

## ამოცნობის შემდგომი გასწორება ნეირონული ქსელის სწავლების პროცესში

ოთარ ვერულავა, მარიამ ჩხაიძე, მაკა ტაბატაძე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განიხილება ფორმალური ნეირონის სწავლების პროცესი, ბინარული, თანაბარგან-ზომილებიანი რეალიზაციებისთვის, მაგალითად ამოცანების სწავლების პროცესი ხორციელდება ამოცნობის პროცედურების გამოყენებით, რაც მაქსიმალურად აახლოებს სწავლების, ანუ ნეირონის ნიშნით კოეფიციენტების ცვლილებებს (ეტალონური აღწერების აგებას), უშუალოდ ამოცნობის ალგორითმთან. სწავლების ალგორითმი შედგება ორი ეტაპისაგან: პირველი - საკუთარი სახის ეტალონური აღწერის აგება, მეორე - მიღებული აღწერის კორექტირება სხვა სახის აღწერებთან მიმართებაში, სახეების სასწავლო ნაკრების რეალიზაციების გამოყენებით. ამოცნობის პროცედურების დროის მიხედვით მეტობების გასწორება ხდება წონითი კოეფიციენტების შეცვლით, კერძოდ, დაჯილდოების ალგორითმის პროცედურების გამოყენებით. შედეგად შესაძლებელია ამომცნობი პროგრამული მოდულის შექმნა, რომელიც უშეცდომოდ ამოიცნობს ნებისმიერი სახეს, რომლებიც წარმოდგენილი იქნება თანაბარგანზომილებიანი ბინარული ვექტორებით ან მატრიცებით. ასეთი რეალიზაციები მიიღება ქართული ანბანის სიმბოლოების, მათემატიკური ნიშნების, პიროვნების დადგენისას მისი ნაკვთების: თითების, სახის, თვალების ანალიზისა და სხვა.

**საკვანძო სიტყვები:** ფორმალური ნეირონი. სწავლების პროცესი. ამოცნობა.

### 1. შესავალი

ნაშრომი შეეხება ხელოვნური ინტელექტის ისეთ უაღრესად აქტუალურ მიმართულებას, როგორცაა ხელოვნური ნეირონული ქსელები. ბუნებრივი ნეირონისა და ნეირონული ქსელების მოდელირების საფუძველზე ხელოვნური ინტელექტუალური სისტემების შექმნა თანამედროვე მეცნიერების სწრაფად განვითარებადი და მნიშვნელოვანი შემადგენელი ნაწილია.

ხელოვნური ნეირონული ქსელების ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანი თვისება, რამაც განაპირობა ლიდერობა ხელოვნურ ინტელექტუალურ სისტემებს შორის, არის ის, რომ მათ გააჩნია სწავლების უნარი. თუმცა, ხელოვნური ნეირონული ქსელების სწავლების შესაძლებლობები გარკვეულწილად შეზღუდულია და ამ მიმართულებით გადასაწყვეტია მრავალი რთული ამოცანა.

ხელოვნური ნეირონული ქსელების აგების პრობლემას, რომელიც უკავშირდება ადამიანის ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში ინფორმაციის აღქმის, შენახვისა და გადაამუშავების პროცესებს, გააჩნია გადაწყვეტის ორი მიმართულება, რომელთაგანაც ერთი განიხილავს ბუნებრივი ნეირონული ქსელების ანალოგიური ხელოვნური ქსელების ფორმირებას.

მეორე მიმართულება გულისხმობს ბუნებრივი ინტელექტუალური სისტემებისაგან განსხვავებული ხელოვნური სისტემების აგებას. ხელოვნური ნეირონული ქსელები აფართოებს გამოთვლების ცნებას, მათ საფუძველზე მოსალოდნელია ისეთი ნეიროკომპიუტერების აგება, რომლებიც შეასრულებს იმ ფუნქციებს, რომლებიც დღეისათვის მხოლოდ ადამიანის ტვინის პრეროგატივაა.

