

შემამოკლებელი სიმბოლოების შესახებ ქართულ ენაში

ანოტაცია

ნაშრომში კეთდება პარალელი აღნიშვნათა თეორიაში განმარტებულ შემამოკლებელ სიმბოლოებსა და ქართულ ბუნებრივ ენაში არსებულ შემამოკლებელ სიტყვებს შორის, და ნაჩვენებია რომ თუ ქართულ ენის მცირე ფრაგმენტს თუ განვიხილავთ როგორც განვითარების რაღაც ეტაპზე მყოფი T ტიპის ენად, მაშინ სიტყვები რომლებიც ქართულში ახდენენ სხვადასხვა ენობრივი თუ აზროვნებითი ფორმების შემოკლებას, განიხილება როგორც შემამოკლებელი სიმბოლო და მიეთითება თუ რომელი ტიპის შემამოკლებელი სიმბოლოა და რაც მთავარია და რაც არის ნაშრომის მიზანი ესაა იმის ჩვენება თუ როგორ იტვირთება აღნიშვნათა თეორიის ფორმალურად განვითარების მქონე უნარის მათემატიკური ენა ბუნებრივი ქართული ენის მკაცრი მათემატიკური მეთოდებით შესწავლაში.

1. შესავალი
2. T ფორმალური თეორია და შემამოკლებელი სიმბოლოები
3. აღნიშვნათა თეორიისა და ქართული ენის მათემატიკური თეორიის შემუშავების ურთიერთკავშირები
4. შემამოკლებელი სიმბოლოები ქართულ ენაში

1. შესავალი

ხელოვნური ინტელექტის ამოცანის ჩამოყალიბებამ, და მისი გადაჭრის კვლევისას მიღებულმა შედეგებმა მიიყვანა მეცნიერება იმ დასკვნამდე რომ საჭირო იყო, ბუნებრივი ენების მკაცრი, ფორმალურ-მათემატიკური მეთოდებით, შესწავლა. რასაც მოჰყვა საზღვარგარეთ მოყვა ლინგვისტურ-მათემატიკური ხაზების განვითარება. ძირითადად ვითარდებოდა ორი სამეცნიერო ხაზი, ხომსკისეული და მონტეგისეული, ამათგან პირველი გვთავაზობდა ისეთი ნაკეთობის, ავტომატის მოძიებას რომელიც, შეძლებდა აეგო სიტყვითი მასალის საფუძველზე ამ ენისთვის დამახასიათებელი ყველა შესაძლო სწორი ენობრივი გამოსახულება, ხოლო მეორე ანუ მონტეგისე, რომელიც თვლიდა, რომ ბუნებრივ ენას და მათემატიკურ ენას შორის დიდი განსხვავება არ არის, სწორი ენობრივი აბსტრაგირების გზით მოეძია მათი ინტერპრეტირებადი ფორმალური სახეები, იგი ახერხებდა სინტაქსურ კონსტრუქციებთან სემანტიკური შინაარსების მიკავშირებას. მის სახელს უკავშირდება ბუნებრივი ენის ფარგლებში, მათემატიკურ-სემანტიკური კვლევების განვითარება. ბუნებრივი ქართული ენის მკაცრი მათემატიკური მეთოდებით შესწავლისათვის, ბუნებრივია და ცხადია რომ არ გამოდგება საზღვარგარეთში მიღწეული შედეგების გადმოქართულება, ქართული ენის განსხვავებული ბუნების გამო. სწორედ ამ მიზნებით დაწყებული კვლევების შედეგად ჩამოყალიბდა მსოფლხედვა რომლის მიხედვითაც, ქართული და მათემატიკური ენა ერთტიპობრივი ენებია, რაც იმას ნიშნავს რომ როგორც მათემატიკურ ენაში ყოველი სიმბოლო ხასიათდება ადგილიანობით, ადგილის ტიპით და შედეგის ტიპით ისევე ხასიათდება ქართული ენის სიტყვები.

როგორც კვლევებმა აჩვენეს, აღნიშნათა თეორია, მნიშვნელოვნად იტვირთება ქართულის მკაცრი მათემატიკური მეთოდებით შესწავლისას, რის მცირე დასაბუთებადაც შეიძლება ჩაითვალოს ეს ნაშრომი.

ის ფაქტი რომ ბუნებრივ ენაში ბევრი სიტყვა განისაზღვრება სხვა სიტყვებით, გვაფიქრებინებს რომ ამ ბევრ სიტყვაში არიან ისეთებიც რომლებიც ცალსახად განისაზღვრებიან უფრო “მარტივი” სიტყვებით, რომლებსაც “ძირეულსაც” ვუწოდებთ. ანუ თუ ჩვენ გვაქვს მკაცრად გააზრებული რას ნიშნავს ეს ძირეული სიტყვა, გავიაზრებთ მათ მიერ განსაზღვრულსაც, ანუ თუ გვაქვს ანბანში “ძირეული”

სიტყვები, და რომელიმე სიტყვა განისაზღვრება ამ სიტყვებით ცალსახად, მაშინ ეს სიტყვა იქნება შემოკლება იმ სიტყვებისგან გაკეთებული ენობრივი ფორმისა რომლებითაც ის განისაზღვრა, და კიდევ მნიშვნელოვანია ის რომ თუ ენაში გაჩნდება ახალი სიტყვა რომელიც განისაზღვრება ადრე განსაზღვრული სიტყვებით მაშინ მისი მნიშვნელობაც ცალსახად განისაზღვრება, ანუ ფაქტიურად ენის განვითარებისა და შეცვლის შემთხვევაში რაც აუცილებლად მოხდება ფორმალზმიც უპრობლემოდ შეიცვლება. ეს მოსაზრება რომ უბრალოდ მოსაზრებაა არაა და რომ ქართულში რომ მართლაც არსებობს სიტყვები, ისეთები რომლებიც არიან სხვა სიტყვებით გაკეთებული ფორმების შემოკლება საბუთდება ამ ნაშრომში, მიუხედავად განხილული მაგალითების არცთუ ისე დიდი რიცხვისა, ნაშრომის დასკვნით ნაწილში მითითებულია მთელი რიგი შემამოკლებელი იდეების რომლებიც აგრეთვე შემამოკლებელი სიტყვები არიან.

2. T ფორმალური თეორია

T თეორიის აღფაბეგში გვექნება ზოგიერთ ან ყველა ქვემოთ ჩამოთვლილი სიმბოლოებიდან.

1) პროპოზიციული ასოები, ეს არის საერთო სახელი პროპოზიციული ცვლადების $P_0, P_1, P_2, \dots$ (1) და პროპოზიციულ კონსტანტების, რომელთა შორის არიან ძირითადი საკუთრივი კონსტანტები t და f და ძირითადი არასაკუთრივი პროპოზიციული კონსტანტები $P'_0, P'_1, P'_2, \dots$ (2). ამ უკანასკნელების გარდა შეიძლება იყოს სასრული ან თვლადი რაოდენობით სხვა ძირითადი პროპოზიციული კონსტანტებიც.

2) $S_0, S_1, S_2, \dots$ (3) საგნობრივი ცვლადები და $S'_0, S'_1, S'_2, \dots$ (4) არასაკუთრივი საგნობრივი კონსტანტები. ამათ გარდა შეიძლება იყოს სასრული ან თვლადი

რაოდენობით ძირითადი საკუთრივი ან არასაკუთრივი კონსტანტები. საგნობრივი ასო არის საგნობრივ ცვლადებისა და საგნობრივ კონსტანტების საერთო სახელი.

3) ძირითადი მარტივი ლოგიკური ოპერატორები (სასრული ან თვლადი რაოდენობით): ოპერატორის ლოგიკურობა ნიშნავს იმას, რომ ის მოქმედებს ფორმულებზე და თუ შედეგიც ფორმულაა მას ეწოდება რელაციური ლოგიკური ოპერატორი, ხოლო თუ შედეგი ტერმია მაშინ მას ეწოდება სუბსტანციური ლოგიკური ოპერატორი. ამათგან პირველებს ძირითად ლოგიკურ კავშირებს ან ძირითად პროპოზიციული კავშირებს უწოდებენ.

შენიშვნა ზემოთ ჩვენ ვახსენეთ ფორმულა და ტერმი ისე რომ ისინი არ განგვიმარტია მაგრამ ისინი ნახსენებია არიან მხოლოდ იმ მიზნით რომ მოხდეს ტერმინების სწორად გაგება და მათთვის სწორი შინაარსის მიცემა.

4) პრედიკატული ასოები: ეს არის n -ადგილიანი პრედიკატული ცვლადების $P_0^n, P_1^n, P_2^n, \dots$ $n = 1, 2, \dots$ (5) და ძირითადი არასაკუთრივი n -ადგილიანი პრედიკატული კონსტანტების $\overline{P}_0^n, \overline{P}_1^n, \overline{P}_2^n, \dots$ $n = 1, 2, \dots$ (6) საერთო სახელი ამ უკანსკნელების გარდა შეიძლება იყოს სასრული ან თვლადი რაოდენობით საკუთრივი ან არასაკუთრივი n -ადგილიანი პრედიკატული კონსტანტები.

5) n -ადგილიანი სუბსტანციური ფუნქციონალური ცვლადები $\varphi_0^n, \varphi_1^n, \varphi_2^n, \dots$ $n = 1, 2, \dots$ (7) და ძირითადი არასაკუთრივი n -ადგილიანი სუბსტანციური ფუნქციონალური კონსტანტები $\overline{\varphi}_0^n, \overline{\varphi}_1^n, \overline{\varphi}_2^n, \dots$ $n = 1, 2, \dots$ (8) გარდა ამ უკანსკნელებისა შეიძლება იყოს საკუთრივი ან არასაკუთრივი n -ადგილიანი სუბსტანციური ფუნქციონალური კონსტანტები თვლადი ან სასრული რაოდენობით. n -ადგილიანი სუბსტანციური ფუნქციონალური ცვლადების და n -ადგილიანი სუბსტანციური ფუნქციონალური კონსტანტების საერთო სახელი არის n -ადგილიანი ფუნქცია ან n -ადგილიანი სუბსტანციური ფუნქციონალური ასო ან n -ადგილიანი სპეციალური სუბსტანციური ფუნქციონალური ასო.

6) ძირითადი მარტივი ლოგიკო-სპეციალური ოპერატორები (სასრული ან თვლადი რაოდენობით): ესენი არიან ან რელაციური ან სუბსტანციური იმისდა მიხედვით შედეგი ფორმულაა თუ ტერმი. ლოგიკო-სპეციალური ოპერატორი მოქმედებს როგორც ტერმებზე ასევე ფორმულებზე ანუ მისი ადგილებიდან ნაწილი ტერმების ნაწილი კი ფორმულების ადგილებია.

შენიშვნა ჩვენ ისევ ვისარგებლეთ სიტყვებით ტერმი და ფორმულა ისე რომ არ განგვიმარტია ისინი, რაც ისევ და ისევ საკითხის შინაარსული გაგების მიზნით გააკეთდა.

7) ძირითადი ოპერატორული ნიშნები (თვლადი ან სასრული რაოდენობით) თითოეული მათგანი არის ა) ან ლოგიკური ან სპეციალური ან ლოგიკო-სპეციალური ბ) ან რელაციური ან სუბსტანციური გ) ან სრული ან არასრული (ნაწილობრივი).

ამასთან იგულისხმება რომ T თეორიის აღფაბეტი შემდეგი ორი პირობიდან ერთს მაინც აკმაყოფილებს (a) T თეორიის აღფაბეტი შეიცავს ან პროპოზიციულ ცვლადებს (1) ან პროპოზიციულ კონსტანტებს (2) და T თეორიაში არის ერთი მაინც არანულადგილიანი ლოგიკური ოპერატორი. (b) T თეორიის აღფაბეტი შეიცავს ან საგნობრივ ცვლადებს (3) ან საგნობრივ კონსტანტებს (4) და T თეორიაში არის ერთი მაინც არანულადგილიანი სპეციალური ოპერატორი. ამას გარდა მოითხოვება რომ სრულდებოდეს შემდეგი 2 პირობა (c) თუ T თეორიის აღფაბეტი (1)-(8) მიმდევრობებიდან ერთ წევრს მაინც შეიცავს მაშინ შეიცავს ამ მიმდევრობიდან ყველა წევრს. (d) თუ T თეორიაში არის ერთი არანულადგილიანი სპეციალური ოპერატორი მაშინ სრულდება (b).

