

## ხელნაწერი სიმბოლოების შედარების მინი-მაქსის მეთოდის ალგორითმი

იოსებ ქართველიშვილი, თეა თოდუა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

ნაშრომში წარმოდგენილია ხელნაწერი სიმბოლოების შედარების ალგორითმი მინი-მაქსის მეთოდით, რომელიც მოცემულია ცალკეული ალგორითმული ბლოკის სახით. თითოეული ბლოკი გათვალისწინებულია ავტომატიზებული ამოცნობის გარკვეული ფუნქციის შესასრულებლად და დახასიათებულია თავისი ფუნქციონალური დანიშნულებებით.

**საკვანძო სიტყვები:** ხელნაწერი სიმბოლოები. ავტომატიზებული ამოცნობა. მინი-მაქსის მეთოდი.

### 1. შესავალი

ხელნაწერი ტექსტის როლი ყოველდღიურ კომუნიკაციაში საკმაოდ მნიშვნელოვანია. უმარტივეს მაგალითებს წარმოადგენს საფოსტო მისამართები კონვერტებზე, სამედიცინო ცნობები და დასკვნები, ხელთ შევსებული ანკეტები და ფორმები, ხელმოწერები დოკუმენტებზე და საბანკო ჩეკებზე. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ხელნაწერი ტექსტების ამოცნობა არქივებში დაცული ძველი მასალებისთვის, რომელთა გადაყვანაც ციფრულ ფორმატშია საჭირო. ხელნაწერი დოკუმენტების ელექტრონულ ფორმაში გადაყვანა, მათი კომპიუტერში აკრეფის გზით დიდი რაოდენობით ადამიანურ რესურსებს მოითხოვს და საკმაოდ შრომატევადი და ხანგრძლივი პროცესია, მით უმეტეს როდესაც საუბარია არქივებში დაცულ მილიონობით დოკუმენტზე. სწორედ ამ მიზეზების გამო არსებობს ავტომატიზებული ამომცნობი სისტემების შექმნის რეალური მოთხოვნილება.