ცნობილია, რომ ნეირონული ქსელებს, მიუხედავად მისი დიდი ეფექტურობისა სწავლებისა და ამოცნობის პროცესში, დღესდღეობით გააჩნია ერთი უარყოფითი თვისება, რომელიც გამოწვეულია იმ ფაქტის გამოვლენის სიმკვრივებით ან შეუძლებლობით, თუ რატომ ვიღებთ სწორ ან არასწორ ამოცნობის შედეგს. აღნიშნული პრობლემა დაკავშირებულია იმ ნიშანთა სივრცის

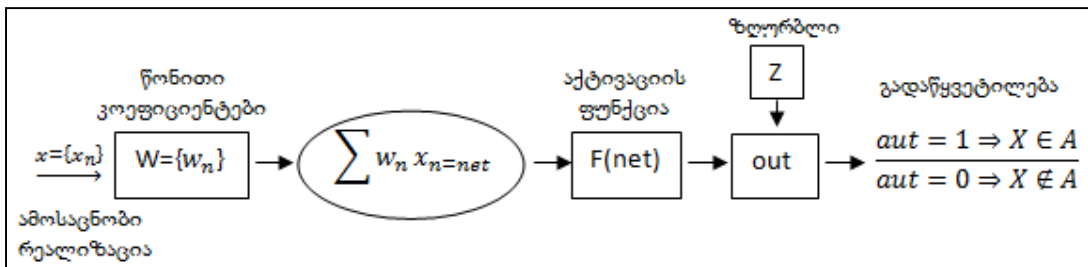
(სიმრავლის) შეფასების სირთულეებთან, რომლებიც აღწერს ამოსაცნობ სახეთა სიმრავლეს. თუ მივიღებთ მხედველობაში ნიშანთა სივრცის განზომილებას (ნიშანთა რაოდენობა) სახეთა ამოცნობის ამოცანებისათვის, რომელიც საკმაოდ დიდია, კერძოდ რამდენიმე ასეულიდან რამდენიმე ათასეულამდე, ცხადი ხდება ნიშანთა შეფასების (რანჟირების) ამოცანის სირთულე, აქტუალურობა და საჭიროება.

ნაშრომში განიხილება თანაბარგანზომილებიანი ბინარული სახეების რეალიზაციების ამოცნობის პრობლემა ნეირონული ქსელებით. კერძოდ, ნეირონული ქსელის მიერ სხვა რეალიზაციების ამოცნობისას დაშვებული შეცდომის გამოსწორების მეთოდისა და ალგორითმის ფორმირების პროცესების შემუშავება - პროგრამული მოდულის შექმნა.

მოცემულ პრობლემასთან დაკავშირებით თანამედროვე ლიტერატურაში აღწერილია მრავალი კვლევა და გადმოცემულია შესაბამისი შედეგებიც, რომლებიც განეკუთვნება კონკრეტული სახეების ამოცნობას, მაგალითად, ინგლისური, არაბული, ეროგლიფებით მოცემული ტექსტების ამოცნობის პრობლემა. მათი გამოყენება შეუძლებელია სხვა სახეების ამოსაცნობად. აქედან გამომდინარე, საჭიროა უფრო უნივერსალური სწავლების ალგორითმის შემუშავება, რომელიც საშუალებას მოგვცემს ვასწავლოთ ნეირონს და მისგან შედგენილ ნეირონულ ქსელს ზოგადი სახით მოცემული სახეების ამოცნობა. ზოგადი სახის მოთხოვნებში იგულისხმება ნებისმიერი სახის რეალიზაციები, რომლებიც მოცემულია ბინარული ფორმით: ნული ან ერთი, რაც აკმაყოფილებს თანაბარგანზომილებიანობის პირობებს. ასეთი სახეები და მათი რეალიზაციები შეადგენს არსებული ამოსაცნობი სახეების დიდ უმრავლესობას, დაახლოებით 80-90%. შესაბამისად, აღნიშნული პრობლემის გადაწყვეტა უარესად აქტუალურია თანამედროვე ინფორმაციის ამოცნობისათვის, მაგალითად, ქართული შრიფტების ამოცნობის პროცესში.