თითოეულ ძირითად ოპერატორულ ნიშანს მიეწერება ნატურალური რიცხვების წყვილი რომელსაც წონას ეუწოდებთ. თუ σ ოპერატორული ნიშნის წონაა (n, m) , მაშინ $\sigma a_1 \dots a_m$ ტიპის სიტყვას, სადაც $a_1 \dots a_m$ არიან (1) - (8) მიმდევრობის ასოები, ძირითადი შედგენილი ოპერატორი, ანუ ძირითადი კვანტორი ეწოდება. იმისდა მიხედვით, თუ როგორია σ ოპერატორული ნიშანი, $\sigma a_1 \dots a_m$ არის ან ლოგიკური, ან სპეციალური, ან ლოგიკო-სპეციალური, ან რელაციური, ან სუბსტანციური, ან სრული, ან არასრული.

თითოეულ ძირითად ოპერატორს წონის სახით მიწერილი აქვს ნულისგან განსხვავებული ნატურალური რიცხვი, ისე რომ (n, m) წონიანი ოპერატორული ნიშნისგან მიღებული ოპერატორის წონაა n , (5) - (8) მიმდევრობების წევრების წონაა მათი ზედა ინდექსი. ოპერატორს წონით n ეწოდება n -ადგილიანი, ხოლო

ოპერატორულ ნიშანს წონით (n, m) ეწოდება n -ადგილიანი m -არული. $\sigma a_1 \dots a_m$ გამოსახულებაში $a_1 \dots a_m$ ასოებს ეწოდებათ **ოპერატორული ასოები**.

თითოეულ ძირითად n -ადგილიან ლოგიკო-სპეციალურ ოპერატორულ ნიშანს და შესაბამისად ოპერატორს წონის გარდა კიდევ მიეწერება **ლოგიკურობის მაჩვენებელი** არაციელი დალაგებული $(n_1 \dots n_k) \quad 1 \leq n_1 < \dots < n_k \leq n$ სისტემის სახით.

ასევე ყოველ ძირითად არასრულ n -ადგილიან ოპერატორულ ნიშანს მიეწერება **ბმულობის** მაჩვენებელი არაციელი დალაგებული $(n_1 \dots n_k) \quad 1 \leq n_1 < \dots < n_k \leq n$ სისტემის სახით, რაც ასევე მიეწერება ამ ოპერატორული ნიშნისგან მიღებულ შედგენილ ოპერატორს (კვანტორს).

ბუნებრივია მივიჩნიოთ, რომ n -ადგილიანი ლოგიკური, შესაბამისად სპეციალური ოპერატორული ნიშნების ლოგიკურობის მაჩვენებელი არის $(1, 2, \dots, n)$, შესაბამისად $()$ (აქ $()$ ცარიელი სისტემაა). სრული ოპერატორული კვანტორული ნიშნის ბმულობის მაჩვენებელი არის $(1, 2, \dots, n)$.

T თეორიის ძირითადი ოპერატორებისგან მოითხოვება რომ სრულდებოდეს შემდეგი პირობები:

1) თუ ორი შედგენილი ოპერატორიდან, რომლებიც მიღებულია σ ძირითადი ოპერატორული ნიშნისგან ერთის ოპერატორის მე- k -ე ოპერატორულ ასოს შევცვლით მეორე ოპერატორის მე- k -ე ოპერატორული ასოთი, მივიღებთ შედგენილ ოპერატორს.

2) თუ შედგენილ ოპერატორში შევცვლით ოპერატორულ კონსტანტას მისივე ტიპის კვანტორული ასოთი მივიღებთ ოპერატორს.

3) თუ შედგენილ ოპერატორში შევცვლით ოპერატორულ ცვლადს მისი ტიპის ცვლადით მივიღებთ ოპერატორს.

ფორმულა და ტერმი T თეორიაში

1. პროპოზიციული ასოები არიან ფორმულები, საგნობრივი ასოები არიან ტერმები.

2. თუ σ არის ძირითადი n -ადგილიანი ლოგიკური ოპერატორი, შესაბამისად სპეციალური ოპერატორი, შესაბამისად ლოგიკო-სპეციალური ოპერატორი $(n_1 \dots n_k)$ ლოგიკურობის მაჩვენებლით და $A_1 \dots A_n$ არიან ფორმულები, შესაბამისად ტერმები, შესაბამისად $A_{n_1} \dots A_{n_k}$ არის $A_1 \dots A_n$ მიმდევრობის ისეთი მაქსიმალური ქვემიმდევრობა, რომლის ყველა წევრია ფორმულა, მაშინ $\sigma A_1 \dots A_n$ არის ან ფორმულა ან ტერმი, იმისდა მიხედვით რელაციურია თუ სუბსტანციურია σ .

ფორმულის და ტერმის საერთო სახელია ფორმა. ფორმულებს ეწოდებათ პროპოზიციული ფორმები ხოლო ტერმებს საგნობრივი ფორმები.

შენიშვნა ჩვენი ამოცანისათვის არაა საჭირო დავაფიქსიროთ T თეორიის აქსიომები და გამოყვანის წესები და ამიტომ არა გავაკეთებთ ამას.

შენიშვნა შემდეგში შეიძლება ტერმს ვუწოდოთ e -ტიპის ფორმა ხოლო ფორმულას t -ტიპის ფორმა.

შენიშვნა $\sigma X_1 \dots X_n$ გამოსახულებას, სადაც σ არის n -ადგილიანი ძირითადი სპეციალური ოპერატორი და $X_1 \dots X_n$ არიან საგნობრივი ასოები ეწოდება ატომალური ფორმულა.

საილუსტრაციოდ მოვიყვანოთ სხვადასხვა ოპერატორების მაგალითები მათემატიკაში და ენაში.

1. ლოგიკო-რელაციურია A ნიშნავს, რომ $A: T^n \rightarrow T$, ანუ A მოქმედებს რა ფორმულებზე შედეგად გვაძლევს ისევ ფორმულას, ამის მაგალითებად გამოდგება კავშირები $\wedge, \vee, \rightarrow, \leftrightarrow$

2. ლოგიკო-სპეციალური A ნიშნავს, რომ $A: T^n \rightarrow E$, ანუ A ოპერატორის მოქმედების შედეგი t -ტიპის ფორმაზე, ანუ ფორმულაზე არის e -ტიპის ფორმა, ანუ ტერმი. ასეთი ოპერატორის მაგალითად გამოდგება τ_x , ენაში სიტყვები ვინც, რაც, რომელიც..

3. სპეციალურ-რელაციურია A ნიშნავს, რომ $A: E^n \rightarrow T$, ანუ A ოპერატორი მოქმედებს ტერმებზე და შედეგად გვაძლევს ფორმულას. ასეთი ოპერატორის მაგალითებად გამოდგებიან პრედიკატები. მაგ. $>, =, \geq, \leq$ და ა.შ., ქართულ ენაში პრედიკატების ანალოგებია ზმნები მაგალითად ცემს; მურთაზი ცემს ზაზას. ტერმებიდან მურთაზი და ზაზა ცემს პრედიკატით მივიღეთ გამონათქვამი, ანუ ფორმულა.

4. სპეციალურ-სუბსტანციურია A ნიშნავს, რომ $A: E^n \rightarrow E$, ანუ A მოქმედებს ტერმებზე და შედეგიც არის ტერმი. ასეთი ოპერატორის მაგალითებია ჩვეულებრივი ფუნქციები. სპეციალურ-სუბსტანციურია ოპერატორის ენობრივი მაგალითი არის ზედსართავი სახელი, მაგ: წითელი, წითელი ვაშლი, წითელმა, როგორც ოპერატორმა, იმოქმედა ვაშლზე, როგორც ტერმზე, და შედეგად მოგვცა ტერმი.

5. ლოგიკო-სპეციალურ რელაციურია A ნიშნავს, რომ $A: T^m \times E^n \rightarrow T$, ანუ A მოქმედებს როგორც ტერმებზე, ისე ფორმულბზე და შედეგად გვაძლევს ფორმულას. ასეთი ოპერატორის მაგალითი მათემატიკაში არის $A(a, b, P) = ((a > b) \leftrightarrow P)$, სადაც a, b ტერმებია და P ფორმულაა. ენაში ასეთი ოპერატორის მაგალითია ფიქრობს რომ, თვლის რომ, მაგ: სანდრო თვლის, რომ ორჯერ ორი ოთხია. თვლის, რომ ოპერატორი მოქმედებს ტერმზე სანდრო და ფორმულაზე ორჯერ ორი ოთხია და შედეგად გვაძლევს ფორმულას.

6. ლოგიკო-სპეციალურ სუბსტანციურია A ნიშნავს, რომ $A: T^m \times E^n \rightarrow E$, ანუ A მოქმედებს როგორც ტერმებზე ისე ფორმულბზე და შედეგს გვაძლევს ფორმულას. ასეთი ოპერატორის მაგალითი მათემატიკაში იქნება $A(x, P) = I_{\{y | P(y)=t\}}(x)$. ენაში ასეთი ოპერატორის მაგალითია ის ღორი, რომელიც რკოზეა გაზრდილი. აქ ორადგილიანი ოპერატორია “ის ... რომელიც ...”. ამასთან, მისი პირველი, ტერმისთვის განკუთვნილი ადგილი ჩვენ მაგალითში უკავია ტერმს ღორი, ხოლო მისი მეორე, ფორმულისთვის განკუთვნილი ადგილი უკავია ფორმულას რკოზეა გაზრდილი.

სხვადასხვა მათემატიკურ თეორიებში ჩნდება საჭიროება შემოვიტანოთ შემამოკლებელი სიმბოლოები, რომლებსაც წარმოებულ სიმბოლოებსაც უწოდებენ ხოლმე. შემამოკლებელი სიმბოლო, როგორც სახელიდანაც ჩანს, იძლევა ენაში

არსებული დიდი გამოსახულების მოკლედ ჩაწერის საშუალებას (მკაცრ განმარტებას ქვევით მოვიყვანო) და იგი, თეორიის ენობრივი თვალსაზრისით, ახალი, წარმოებული სიმბოლოა. ამასთან, თუ T თეორიის აღფაბეტს დავუმატებთ ამ ახლად შემოტანილ შემამოკლებელ სიმბოლოს, მივიღებთ ამ ახალი შემამოკლებული სიმბოლოთ გაფართოებულ თეორიასა და ენას.

შემამოკლებელი სიმბოლოს განსაზღვრავად გამოიყენება “_____” აღნიშვნა, რაც შემდეგნაირად იკითხება “... არის შემოკლება ...”

ამგვარად, აღნიშნათა თეორიაში შემამოკლებელი სიმბოლოებისთვის განიხილება

$$\sigma a_1 \dots a_m A_1 \dots A_n \text{_____} B$$

სახის განსაზღვრებები, სადაც B არის ძველი, ანუ გასაფართოებელი თეორიის აღფაბეტის ასოებით (სიტყვებით) შედგენილი სიტყვა (წინადადება), ხოლო მარცხენა მხარეს მდგომი გამოსახულება არის მისი შემოკლება, σ კი არის ამ განსაზღვრით განსაზღვრებადი ახალი შემამოკლებელი სიმბოლო. აქ $a_1 \dots a_m A_1 \dots A_n$ არიან მეტაცვლადები და თანაც: ან (1) თითოეული A_i მეტაცვლადის მნიშვნელობათა არე არის თეორიის ყველა ფორმულების კლასი ან (2) თითოეული A_i მეტაცვლადის მნიშვნელობათა არეა ყველა თერმების კლასი ან (3) ზოგიერთი მეტაცვლადის მნიშვნელობათა არეა ყველა ფორმულების კლასი და დანარჩენი A_i მეტაცვლადების მნიშვნელობათა არეა ყველა თერმების კლასი. გარდა ამისა, ყოველი მეტაცვლადი a_i -ს მნიშვნელობათა არე არის ისეთი K_i კვანტორული ასოების კლასი, რომელიც შეიცავს ყველა ცვლადს, რომელთა ტიპიც ემთხვევა მისი რომელიმე ელემენტის ტიპს და ყველა კვანტორული ტიპის კონსტანტებს რომელიც ემთხვევა მის რომელიმე ელემენტის ტიპს.

