

**გამოსახულების წინასწარი კომპიუტერული დამუშავება
ფონური სტრუქტურების გამოყენებით**

თეა თოდუა
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განხილულია გამოსახულების ფონური სტრუქტურებით ანალიზის მეთოდი ქართული ნაბეჭდი სიმბოლოების მაგალითზე. ფონური სტრუქტურებით ანალიზი ხორციელდება გამოსახულების წინასწარი კომპიუტერული დამუშავების სტადიაზე. ფონური სტრუქტურებით ანალიზის პროცესის პირველ ეტაპს წარმოადგენს დაგლუვების პროცედურა, რომელიც უზრუნველყოფს გამოსახულებაში დამახინჯებისა და რასტრის ნაპირებზე მოცემული სახის რეალიზაციებისათვის გრადაციების შემცირებას. ფონური სტრუქტურები განიხილება, როგორც გამოსახულების ინფორმაციული ნაწილი. გამოსახულების ფონური სტრუქტურებით აღწერა მცირე რაოდენობის ეტალონური აღწერების მიღების საშუალებას იძლევა.

საკვანძო სიტყვები: გამოსახულების ფონური სტრუქტურა. ნაბეჭდი სიმბოლო. დაგლუვება. ეტალონური აღწერა.

1. შესავალი

გამოსახულების წინასწარი კომპიუტერული დამუშავების სტადიაზე ძალიან მნიშვნელოვანია თვისებათა ანუ ნიშანთა ნუსხის დადგენა. ზოგი ნიშანი შეიძლება წარმოვადგინოთ რიცხვითი მნიშვნელობებით, ზოგი ნიშანი კი თვისებრივია და ამის გამო ისინი შეიძლება გამოვხატოთ მისი არსებობის ან არარსებობის მითითებით. ნიშნის არსებობის შემთხვევაში, სახის აღწერის შესაბამისი ელემენტი, როგორც წესი, იღებს ერთის ტოლ, წინააღმდეგ შემთხვევაში – ნულის ტოლ მნიშვნელობას. ნებისმიერ შემთხვევაში, მიღებული აღწერები ამოცნობის პროცესში გამოიყენება გადაწყვეტილების მისაღებად. შერჩეული ნიშანთა სიმრავლე მოწმდება და ფასდება მისი ვარგისიანობა, რაც ხორციელდება ექსპერიმენტულად რეალიზაციათა სასწავლო და საკონტროლო ნაკრებების გამოყენებით, რის შედეგადაც ხდება ნიშანთა სიმრავლის ერთი ნაწილის უგულებელყოფა ან დატოვება.

2. ძირითადი ნაწილი

ფონური სტრუქტურებით გამოსახულების ანალიზისას ინფორმაციულ ნაწილს წარმოადგენს გამოსახულების ფონი და არა თვით გამოსახულება. გამოსახულების სტრუქტურაზე ინფორმაციას იძლევიან ფონური სტრუქტურები, მათი რაოდენობა და ტიპები. განიხილება სამი ტიპის ფონური სტრუქტურა:

1. ღია ანუ განაპირა ფონური სტრუქტურა ეწოდება არეს, რომელიც იწყება რასტრის კიდებიდან; აქედან გამომდინარე, გვაქვს შემდეგი სახის განაპირა სტრუქტურები: მარცხენა განაპირა, მარჯვენა განაპირა, ზედა განაპირა, ქვედა განაპირა.

2. ნახევრადნაკეტილი სტრუქტურა ეწოდება არეს, რომელიც შემოსაზღვრულია როგორც გამოსახულების, ასევე ფონური სტრუქტურის პიქსელებით;

3. ჩაკეტილი სტრუქტურა ეწოდება არეს, რომელიც ყოველი მხრიდან შემოსაზღვრულია მხოლოდ გამოსახულების პიქსელებით.