## 2. ძირითადი ნაწილი

შეცდომების გასწორება დიდი პრობლემაა ამოცნობის თეორიაში და კერძოდ ნეირონული ქსელის სწავლების პროცესში. ნეირონის ზოგადი სტრუქტურულ-პრინციპიალური სქემა მოცემულია 1-ელ ნახაზზე.



ნახ.1.

იგივე პროცესი შეიძლება გამოვსახოთ უფრო მოკლედ ანალიზური სახით:

$$\Rightarrow N_e = W \Rightarrow \sum_n x_n w_n = \text{net} \Rightarrow F(\text{net}) \Rightarrow Z \Rightarrow \text{out} = \{1; 0\} \quad (1)$$

სადაც:  $X$ -რეალიზაციების სიმრავლეა  $\{X_n\}$ -ნიშანთა სიმრავლე  $W = w_n$ - ნეირონის წონითი კოეფიციენტის სიმრავლე;  $Z$ -ნეირონის ზღურბლის მნიშვნელობა;  $\text{net} = \sum_n x_n w_n$ - ნეირონის გამოსავალი;  $\text{out} = 1$ , თუ  $F(\text{net}) \geq Z$ ;  $\text{out} = 0$ , თუ  $F(\text{net}) < Z$ ;  $\Rightarrow$ - პრედიკატი „წარედგინება ამოსაცნობად“,  $\Rightarrow$ - „პრედიკატი მიიღება“. გადაწყვეტილება მიიღება out-ის მნიშვნელობის მიხედვით, თუ  $\text{out} = 1$

მაშინ, რეალიზაცია მიეკუთვნება მოცემულ სახეს, თუ  $out=0$ , მაშინ რეალიზაცია არ მიეკუთვნება მოცემულ სახეს.

კვლევის მიზანია ნეირონის სწავლების პროცესის ორგანიზება, ისე, რომ ერთის მხრივ, გამოიყენოს „თავისი“ სახის რეალიზაციები და მეორეს მხრივ, უკუაგდოს „სხვისი“ სახის რეალიზაციები.

ნეირონული ქსელის სწავლება ხორციელდება უკუგავრცელების ალგორითმით, რომელიც არის სწავლების ყველაზე გავრცელებული ალგორითმი წონითი კოეფიციენტების ცვლილებების საშუალებით. სათაურიდან გამომდინარე, შეცდომის გავრცელება ხდება გამომავალი შრიდან შემავალისკენ, ანუ ქსელის ნორმალური ფუნქციონირების საპირისპიროდ.

როგორც ცნობილია, ნეირონის სწავლება გულისხმობს მისი წონითი კოეფიციენტების შეცვლას (თუ ეს საჭიროა), ისე, რომ დაკმაყოფილდეს ზემოთ მოცემული პირობები. უნდა აღინიშნოს, რომ არსებული ნეირონული ქსელის სწავლების მეთოდები ვერ უზრუნველყოფს შედეგებს ამოცანების ასეთი ფართო სპექტრის (სიმრავლეების) სახეებისათვის.

აღნიშნული პრობლემის გადასაწყვეტად შემოთავაზებულია ნიშნების რანჟირების პრინციპი, რომლის მიხედვით ნიშნები (თვისებები) იყოფა ამოცნობის თვალსაზრისით „სასარგებლოდ“ და „უსარგებლოდ“. ნიშანი სასარგებლოა იმ შემთხვევაში, თუ სწორად ამოცნობის შემთხვევაში იგი სტაბილურად იღებს ერთი და იგივე მნიშვნელობას, ჩვენს შემთხვევაში: 0 ან 1; თუ ნიშანი იღებს სხვადასხვა მნიშვნელობებს სწორად ამოცნობის შემთხვევაში, მაშინ ის არასტაბილურია ან „უსარგებლო“.

სასარგებლო ნიშნებს ვანიჭებთ მაღალი მნიშვნელობის წონით კოეფიციენტებს, უსარგებლოს უფრო ნაკლებ მნიშვნელობებს 0-დან M-მდე. M- არის რეალიზაციების რაოდენობა სახის სასწავლო ნაკრებში. აქ მხედველობაში მიიღება მოცემული ნიშნის სარგებლობა თითოეული სახის მიმართ. ის სახეები, (მათი რეალიზაციები), რომლებიც ამოცნობის თვალსაზრისით პრობლემატურია მოცემული სახის მიმართ, დეტალურად ანალიზირდება და გამომჟღავნდება ის ნიშნები, რომლებიც „დამნაშავეა“ მოცემული სახის ამოცნობაში. ასეთი ნიშნები დაჯარიმდება, რაც ნიშნავს, რომ შესაბამისი წონითი კოეფიციენტების მნიშვნელობები შემცირდება.