იმის მიხედვით თუ როგორია B , გვაქავს შემამოკლებელი სიმბოლოების განსაზღვრის სხვადასხვა ტიპები. სულ არის 7 ტიპი. ჩვენი მიზანია მოვიძიოთ ენაში შემამოკლებელი.

I ტიპის შემამოკლებელი სიმბოლოები

შემამოკლებელი სიმბოლო არის I ტიპის, თუ სრულდება შემდეგი პირობები:

(ა) შემამოკლებელი სიმბოლოს განსაზღვრის მარჯვენა მხარე არის T თეორიის ფორმა, რომელიც შედგენილია $a_1 \dots a_m A_1 \dots A_n$ მეტაცვლადების გამოყენებით ისე, რომ თითოეული მათგანი შედის ამ ფორმაში, და ყველა ცხადი სახით არსებული კვანტორული ასოები და ასევე $a_1 \dots a_m$ მეტაასოები დაბმულები არიან. ამასთან, მოიძებნება $1, 2, \dots, n$ მიმდევრობის ისეთი ქვემიმდევრობა $n_1 \dots n_l$, რომ ყოველი $A_{n_1} \dots A_{n_l}$ მეტაცვლადი იმყოფება ისეთი კვანტორის მოქმედების არეალში, რომლის ოპერატორულ ასოთა შორის გვხვდებიან $a_1 \dots a_m$ მეტაასოები და მხოლოდ ისინი, და დანარჩენი A_j -ები არ იმყოფებიან კვანტორის მოქმედების არეში. ამას გარდა $n_1 \dots n_l$ მიმდევრობა ცარიელია მაშინ, და მხოლოდ მაშინ როცა $m = 0$.

(ბ) თუ $a'_1, \dots, a'_m$ არის $a_1 \dots a_m$ მეტაცვლადების მნიშვნელობების ნებისმიერი სისტემა, და $B' \approx (a'_1, \dots, a'_m \tilde{;} a_1 \dots a_m)B$ (აქ " $\approx$ " აღნიშნავს გრაფიკულ ტოლობას, ხოლო " $\tilde{;}$ " ერთდოულ ჩასმას), მაშინ თუ a არის B' -ის ისეთი ასო, რომელიც შეესაბამება B ფორმის კვანტორულ ასოს, და a^* არის B' გამოსახულების ისეთი ასო, რომელიც არის რომელიმე a'_j ასოს ჩასმითი შემოსვლა, მაშინ არცერთი a და a^* ასოებიდან არ მოქმედებს მეორეზე. (ბ) პირობა შეგვიძლია სხვანაირად ჩამოვაყალიბოთ: "თუ a არის B ფორმის ასო და $1 \leq i \leq m$, მაშინ არცერთი a_i და a ასოებიდან არ მოქმედებს სხვაზე. (a_i ასოს ნებისმიერი მნიშვნელობისთვის მისი მნიშვნელობათა არედან)"

მოვიყვანოთ I ტიპის შემამოკლებელი სიმბოლოს რამოდენიმე მაგალითი:

1. $\emptyset \text{_____} \tau X \forall x (x \notin X)$
2. $\exists x A \text{_____} - \forall x - A$ ან
3. $\forall x A \text{_____} - \exists x - A$
4. $t \text{_____} f \rightarrow f$
5. $[-A] \text{_____} A \rightarrow f$
6. $[A \leftrightarrow B] \text{_____} - [B \rightarrow A]$

7. $[A \vee B] \text{_____} [A \rightarrow B] \rightarrow B$
8. $[A \wedge B] \text{_____} [A \rightarrow B] \leftarrow B$
9. $[A \leftrightarrow B] \text{_____} [A \rightarrow B] \wedge [B \rightarrow A]$
10. $[A \leftrightarrow B] \text{_____} [A \leftarrow B] \vee B \leftarrow A]$
11. $[A \leftarrow B] \text{_____} B \rightarrow A$

კიდევ ბევრი მაგალითის მოყვანა შეიძლება.

I ტიპის შემამოკლებელი სიმბოლოების კლასს აქვს სამი ქვეკლასი 1. $m = n = 0$;
 2. $m = 0 \wedge n \neq 0$ 3. $m \neq 0$ და ქვიათ შესაბამისად I_1, I_2, I_3 ტიპის შემამოკლებელი
 სიმბოლოები. ცხადია, რომ I_1 შემთხვევაში σ არის ან პროპოზიციული კონსტანტა, ან
 საგნობრივი, ანუ სუბსტანციური კონსტანტა, იმის და მიხედვით, თუ როგორია B . I_2
 ტიპის შემთხვევაში σ ნ-ადგილიანი ოპერატორია და, შესაბამისად, მარცხენა მხარეს
 აქვს $\sigma A_1 \dots A_n$ სახე. I_3 ტიპის შემთხვევაში მარცხენა მხარეში მდგომი σ არის
 ოპერატორული ნიშანი (n, m) წონით $(n_1 \dots n_l)$ ბმულობის მაჩვენებლით.

II ტიპის შემამოკლებელი სიმბოლოები

შემამოკლებელი სიმბოლო არის II ტიპის თუ სრულდება შემდეგი პირობები:

(ა) შემამოკლებელი სიმბოლოს განსაზღვრის მარჯვენა მხარე არის T თეორიის
 ფორმა, რომელიც შედგენილია $a_1 \dots a_m A_1 \dots A_n b_1 \dots b_k$ მეტაცვლადების გამოყენებით
 ისე, რომ თითოეული მათგანი შედის ამ ფორმაში, სადაც b_i არის მეტაასო რომელიც
 მნიშვნელობებს იღებს ან რომელიმე ტიპის კვანტორული ასოების კლასიდან ან
 რომელიმე ტიპის ცვლადის კლასიდან ($i = 1, 2, \dots, k$). ამას გარდა, B ფორმის ყოველი
 კვანტორული ასო რომელიც ცხადი სახითაა, და ასევე მეტასოები $a_1 \dots a_m, b_1 \dots b_k$
 არიან დაბმულები. და კიდევ, არსებობს $(1, 2, \dots, n)$ მიმდევრობის ისეთი ქვემიმდევრობა
 $n_1 \dots n_l$, რომ $A_{n_1} \dots A_{n_l}$ მეტაცვლადებიდან ნებიმიერი იმყოფება ისეთი კვანტორების
 მოქმედების ქვეშ, რომელთა ოპერატორულ ასოებს შორის არიან $a_1 \dots a_m$ ასოები და
 მათ გარდა ამ ოპერატორულ ასოებს შორის შეიძლება შეგვხდეს მხოლოდ ზოგიერთი
 $b_1 \dots b_k$ მეტაასოებიდან, ხოლო დანარჩენი A_j მეტაცვლადები შეიძლება იყონ მხოლოდ
 ისეთი კვანტორების მოქმედების არეში, რომლის ოპერატორულ ასოებს შორის

შეიძლება იყვნენ მხოლოდ $b_1 \dots b_k$ მეტაასოებიდან ზოგიერთი ან ყველა. ამასთან, $n_1 \dots n_l$ მიმდევრობა მაშინ, მხოლოდ მაშინ არის ცარიელი, როცა $m = 0$, და ბოლოს, $b_1 \dots b_k$ მიმდევრობაში b_j მეტაასოების რიგი შემამოკლებელი სიმბოლოს განსაზღვრის მარჯვენა მხარეში არსებულ გამოსახულებაში მათი შემოსვლების ბუნებრივი რიგის მიხედვით განისაზღვრება.

(ბ) თუ $a'_1, \dots, a'_m$ არის $a_1 \dots a_m$ მეტაცვლადების მნიშვნელობების ნებისმიერი სისტემა და $B' \approx (a'_1, \dots, a'_m / a_1 \dots a_m)B$ მაშინ, თუ a არის B' გამოსახულების ისეთი ასო, რომელიც შეესაბამება B ფორმის კვანტორულ ასოს, და a^* არის B' გამოსახულების ისეთი ასო, რომელიც არის რომელიმე a'_j ასოს ჩასმითი შემოსვლა, მაშინ არცერთი a და a^* ასოებიდან არ მოქმედებს მეორეზე.

(გ) $b_1 \dots b_k$ მეტაცვლადები, სხვა მეტაცვლადებისგან განსხვავებით, თავის მნიშვნელობებს არ იღებენ სხვა მეტაცვლადებისგან დამოუკიდებლად. $a_1 \dots a_m A_1 \dots A_n b_1 \dots b_k$ მეტაცვლადების მნიშვნელობებიათა $a'_1, \dots, a'_m, A'_1, \dots, A'_n, b'_1, \dots, b'_k$ სისტემა დაშვებადია მაშინ, და მხოლოდ მაშინ, როცა სრულდება შემდეგი ორი პირობა: (გ1) $b'_1, \dots, b'_k$ ასოები განსხვავდებიან ერთმანეთისგან და $a'_1, \dots, a'_m$ ასოებისგან. ამის გარდა, ისინი არ არიან $A'_1, \dots, A'_n$ ფორმების თავისუფალი ასოები, და არცერთ მათგანს არ აქვს შემოსვლა T თეორიის მეტაცვლადებისგან შედგენილ B ფორმაში. (გ2) $b'_1, \dots, b'_k$ ასოების ინდექსები არიან მინიმალურები. (იგულისხმება, რომ $a'_1, \dots, a'_m$ ასოებისა და $A'_1, \dots, A'_n$ ფორმების არჩევის შემდეგ (გ1) და (გ2) პირობებით ცალსახად ისაზღვრება ჯერ b'_1 , შემდეგ ისევ (გ1) და (გ2) პირობების გამოყენებით ასევე ცალსახად ისაზღვრება b'_2 და ა.შ.)

ცხადია თუ $k = 0$ მაშინ სრულდება I ტიპის შემამოკლებელი სიმბოლოებისთვის მოთხოვნილი თვისებები, ანუ ყველა I ტიპის შემამოკლებელი სიმბოლო ამავედროულად არის II ტიპის სიმბოლოც. ამასთან, ანალოგიურად I ტიპისა, II ტიპის შემამოკლებელი სიმბოლოების კლასიც იყოფა სამ ქვეკლასად: 1. $m = n = 0$; 2. $m = 0 \wedge n \neq 0$ 3. $m \neq 0$ და ამ ქვეკლასებში შესაბამისად II₁, II₂, II₃ ტიპის შემამოკლებელი სიმბოლოები ერთიანდებიან. II ტიპის ისეთი შემოკლებულ სიმბოლო, რომლისთვისაც $k \neq 0$, უწოდებენ საკუთრივ II ტიპის სიმბოლოს.

მოვიყვანოთ II ტიპის შემამოკლებელი სიმბოლოს რამოდენიმე მაგალითი (ცხადია, ზევით მოყვანილი I ტიპის სიმბოლოების მაგალითები აქაც გამოდგებიან).

1. $t \text{ — } \forall x(x = x)$

2. $[A \subseteq B] \text{ — } \forall x[x \in A \rightarrow x \in B]$, აქ A და B ნებისმიერი ტერმებია, და x ნებისმიერი ისეთი საგნობრივი ცვლადია, რომელსაც არ აქვს თავისუფალი შემოსვლები A და B ტერმებში.