1-ელ ა) ნახაზზე წარმოდგენილია ქართული ნაბეჭდი სიმბოლო „ჭ“-ს საწყისი გამოსახულება.

| | | |
|-----------------|------------------|------------------|
| 00011000000000 | aaa11cccccccc | aa11cccccccc |
| 00011000000000 | aaa11cccccccc | aa11cccccccc |
| 00011111111000 | aaa1111111cccc | aa11111111cccc |
| 000010011111000 | aaaa1gg11111ccc | aaaa1111111ccc |
| 00000000111000 | aaaaaaaaa111ccc | aaaaaaaaa111cc |
| 00000000111000 | aaaaaaaaa111cccc | aaaaaaaaa111cccc |
| 00000000111000 | aaaaaaaaa111cccc | aaaaaaaaa111cccc |
| 011111111100111 | 1111111111hh111 | 111111111111111 |
| 011100011101111 | 1111kkk111h111 | 1111kkk111111111 |
| 111000011111000 | 111kkkk11111ddd | 111kkkk111111111 |
| 011100111110000 | 1111kk111111ddd | 1111kk111111111 |
| 011111111111111 | 111111111111111 | 111111111111111 |
| 000111001101111 | bbb111mm11n111 | bbb1111111111111 |
| 000000001111000 | bbbbbbbbb111eee | bbbbbbbbb1111111 |
| 001100000111000 | 1111ppppp111eee | 1111ppppp111111 |
| 011100000011110 | 1111pppppp11111 | 1111pppppp11111 |
| 111000000011110 | 111ppppppp11111 | 111ppppppp11111 |
| 111000000001110 | 111pppppppp11111 | 111pppppppp11111 |
| 111000000011110 | 111pppppppp11111 | 111pppppppp11111 |
| 011111111111000 | 111111111111fff | 111111111111111 |
| 001111111100000 | 111111111111fff | 111111111111111 |
| ა | ბ | გ |

ნახ.1. გამოსახულების ანალიზი ფონური სტრუქტურებით „ჭ“-ს მაგალითზე

ღია ანუ განაპირა ფონური სტრუქტურები ინდექსირებულია a, b, c, d, e, f ჩაკეტილი სტრუქტურები - k, n სიმბოლოებით, ხოლო ნახევრადნაკეტილ სტრუქტურას წარმოადგენენ ასევე ლათინური ანბანის g, p, m, h სიმბოლოებით ინდექსირებული პიქსელები. (ნახ.1-ბ)

მე-2 ა) ნახაზზე წარმოდგენილია ქართული ნაბეჭდი სიმბოლო „ა“, მისი დაგლუვებით და ფონური სტრუქტურების ინდექსირებით მიღებული შედეგი.

ფონური სტრუქტურებით გამოსახულების ანალიზის ალგორითმის პირველი ეტაპი მოიცავს დაგლუვების პროცედურას. დაგლუვებული სიმბოლოები ნაჩვენებია 1-ელ ბ) და მე-2 ბ). ნახაზებზე. შემდეგ ეტაპზე განხორციელდა გამოსახულებაში არსებული სხვადასხვა ფონური სტრუქტურების ნუმერაცია ანუ ინდექსირება. ინდექსირება იწყება სიმბოლოს მარცხენა ზედა კუთხიდან და ყველა ღია სტრუქტურაში იწერება ერთიდაიგივე ინდექსი მანამ, სანამ ჰორიზონტალზე და იმავდროულად ვერტიკალზე მოძრაობისას არ დაფიქსირდება გამოსახულების პიქსელი. ერთი ფონური სტრუქტურიდან მეორეში გადასვლა ხდება რასტრზე ზევიდან ქვევით - ვერტიკალური მიმართულებით მოძრაობისას. ყოველ ახალ ღია სტრუქტურაში იწერება ახალი ინდექსი, ეს

პროცესი გრძელდება რასტრის ბოლო სტრიქონამდე. იმავდროულად ითვლება ინდექსირებულ არეებში პიქსელების რაოდენობა და იწერება შესაბამის მასივებში. შემდეგ გრძელდება პროცესი, ამჯერად რასტრის მარჯვნიდან მარცხენა მიმართულებით.