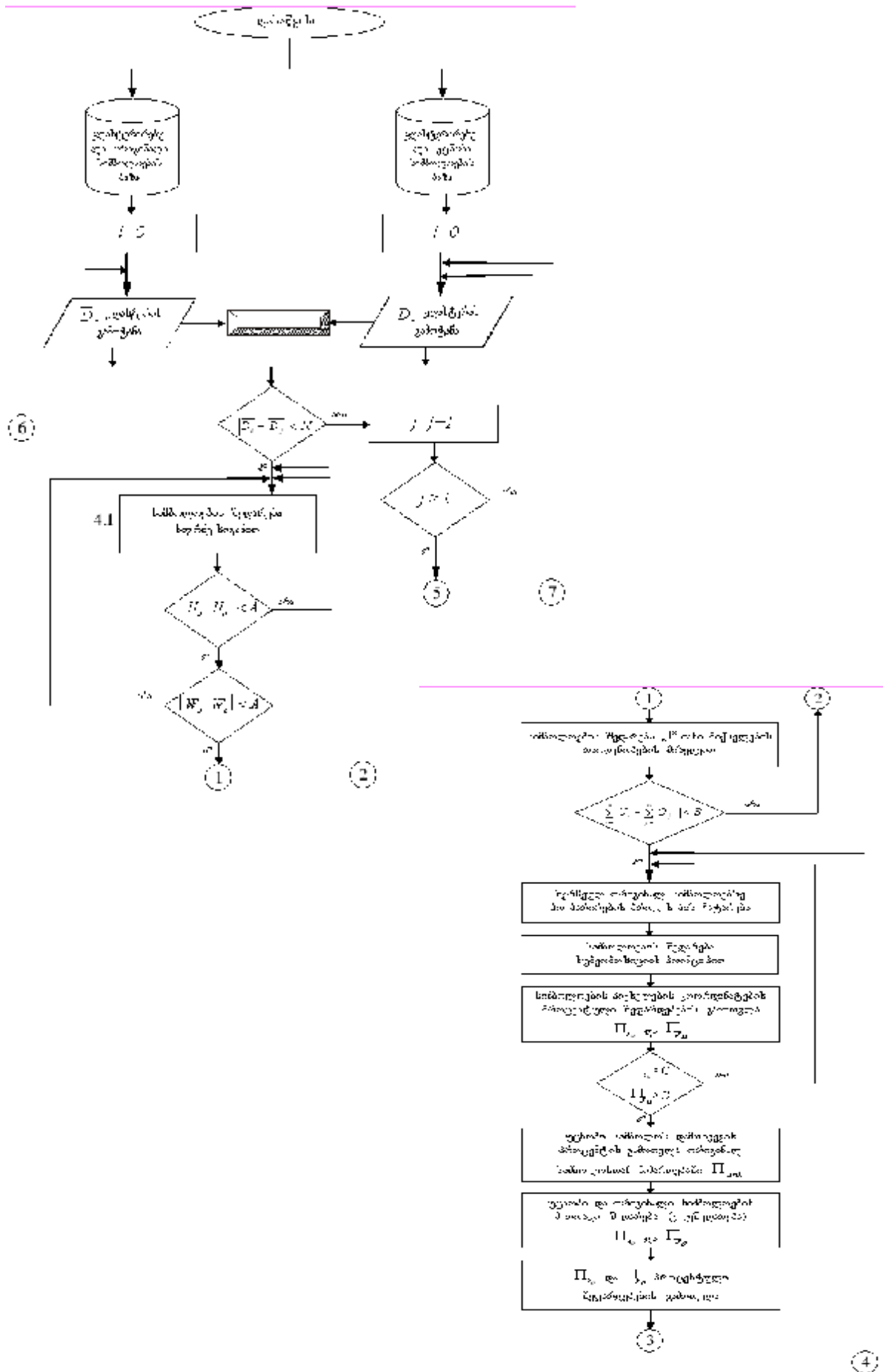
ხელნაწერი სიმბოლოების ავტომატიზებული ამოცნობის გადაწყვეტის ეფექტურობა დამოკიდებულია სისტემის ალგორითმულ უზრუნველყოფაზე. ამ საკითხის ოპტიმალური გადაწყვეტისათვის ხელნაწერი სიმბოლოების ამოცნობის ამოცანა ავტომატიზებული ამომცნობი სისტემის თითოეული მეთოდისათვის იყოფა ცალკეულ ალგორითმებად. ალგორითმულ ბლოკებში ასევე ჩართულია იმ პროგრამების ერთობლიობა, რომლებიც მართავს კომპიუტერის სხვადასხვა ნაწილის მუშაობას და მომხმარებელს საშუალებას მისცემს თავისი ამოცანა გადაწყვიტოს მისთვის სასურველი სახით. ორიგინალი და უცნობი სიმბოლოების ბაზების თითოეული სიმბოლოების აგებულია შედარების ალგორითმი მინი-მაქსის მეთოდით და აღწერილია ცალკეული ალგორითმული ბლოკი თავისი ფუნქციონალური დანიშნულებით.