III ტიპის შემამოკლებელი სიმბოლოები

T_s სიმბოლოთი აღნიშნოთ თეორია, რომლის აღფაბეტიც მიიღება T თეორიის აღფაბეტისაგან S_T^{n+1} ჩასმის ოპერატორის დამატებით $n = 1, 2, \dots, n$ (S_T^{n+1} აღნიშვნის ნაცვლად ხანდახან ვისარგებლებთ S^{n+1} აღნიშვნით). შემამოკლებელი სიმბოლო არის III ტიპის თუ სრულდება შემდეგი პირობები:

(ა) შემამოკლებელი სიმბოლოს განსაზღვრის მარჯვენა მხარე არის T_s თეორიის ფორმა, რომელიც შედგენილია $a_1 \dots a_m A_1 \dots A_n$ მეტაცვლადების გამოყენებით ისე, რომ თითოეული მათგანი შედის ამ ფორმაში, და ყველა ცხადი სახით არსებული კვანტორული ასოები და ასევე $a_1 \dots a_m$ მეტაასოები დაბმულები არიან. ამას გარდა მოიძებნება $1, 2, \dots, n$ მიმდევრობის ისეთი ქვემიმდევრობა $n_1 \dots n_l$, რომ ყოველი $A_{n_1} \dots A_{n_l}$ მეტაცვლადი იმყოფება ისეთი კვანტორის მოქმედების არეალში, რომელის ოპერატორულ ასოთა შორის გვხვდებიან $a_1 \dots a_m$ მეტაასოები და მხოლოდ ისინი, და დანარჩენი A_j მეტაცვლადები არ იმყოფებიან კვანტორის მოქმედების არეში. ამასთან, $n_1 \dots n_l$ მიმდევრობა ცარიელია მაშინ, და მხოლოდ მაშინ, როცა $m = 0$.

(ბ) თუ $a'_1, \dots, a'_m$ არის $a_1 \dots a_m$ მეტაცვლადების მნიშვნელობების ნებისმიერი სისტემა და $B' \approx (a'_1, \dots, a'_m /_{:s} a_1 \dots a_m)B$, მაშინ თუ a არის B' გამოსახულების ისეთი ასო, რომელიც შეესაბამება B ფორმის კვანტორულ ასოს, და a^* არის B' გამოსახულების ისეთი ასო, რომელიც არის რომელიმე a'_j ასოს ჩასმითი შემოსვლა, მაშინ არცერთი a და a^* ასოებიდან არ მოქმედებს მეორეზე.

(დ) ვთქვათ T თეორიის რაიმე გაფართოებაა T_α , რომელიც არ შეიცავს ჩასმის ოპერატორულ ნიშანს, და α არის $a_1 \dots a_m A_1 \dots A_n$ მეტაცვლადების მნიშვნელობების ნებისმიერი სისტემა T_α თეორიის მიმართ. მაშინ T_α თეორიის ფორმა, რომელიც მიიღება შემამოკლებელი სიმბოლოს განსაზღვრის მარცხენა მხარეში α სისტემის ჩასმით და T_α თეორიის B^* ფორმას, რომელიც აღნიშნავს B_r' ფორმას, აქვთ თავისუფალი კვანტორული ასოების ერთნაირი სისტემა. სადაც B_r' არის T_{ar} თეორიის ფორმა, რომელიც მიიღება B ფორმისგან, მასში ჩასმის ნებისმიერი ოპერატორული ნიშნის იგივე წონის პირდაპირი ჩასმის ოპერატორული ნიშნით შეცვლით და შემდეგ მიღებულში α სისტემის ჩასმით.

მტკიცდება, რომ I ტიპის შემამოკლებელი სიმბოლო არის აგრეთვე მესამე ტიპის შემამოკლებელი სიმბოლო. ისეთი III ტიპის შემამოკლებელ სიმბოლოს, რომელიც არაა I ტიპის, ეწოდება საკუთრივ III მესამე ტიპის შემამოკლებელი სიმბოლო. კერძოდ ესეთია შემდეგი ტიპის შემოკლება: $\exists X A \text{---} (\tau X A / X) A$, სადაც X ნებისმიერი კვანტორული საგნობრივი ასოა, A ნებისმიერი ფორმულაა, და τX არის ნაწარმოები ან ძირითადი ლოგიკურ სუბსტანციური კვანტორი. ეს შემამოკლებელი სიმბოლო, ცხადია, არ არის არც I ტიპის და არც II ტიპის.

IV ტიპის შემამოკლებელი სიმბოლოები

შემამოკლებელი სიმბოლო არის IV ტიპის თუ სრულდება შემდეგი პირობები:

(ა1s) შემამოკლებელი სიმბოლოს განსაზღვრის მარჯვენა მხარე არის T_ξ თეორიის ფორმა, რომელიც შედგენილია $a_1 \dots a_m A_1 \dots A_n b_1 \dots b_k$ მეტაცვლადების გამოყენებით ისე, რომ თითოეული მათგანი შედის ამ ფორმაში, სადაც b_i არის მეტაასო რომელიც მნიშვნელობებს იღებს ან რომელიმე ტიპის კვანტორული ასოების კლასიდან ან რაიმე ტიპის ცვლადის კლასიდან. ($i = 1, 2, \dots, k$) ამას გარდა, B ფორმის ყოველი კვანტორული ასო, რომელიც ცხადი სახითაა მასში, და ასევე მეტასოები $a_1 \dots a_m, b_1 \dots b_k$ არიან დაბმულები. და კიდევ, არსებობს $(1, 2, \dots, n)$ მიმდევრობის ისეთი ქვემიმდევრობა $n_1 \dots n_l$, რომ $A_{n_1} \dots A_{n_l}$ მეტაცვლადებიდან ნებისმიერი იმყოფება ისეთი კვანტორების მოქმედების ქვეშ, რომელთა ოპერატორულ ასოებს შორის არიან $a_1 \dots a_m$

მეტაასოები და ამათ გარდა მხოლოდ ზოგიერთი $b_1 \dots b_k$ მეტაასოებიდან შეიძლება შეგვხდეს მითითებული კვანტორების ოპერატორულ ასოთა შორის, და დანარჩენი A_j შეიძლება იყოს მხოლოდ ისეთი კვანტორების მოქმედების არეში, რომლის ოპერატორულ ასოებშიც $b_1 \dots b_k$ მეტაცვლადებიდან მხოლოდ ზოგიერთი გვხვდება. $n_1 \dots n_l$ მიმდევრობა მაშინ, და მხოლოდ მაშინ არის ცარიელი, როცა $m = 0$, და ბოლოს, $b_1 \dots b_k$ მიმდევრობაში b_j მეტაასოებს, რიგი ბუნებრივად ისაზღვრება შემამოკლებელი სიმბოლოს განსაზღვრის მარჯვენა მხარეში, მათი შემოსვლის რიგით.

(ბ₅) თუ $a'_1, \dots, a'_m$ არის $a_1 \dots a_m$ მეტაცვლადების მნიშვნელობების ნებისმიერი სისტემა და $B' \approx (a'_1, \dots, a'_m / \vdash a_1 \dots a_m)B$, მაშინ თუ a არის B' გამოსახულების ისეთი ასო, რომელიც შეესაბამება B ფორმის კვანტორულ ასოს, და a^* არის ასო B' გამოსახულების სიეთი ასო, რომელიც არის რომელიმე a'_j ასოს ჩასმითი შემოსვლა, მაშინ არცერთი a და a^* ასოებიდან არ მოქმედებს მეორეზე.

(გ) $b_1 \dots b_k$ მეტაცვლადები, სხვა მეტაცვლადებისგან განსხვავებით, თავის მნიშვნელობებს არ იღებენ სხვა მეტაცვლადებისგან დამოუკიდებლად. ანუ, $a_1 \dots a_m A_1 \dots A_n b_1 \dots b_k$ მეტაცვლადების $a'_1, \dots, a'_m, A'_1, \dots, A'_n, b'_1, \dots, b'_k$ მნიშვნელობათა სისტემა დაშვებადია მაშინ, და მხოლოდ მაშინ, როცა სრულდება შემდეგი ორი პირობა (გ₁) $b'_1, \dots, b'_k$ ასოები განსხვავდებიან ერთმანეთისგან და $a'_1, \dots, a'_m$ ასოებისგან, ამის გარდა, ისინი არ არიან თავისუფალი ასოები $A'_1, \dots, A'_n$ ფორმებისა, და არცერთ მათგანს არ აქვს შემოსვლა T_s თეორიის მეტაცვლადებისგან შედგენილ B ფორმაში. (გ₂) $b'_1, \dots, b'_k$ ასოების ინდექსები არიან მინიმალურები. (იგულისხმება რომ $a'_1, \dots, a'_m$ ასოებისა და $A'_1, \dots, A'_n$ ფორმების არჩევის შემდეგ (გ₁) და (გ₂) პირობებით ცალსახად განისაზღვრება ჯერ b'_1 , შემდეგ ისევ (გ₁) და (გ₂) პირობების გამოყენებით ცალსახად განისაზღვრება b'_2 და ა.შ.)

(დ₁) ვთქვათ T თეორიის რაიმე გაფართოებაა T_α , რომელიც არ შეიცავს ჩასმის ოპერატორულ ნიშანს, და α არის $a_1 \dots a_m A_1 \dots A_n, b_1 \dots b_k$ მეტაცვლადების მნიშვნელობათა ნებისმიერი სისტემა T_α თეორიის მიმართ, მაშინ T_α თეორიის ფორმა, რომელიც მიიღება შემამოკლებელი სიმბოლოს განსაზღვრის მარცხენა მხარეში α

სისტემის ჩასმით და T_α თეორიის B^* ფორმას, რომელიც აღნიშნავს B_r' ფორმას, აქვთ თავისუფალი კვანტორული ასოების ერთნაირი სისტემა. სადაც B_r' არის T_{ar} თეორიის ფორმა, რომელიც მიიღება B ფორმისგან მასში ყოველი ჩასმის ოპერატორული ნიშნის იგივე წონის პირდაპირი ჩასმის ოპერატორული ნიშნით შეცვლის და შემდეგ მიღებულში α სისტემის ჩასმის შედეგად.

ადვილი დასანახია, რომ ყველა III ტიპის სიმბოლო არის ისეთი IV ტიპის სიმბოლო რომელშიც $k = 0$. ამასთან, ცხადია ისიც, რომ ყველა I ტიპის შემამოკლებელი სიმბოლო ამავდროულად IV ტიპის სიმბოლოცაა.

V ტიპის შემამოკლებელი სიმბოლოები

შემამოკლებელი სიმბოლო არის V ტიპის თუ სრულდება შემდეგი პირობები:

(ა2) განსაზღვრის მარჯვენა მხარე B არის მეტამათემატიკური გამოსახულებაა, რომელიც შეიცავს ზუსტად $a_1 \dots a_m A_1 \dots A_n$ მეტაცვლადებს, და რომელიც გახდება T თეორიის ცალსახად განსაზღვრული ფორმა მასში $a_1 \dots a_m A_1 \dots A_n$ მეტაცვლადების მნიშვნელობათა ნებისმიერი სისტემის ჩასმით. ამას გარდა, საბოლოოდ, ფორმაში შეიძლება გვხვდებოდეს მხოლოდ ისეთი შემამოკლებელი სიმბოლოები და ძირითადი ან ნაწარმოები ოპერატორები რომლებიც არიან ან B გამოსახულებაში, ან $a_1 \dots a_m A_1 \dots A_n$ მეტაცვლადების მნიშვნელობების განხილულ სისტემაში.

(დ2) ვთქვათ α არის $a_1 \dots a_m A_1 \dots A_n$ მეტაცვლადების მნიშვნელობათა რაიმე სისტემა T თეორიის მიმართ, მაშინ α სისტემის ჩასმით განსაზღვრაში, T თეორიის ფორმას, რომელიც განსაზღვრის მარცხენა მხარეში მიიღება და T თეორიის ფორმას, რომელიც განსაზღვრის მარჯვენა მხარეში მიიღება და აღინიშნება B' გამოსახულებით, აქვთ თავისუფალი ასოების ერთიდაიგივე სისტემა.

(ე2) თუ $a'_1, \dots, a'_m, A'_1, \dots, A'_n$ და $a''_1, \dots, a''_m, A''_1, \dots, A''_n$, არიან $a_1 \dots a_m A_1 \dots A_n$ მეტაცვლადების მნიშვნელობათა ისეთი სისტემები, რომ $A'_i \simeq A''_i$ ($i = 1, 2 \dots n$), მაშინ ამ სისტემების განსაზღვრის მარჯვენა მხარეში ჩასმით მიღებული ფორმები კონგრუენტულია. (“ $\simeq$ ” აღნიშნავს კონგრუენტულობას, A და B ფორმებს ეწოდებათ

კონგრუენტულნი, თუ მათ აქვთ ერთნაირი სიგრძე, და კანონიკური ასახვისას (ასახვას ერთნაირი სიგრძის A და B ფორმებს შორის ეწოდება კანონიკური, თუ A გამოსახულების i -ურ სიმბოლოს შეესაბამება B გამოსახულების i -ური სიმბოლო) A გამოსახულების ყოველ დაბმულ ასოს შეესაბამება B გამოსახულების იგივე ტიპის ასო და A გამოსახულების ყოველ თავისუფალ ასოს შეესაბამება B გამოსახულების იგივე ასო).

