

უაკ 681.3

ხელნაწერი სიმბოლოების ავტომატიზებული ამოცნობის ძირითადი ამოცანები

ქართველიშვილი იოსებ, თოდუა თეა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქ. თბილისი, კოსტავას 77

ანოტაცია

ნაშრომში წარმოდგენილია ხელნაწერი სიმბოლოების ავტომატიზებული ამოცნობის ძირითადი ამოცანები. ყველა ამოცანა გათვალისწინებულია ავტომატიზებული ამოცნობის გარკვეული ფუნქციის შესასრულებლად და თითოეული მათგანი დახასიათებულია თავისი ფუნქციონალური დანიშნულებებით.

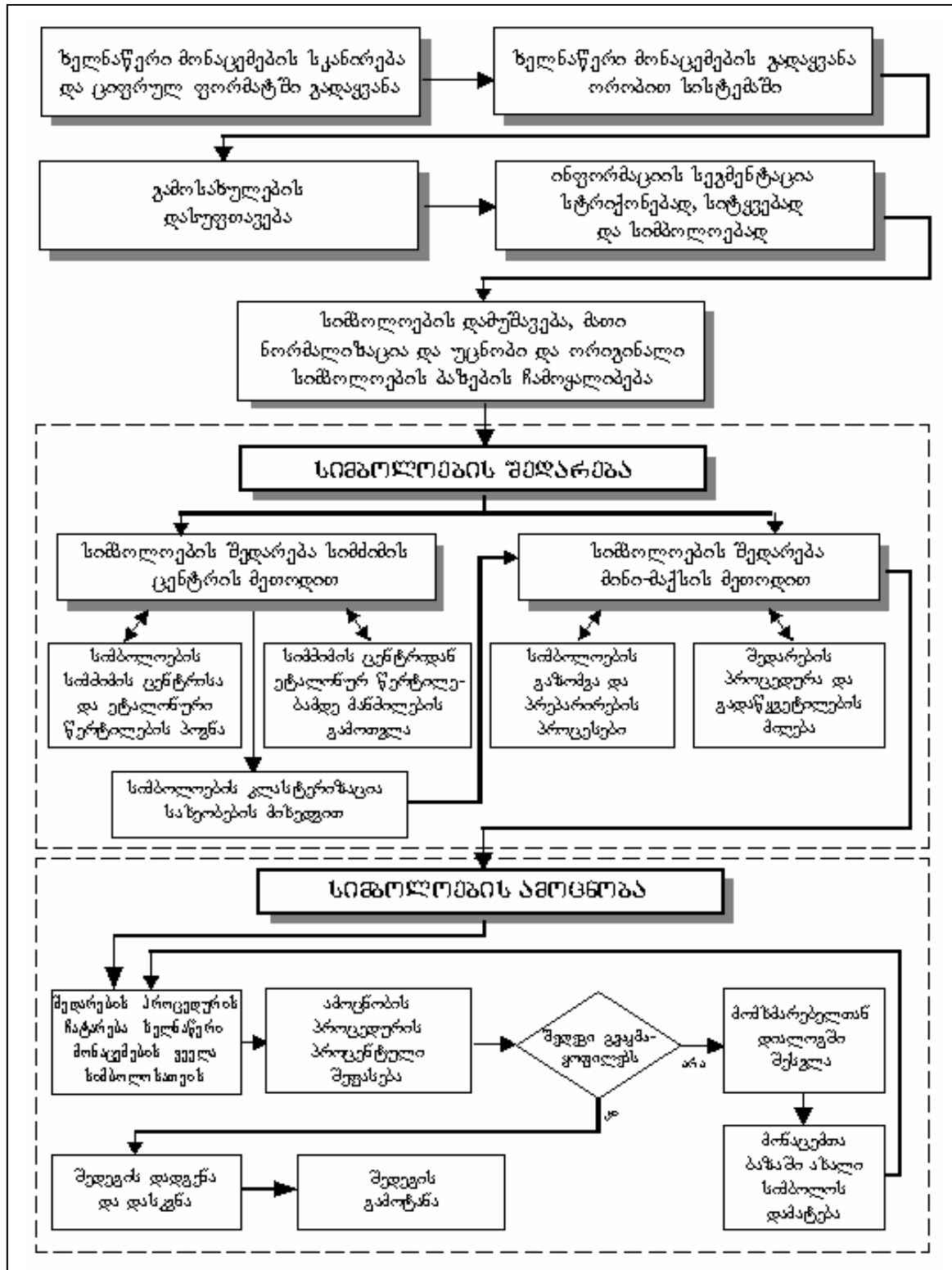
საკვანძო სიტყვები: ხელნაწერი სიმბოლოები, ავტომატიზებული ამოცნობა, სიმძიმის ცენტრის მეთოდი, მინი-მაქსის მეთოდი, პრეპარირება, სუპერპოზიცია, კლასტერიზაცია, სემანტიკა