| | | |
|-----------------|------------------|------------------|
| 000001110000000 | aaaaa1111cccccc | aaaaa1111cccccc |
| 000001111000000 | aaaaa1111cccccc | aaaaa1111cccccc |
| 000001111000000 | aaaaa1111cccccc | aaaaa1111cccccc |
| 000111111100000 | aaa1111111cccccc | aaa1111111cccccc |
| 000001111111000 | aaaaa1111111ccc | aaaaa1111111ccc |
| 000001111111100 | aaaaa11111111cc | aaaaa11111111cc |
| 000000111111100 | aaaaaa1111111cc | aaaaaa1111111cc |
| 000000011111110 | aaaaaaa11111111 | aaaaaaa11111111 |
| 000000011111110 | aaaaaaa11111111 | aaaaaaa11111111 |
| 000000001111110 | aaaaaaaa11111111 | aaaaaaaa11111111 |
| 000000000011111 | aaaaaaaaaa111111 | aaaaaaaaaa111111 |
| 111100000011111 | 111111111111111 | 111111111111111 |
| 111100000011111 | 111111111111111 | 111111111111111 |
| 111100000011111 | 111111111111111 | 111111111111111 |
| 111100000011111 | 111111111111111 | 111111111111111 |
| 111110000011111 | 111111111111111 | 111111111111111 |
| 111110000011110 | 111111111111111 | 111111111111111 |
| 011110001111110 | 111111111111111 | 111111111111111 |
| 011111111111000 | 111111111111ddd | 111111111111111 |
| 000111111111000 | bbb111111111ddd | 111111111111111 |
| 000111111111000 | bbb111111111ddd | 111111111111111 |
| ა | ბ | გ |

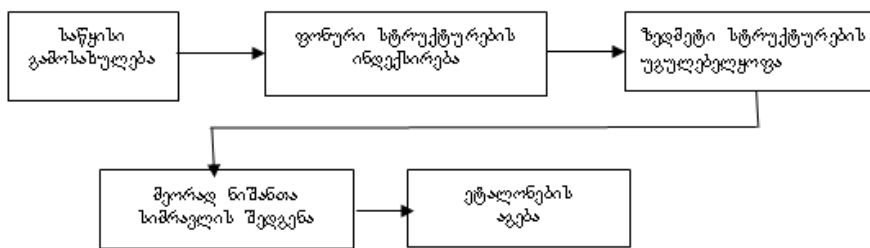
ნახ.2. გამოსახულების ანალიზი ფონური სტრუქტურებით „ა“-ს მაგალითზე

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, პირველ ეტაპზე ხორციელდება განაპირა (ღია) ფონური სტრუქტურების ინდექსირება. შემდეგ ეტაპზე სრულდება ჩაკეტილი და ნახევრადჩაკეტილი არეების შევსება. განხილული ალგორითმი განხორციელებულია დაპროგრამების ენაზე C++. ფონური არეების შესავსებად გამოყენებულია რეკურსიული ფუნქცია Fillbyoct, ფუნქცია Findstructure ეძებს ფონურ არეებს, Fillbyoct ამ არეს ავსებს ახალი ინდექსით. უფრო კონკრეტულად, ფუნქცია Findstructure რასტრის ვერტიკალური მიმართულებით შემოწმებისას პოულობს პირველ ფონურ პიქსელს, შემდეგ ფუნქცია Fillbyoct პირველ ნაპოვნ ფონურ პიქსელს ცვლის შესაბამისი ინდექსით, მაგალითად ლათინური ანბანის სიმბოლო „e“-თი. ამასთანავე, იქმნება მასივი იმ სვეტისა და სტრიქონისათვის, რომელშიც ჩაიწერა ინდექსი. ინდექსირებული სიმბოლოს გარშემო განიხილება 3X3-ზე ფანჯარა, ყველგან სადაც ფონური პიქსელებია, იწერება შესაბამისი „e“ ინდექსი. ამის შემდეგ ცენტრად აიღება ზემოხსენებული მასივის პირველი ელემენტი და მის გარშემო ოქტაგონზე ფონურ არეში იწერება იგივე ინდექსი, შემდეგ ათვლის წერტილად აიღება მასივის მეორე ელემენტი და ა.შ. გრძელდება პროცესი. მოცემული მასივის წევრების რაოდენობა ჩაკეტილ არეში არსებული პიქსელების რაოდენობის ტოლია. მოცემული ჩაკეტილი არის შევსების შემდეგ გრძელდება ახალი ჩაკეტილი არის ძიება, პროგრამა კვლავ იძახებს ფუნქციას Findstructure. ჩაკეტილი არის არსებობის შემთხვევაში, პროცესი მეორდება. ზემოთ აღწერილი მეთოდის ანალოგიურად, ახალი ინდექსით ივსება სხვა ფონური არე. ინდექსირების პროცესში