VI ტიპის შემამოკლებელი სიმბოლოები

შემამოკლებელი სიმბოლო არის V ტიპის თუ სრულდება შემდეგი პირობები:

(ა3) განსაზღვრის მარჯვენა მხარე B არის მეტამათემატიკური გამონათქვამი, რომელიც შეიცავს ზუსტად $a_1 \dots a_m A_1 \dots A_n b_1 \dots b_k$ მეტაცვლადებს, და რომელიც გახდება T თეორიის ცალსახად განსაზღვრული ფორმა მასში $a_1 \dots a_m A_1 \dots A_n b_1 \dots b_k$ მეტაცვლადების ნებისმიერი მნიშვნელობების სისტემის ჩასმისას. ამას გარდა, საბოლოოდ ფორმაში შეიძლება გვხვდებოდეს მხოლოდ ისეთი შემამოკლებელი სიმბოლოები და ძირითადი ან ნაწარმოები ოპერატორები რომლებიც არიან B -ში ან $a_1 \dots a_m A_1 \dots A_n$ მეტაცვლადების მნიშვნელობების განხილულ სისტემაში. ამას გარდა b_i არის მეტაასო, რომლის მნიშვნელობათა არის ან ყველა რაიმე კვანტორულ ასოთა კლასი, ან რაიმე ტიპის ყველა ცვლადის კლასი.

(გ*) $b_1 \dots b_k$ მეტაცვლადები, სხვა მეტაცვლადებისგან განსხვავებით, თავის მნიშვნელობებს არ იღებენ სხვა მეტაცვლადებისგან დამოუკიდებლად.

$a'_1, \dots, a'_m, A'_1, \dots, A'_n, b'_1, \dots, b'_k$, $a_1 \dots a_m A_1 \dots A_n b_1 \dots b_k$ -ის მნიშვნელობების სისტემა დაშვებადია მაშინდა მხოლოდ მაშინ როცა სრულდება შემდეგი ორი პირობა:

(გ1*) $b'_1, \dots, b'_k$ ასოები განსხვავდებიან ერთმანეთისგან და $a'_1, \dots, a'_m$ -სგან, ამის გარდა არ არიან თავისუფალი ასოები $A'_1, \dots, A'_n$ ფორმებისა, და არცერთ მათგანს არ აქვს შემოსვლა მეტამათემატიკურ გამონათქვამ B -ში.

(გ2*) $b'_1, \dots, b'_k$ -ის ინდექსები არიან მინიმალურები.

(დ3) ვთქვათ α არის $a_1 \dots a_m A_1 \dots A_n$ მეტაცვლადების მნიშვნელობების რაიმე სისტემა T -ს მიმართ, მაშინ α -ს ჩასმით განსაზღვრაში, T თეორიის ფორმას რომელიც

განსაზღვრის მარცხენა მხარეში მიიღება და T თეორიის ფორმას რომელიც განსაზღვრის მარჯვენა მხარეში მიიღება, აქვთ თავისუფალი კვანტორული ასოების ერთიდაიგივე სისტემა.

(ეჰ) თუ $a'_1, \dots, a'_m, A'_1, \dots, A'_n, b'_1, \dots, b'_k$ და $a''_1, \dots, a''_m, A''_1, \dots, A''_n, b''_1, \dots, b''_k$, $a_1 \dots a_m A_1 \dots A_n$ -ის მეტაცვლადების მნიშვნელობათა ისეთი სისტემებია რომ $A'_i \simeq A''_i$ $i = 1, 2 \dots n$, მაშინ ამ სისტემების განსაზღვრის მარჯვენა მხარეში ჩასმით მიღებული ფორმები კონგრუენტულია.

კავშირი სხვადასხვა ტიპის შემამოკლებელ სიმბოლოებს შორის

როგორც სხვადასხვა ტიპის შემამოკლებელი სიმბოლოების განსაზღვრისას უკვე ავღნიშნეთ, ამა თუ იმ ტიპის შემამოკლებელი სიმბოლო აგრეთვე შეიძლება იყოს სხვა ტიპის შემამოკლებელი სიმბოლოც. ის ფაქტი, რომ A ტიპის შემამოკლებელი სიმბოლო არის B ტიპისაც, ჩავწეროთ შემდეგნაირად $A \rightarrow B$. $A \rightarrow B$ და $B \rightarrow C$ ჩანაწერის მაგივრად ჩავწეროთ

$A \rightarrow B \rightarrow C$.

IV $\leftarrow$ II $\leftarrow$ I $\rightarrow$ III $\rightarrow$ IV

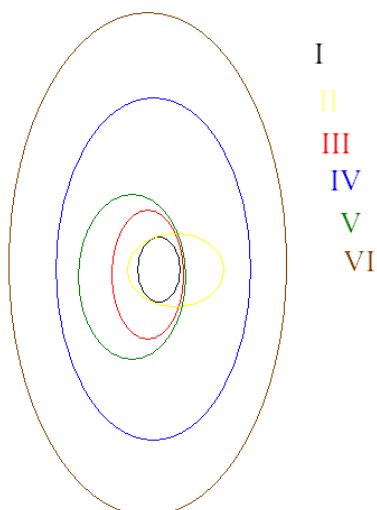
მტკიცდება რომ ადგილი აქვს

$\downarrow$ $\downarrow$

შემდეგს:

V $\rightarrow$ VI

ანუ, ადგილი აქვს შემდეგს სიმრავლურ დიაგრამას



ზოგი ჩართვა ტრივიალურია, მაგალითად:

$I \rightarrow II$ ეს ცხადია თუ $k = 0$.

ასევე ცხადია, რომ $III \rightarrow IV$.

$II \rightarrow IV$. ეს იმიტომ რომ II პირობების

შესრულების შემთხვევაში სრულდება

(დ1). არც სხვა ჩართვების მართებულობის ჩვენებაა რთული და ჩვენი მიზნებისთვის აუცილებელი, ამიტომ არ გავაკეთებთ ამას.

არსებობს კიდევ, ეგრეთ წოდებული მეშვიდე ტიპი, თუმცა მან დიდი გამოყენება ვერ ჰპოვა. ჩვენი წინასწარი დაკვირვებით და აზრით ბუნებრივ ენაში ხშირი უნდა იყოს მსგავსი ტიპის შემამოკლებელი სიმბოლოები. თუ ვთქვათ ენაში არ გვაქვს საკუთრივ კონსტანტები მაგრამ გვაქვს ცვლადები, საკუთრივი კონსტანტების შემოსატანად ხშირად იყენებენ შემდეგნაირ განსაზღვრას რომელიც პროპოზიციული კონსტანტის არ ქონის შემთხვევაში პროპოზიციული ცვლადებით განსაზღვრავს პროპოზიციული კონსტანტას. მაგალითად $t \text{ — } pV - p \quad f \text{ — } p \wedge -p$.

3. აღნიშვნათა თეორიისა და ქართული ენისა და აზროვნების მათემატიკური თეორიის შემუშავების ამოცანის ურთიერთკავშირები

რას გვულისხმობთ, როდესაც ვსაუბრობთ ბუნებრივი ენისა და აზროვნების მათემატიკური თეორიის შემუშავებაზე? – ეს გულისხმობს ამ ბუნებრივის ენისა და ამ ენით მოცემული აზროვნების იზომორფული თეორიის შემუშავებას. ამასთან, ის, რომ ეს შესაძლებელია ქართული ენისთვის, ემყარება ქართული ენის სიტყვების მათემატიკური აღწერის უკვე საკმარისი ძალით დადასტურებულ შესაძლებლობას. კერძოდ, აქ საუბარია ქართული ენის სიტყვების ოპერატორულ აღწერაზე ადგილიანობის, ადგილის ტიპისა და აღსაწერი სიტყვის, როგორც ოპერატორის, მნიშვნელობათა ტიპის მიხედვით. გასაგებია, რომ ამგვარად აღწერილი სიტყვების საფუძველზე ენის სწორად აგებული ენობრივი გამოსახულებების სიმრავლის მეაცრ მათემატიკურ განსაზღვრებებში მოქცევა სირთულეს აღარ წარმოადგენს. ამასთან, ასეთი მიდგომებით ენა ტიპობრივად სრულად აღწერილიად ითვლება თუ მოვიძიებთ ენის სიტყვებისთვის მახასიათებელ ტიპთა სრულ ბადეს. ე.ი. თუ ენის ნებისმიერი სიტყვისთვის გვექნება საშუალება იმის თქმისა, რომ იგი უკვე აღწერილი რომელიმე α ტიპისაა. ენის ამგვარი აღწერა უშუალოდ იძლევა შესაბამისი ბუნებრივი ენის

იზომორფული ფორმალური ენის, ანუ იზომორფული მათემატიკური ენის გააზრების საშუალებას, და თან ისე, რომ პირველსაწყისი ბუნებრივი ენა მისი იზომორფული ფორმალური ენის ერთ-ერთ ინტერპრეტაციად შეიძლება იქნეს განხილული.

ენის სიტყვების სრული ტიპობრივ აღწერის შემთხვევაში შეიძლება სწორად აგებული ენობრივი გამოსახულების ცნების შემოტანა, როგორც ბუნებრივ ენაში, ისე მისი იზომორფული აღწერის შედეგად მიღებული ბუნებრივ ფორმალურ ენაში შემდეგი რეკურსული განსაზღვრით:

1. ბუნებრივი ენის სიტყვა ბუნებრივი ენის სწორად აგებული გამოსახულებაა, თუ იგი ნულადგილიანი სიტყვაა, ან თუ მისი ნებისმიერი ადგილი დაკომპლექტებულია ამ ადგილის ტიპის მანიშნებელი სიმბოლოთი, ან ამ ადგილის ტიპის რომელიმე სწორი ენობრივი გამოსახულებით. სწორად აგებული ენობრივი გამოსახულება არის იმდენ ადგილიანი, რამდენი სხვადასხვა ტიპის აღმნიშვნელი, სხვადასხვაგვარად ინდექსირებული სიმბოლოც, ამ ენობრივ გამოსახულებაში გვხვება. თითოეული ადგილის ტიპი განსაზღვრულია ამ ადგილის აღმნიშვნელი ტიპის განმსაზღვრელი სიმბოლოს ტიპით, ხოლო სწორი გამოსახულების მნიშვნელობათა ტიპი, ბუნებრივად განისაზღვრება ამ სწორი გამოსახულების განმსაზღვრელი თავი-ოპერატორის მნიშვნელობათა ტიპით.