ხელნაწერი სიმბოლოების ამოცნობის პრობლემა ჯერ კიდევ XX საუკუნის 60-იანი წლებიდან წარმოადგენს კვლევის აქტუალურ სფეროს. ამ პრობლემის ფორმირება ძირითადად დაკავშირებულია კომპიუტერისა და დაპროგრამების მეთოდების განვითარებასთან. პროგრამული ენების მრავალფეროვნებისა და ათვისების სირთულის, პროგრამული მოდულების გამართვის პრობლემების გამო, მეცნიერები იძულებულნი იყვნენ ეძებნათ ალტერნატიული გზები, შეექმნათ ისეთი ამომცნობი სისტემები, რომლებიც ხელნაწერ ტექსტებს გაარჩევდნენ. ამოცანის ასეთი დასმა საწყის ეტაპზე გულისხმობდა ცალკეული სიმბოლოების ამომცნობი სისტემების შექმნას მათი შემდგომი გამოყენების მიზნით, კერძოდ, ხელნაწერის შინაარსის გასარკვევად. ხელნაწერი სიმბოლოების ამომცნობი სისტემის შექმნა სახეთა ამოცნობის კლასიკური ამოცანაა, რომლის დამუშავება დღესაც აქტუალურად მიმდინარეობს.

სიმბოლოების ამოცნობის ძირითადი ამოცანების შემუშავება იწყება მონაცემების ხელით დამუშავების პროცედურების გამოკვლევით, რათა შესწავლილი და განზოგადებული იქნას ის სირთულეები, რომელსაც აწყდება მომხმარებელი. ასეთი გამოკვლევა ზოგადი ხასიათისაა და მდგომარეობს სიმბოლოების გამოვლენაში და არა მათი მიზეზის დადგენაში. თავდაპირველად ხდება მართვის არსებული პროცედურების ზოგადი გამოკვლევა, ხოლო შემდგომში მოხდება მართვის იმ თითოეული ამოცანის ცალ-ცალკე შესწავლა, რომლის ავტომატიზაციაც არის გათვალისწინებული [1].

ხელნაწერი სიმბოლოების ამოცნობის პრობლემა შედგება მრავალი ქვე-პრობლემისგან, რომლებიც ფუნქციური თვალსაზრისით ქმნის არამკაცრ თანმიმდევრობას. თითოეული ქვეპრობლემა წარმოადგენს ფუნქციურად განმხილოებულ ერთ პროცესს და ამასთან ყველა ქვეპრობლემა - პროცესი დაკავშირებულია

ერთმანეთთან რთული ურთიერთკავშირებით [2]. ამოცნობის პროცესისა და მისი შემადგენელი ქვეპროცესების ურთიერთკავშირების სტრუქტურა მოცემულია ნახ. 1-ზე.



ნახ.1. ხელნაწერი სიმბოლოების ავტომატიზებული ამოცნობის ძირითადი ამოცანების სტრუქტურული სქემა

ამოცნობის პროცესის პირველი ეტაპი ძირითადად საწყის ნიშანთა სიმრავლის არჩევის ამოცანაა, რომლის ფორმირებაც მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ანალიზის მეთოდის არჩევაზე. თავდაპირველად ხდება ორიგინალი ხელნაწერი მონაცემების (ხელნაწერი ტექსტი, რომლის ავტორის ვინაობაც ცნობილია) სკანირება და მისი გადაყვანა ორობით სისტემაში. ამის შემდეგ ხორციელდება გამოსახულების დასუფთავება, შემდგომ - მონაცემების სეგმენტაცია სტრიქონებად, სიტყვებად და სიმბოლოებად. ხელნაწერი მონაცემების სიმბოლოებად წარმოდგენის შემდეგ ხდება მათი დამუშავება და ნორმალიზაცია, რომელთა საშუალებითაც ხორციელდება დამახინჯებების მოცილება და ყველა სიმბოლოს ერთ ფორმაში მოყვანა, რაც აუცილებელია შედარების პროცესის განხორციელებისათვის.

