

## МЕТОДА ЗА ОБРАДУ ПРЕДИКАТСКИХ ИСКАЗА НА СРПСКОМ ЈЕЗИКУ

Улфета Маровац<sup>1</sup> Алдина Авдић<sup>2</sup> Нејма Чуљевић<sup>3</sup>

**Резиме:** Један од циљева вештачке интелигенције је да успостави комуникацију између рачунара и човека. Обрадом природног језика рачунар се учи да разуме човеков говор. У овом раду је приказан модел за обраду предикатских реченица датих на природном језику (српском језику) и њихово пресликавање у повезане исказе којим се може утврдити истинитосна вредност. Посебано је обрађена употреба квантификатора унутар предикатских реченица.

**Кључне речи:** предикатска логика, обрада природног језика, српски језик, квантификација

## METHOD FOR PROCESSING PREDICATE STATEMENTS IN SERBIAN

**Abstract:** One of the goals of artificial intelligence is to establish communication between computers and humans. By processing natural language, the computer is taught to understand human speech. This paper shows a model for processing predicate sentences given in natural language (Serbian) and mirroring them into related statements that can determine true value. The use of quantifiers within predicate sentences is specially treated.

**Key words:** logic, natural language processing, Serbian language, quantification

### 1. УВОД

Исказ је реченица говорног језика којим се нешто тврди, која је или тачна или нетачна. Сложени искази се праве се помоћу логичких везника: *и, или, не, ако . . . , онда . . . , ако и само ако* од једноставних исказа. Логичке изразе изграђене од исказа употребом везника и заграда називамо исказним формулама. Основни појам логике је последица односно извођење закључка из претпоставки.

Исказна логика је прецизан математички апарат за рачунање логичких вредности сложених исказних формула као и доношења закључака из њих. Исказна логика се бави реченицама у целини и не залази у њихову унутрашњу структуру. Она се не бави значењем исказа већ начином на који су они повезани.

Предикатска логика разматра смисао полазних исказа. Природни језици нису довољно прецизни за изражавање смисла исказа. Зато се уводе формални језици чије реченице се формирају по унапред дефинисаним превилима. Формални језици се служе логичким везницима, квантификаторима, променљивим (термима), ознакама за особине и односе (предикатима), и помоћним знацима (заградама) за изражавање реченица.

У предикатској логици разликујемо објекат (терм) о коме говоримо, предикат који представља особине објекта као и везе међу објектима. Од атомичних предикатских исказа, који се састоје од објекта и предиката, употребом негације, везника и квантификатора формирамо предикатске формуле [1].

<sup>1</sup>PhD, State University of Novi Pazar, Vuka Karadžića bb, 36300 Novi Pazar, umarovac@np.ac.rs:

<sup>2</sup>PhD, State University of Novi Pazar, Vuka Karadžića bb, 36300 Novi Pazar, apljaskovic@np.ac.rs

<sup>3</sup>Student, State University of Novi Pazar, Vuka Karadžića bb, 36300 Novi Pazar, nejma.halitovic@gmail.com

У овом раду приказана је обрада предикатских реченица датих на српском језику. Циљ рада је да се на основу једног типа предикатске реченице, користећи правила о зависности предикатски реченица, добије други облик реченице и утврди његова истинитост.

Рад се састоји од седам поглавља. У другом поглављу је уведен појам квантификације. Треће поглавље описује односе између предикатских реченица. Појам обраде природног језика описан је петом поглављу. Веза између природног језика и предикатске логике дата је у шестом поглављу. Опис модела за обраду предикатских исказа на српском језику дат је у седмом поглављу. Осмо поглавље износи закључак рада.

## 2. КВАНТИФИКАЦИЈА

Неки искази садрже неодређен објекат на који се предикат односи па не могу бити ни тачни ни нетачни. Квантификатори нам служе да од ових исказа направимо реченице које имају јединствену логичку вредност. На пример “Пас је жут.” је исказ који може бити и тачан и нетачан. Постоје универзални ( $\forall$ ) и егзистенцијални ( $\exists$ ) квантификатори.