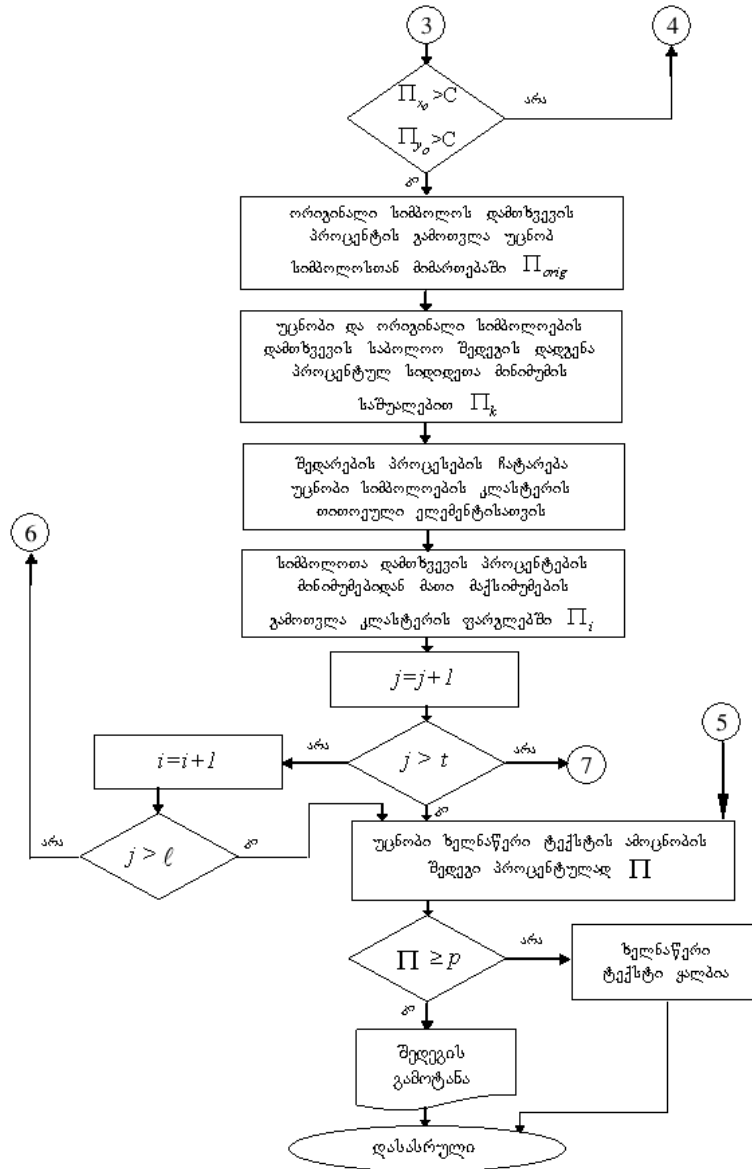
### 2. ძირითადი ნაწილი

მინი-მაქსის მეთოდით სიმბოლოების შედარების ალგორითმის შემუშავება ხორციელდება კლასტერიზებული ორიგინალი და უცნობი სიმბოლოების ბაზების საფუძველზე.

მინი-მაქსის პრინციპით აგებული სიმბოლოების შედარების ალგორითმი ავტომატიზებული ამომცნობი სისტემის მთავარ ნაწილს წარმოადგენს. მისი საშუალებით ხდება უკვე კლასტერიზებული ორიგინალი და უცნობი სიმბოლოების ორმაგი შედარება პრეპარირების პროცედურებისა და სუპერპოზიციის პრინციპის გამოყენებით და საბოლოოდ დგინდება უცნობი ხელნაწერი სიმბოლოს ამოცნობის შედეგი პროცენტულად.

განვიხილოთ სიმბოლოების შედარების ალგორითმი მინი-მაქსის მეთოდით (ნახ.1). ალგორითმის საწყის ეტაპზე ხდება ორიგინალი და უცნობი სიმბოლოების ბაზებიდან შესაბამისი კლასტერების შერჩევა საშუალო წონითი  $\bar{D}$  სიდიდის საშუალებით და სიმბოლოების შედარება სიგრძე-სიგანით.





ნახ.1. სიმბოლოების შედარების ალგორითმი მინი-მაქსის მეთოდით

სიმბოლოების სიმაღლეებისა და სიგანეების სხვაობის აბსოლუტური სიდიდე არ უნდა აღემატებოდეს ზღვრულ სიდიდეს, რომელიც ემპირიულად არის დადგენილი. სიმბოლოები, რომლებიც აკმაყოფილებენ აღნიშნულ პირობას, შედარდება შემადგენელი „1“-იანი პიქსელების რაოდენობების მიხედვით. რაოდენობების სხვაობა არ უნდა აღემატებოდეს ემპირიულად დადგენილ ზღვრულ სიდიდეს.

ალგორითმის შემდგომ ბლოკში ორიგინალ სიმბოლოებზე ხდება პრეპარირების პროცედურების ჩატარება. ხორციელდება ორიგინალი სიმბოლოს გამოსახულების გაფართოება და უცნობი სიმბოლოს გამოსახულებასთან შედარება სუპერპოზიციის (ხედლების) პრინციპის გამოყენებით. შემდგომ ეტაპზე ხდება უცნობი და ორიგინალი სიმბოლოების გამოსახულების პიქსელების კოორდინატების პროცენტული შეფარდებების გამოთვლა და მათი შედარება ემპირიულად დადგენილ ზღვრულ სიდიდესთან. იმ სიმბოლოებისათვის, რომლებიც აკმაყოფილებენ წინა ბლოკით გათვალისწინებულ პირობებს, გამოითვლება უცნობი სიმბოლოს დამთხვევის პროცენტი ორიგინალ სიმბოლოსთან მიმართებაში –  $\Pi_{unk}$ . ამ სიდიდის გამოთვლის შემდეგ ხორციელდება უცნობი და ორიგინალი სიმბოლოების მეორადი შედარება წინა ბლოკების მსგავსად. უცნობ სიმბოლოზე ტარდება პრეპარირების პროცედურები. ხდება უცნობი სიმბოლოს გამოსახულების გაფართოება და