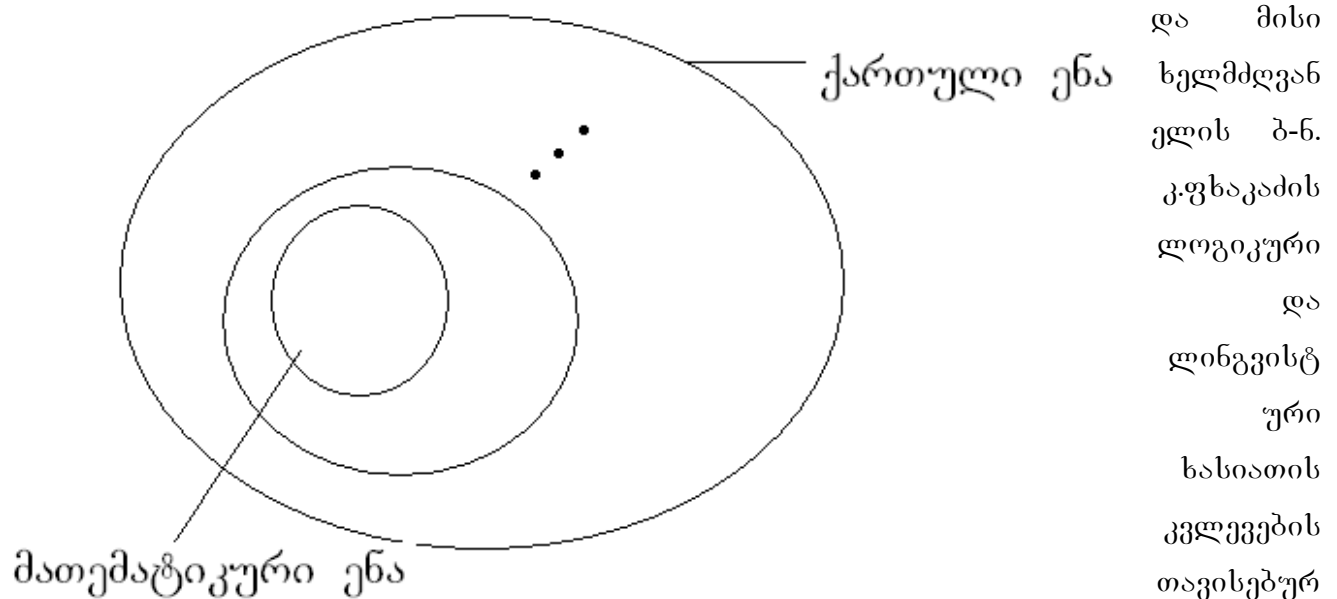
2. თუ α^n არის n ადგილიანი სწორად აგებული გამოსახულება და $\beta_1, \dots, \beta_n$ არიან სწორად აგებული გამოსახულებები და თუ ამასთან $T(\alpha^n, i) = T(\beta_i)$, (ანუ, თუ α^n გამოსახულების i -ური ადგილის ტიპი ემთხვევა β_i გამოსახულების ტიპს) მაშინ $\alpha^n \beta_1, \dots, \beta_n$ არის სწორად აგებული გამოსახულება. – ამ განსაზღვრით ჩვენ ვღებულობთ ტიპობრივად სრულად აღწერილი ბუნებრივი ენის ყველა სწორად აგებულ გამოსახულებათა სიმრავლეს.

როგორც ბუნებრივი ქართული ენის პირდაპირი ფორმალურ-ლოგიკური აღწერის პირველმა შედეგებმა აჩვენა, არ არის არსებითი განსხვავება ბუნებრივი ქართული ენისთვის ბუნებრივად დამახასიათებელ ფორმალიზმსა და ფრეგე-ფხაკაძისეულ ხელოვნური მათემატიკურ ენების ფორმალიზმებს შორის.

უფრო მეტიც, ჩვენ მივიჩნევთ, რომ ხელოვნურად წოდებული მათემატიკური ენაც ადამიანში ბუნებრივად არსებობს ქვეცნობიერი ენობრივი სისტემის სახით. ამგვარად, დღეს ქართული ენის მათემატიკური თეორიის შემუშავების მიზნით მუშაობა წარმოებს შემდეგი ენობრივი მსოფლხედვის გასწვრივ:

ჩვენ ერთმანეთისგან განვარჩევთ ადამიანში ბუნებრივად არსებულ ცნობიერი და ქვეცნობიერი საფეხურის ენობრივ სისტემებს. ამასთან, ჩვენი მიდგომებით ქვეცნობიერი საფეხურის ბუნებრივი ენობრივი სისტემა ისეთი ფრეგესეული მათემატიკური ენაა, რომელიც აღჭურვილია რა პროფ. შ. ფხაკაძისეული ფორმალური აღნიშვნათა თეორიით განსაზღვრული შესაძლებლობებით, თანდათანობითი ენობრივი გაფართოებებით ცნობიერ ენობრივ შრეში ქართულ ენაზე გამოდის.

ეს არის ის ენობრივი მსოფლხედვა, რაც ძირეულად განსაზღვრავს ჩვენი ჯგუფისა



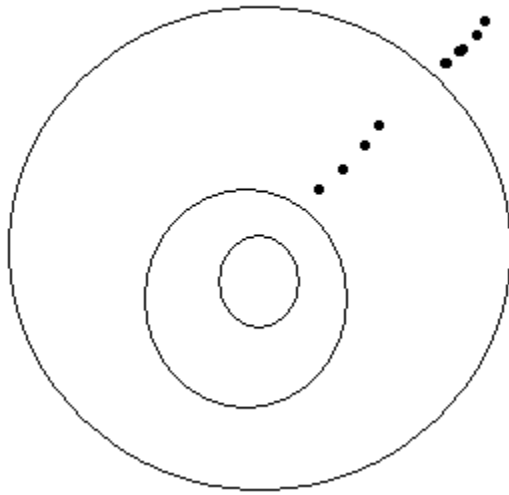
ებებს. ამასთან, გასაგებია, რომ ამგვარი ენობრივი მსოფლხედვის ჩამოყალიბება არსებითად განპირობებულია იმ დამატებითი ფორმალური შესაძლებლობებით, რასაც ზოგადად ფრეგესეულ მათემატიკური ფორმალიზმს პროფ. შ. ფხაკაძისეული აღნიშვნათა თეორია მატებს. – ამ ხედვების გამოა, რომ მათემატიკურ ენაზე თარგმნის მონტეგიუსეული ამოცანა, ქართულისთვის შეიცვალა მათემატიკურ ენაზე დაყვანის ამოცანით.

თემის დასკვნით ნაწილში მოყვანილი იქნება კონკრეტული მაგალითები. ახლა კი ისევ შედარებით ზოგადი მოსაზრებები: თუ ქართულ ენას შევხედავთ როგორც ზემოაღწერილი საკმარისად ზოგადი T მათემატიკური ენის რომელიღაც, ვთქვათ მე- n -ე გაფართოებას, მაშინ, ცხადია, არსებობს შემამოკლებელი სიმბოლოები, რომლებიც ბოლო, ანუ გაფართოების $n - 1$ ეტაპზე დაემატა ენას. ამასთან, ცხადია, რომ მანამდე არსებული ენაც ქართული ენის ნაწილია და, ცხადია ისიც, რომ იგი ქართული ენის განვითარების წინა ეტაპია.

ზემოთ ჩვენ საუბარი გვქონდა აზროვნების ქვეცნობიერ შრეზე და მის შესაბამის ენობრივ სისტემაზე. ქართულში ქვეცნობიერი აზროვნების შრის და მისი შესაბამისი ენობრივი სისტემის პრედიკატული სიმბოლოებად როგორც ცანს კ. ფხაკაძისეული წინარე ზმნური სემანტიკური ერთეულებია. დავაზუსტოთ ეს მეტად მნიშვნელოვანი ცნება: ზმნური სიტყვების არსებითი სპეციფიურობა იმაში მდგომარეობს, რითაც ისინი გარკვეულად გასაგებ, უზოგადეს, ენობრივ აზროვნებით მიმართებაში აყენებენ ამავე აზროვნებით სისტემაში სხვადასხვა ტიპის სახელებით გათავისებულ და გაგებულ სამსჯელო საგნობრივ შინაარსებს და იმისდა მიხედვით, თუ რამდენი სახელი ყენდება კონკრეტულ აზროვნებით მიმართებითი აზრობრივ მიმართებაში, განისაზღვრება ამ წინარე ზმნური ერთეულის ადგილიანობა. მაგალითად: წინარე ზმნური ერთეულია “წერა”. იგი ორადგილიანია, რაც ემყარება უზოგადეს გაგებას იმისა, რომ “ვიღაცა უნდა წერდეს” და, შესაბამისად, “რადაც უნდა იწერებოდეს” – ამათ გარეშე “წერა” არ გაიგება. მეორე მაგალითი: “ცხოვრება”, იგი ცხადია, იგივე მიზეზის გამო, რატომაც “წერა” არის ორადგილიანი, ერთადგილიანი წინარე ზმნური სემანტიკური ერთეულია. ყველა სახელზმნა, ამავედროულად, არის წინარე ზმნური სემანტიკური ერთეული, მაგრამ არიან ისეთი წინარე ზმნური სემანტიკური ერთეულებიც, რომლებიც არ არიან ენაში, თუმცა მათგან ნაწარმოები ზმნები ენის სრულფასოვანი შემადგენლებია. ამგვარად გამოდის, რომ ზმნები მათი წინარე ზმნური ერთეულისგან გაკეთებული შემამოკლებელი ფორმებია.

სამაგალითოდ განვიხილოთ იქნება, ქართული ენის ფრაგმენტი როგორც რომელიღაც გაფართოების ეტაპზე მყოფი T ენა, და ამ ენაში ზმნები იქნებიან აღფაბეკში, და განვიხილავთ რამოდენიმე შემოკლებას, ამ შემოკლებით მიღებულ შემამოკლებელ

სიმბოლოს ამოვიღებთ ალფაბეტიდან თუ ის იყო ალფაბეტში, ანუ ფაქტიურად დავაღოთ გაფართოების ერთი საფეხურით დაბლა მყოფ ენაზე, და თუ არ იყო ალფაბეტში დავამატებთ მას და ავაღოთ გაფართოების ერთი საფეხურით მაღლა მყოფ ენაზე. ანუ თვითონ ქართულშიც გვაქვს გარკვეული შრეები.



1. შემამოკლებელი სიმბოლოები ქართულ ენაში

გადავიდეთ თემის დასკვნით და მთავარ ნაწილზე. რას ნიშნავს ქართულში შემამოკლებელი სიმბოლოები? შემამოკლებელი სიმბოლოები ჩვენ განვსაზღვრეთ T თეორიისათვის, T თეორიის ენა არის საკმაოდ ზოგადი და მოხერხებული ბევრი რამისთვის. ჩვენ შეგვიძლია შევხედოთ ქართული ენის რაღაც ნაწილს როგორც T ენის რომელიღაც გაფართოებით მიღებულს.

1. საგნობრივი ცვლადები

ვაშლი, მსხალი, ბურთი, ხე, ...

ყველა არსებითი სახელი ჩავარდება ამ სიაში, ანუ ყველა არსებითი სახელი არის საგნობრივი ცვლადი.

საგნობრივი კონსტანტები

ვაშლი, მსხალი, ბურთი, ხე, ...

ყველა არსებითი სახელი ჩავარდება ამ სიაში, ანუ ყველა არსებითი სახელი არის საგნობრივი კონსტანტა.

როგორც ხედავთ თითოეული არსებითი სახელი კონსტანტაც არის და ცვლადიც, გაუგებრობა რომ არ მომხდარიყო ჩვენ შეგვეძლო საგნობრივი კონსტანტები აღგვენიშნა შემდეგნაირად: ვაშლი', მსხალი', ბურთი', ხე'... . მოვიყვანოთ მაგალითები წინადადებისა სადაც ერთი და იგივე სახელი ერთ შემთხვევაში იქნება ცვლადი, ხოლო მეორე შემთხვევაში კონსტანტა. **ხე მცენარეა.** ამ წინადადებაში ცხადია **ხე** არის ცვლადი, და განსაზღვრულია იგი ყველა ხეების სიმრავლეზე. **მეტყველებ მოჭრა ხე.** ამ წინადადებაში ცხადია **ხე** არის კონსტანტა და აღებულია იგი ყველა ხეების სიმრავლიდან.

2. ლოგიკური ოპერატორები

რელაციური ლოგიკური ოპერატორები

ან, ან...ან, და, თუ...მაშინ, მაშინ...როცა, მაგრამ, არ,...

სუბსტანციური ლოგიკური ოპერატორები

ვინც, რაც, რომელიც, ...

3. n ადგილიანი პრედიკატები $n = 1, 2, 3, 4 \dots$ (ჩვენ კი არ შეგვიზღუდია პრედიკატები ადგილიანობით მაგრამ, ენაში 4-ზე მეტ ადგილიანი პრედიკატის მაგალითი ჯერ ჩემთვის და ალბათ არა მარტო ჩემთვის, უცნობია).

გწერ, ჭამს, წერს, ცემს, დაწერა, მომიტანა, წავიდა, ...