Универзалним квантификатором се изржава да је исказ тачан за све вредности терма субјекта. Егзистенцијалним квантификатором се исказује да постоји терм за који је вредност исказа тачна. Применом квантификатора на претходном примеру добијамо: “Сваки пас је жут”, “ Постоји пас који је жут”. Ове реченице имају јединствену логичку вредност и то прва је нетачна а друга је тачна.

Предикатске формуле које су увек истините називамо ваљане формуле. Једне од често употребљаваних ваљаних формула са квантификаторима су дате Де Моргановим законом за квантификаторе [2]. По овом закону за произвољну предикатску формулу  $\Phi$  важи:

$$\neg(\forall T)\Phi \Leftrightarrow (\exists T)\neg\Phi \quad (1)$$

$$\neg(\exists T)\Phi \Leftrightarrow (\forall T)\neg\Phi. \quad (2)$$

## 3. ОДНОСИ МЕЂУ ПРЕДИКАТСКИМ РЕЧЕНИЦАМА

Предикатске реченице се могу поделити према квантитету на:

- Универзалне - описују особину коју имају сви припадници неког скупа
- Партикуларне - описују особину коју има бар један елемент неког скупа
- Сингуларне - описују особину једног члана има неког скупа.

Предикатске реченице по квалитету се деле на:

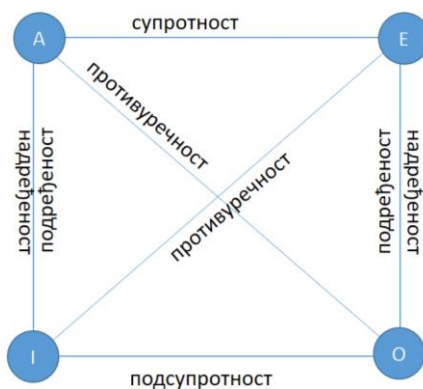
- афирмативне - описују да субјекат има неку особину,
- негативне - описују да субјекат нема неку особину,
- лимитативне - описују да субјекат има неку особину описану негацијом.

Уочимо четири типа предикатских исказа:

- $(\forall T)P(T)$  - универзално-афирмативан исказ (А)
- $(\forall T)\neg P(T)$  - универзално-негативан исказ (Е)

- $(\exists T)P(T)$  - партикуларно-афирмативна исказ (I)
- $(\exists T)\neg P(T)$  - партикуларно-негативан исказ (O).

За ове типове предикатских исказа важи логички квадрат супротности који потиче још од Аристотела (Слика 1).



Слика 1 – Логички квадрат

#### 4. ОБРАДА ПРИРОДНОГ ЈЕЗИКА

Језик који људи користе у свакодневној комуникацији назива се природним језиком. Обрада природног језика (Natural Language Processing - NLP [3]) је област лингвистике, рачунарства и вештачке интелигенције која истражује начине како би рачунари могли разумети и користити текст или говор на природном језику и применити их на неке корисне активности. Неки од проблема у овој области су: провера правописа, претраживање кључних речи, проналажење синонима, издвајање информација са веб-а: цена производа, сентимент анализа текста, машинско превођење, системи за језички дијалог, одговарање на питања [4]-[5]. Обрада текста на српском језику има додатне изазове као што су: два званична писма, слова са дијакритичким знацима, високо развијена инфлексiona морфологија, слободни ред речи,... Одавно је постојала потреба да се реченице природног језика запишу помућу језика логике како би се боље разумеле и како би се могли на основу њих доносити нове одлуке. Природни језик је јако богат и тешко га је свести на ниво формалног језика. Не постоје јасне разлике међу језичким категоријама. Разликује се лексичке, граматичке и функционалне употребе речи. Тако именице за које важи да су самосталне, потпуне лексичке јединице могу се пронаћи неке које немају 'праву' лексичку употребу, слично важи и за глаголе [6]. Веза између квантификације и негације у логици и хрватском језику дата је у раду [7].

#### 5. ВЕЗА ИЗМЕЂУ ПРИРОДНОГ ЈЕЗИКА И ПРЕДИКАТСКЕ ЛОГИКЕ

Природни језик карактерише богат речник па се један исказ може изрећи на више начина. С друге стране за исказ изречен природним језиком некада је тешко утврдити логичку вредност због његове двосмислености.

