā veidā tiek iegūta datu kopa, kurā atrodas visi alfabēta burti, to raksturojošie lielumi – atribūti un arī šo atribūtu vērtības. Nākošais solis – jāizvēlas algoritms, ar kura palīdzību varētu iegūt likumu kopu katra burta atpazīšanai. Tad arī var konstruēt secinājumu koku.

Un tā – lai raksturotu katru alfabēta burta, jāveido JA – TAD likumi, kur likumu nosacījuma daļā būs atribūtu vērtību pārbaude, bet likumu TAD daļā būs secinājums jeb konkrēts burts.

Taču ir arī tādi apgalvojumi, kurus nevar secināt tikai ar modus ponens likumu. Piemēram: ja ir zināms, ka fakts B ir nepatiess un mūsu ziņā ir likums “JA A, TAD B”, tad mēs varam secināt, ka A ir nepatiess. Šādu secināšanas procesu nevar veikt diezgan daudzas ekspertsistēmas [1].

Uzdevumā ar latīņu alfabēta burtiem nākas saskarties ar cita rakstura problēmu. Vispirms visi burti tika iezīmēti šablonā ar 20 elementiem (2.zīm.).



2.zīmējums. Šablons latīņu alfabēta burtu iezīmēšanai

Tad viens no sarežģītākajiem uzdevuma risināšanas posmiem ir JA – TAD likumu iegūšana burtu identificēšanai. Eksistē dažādi lēmumu koku konstruēšanas algoritmi, pēc kuru pielietojanas ērti iegūstam likumu kopas. Taču izskatāmā uzdevuma specifika ir 26 klases, kur katrā ir tikai viens eksemplārs – latīņu alfabēta burts. Šis apstāklis liek rūpīgi meklēt piemērotu algoritmu likumu iegūšanai. Viena no acīmredzamajām iespējām ir – tā veidot JA – TAD likumus, lai JA daļā tiktu pārbaudītas visas 20 atribūtu vērtības. Rezultāts būs viennozīmīgs, katrs burts būs raksturots neapstrīdami precīzi. Taču tajā pat laikā iegūtie likumi būs ļoti sarežģīti (gari) un to izmantošana gan aizņems daudz laika, gan arī būs neefektīva.

Tāpēc tika izlemts veidot secinājumu koku tā, lai pie rezultāta nonāktu, izmantojot inversās secināšanas mehānismu. Aplūkosim uzdevuma risinājuma algoritmu.

Sākumā tiek veidotas vienādo elementu grupas. Piemēram, burti, kuriem ir 4 horizontāles – viena grupa; cita grupa – burti, kuriem ir 2 diagonāles no kreisās uz labo pusi utt. (1.tabula). Pēc tam veidojam likumus, JA daļā norādot tās vienādo elementu grupas, kuras ir katrā konkrētajā burtā. Tādā veidā, lai nonāktu pie konkrētā gadījumā interesējošā burta, sistēma it kā izvirza apakšuzdevumus, lai uzzinātu no lietotāja cik un kādi burtam ir elementi. Tāda ir inversās secināšanas stratēģijas būtība - identificēt jaunus raksturlielumus kā apakšmērķus, tad pārbaudīt citus likumus, lai atrastu vērtības jaunā apakšmērķa atribūtam. Atgriezeniskā secināšana turpinās līdz brīdim, kamēr netiks atrastas vērtības apakšmērķa atribūtam. Tad rezultāti tiek padoti uz priekšu un visbeidzot tiek veikti secinājumi par sākotnējo mērķi [1].

1. tabula. Vienādo elementu grupas

Grupas	Elementa forma	Vienādo elementu skaits	Burti
Vienādo elem. grupa Nr.1	Horizontāle	6	BES
Vienādo elem. grupa Nr.2	Horizontāle	5	G
Vienādo elem. grupa Nr.3	Horizontāle	4	AFPR, COQZ
Vienādo elem. grupa Nr.4	Horizontāle	2	T,D,H,JLU
Vienādo elem. grupa Nr.5	Horizontāle	1	K
Vienādo elem. grupa Nr.6	Vertikāle	4	ABHOUMNQW
Vienādo elem. grupa Nr.7	Vertikāle	3	J,G,PR
Vienādo elem. grupa Nr.8	Vertikāle	2	CEFLDK,IT,S,V
Vienādo elem. grupa Nr.9	Vertikāle	1	Y
Vienādo elem. grupa Nr.10	DKL	2	NX
Vienādo elem. grupa Nr.11	DKL	1	D,KRQW,MY,V
Vienādo elem. grupa Nr.12	DLK	2	ZX
Vienādo elem. grupa Nr.13	DLK	1	DV,KMY,W
Vienādo elem. grupa Nr.14	Viena horizontāle, kas pieskaras divām vertikālēm	2	ABH
Vienādo elem. grupa Nr.15	Viena horizontāle, kas pieskaras divām vertikālēm	1	EFKPR