ამ სიაში მოხდვდება ყველა ზმნა. ჩვენ აქ გვიწერია ისე როგორც ბუნებრივ ენაში შეგვხდებოდა ისეთი ფორმით. უფრო სწორი იქნებოდა რომ დაგვეწერა შემდეგნაირად: **(გწერ)³, (ჭამს)², (წერს)², (ცემს)², (დაწერა)², (მომიტანა)³, (წავიდა)¹...**

ადგილიანობის მაჩვენებელი მიწერელია იმის მიწერილია შემდეგი წესით: რამდენ

სამსჯელო საგანსაც ითხოვს ზმნა იმდენია მისი ადგილიანობა. მაგალითად. **გჭამ მე საჭმელს.** აქ გჭამ ითხოვს ორ სამსჯელო საგანს, ვინ ჭამს და რას ჭამს. აქ შეიძლება შემომედავოთ და მითხრათ რომ **გჭამ** არ ითხოვს ორ სამსჯელო საგანს და ითხოვს მხოლოდ ერთს ანუ **საჭმელი** ზედმეტი. ეს გამოწვეული ამ წინადადების შინაარსის გამო, იმიტომ რომ როცა ადამიანი ჭამს ძალიან ბუნებრივია რომ არ დაფიქსირდეს რას ჭამს ის და ეს ისედაც ნათელია და გაგებადობა არ ირღვევა თუ არ დავაფიქსირებთ საჭმელს. ჩვენს ჩამონათვალში არის **(გწერ)³** და **(წერს)²**, რატომ

არის ერთი 3 ადგილიანი და მეორე ორადგილიანი, როცა ფაქტიურად ისინი ერთდაიგივე ზმნებია სხვადასხვა პირში, უფრო ნათელი რომ იყოს რისი თქმა მინდა განვიხილავ **(წერს)³** და **(წერს)²** ზმნებს, ანუ აქ უკვე პირთა შორის განსხვავებაც არ არის. რატომ არის ერთი 3 ადგილიანი და მეორე 2 ადგილიანი? პასუხი ესეთია, ესენია სხვადასხვა ზმნები რომლებიც უბრალოდ ერთნაირად იწერება და მათი გარჩევა ხდება მათი ადგილიანობით. **წერს ის წერილს დათოს. და გიორგი წერს საკონტროლოს.** ამ მაგალითებიდან ჩანს რომ საქმე გვაქვს ორ სხვადასხვა ზმნასთან, რომელთაგან ერთი მოითხოვს სამ სამსჯელო და საგანს და მეორე ორ სამსჯელო საგანს და შესაბამისად ისინი არიან 3 და 2 ადგილიანი პრედიკატები.

4. **n-ადგილიანი ფუნქციონალური სიმბოლოები.**

წითელი, მწვანე, ლამაზი, მახინჯი,...

ანუ ყველა ზედსართავი სახელი ჩავარდება ამ სიაში. ყველა ეს ფუნქციონალური სიმბოლო არის ერთადგილიანი. რატომ არიან ზედსართავი სახელები ფუნქციები? ზედსართავი სახელის მოქმედება სახელზე გვაძლევს ისევ სახელს, მაგალითად თუ საგანი იყო ვაშლების სიმრავლიდან, ანუ იყო ვაშლი, და მასზე ვიმოქმედეთ ჩვენ ზედსართავი სახელით წითელი მივიღეთ, საგანი უკვე წითელი ვაშლების სიმრავლიდან, ანუ წითელი ვაშლი. სიმრავლურ ინტერპრეტაციაში ზედსართავი სახელი არის ფუნქცია რომელიც მიიღება თანაკვეთის ორადგილიანი ფუნქციიდან მაში ერთ ადგილის დაფიქსირებით, მაგალითად წითელი ვაშლი = {წითელი}{**წ**ვაშლი} სადაც {წითელი} აღნიშნავს წითელი საგნების სიმრავლეს და {ვაშლი} აღნიშნავს ვაშლების სიმრავლეს. ზედსართავი სახელი როგორც ფუნქცია თუ მოქმედებს სახელზე როგორც ცვლადზე შედეგად გვაძლევს ისევ ცვლადს, მაგრამ შედეგის განსაზღვრის არე არის ცვლადის განსაზღვრის არის თანაკვეთა ამ ზედსართავის სახელის თვისების მქონე საგნების სიმრავლესთან და თუ ზედსართავი სახელი როგორც ფუნქცია თუ მოქმედებს სახელზე როგორც კონსტანტაზე შედეგად გვაძლევს ისევ კონსტანტას, მაგრამ შედეგი არის უკვე ამ ზედსართავის სახელის თვისების მქონე საგნების სიმრავლისა და იმ სიმრავლის, რომლიდანაც იღებდა კონსტანტა მნიშვნელობას, თანაკვეთიდან. მაგალითად. ვაშლი ტკბილია. აქ ვაშლი ცვლადია და განსაზღვრულია ვაშლების სიმრავლეზე, წითელი ვაშლი ტკბილია. აქ ცვლადია წითელი ვაშლი და განსაზღვრულია წითელი ვაშლების სიმრავლეზე.

ვაშლი გაგორდა. აქ ვაშლი კონსტანტაა ვაშლების სიმრავლიდან. წითელი ვაშლი გაგორდა. აქ წითელი ვაშლი კონსტანტაა წითელი ვაშლების სიმრავლიდან.

5. კვანტორული, ანუ ოპერატორული ნიშნები

ყველა, ყოველი, ნებისმიერი, არცერთი...არ, არაფერი...არ, არავინ...არ, ზოგიერთი,
ყველა არის (1,1) წონის.

მოვიყვანოთ რამოდენიმე მაგალითი შემამოკლებელი სიმბოლოსი:

მოიძებნება (არსებობს)(1,1) წონის ოპერატორული ასო რომელიც შემდეგი წესით განისაზღვრება **მოიძებნება $x A$ — ნებისმიერი $x - A$** . ანალოგიურად შეგვეძლო განგვემარტა **ყოველი** და **ნებისმიერი** ოპერატორული ნიშნები თუ ისინი არ გვექნებოდა ენაში და გვექნებოდა მასში **მოიძებნება**. ცხადია ეს იქნება პირველი ტიპის შემამოკლებელი სიმბოლო, ამიტომ ის ასევე იქნება ყველა ტიპის გარდა მეშვიდესი. ის იქნება I_3 ტიპის.

როგორც დღეს განვითარებულმა კვლევებმა აჩვენა და როგორც ეს მეორე ნახატიდან ჩანს: მათემატიკური ენა არის ბირთვში და საფუძველში ენის ის ფრაგმენტი რომელსაც ჩვენ განვიხილავთ არის მისი ერთერთი გაფართოება და ამიტომ ენობრივი და პირდაპირ დაემთხვევა ლოგიკურ **A** ს, თუმცა ენობრივმა და **მ** სხვა ფუნქციებიც შეითვისა. მიუხედავად იმისა რომ დავწერეთ რომ ალფავიტში გვაქვს **თუ...მაშინ**, ჩავთვალოთ რომ ის არ გვაქვს ალფავიტში და განვსაზღვროთ **ან**, და **არა**, კავშირებით, **ან** შეგვიძლია ჩავთვალოთ რომ გვაქვს და შემდეგ ისინი განვსაზღვროთ და გადავიდეთ გაფართოების ერთი საფეხურით დაბლა მეოფ ენაში.

თუ...მაშინ არის ორადგილიანი ლოგიკური კავშირი და ის მოიცემა შემდეგი განსაზღვრის წესით

თუ A მაშინ B — არა B ან A ცხადია ეს იქნება პირველი ტიპის შემამოკლებელი სიმბოლო, ამიტომ ის ასევე იქნება ყველა ტიპის გარდა მეშვიდესი. ის იქნება I_2 ტიპის.

ახლა განვიხილოთ **ზოგიერთი**, ისაა (1,1) ტიპის ოპერატორული ნიშანი და იგი შემდეგნაირად განისაზღვრება

(ზოგიერთი x) $A(x)$ — ((არსებობს x) $A(x)$) და ((არსებობს x) $(-A(x))$

განვსაზღვროთ ახლა ნატურალური რიცხვები როგორც (1,1) ტიპის ოპერატორული ნიშნები გავაკეთოთ ეს **შვიდის** მაგალითზე (ამით ცხადია რომ არაფერი არ იცვლება ზუსტად იგივენაირად შემოიღიანებისმიერ სხვა ნატურალურ რიცხვზე.)

(შვიდი x) $A(x)$ _____ $(\forall x, x_1 \dots x_7) (A(x) \wedge A(x_1) \wedge \dots \wedge A(x_7) \rightarrow ((\exists i, j) ((1 \leq i < j \leq 8) \wedge (x_i = x_j))) \vee (\exists i)(x = x_i))) \wedge ((\exists x_1 \dots x_7)((A(x_1) \wedge \dots \wedge A(x_7)) \wedge ((\forall i \neq j) (x_i \neq x_j))))$ აქ

გამოყენებული, ნაკლებია და ნაკლებია ან ტოლია ნიშნების შემოტანა ენაში არაა რთული.

ახლა მას შემდეგ რაც განვმარტეთ ნატურალური რიცხვები შემოვიღოთ კიდევ ერთი ოპერატორული ნიშანი

რამოდენიმე, ისიცაა (1,1) ტიპის ოპერატორული ნიშანი და განისაზღვრება შემდეგნაირად

(რამოდენიმე x) $A(x)$ _____ან (სამი x) $A(x)$ ან (ოთხი x) $A(x)$... ან

(ოცდაჩვიდმეტი x) $A(x)$

აქ ვგულისხმობთ რომ ის ინტერვალი საიდანაც შეიძლება სიტყვა რამოდენიმე იღებდეს მნიშვნელობებს არის (3...37), თუმცა ამინტერვალს იმის სადემონსტრაციოდ რომ **რამოდენიმე** შემამოკლებელი სიმბოლოა არსებითი მნიშვნელობა არ აქვს..

ცხადია ესეც არის I_2 ტიპის შემამოკლებელი სიმბოლო.

ახლა განვიხილოთ ზმნა, რომელიც გვაქვს ანბანში, მაგრამ ავაგოთ ამ ზმნის შემოკლება სხვა სიტყვებით, ანუ გაფართოების უფრო დაბალი დონის ეტაპზე მყოფი ზმნებისგან.

ვიშენებ. ეს არის, ადვილი დასანახია რომ ეს უფრო რთული კონსტრუქციის ზმნა ვიდრე ვთქვათ მაგალითად არის **ვაშენებ.** განვიხილოთ მაგალითი და ამ მაგალითის საფუძველზე შემდეგ განვიხილოთ იგი როგორც შემამოკლებელი სიმბოლო. **ვიშენებ მე სახლს** ეს ენაში ტოლფასია შემდეგის **ვაშენებ სახლს** და ეს **სახლი იქნება ჩემი.** ჩავწეროთ პრედიკატული ფორმით: **ვიშენებ(მე, სახლს) = ვაშენებ(მე, ამ სახლს) + მექნება(მე, ეს სახლი)** თუ გადავწერთ წინარე ზმნური სემანტიკური ერთეულებით მიიღებს სახეს: **ვიშენებ(მე, სახლს) = შენება(მე,სახლი)+ქონა(მე, სახლი)** ანუ ზოგადად **იშენებს(x,y)= შენება(x,y)+ქონა(x,y)**

ეს + მიღებული ჩაწერაა ცხადია აქ ის ჩვეულებრივ დას ნიშნავს. თუ ენაში პრედიკატები იქნებიან არა ზმნები არამედ წინარე ზმნური სემანტიკური ერთეულები მაშინ იმის საფუძველზე რომ ბუნებრივ ენაში ზმნები ამ ზმნური სემანტიკური ერთეულებიდან მიიღება გარკვეული წესებით, შეგვიძლია ვთქვათ რომ ზმნები არიან შემამოკლებელი სიმბოლოები რომლებიც ამოკლებენ წინარე ზმნური სემანტიკური ერთეულით გაკეთებულ ფორმას. ეს მოხერხებულია იმ თვალსაზრისით რომ არ გვჭირდება აღფაბეტში ზმნის ყველა ფორმის დამატება, ეს ფორმები მიიღებიან წინარე ზმნური სიმანტიკური ერთეულისგან. ე.ი. ვუშვებთ რომ ჩვენი პრედიკატული სიმბოლოები წინარე ზმნური სემანტიკური ერთეულები. განვიხილოთ ორადგილიანი წინარე ზმნური სემანტიკური ერთეული “წერ” ანუ წერ(N_i, N_s). ამ ფორმიდან მიიღება სხვადასხვა ზმნები ამ ფორმაში პირის ნიშანთა ჩასმით. მაგალითად ვწერ, წერ, წერს... თუ ვთქვათ “ვ” პირველი პირის ნიშანს შევხედავთ როგორც ოპერატორს მაშინ “ვწერ” ზმნა გამოდის ამ ოპერატორში “წერ” ფორმის ჩასმის შედეგი. ადვილი დასანახია რომ უღლებით მწკრივში ნებისმიერი ზმნა მიიღება პირის ნიშანში როგორც ოპერატორში, წინარე ზმნური ერთეულის ჩასმით. ანალოგიურად გამოვა “შ”, ტიპის პირის ნიშნისა და “გ.ვარ” ტიპის ნიშნის დროს. ახლა გადავიდეთ შედარებით “რთულ” ზმნებზე როგორიც იყო მაგალითად ზემოთ განხილული ვიშენებ.