У српском језику реченица се састоји из реченичних делова: субјекат, предикат, објекат, прилошке одредбе, атрибути и апозиција. Просте реченице су оне које имају само један субјекат и један предикат, просто проширене реченице садрже додатке

субјекту или предикату, или и једном и другом, док код сложених реченица имамо више предиката и представљају спој више простих реченица.

Улогу субјекта може имати именица, именичка синтагма или именичка заменица<sup>4</sup>. Предикат је реченични део који обавезно садржи глагол. Разликујемо глаголски предикат који садржи само глагол и именски предикат који се састоји од глагола бити и именског дела предиката [8].

Просту реченицу српског језика можемо представити на два начина и дајмо им следеће ознаке:

- **С+ГП - СУБЈЕКАТ(С) + ГЛАГОЛСКИ\_ПРЕДИКАТ(ГП)**
- **С+ПГБ+ИДП - СУБЈЕКАТ(С) + ПОМОЋНИ\_ГЛАГОЛ\_БИТИ(ПГБ) + ИМЕНСКИ\_ДЕО\_ПРЕДИКАТА(ИДП)**

Табела 1 - Примери простих реченица

СУБЈЕКАТ	ГЛАГОЛСКИ ПРЕДИКАТ	
Пас	лаје.	
СУБЈЕКАТ	ПОМОЋНИ ГЛАГОЛ БИТИ	ИМЕНСКИ ДЕО ПРЕДИКАТА
Пас	је	животиња.

Исказ предикатске логике састоји се од терма, предиката, везника, квантификатора и помоћних симбола. Терми играју исту улогу као именице и заменице (субјекат), а предикати играју улогу глагола (предикат). Атомичне предикатске изразе формирамо помоћу предиката и скупа терма на који се он односи. У том смислу можемо повезати просту реченицу српског језика са атомичним предикатским изразом:

$TERM(T_1, T_2, \dots)$  - СУБЈЕКАТ

$PREDICAT(P)$  - ГЛАГОЛСКИ ПРЕДИКАТ, ИМЕНСКИ ПРЕДИКАТ

$P(T_1, T_2, \dots)$

Табела 2 – Пример предикатског исказа

ПРЕДИКАТ	ТЕРМ
Лајати	Пас
Бити животиња	Пас

Полазећи од атомичних предикатских исказа употребом логичких везника добијају се сложени предикатски искази. Улога квантификатора је да назначи колико је често тврђење тачно.

Постоји много различитих израза природног језика којима се представљају одговарајући логички везници и квантификатори.

### Негација

Логичка негација ( $не P(T)$ ) се постиже синтаксичком негацијом у природном језику. Тако у српском језику синтаксичку негацију постижемо употребом сигнала негације “не”

<sup>4</sup> Улогу субјекта у неким случајевима могу имати глаголи у инфинитиву као и остале врсте речи што овим моделом неће бити обухваћено.

и “ни”. Када у синтаксичкој негацији учествују глаголи ”имам”, ”бити” и ”хтети” онда они граде нове одричне облике који у презенту имају форму ”немам”, ”нисам” и ”нећу”. Обрада негације у српском језику детаљније је описана у раду [9].

Примере негације исказа у природном језику можемо наћи и у другим проширеним формама па

*не  $P(T)$  се може превести и као: није тачно да је  $P(T)$ , није случај да  $P(T)$ ,...*

### Везници

Коњункција ( $P_1(T_1)$  и  $P_2(T_2)$ ) се може изразити саставним везницима. Саставни везници у српском језику су “и”, “па” и “те” и у одричним реченицама “ни” и “нити”. Пред својих основних облика везници се могу пронаћи и у другим облицима као

*$P_1(T_1)$  и  $P_2(T_2)$  се може пронаћи у облику  $P_1(T_1)$  итавише и  $P_2(T_2)$ ,  $P_1(T_1)$  али и  $P_2(T_2)$ , ...*

За дисјункцију ( $P_1(T_1)$  или  $P_2(T_2)$ ) се користе раставни везници. Раставни везници у српском језику су “или”, “било” и “односно” и често се појављују и у пару па тада мењају логичко значење.