Tātad esam ieguvuši 15 vienādo elementu grupas. Tagad ar 1.tabulas datu palīdzību nebūs grūti veidot likumus katra burta identificēšanai. Jāatzīmē uzreiz, ka sistēma neatšķir divus burtu pārus: M un W, L un T. Apskatīsim dažu burtu likumu piemērus:

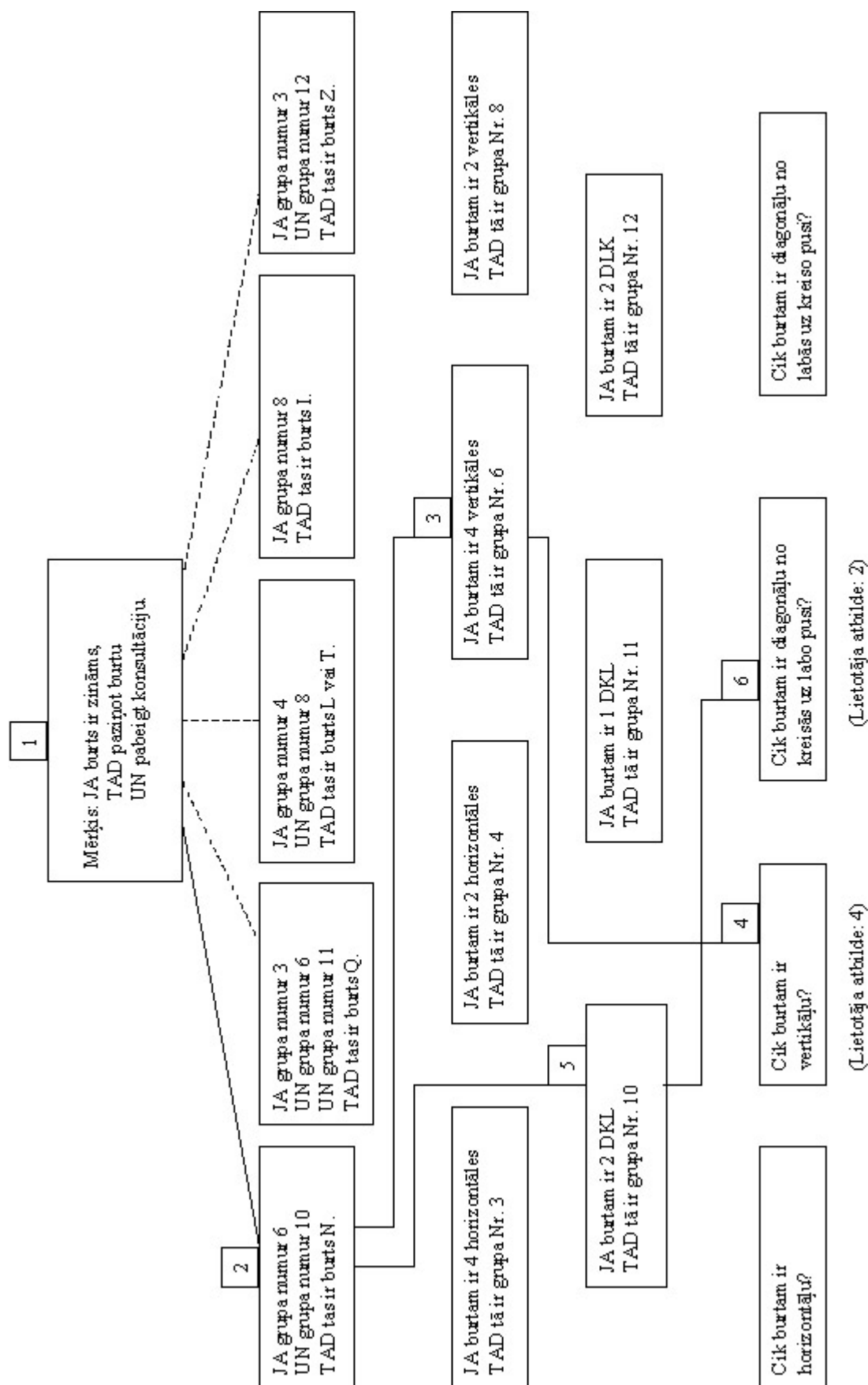
JA vienādo elementu grupa Nr. 6  
UN vienādo elementu grupa Nr. 10  
TAD tas ir burts N.

JA vienādo elementu grupa Nr. 3  
UN vienādo elementu grupa Nr. 6  
UN vienādo elementu grupa Nr. 11  
TAD tas ir burts Q.

JA vienādo elementu grupa Nr. 8  
TAD tas ir burts I.  
JA vienādo elementu grupa Nr. 3  
UN vienādo elementu grupa Nr. 12  
TAD tas ir burts Z.

JA vienādo elementu grupa Nr. 4  
UN vienādo elementu grupa Nr. 8  
TAD tas ir burts L vai T.