თითოეული ფონური სტრუქტურისთვის ხორციელდება მასში შემავალი ფონური პიქსელების რაოდენობისა და ფონური სტრუქტურის ტიპის განსაზღვრა. ფონური პიქსელების რაოდენობა სხვადასხვა ტიპის ფონური სტრუქტურისთვის ინახება შესაბამის მასივებში: $masop[i]$ – მასივი ღია სტრუქტურებისთვის; $mashalfclose[i]$ – მასივი ნახევრადჩაკეტილი სტრუქტურებისთვის; $masclose[i]$ – მასივი ჩაკეტილი სტრუქტურებისთვის.

ზემოაღწერილი პროცედურების შედეგად მიღებული სტრუქტურირებული გამოსახულება ნაჩვენებია 1-ელ ბ) და მე-2 ბ) ნახაზებზე.

იმის გამო, რომ ყველა სტრუქტურას არ გააჩნია ტოლი მნიშვნელობა ამოცნობის თვალსაზრისით, საჭიროა მათი რანჟირება პიქსელების რაოდენობის მიხედვით. ამის შემდეგ, შესაძლებელია ნაკლები რაოდენობის პიქსელების მქონე სტრუქტურების უგულებელყოფა, რაც უფრო სტაბილურს ხდის გამოსახულების ეტალონურ აღწერებს. მაგალითად, ზედმეტი, არაინფორმაციული ფონური სტრუქტურების უგულებელყოფის შედეგად სიმბოლო „ა“-სთვის ერთი ეტალონი მიიღება. მისი აღწერა შეიძლება ერთი მარცხენა განაპირა, ერთი მარჯვენა განაპირა და ერთი ნახევრადჩაკეტილი სტრუქტურით. სტრუქტურების უგულებელყოფის კრიტერიუმის შემუშავებისათვის საჭირო გახდა პიქსელთა რაოდენობის გარკვეული ზღურბლური კოეფიციენტების განსაზღვრა და მათი მნიშვნელობების დადგენა, რაც განხორციელდა სხვადასხვა შრიფტისათვის ექსპერიმენტების საშუალებით. თითოეული სიმბოლოსათვის განისაზღვრება პიქსელების მაქსიმალური რაოდენობის მქონე ფონური სტრუქტურა. ექსპერიმენტებით დადგინდა, რომ მოცემული ღია ფონური სტრუქტურის უგულებელყოფა ხდება, თუ მისი პიქსელების რაოდენობა მაქსიმუმის 15%-ზე ნაკლებია, ნახევრადჩაკეტილი სტრუქტურისათვის ეს რიცხვი 9%-ს შეადგენს, ჩაკეტილისათვის კი – 3%-ს. არაინფორმაციული სტრუქტურები, როგორც წესი, პიქსელების მცირე რაოდენობით ხასიათდებიან, თუმცა, უმეტეს შემთხვევაში ეს არ ეხება ჩაკეტილ სტრუქტურებს, ამიტომაც ჩაკეტილი არისათვის პროცენტული მაჩვენებელი ყველაზე მცირეა. სურ. 1ბ-ზე ნაჩვენები ჩაკეტილი k სტრუქტურა მხოლოდ 9 პიქსელისგან შედგება, მაგრამ ის წარმოადგენს გამოსახულების ინფორმაციულ ნაწილს, რომლის უგულებელყოფა გამოიწვევს სიმბოლოს დაუშვებელ დამახინჯებას, რაც თავის მხრივ შეამცირებს სწორად ამოცნობის საიმედოობას. გამოსახულება ზედმეტი სტრუქტურების გარეშე ნაჩვენებია 1-ელ გ) და მე-2 გ) ნახაზებზე. ფონური სტრუქტურებით გამოსახულების ანალიზის ზოგადი სტრუქტურული სქემა წარმოდგენილია მე-3 ნახაზზე:



ნახ.3. ფონური სტრუქტურებით გამოსახულების ანალიზის ზოგადი სტრუქტურული სქემა

ფონური სტრუქტურების ინდექსირებისა და ზედმეტი სტრუქტურების უგულებელყოფის შემდგომ ეტაპზე განხორციელდა ნიშანთა სივრცის აგება სემანტიკური აღწერების გამოყენებით, რაც დამახასიათებელია ბუნებრივი ინტელექტუალური სისტემებისათვის. შესაბამისად, ფორმირდება ნიშანთა ისეთი სიმრავლე, რომელიც შეიცავს ფონურ სტრუქტურათა განლაგების აღწერებს, მაგალითად: მარცხენა განაპირა, ქვედა განაპირა, ზედა განაპირა, შუა და ა.შ.

3. დასკვნა

გამოსახულების ფონური სტრუქტურებით აღწერა თითოეული სიმბოლოსათვის მინიმალური რაოდენობის ეტალონური აღწერების ფორმირების საშუალებას იძლევა. ეტალონების მინიმიზაცია აიოლებს ამოცნობასა და მისთვის საჭირო დროს.

ლიტერატურა

1. თოდუა თ., ქართული ნაბეჭდი სიმბოლოების წინასწარი კომპიუტერული დამუშავება. „კომპიუტერული მეცნიერებები და ტექნოლოგიები“. <http://gesj.internet-academy.org.ge>. №1, 2004.
2. თოდუა თ., ჩხაიძე მ. პრეპარირება ფონური სტრუქტურებისათვის. სტუ-ს შრ.კრებ. №1(451). თბ., 2003.
3. მამალუა მ., თოდუა თ. გამოსახულებათა ანალიზი ფონური სტრუქტურებით. სტუ-ს შრ.კრებ. №4(437). 2001.

IMAGE PREPROCESSING BY USING OF BACKGROUND STRUCTURES SUMMARY

Todua Tea
Georgian Technical University

Summary

The method of the image analysis by means of background structures on an example of the Georgian printed symbols is considered. In the work analysis with background structures is carried out at a stage of preliminary computer preprocessing. The first stage of the analysis of image by means of background structures is procedure of smoothing, which provides reduction of gradation for the given image at edges of a raster and distortion in the image; Background structures are considered as an informative part of image. Description of the image by means of background structures enables reception of standard descriptions in a minimum quantity.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФОНОВЫХ СТРУКТУР

Тодуа Т.
Грузинский Технический университет

Резюме

Рассмотрен метод анализа изображений с помощью фоновых структур на примере грузинских печатных символов. Анализ фоновых структур осуществляется на стадии предварительной компьютерной обработки. Первый этап процесса анализа изображений с помощью фоновых структур является процедура сглаживания, которая обеспечивает сокращение градации для данного изображения на краях растра и искажений в изображении. Фоновые структуры рассматриваются как информативная часть изображений. Описание изображений с помощью фоновых структур дает возможность получения эталонных описаний в минимальном количестве.