Ипликација (ако  $P_1(T_1)$  онда  $P_2(T_2)$ ) се може изразити употребом закључних везника “дакле”, ”стога”, ”зато” и другим.

Еквиваленција ( $P_1(T_1)$  ако и само ако  $P_2(T_2)$ ) се може изразити као “је исто што и”, ”је еквивалентно”, ”тада и само тада” и другим.

### Квантификација

У српском језику квантификатори се преводе као опште придевске замине (за бића и предмете), које могу да се мењају по лицима, роду и броју.

Универзалном квантификатору (за свако  $T$ ,  $P(T)$ ) одговара заменица “сваки”. Универзални квантификатор може се у реченицама јавити у облику: ”било који”, ”ма који”... У реченицама у којима се јавља негација уз предикат универзални квантификатор има одрични облик и представља се одричном заменицом ”ниједан”, ”нико”.

Егзистенцијалном квантификатору (постоји  $T$ ,  $P(T)$ ) одговара заменица “неки”, “неко”. Речи ”за неко”, ”бар један”, ”постоји неки”, ”постоји барем један” указују на коришћење егзистенцијалног квантификатора.

## 6. МОДЕЛ ОБРАДЕ ЗА КВАНТИФИКАЦИЈЕ

Предикатске реченице дате у логичком квадрату су повезане и њихова истинитост је такође условљена. Ако је позната логичка вредност једне од реченица типа А, Е, I или О може се закључити логичка вредност за неку од зависних типова.

Правила доделе логичке вредности (true, false) на основу познавања истинитости за један тип предикатске реченице су:

If (A == true) then {E = false; I = true; O = false;}

If (E == true), then {A = false; I = false; O = true;}

If (I == true), then {E = false}

- If (O == true), then {A = false}  
 If (A == false), then {O = true}  
 If (E == false), then {I is true}  
 If (I == false), then {A = false; E = true; O = true;}  
 If (O == false), then {A = true; E = false; I = true.}

Можемо поставити питање: Да ли ако имамо исказ дат у једном од четири типа (A, E, I или O) можемо добити остала три? Одговор на ово питање даћемо у облику правила прелаза.

Посматрајмо следеће типове простих реченица српског језика којима је придружен квантификатор (K).

- **K+C+ГП**
- **K+ C+НПГБ+ИДП.**

Обележимо са **УК** универзални кватификатор а са **ЕК** егзистенцијални квантификатор. Нека **ОУК** означава одрични облик универзалног квантификатора који стоји уз негирани предикат. Са **Н** означимо симбол негације. **НПГБ** негацију помоћног глагола бити.

Уведимо правила пресликавања:

правило *e* пресликава афирмативан израз у негативан

$$e(K(x)P(x)) = K(x)\neg P(x) \quad (3)$$

правило *i* пресликава унверзални израз у партикуларни и обрнуто

$$i(UK(x)P(x)) = EK(x)P(x) \quad (4)$$

$$i(EK(x)P(x)) = UK(x)P(x) \quad (5)$$

Прикаћемо правила за пресликавање универзално афирмативне реченице на српском језику у остала три типа Табела 3. Приметимо да приликом примене формуле (4) додаје се испред помоћног глагола односна заменица (**ОЗ**) на пример “који”.

Табела 3 – Правила пресликавањаправ правилом *e*

Правило	Улазна реченица		Излазна реченица	
	Тип предикатске реченице	Облик реченице на српском	Тип предикатске реченице	Облик реченице на српском
<i>e</i>	A	<b>УК+C+ГП</b>	E	<b>УК+C+Н+ГП</b>
<i>e</i>	A	<b>УК+ C+НПГБ+ИДП</b>	E	<b>ОУК+ C+НПГБ+ИДП</b>

Применом Де Морганових закона (*dm*) добијамо још једано решење Табела 4.