ორიგინალი ხელნაწერი სიმბოლოების ბაზის შექმნის შემდეგ ხდება უცნობი ხელნაწერი მონაცემების (ხელნაწერი ტექსტი, რომელიც ეჭვს ბადებს ამა თუ იმ ავტორთან მიმართებაში და მოითხოვს მის შედარებას ორიგინალთან) სკანირება და მათზე წინასწარი პროცედურების ჩატარება, რომელიც შესრულებული იქნა ორიგინალი სიმბოლოების ბაზის ჩამოყალიბების პროცესში. ანალოგიურად ხდება უცნობი ხელნაწერი სიმბოლოების ბაზის ჩამოყალიბება.

ორიგინალი და უცნობი ხელნაწერი სიმბოლოების ბაზების შექმნის შემდეგ იწყება შედარების პროცესი. თავდაპირველად, ორიგინალი სიმბოლოების ბაზის თითოეული ელემენტისათვის, სიმძიმის ცენტრის მეთოდით ხორციელდება სიმძიმის ცენტრისა და ეტალონური წერტილების პოვნა, მანძილების გამოთვლა სიმძიმის ცენტრიდან ეტალონურ წერტილებამდე და მათი დაფიქსირება მონაცემთა ბაზაში. შემდგომ ეტაპს წარმოადგენს უცნობი სიმბოლოების ბაზიდან აღებული თითოეული ელემენტის შედარება ორიგინალი სიმბოლოების ბაზის თითოეულ ელემენტთან, სიმძიმის ცენტრის მეთოდის გამოყენებით. უცნობი სიმბოლოსა და ორიგინალი სიმბოლოების შესაბამისი მანძილების შედარების შემდეგ ხორციელდება კლასტერიზაციის პროცესი სახეობების მიხედვით [3].

ხელნაწერი მონაცემების კლასტერიზაციის შემდეგ, ამოცნობის მაღალი ხარისხის მისაღწევად, გამოიყენება შედარების მინი-მაქსის მეთოდი [4], რომლის საშუალებითაც თავდაპირველად ხდება უცნობი და ორიგინალი სიმბოლოების შედარება სიგრძე-სიგანით და გამოსახულებების პიქსელთა რაოდენობებით (ემპირიულად დადგენილი შეზღუდულობის ფარგლებში). ამის შემდეგ პრეპარირების პროცესისა და სუპერპოზიციის პრინციპის გამოყენებით სრულდება სიმბოლოთა შედარების პროცედურა და ხდება გადაწყვეტილების მიღება. შედარების სხვადასხვა მეთოდის გამოყენების შემდეგ, ხელნაწერი მონაცემების ყველა სიმბოლოსათვის ხორციელდება ამოცნობის პროცედურა და ხდება შედეგის პროცენტული შეფასება. ხელნაწერი მონაცემების შინაარსის გარკვევისას, გაუგებრობის შემთხვევაში ხდება მომხმარებელთან დიალოგში შესვლა და ანალიზის შემდეგ სიმბოლოების მონაცემთა ბაზის გაფართოება.

საბოლოო ეტაპზე მთელი ამ პროცედურების ჩატარების შემდეგ ხდება დასკვნის გაკეთება და შედეგის გამოტანა მომხმარებლისთვის სასურველ ფორმატში.

ლიტერატურა:

1. P. Scattolin. Recognition of handwritten numerals using elastic matching. The Department of Computer Science. November 1995.
2. ვერულავა ო. ხუროძე რ. ამომცნობი სისტემების თეორიის საფუძვლები. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, 2001წ.
3. ქართველიშვილი ი. ორიგინალი და უცნობი ხელნაწერი სიმბოლოების შედარების კომპიუტერული ანალიზი. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომები №4 (432), თბილისი, 2000წ.
4. ქართველიშვილი ი. ორიგინალი და უცნობი ხელნაწერი სიმბოლოების შედარების მინი-მაქსის მეთოდი. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომები №1 (451), თბილისი, 2004 წ.

Article received: 2010-11-16