განვიხილოთ ზმნა ვუწერ და მოვახდინოთ მის გაშლა შემდეგნაირად.

ვუწერ (მე, მას, მას) = წერა ($I, OIII$) + ქონება($III, OIII$) ან კიდევ ასე

ვუწერ (მე, x , y) = წერა (მე, x) + ქონება(y, x) ცხადია რომ ვუწერ არის

შემამოკლებელი იდეა. ვუწერ არის (0,2) ტიპის ოპერატორული ნიშანი, და ცხადია ის იქნება I_3 ტიპის შემამოკლებელი სიმბოლო. მსგავსი ტიპის მაგალითებს ბევრს ვიპოვით სხვადასხვა წინარე ზმნური სემანტიკური ერთეულებისათვის. ყველა წინარე ზმნური სემანტიკური ერთეულისთვის გვაქვს მისი შესატყვისი ზმნები და თითოეული ცხადია არის შემამოკლებელი სიმბოლო, ანუ შემამოკლებელი სიმბოლოები ქართულ ენაში ძალიან ბევრია.

1. Ш.С. Пхакадзе Некоторые Вопросы Теории Обозначений, Тбилисский Государственный Университет , Институт Прикладной Математики 1977
2. კ. ფხაკაძე, წინარე ზმნური სემანტიკური ერთეულის ცნება, პირის ნიშანთა საკითხი, ინტეგრალური და არაინტეგრალური გაგების ზმნური სიტყვა-შინაარსები და ქართული ზმნის არასრული ანუ პირველი სემანტიკური კლასიფიკაცია, დამატებითი საკითხავი კურსი თანამედროვე მათემატიკურ ლინგვისტიკაში, თბილისი, „უნივერსალი“, 2004 (2006 მეორე გამოცემა), 72-152;
3. კ. ფხაკაძე (თანაავტორებით), ლოგიკური ბრუნებისა და ლინგვისტური მიმართებების საკითხისათვის ქართულში, ს-ს ჟურნალი „ქართული ენა და ლოგიკა“, იანვარი-ივნისი (№1), თბილისი, გამომცემლობა „უნივერსალი“, 2005, 19-77;
4. K. Pkhakadze (with co-author), Towards the Strong Formal Logical Understanding of the Word Based on the Natural Georgian Language System, Annals of the Court-Godel-Society, Volume #5, Vienna, 2002 (70-73) კ. ფხაკაძე (თანაავტორებით), წარმოადგენენ თუ არა ლოგიკური, პროგრამული და ბუნებრივი ენობრივი სისტემები ერთმანეთისაგან პრინციპულად განსხვავებული ტიპის სემანტიკურ სისტემებს?, არნ. ჩიქობავას სახელობის ენათმეცნიერების ინსტიტუტის I რესპუბლიკური კონფერენცია „ბუნებრივ ენათა დამუშავება“, კონფერენციის მასალები, თბილისი 2003, 17-19;
5. კ. ფხაკაძე (თანაავტორებით), წარმოადგენენ თუ არა ლოგიკური, პროგრამული და ბუნებრივი ენობრივი სისტემები ერთმანეთისაგან პრინციპულად განსხვავებული ტიპის სემანტიკურ სისტემებს? – ანუ ენობრივი ნიშნისა და ჩვენეული ენობრივი მსოფლხედვის შესახებ, ქართულ-ევროპული ინსტიტუტი, „ივერია“, ტ. X-XI პარიზი 2003 – 2004, 220-248;
6. კ. ფხაკაძე (თანაავტორით), ქართული ენობრივი სისტემის პირდაპირი ფორმალურ-ლოგიკური აღწერის ძირითადი მიზნებისა და მეთოდების შესახებ, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აკად. გ. წერეთლის სახელობის აღმოსავლეთმცოდნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო ჟურნალი „პერსპექტივა XXI“, თბილისი 2004, 220-224;

7. კ. ფხაკაძე (თანაავტორებით), მათემატიკური და ბუნებრივი ენების ლოგიკა და თანამედროვე სასწავლო მიზნები, ს-ს ჟურნალი „ქართული ენა და ლოგიკა“, იანვარი-ივნისი (№1), თბილისი, გამომცემლობა „უნივერსალი“, 2005, 155-160;
8. კ. ფხაკაძე (თანაავტორებით), „ნატერა“ ტიპის ზმნური სემანტიკები და პრინციპული განსხვავებები ქართულ და ინდოევროპულ უღლებებს შორის, ს-ს ჟურნალი „ქართული ენა და ლოგიკა“, ივლისი-დეკემბერი (№2), თბილისი, „უნივერსალი“ 2005, 66-81;
9. კ. ფხაკაძე (თანაავტორით), ქართული ენის ზოგადი კვანტორულ-პრედიკატული ანალიზი და ლოგიკური ამოცანების ამომხსნელი პირველი ექსპერიმენტული პროგრამა ქართულისათვის, ს-ს ჟურნალი „ქართული ენა და ლოგიკა“, ივლისი-დეკემბერი (№2), თბილისი, „უნივერსალი“ 2005, 82-87;

რეცენზია

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის ბაკალავრ ნიკოლოზ ფხაკაძის საბაკალავრო ნაშრომზე:

„შემამოკლებელი სიმბოლოების შესახებ ქართულში“

სპეციალობით „აღგებრა-გეომეტრია“

თსუ ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის IV კურსის სტუდენტმა ნიკოლოზ ფხაკაძემ ხუთთვიანი კონტრაქტით თსუ დოქ. კ. ფხაკაძის ხელმძღვანელობით შეასრულა საბაკალავრო ნაშრომი თემაზე „შემამოკლებელი სიმბოლოების შესახებ ქართულში“

ნაშრომი ეთმობა ისეთ უდაოდ აქტუალურ საკითხს, როგორიცაა ქართული და ფრეგე-ფხაკაძისეული ფორმალურად განვითარებადი მათემატიკური ენების ზოგადი ერთტიპობრიობა.

დისერტანტმა გაართვა თავი დასახულ მიზანს. მისი ნაშრომის პირველი ნაწილი რეფერატული ხასიათისაა. აქ იგი აშუქებს პროფ. შ. ფხაკაძისეული აღნიშვნათა თეორიის სასაფუძვლო საკითხებსა და ქართული ენის პირდაპირი ფორმალურ-ლოგიკური აღწერის კ. ფხაკაძის მიერ შემუშავებულ ძირითად იდეებსა და მეთოდებს. რის შემდგომაც იგი აკეთებს ქართული ენის სიტყვების ინტერპრეტირებას T თეორიის ენის სიმბოლოებად და ქართულ ენაში აშკარად არსებული შემამოკლებელი სიმბოლოების (სიტყვების) პირველ ზოგად და ნაწილობრივ კლასიფიცირებას.

საბაკალავრო ნაშრომის გასწვრივ 2007 - 2008 წლებში გაკეთდა სამი გამოქვეყნება არნ. ჩიქობავას ენათმეცნიერების ინსტიტუტის V და VI რესპუბლიკური კონფერენციის - „ბუნებრივ ენათა დამუშავება“ - მასალათა კრებულში.

უდაოა, რომ ნაშრომი შესრულებულია მაღალ აკადემიურ დონეზე და მისი ავტორი ნიკოლოზ ფხაკაძე იმსახურებს შეფასებას „ფრიადი“.

თსუ დოქტორი

/ხ. რუხაია/

ფილოლოგიის დოქტორი

/ბ. ცხადაძე/

დასკვნა

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის ბაკალავრ ნიკოლოზ ფხაკაძის საბაკალავრო ნაშრომზე:

„შემამოკლებელი სიმბოლოების შესახებ ქართულში“

სპეციალობით „აღგებრა-გეომეტრია“

საბაკალავრო ნაშრომით დაგეგმილი იყო ქართული ენის ლოგიკური გრამატიკის ფარგლებში უკვე არსებული შედეგებისა და შემუშავებული კვლევითი მეთოდების საფუძველზე ქართულ ენაში პროფ. შ. ფხაკაძისეული შემამოკლებელი სიმბოლოების ანალოგების დაძებნა და მათი პირველი წინასწარი კლასიფიცირება.

ნ. ფხაკაძემ შეისწავლა მისი საბაკალავრო ნაშრომისა და ქართული ენის ლოგიკური გრამატიკისთვის სასაფუძვლო მნიშვნელობის მონოგრაფიული ხასიათის შრომები. ესენია: „აღნიშვნათა თეორიის ზოგიერთი საკითხი“ და „წინარე ზმნური სემანტიკური ერთეულის ცნება, პირის ნიშანთა საკითხი, ინტეგრალური და არაინტეგრალური გაგების ზმნური სიტყვა-შინაარსები და ქართული ზმნის არასრული, ანუ პირველი სემანტიკური კლასიფიკაცია“. გაეცნო ამ საკითხთან დაკავშირებულ სხვა შრომებსაც. და სრული მოცულობით გადაჭრა მისი საბაკალავრო ნაშრომით მის წინაშე დასახული ამოცანა.

კერძოდ, მის მიერ ჩატარებული კვლევის შემდეგ კიდევ უფრო სარწმუნო ხდება ქართული ენისა და ფრეგე-ფხაკაძისეული ფორმალურად განვითარებადი მათემატიკური ენის ზოგადი ერთტიპობრიობის თაობაზე 2001 წელს უკვე გაკეთებული განაცხადის მართებულობა. – აქვე მინდა შევნიშნო, რომ ქართული და ფრეგე-ფხაკაძისეული ფორმალურად განვითარებადი მათემატიკური ენების ზოგადი ერთტიპობრიობის თაობაზე 2001 წელს გაკეთებული განაცხადის მართებულობას მეტად მნიშვნელოვანი დამატებითი არგუმენტები შეემატა აგრეთვე ა. მასხარაშვილის საბაკალავრო ნაშრომებით გამოკვეთილი შედეგების სახით.

ამგვარად, ბაკალავრმა ნ. ფხაკაძემ სავსებით გაართვა თავი დასმულ ამოცანას. მუშაობის პროცესში გამოავლინა მომზადების კარგი თეორიული დონე და უნარი დამოუკიდებელი სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობისა. ჩემი აზრით მისი

საბაკალავრო შრომა შეიძლება შეფასებულ იქნას როგორც დასრულებული ნაშრომი. ამასთან, მისი ავტორი, ნ. ფხაკაძე, იმსახურებს შეფასებას „ფრიადი“.

ამ დასკვნის დასასრულს არ შემიძლია არ ავღნიშნო შემდეგი: არანაირი ახსნა და არანაირი გამართლება არა აქვს იმას, რომ ქართული მათემატიკური ლინგვისტური სკოლის გადაუდებელი ფორმირების არაერთხელ დასაბუთებული აუცილებლობის მიუხედავად ამ მიზნით დღეს ფაკულტეტზე მიმდინარე მოძრაობა არ სარგებლობს შესაბამისი შემხვედრი საფაკულტეტო დამოკიდებულებებით!

ხუთთვიანი კონტრაქტით

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის

დოქტორი

/კ. ფხაკაძე/