Табела 4 – Примена Де Морганових закона

Правило	Улазна реченица		Ишлазна реченица	
	Тип предикатске реченице	Облик реченице на српском	Тип предикатске реченице	Облик реченице на српском
<i>dm, e</i>	A	<b>УК+С+ГП</b>	E	<b>Н+ЕК+С+ ГП</b>
<i>dm, e</i>	A	<b>УК+ С+ПГБ+ИДП</b>	E	<b>Н +ЕК+ С+ ОЗ +ПГБ+ИДП</b>

Слично применом комбинација правила *e, i* и *dm* добијамо остала два облика Табела 5.

Табела 5 – Примена комбинације правила *e, i* и *dm*

Правило	Улазна реченица		Ишлазна реченица	
	Тип предикатске реченице	Облик реченице на српском	Тип предикатске реченице	Облик реченице на српском
<i>i</i>	A	<b>УК+С+ГП</b>	I	<b>ЕК+С+ГП</b>
<i>i</i>	A	<b>УК+ С+ПГБ+ИДП</b>	I	<b>ЕК+ С+ ОЗ +ПГБ+ИДП</b>
<i>e, i</i>	A	<b>УК+С+ГП</b>	O	<b>ЕК+С+ Н+ГП</b>
<i>e, i</i>	A	<b>УК+ С+ПГБ+ИДП</b>	O	<b>ЕК+ С+ ОЗ + НПГБ+ИДП</b>
<i>dm, e, i</i>	A	<b>УК+ С+ПГБ+ИДП</b>	O	<b>НПГБ +УК+ С +ИДП</b>

Резултат примене приказане методе на примеру реченице “Сваки маркет је велики.” дат је у табели Табела 6.

Табела 6 – Пример примене

Примењено Правило	Добијени тип	НПГБ	Н	К	С	ОЗ	ПГБ	ИДП
	A			Сваки	маркет		је	велики
<i>i</i>	I			Постоји	маркет	који	је	велики
<i>e</i>	E			Сваки	маркет		није	велики
<i>dm, e</i>			Не	постоји	маркет	који	је	велики
<i>e, i</i>	O			Постоји	маркет	који	није	велики
<i>dm, e, i</i>		Није		сваки	маркет			велики

Приказаним правилима се може извршити рачунарско превођење једног типа предикатске реченице исказане српским језиком у други тип и када је то могуће на основу логичке вредности полазног исказа могуће је одредити истинитост добијеног исказа.

## 7. ЗАКЉУЧАК

Приказани модел даје могућност обраде предикатских реченица на природном језику. На овај начин се може проверавати истинитост или еквивалентност неких израза њиховим пресликавањем у други облик. За коначну примену датог модела потребно је направити и потпуне ресурсе логичких везника и квантификатора на српском језику што представља део планираног будућег истраживања.

## 8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Небојша Икодиновић, *Увод у математичку логику*, Београд 2015
- [2] Предраг Јаничић, *Математичка логика у рачунарству*, Математички факултет, Београд, 2005
- [3] Chowdhury, G. G. (2003). *Natural language processing. Annual review of information science and technology*, 37(1), 51-89.
- [4] Zong, Z., & Hong, C. (2018, September). *On application of natural language processing in machine translation. In 2018 3rd International Conference on Mechanical, Control and Computer Engineering (ICMCCE) (pp. 506-510). IEEE.*
- [5] Zong, Z., & Hong, C. (2018, September). *On application of natural language processing in machine translation. In 2018 3rd International Conference on Mechanical, Control and Computer Engineering (ICMCCE) (pp. 506-510). IEEE.*
- [6] Миливој Алановић, *Функционална употреба речи: глаголи између лексичке и граматичке службе*, Зборник Матице српске за филологију и лингвистику LX/2, Нови Сад, 87–117.
- [7] Ružica Stanić, *Kvantifikacija i negacija u logici i hrvatskome jeziku*, *Diplomski rad, Filozofski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2014. god*
- [8] Иван Клајн, *Грамматика српског језика*, Завод за уџбенике и наставна средства, 2005
- [9] A. Ljajić, U. Marovac, *Improving sentiment analysis for twitter data by handling negation rules in the Serbian language*, *Computer Science and Information Systems*, 16(1), 289-311, 2019