Un nu mēs varam arī sākt konstruēt secinājumu koku šim uzdevumam. Taču 3.zīmējumā mēs apskatīsim tikai visa lielā koka fragmentu, izmantojot jau augstāk pieminētos burtus.



3. zīmējums. Sēcinājuma koka fragments, latīņu alfabēta burtu identifikāšanai

Patiesībā ar to arī varam uzskatīt, ka uzdevums ir atrisināts – ir iegūts secinājumu koks, ar kura palīdzību var identificēt latīņu alfabēta burtus, balstoties uz inversās secināšanas mehānisma būtību.

Taču šo koku var vēl nedaudz pilnveidot. Tam var pievienot vēl vienu līmeni. Un tādā veidā burtus jau pašā sākumā var sadalīt lielākās grupās, līdz ar to arī samazināt meklēšanas laiku. Izdalīsim piecas grupas (2. tabula):

2.tabula. Secinājumu koka pirmā līmeņa burtu grupas

Burtu grupa M, N, V, W, Y	JA burtam ir vertikāles UN ir diagonāles UN nav horizontāļu
Burtu grupa D, K, R, Q	JA burtam ir vertikāles UN ir diagonāles UN ir horizontāles
Burtu grupa A, B, C, E, F, G, H, J, L, O, P, S, T, U	JA burtam ir vertikāles UN nav diagonāļu UN ir horizontāles
Burtu grupa Z, X	JA burtam nav vertikāļu
Burtu grupa I	JA burtam ir vertikāles UN nav diagonāļu UN nav horizontāļu

Tādā veidā sistēma vispirms noskaidro atbildes uz trim jautājumiem:

- Vai burtam ir vertikāles?
- Vai burtam ir horizontāles?
- Vai burtam ir diagonāles?

Atkarībā no iegūtajām atbildēm tiek sniegta rekomendācija, kura burtu grupa jāaplūko tālāk.

### 3. Secinājumi

Mūsu apskatītajā piemērā ar latīņu alfabēta burtiem secināšanas procedūra sākas ar mērķi un turpinās atgriezeniski caur apakšmērķiem, kamēr netiek rastas atbildes uz jautājumiem. Šādu inversās secināšanas mehānismu izmanto daudzas ekspertsistēmas.

Izvēloties inversās secināšanas mehānismu secinājumu koka konstruēšanai, mēs samazinājām laika patēriņu, kas nepieciešams katra konkrētā burta identificēšanai; kā arī uzdevuma risinājums ir lietotājam vieglāk saprotams – secinājumu koks nav tik sazarots, kā tas būtu gadījumā, ja izvēlētos tiešās secināšanas mehānismu.

### Literatūra

1. Harmon P., King D. Expert Systems - John Wiley & Sons Inc., 1985 - 283 p.
2. Borisovs A. Mākslīgā intelekta metodes - RTU, Rīga, 1993. - 75 lpp.
3. Джексон П. Введение в экспертные системы. Пер. с англ. Издательский дом «Вильямс» - Москва, 2001 - 624 с.

**Ieva Boļakova**

PhD Student, Decision Support Systems Group, Institute of Information Technology, Riga Technical University.  
Kalku Str. 1, Riga LV-1658, Latvia.  
E-mail: ievina@dau.lv

**Boļakova I. Inversās secināšanas mehānisma izmantošana latīņu alfabēta burtu atpazīšanas uzdevumā**

*Eksistē divi svarīgi veidi kā likumi var būt izmantoti uz likumiem balstītā sistēmā – viens tiek saukts par tiešo secināšanas ķēdīti, bet otrs – inverso secināšanas ķēdīti. Gadījumos, kad intelektuālas sistēmas mērķis ir konstatēt kādu konkrētu faktu, tiešās secināšanas mehānisma izmantošana var izrādīties ļoti darbietilpīgs un arī ilgstošs process. Šī darba mērķis ir izskatīt inversās secināšanas mehānisma priekšrocības latīņu alfabēta burtu atpazīšanas uzdevumā.*

**Bolakova I. Use of the backward chaining strategy in the task of recognition of letters of the Latin alphabet**

*There exist two ways how rules can be used in the rule-based systems: forward chaining and backward chaining. In cases when the purpose of the intelligent system is to state a specific goal, the use of the forward chaining strategy can turn out a time-consuming process. The purpose of the given paper is to consider the advantages of the backward chaining strategy in the task of recognition of letters of the Latin alphabet.*

**Болякова Е. Использование механизма обратного вывода в задаче распознавания букв латинского алфавита**

*Существуют два важных способа использования правил в системе, основанной на правилах: один из них называется прямой цепочкой вывода, другой – обратной цепочкой вывода. В случаях, когда цель интеллектуальной системы - констатировать какой-то конкретный факт, использование механизма прямого вывода может оказаться очень трудоемким и долгим процессом. Цель данной работы – рассмотреть преимущества использования механизма обратного вывода в задаче распознавания букв латинского алфавита.*