ორიგინალი სიმბოლოს გამოსახულებასთან შედარება სუპერპოზიციის პრინციპის გამოყენებით. მომდევნო ბლოკში გამოითვლება ორიგინალი და უცნობი სიმბოლოების გამოსახულებების პიქსელების კოორდინატების პროცენტული შეფარდებები და ისინი დარდება ემპირიულად დადგენილ ზღვრულ სიდიდესთან. შემდეგ ეტაპზე იმ სიმბოლოებისათვის, რომლებიც აკმაყოფილებს წინა ბლოკით გათვალისწინებულ პირობებს, მიმდინარეობს ორიგინალი სიმბოლოს დამთხვევის პროცენტის გამოთვლა უცნობ სიმბოლოსთან მიმართებაში -  $\Pi_{orig}$ . ორმაგი შედარების შედეგად მიღებული პროცენტულ სიდიდეთა მინიმუმის საშუალებით, დგინდება უცნობი და ორიგინალი სიმბოლოების დამთხვევის საბოლოო შედეგი -  $\Pi_k$ .

შედარების სრული პროცედურები ტარდება განსახილველი კლასტერების თითოეული ელემენტისათვის და დგინდება საბოლოო შედეგი კლასტერის ფარგლებში, სიმბოლოთა პროცენტული დამთხვევის სიდიდეთა მინიმუმებიდან, მათი მაქსიმუმების გამოთვლით.

ალგორითმის საბოლოო ეტაპზე ხდება ორიგინალი და უცნობი სიმბოლოების დამთხვევის შედეგების მიღება, უცნობი ხელნაწერი სიმბოლოების ბაზის შემადგენელი ყველა კლასტერისათვის და მათი საშუალებით უცნობი ხელნაწერი ტექსტის ამოცნობის შედეგის დადგენა პროცენტულად -  $\Pi_i$ . აქედან გამომდინარე, საბოლოო შედეგი შედარდება მომხმარებლის მიერ არჩეულ პროცენტულ სიდიდესთან და შეფასდება უცნობი და ორიგინალი ხელნაწერი ტექსტების მსგავსება.

### 3. დასკვნა

ნაშრომში ჩამოყალიბებულია ხელნაწერი სიმბოლოების შედარების ალგორითმი მინი-მაქსის მეთოდით და თითოეული ალგორითმული ბლოკი წარმოდგენილია და დეტალიზებულია ისეთი სახით, რომ შემდგომში შესაძლებელი და გაადვილებული იყოს დაპროგრამების პროცესი.

#### ლიტერატურა:

1. ორიგინალი და უცნობი ხელნაწერი სიმბოლოების შედარების მინი-მაქსის მეთოდი. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომები №1 (451), 2004
2. Tappert C.C. Recognition system for run-on handwritten characters. United States patent, 4,731,857, March 1988
3. ვერულავა ო. სუროძე რ. ამომცნობი სისტემების თეორიის საფუძვლები. სტუ. თბ., 2001.

### ALGORITHM OF THE MINI-MAXI METHOD FOR COMPARISON OF HAND-WRITTEN SYMBOLS

Kartvelishvili Ioseb, Todua Tea  
Georgian Technical University

#### Summary

This article tackles the algorithm of comparison of the hand-written symbols through the mini-maxi method. Each algorithmic block shall perform the definite function attributable to the automated recognition thus being characterized by own functional purpose.

### АЛГОРИТМ МЕТОДА МИНИ-МАКСИ ДЛЯ СРАВНЕНИЯ РУКОПИСНЫХ СИМВОЛОВ

Картвелишвили И., Тодуа Т.  
Грузинский Технический Университет

#### Резюме

Представлен алгоритм сравнения рукописных символов с помощью метода мини-макси. Каждый алгоритмический блок предназначен для выполнения некоторых функций автоматизированного распознавания, и каждый из них характеризуется собственным функциональным назначением.