დასახული პრობლემის გადაწყვეტისას შესაძლებელია ამომცნობი პროგრამული მოდულის შექმნა, რომელიც უშეცდომოდ ამოიცნობს ნებისმიერი სახეს, რომლებიც წარმოდგენილი იქნება თანაბარგანზომილებიანი ბინარული ვექტორებით ან მატრიცებით. ასეთი რეალიზაციები მიიღება ქართული ანბანის სიმბოლოების, მათემატიკური ნიშნების, პიროვნების დადგენისას მისი ნაკვთების: თითების, სახის, თვალების ანალიზისა და სხვა.

#### ლიტერატურა:

1. ვერულავა ო., ხუროძე რ., ჩხაიძე მ., წვერიკაზაშვილი ზ. ნეირონების რაოდენობის განსაზღვრა ამოცნობის პროცესისათვის კლასტერიზების მეთოდების გამოყენებით. სტუ-ს დაარსების 90 წლ. მიძღვნილი საერთაშ. სამეც.კონფ. „21-ე საუკუნის მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების განვითარების ძირითადი პარადიგმები“ მასალ.კრებ., თბ., 2012
2. ჩოგოვაძე რ. ხუროძე რ. ნეირონფორმატიკის საფუძვლები. სტუ, თბ., 2005
3. ჩოგოვაძე რ. ხუროძე რ. ხელოვნური ნეირონული ქსელები. სტუ, თბ., 2006.

## **CORRECTING THE MISTAKES OF RECOGNITION IN THE LEARNING PROCESS OF NEURAL NETWORK**

Verulava Otar, Chkhaidze Mariam, Tabatadze Maka  
Georgian Technical University

### **Summary**

In this work there is considered the learning process of the formal neuron for the binary and equal-dimensional realizations. For example, the learning process of the recognition problems is carried out using the procedures of recognition, which maximally approach changes of coefficients with neuron sign or learning, (making etalon descriptions), closely with algorithm of the recognition. The algorithm of learning consists with two stages: at first, making etalon description of own pattern; secondly, correcting this description in correspondence to other patterns descriptions. Correcting of surpluses by the times of recognition procedures is performed by the change of the weighting coefficients, namely using the algorithm of the reward. As a result, it is possible to create recognition software module that recognizes any pattern presented as equal-dimensional and binary vectors or matrices without a mistake. Such realizations are obtained in the process of the symbols of Georgian alphabet, mathematical characters, and the person's features recognition: the fingers, face, eyes, and other.

## **ИСПРАВЛЕНИЕ ОШИБОК РАСПОЗНАВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ**

Верулава О.Г. Чхаидзе М.Н. Табатадзе М.  
Грузинский Технический Университет

### **Резюме**

Рассматривается процесс обучения формального нейрона бинарной, равномерной реализации. Например, процесс обучения задачам распознавания реализуется с использованием процедур распознавания, что максимально приближает изменения коэффициентов (по признаку нейронов) обучения (построение эталонных описей) непосредственно с алгоритмом распознавания. Алгоритм обучения состоит из двух этапов: первый - построение эталонных описаний своего лица, второй - корректировка полученного описания по отношению к описаниям другого вида с применением реализаций учебных сборников лиц. Исходя из времени процедур распознавания происходит поправка методов путем изменения весового коэффициента, в частности, с применением процедур алгоритма награждения. В итоге, становится возможным создание програмного модуля распознавательной программы, безошибочно распознающей любые образа, которые будут представлены матрицами с равномерными бинарными векторами. Подобные реализации получаются путем анализа символов грузинского алфавита, математических знаков и такиз признаков при распознавании личности, как: пальцы, лицо, глаза и др.