

ქართული ნახეკდი სიმბოლოების წინასწარი კომპიუტერული დამუშავება

თოდუა თეა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,

მანქანური ინტელექტის სამეცნიერო-საკვლევო და სასწავლო ცენტრი #347

ანოტაცია

ამოსაცნობი გამოსახულება შეიძლება შეიცავდეს ჭარბ ინფორმაციას, სხვადასხვა ხელშეშლებს. სკანირების შედეგად, სკანერში მიმდინარე ოპტიკური პროცესების გამო, მიიღება ბუნდოვანი, არამკაფიო ან გამსხვილებული გამოსახულებები, რომელთა უშუალო გამოყენება ამოცნობის პროცესში იწვევს ამოცნობის საიმედოობის მნიშვნელოვან დაქვეითებასა და ამოცნობის პროცესის გახანგრძლივებას.

ექსპერიმენტებით დადგენილია, რომ პრაქტიკულად ყველა შემთხვევაში საჭიროა სკანირებით მიღებული სიმბოლოების წინასწარი დამუშავება, რომლის სწორად განხორციელებაზეც მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ამოცნობის მაღალი საიმედოობის მიღწევა.

ნაშრომში განხილულია საწყისი გამოსახულების დაგლუვებისა და დავიწროების, საწყის გამოსახულებასა და დავიწროების შემდეგ მიღებულ გამოსახულებაში წყვეტების აღმოფხვრის, ასევე ქართული ანბანის სიმბოლოებისათვის დამახასიათებელი ელემენტის – კბილის გამოვლენისა და დავიწროების პროცესში მისი შენარჩუნების საკითხები და მათი გადაწყვეტის გზები.

საკვანძო სიტყვები: სახეთა ამოცნობა, პრეპარირება, დაგლუვება, დავიწროება

ტექსტების ამოცნობა მოიცავს რამდენიმე ეტაპს, რომელთა შორის ერთ-ერთი რთული საკითხია სიმბოლოების წინასწარი დამუშავება, რომლის სწორად განხორციელებაზეც მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ამოცნობის პრობლემის გადაწყვეტა.

ამოსაცნობი გამოსახულება შეიძლება შეიცავდეს ჭარბ ინფორმაციას, სხვადასხვა ხელშეშლებს. სკანირების შედეგად, სკანერში მიმდინარე ოპტიკური პროცესების გამო, მიიღება ბუნდოვანი, არამკაფიო ან გამსხვილებული გამოსახულებები, რომელთა უშუალო გამოყენება ამოცნობის პროცესში იწვევს ამოცნობის საიმედოობის მნიშვნელოვან დაქვეითებასა და ამოცნობის პროცესის გახანგრძლივებას. მრავალრიცხოვანი ექსპერიმენტებით დადგენილია, რომ პრაქტიკულად ყველა შემთხვევაში საჭიროა სკანირებით მიღებული სიმბოლოების წინასწარი დამუშავება ანუ პრეპარირება [1]. პრეპარირების ძირითად პროცედურებს წარმოადგენენ დაგლუვება და დავიწროება.

სკანირებით მიღებული სიმბოლოების განსხვავებული ზომების გამო ამოცნობისას იქმნება პრობლემები, ამიტომაც კვლევების საწყის ეტაპზე განიხილებოდა მასშტაბირების ანუ განზომილების შერჩევის ამოცანა. სასწავლო ნაკრების ანალიზის შედეგად დადგინდა, რომ 32X27 განზომილების მქონე რასტრი საკმარისია ქართული ანბანის სიმბოლოების ადექვატური სახით წარმოსადგენად.

საწყისი გამოსახულება მოცემულია მატრიცის სახით, რომლის ნებისმიერი ელემენტი ნულის ან ერთის ტოლია:

ნაპირებზე დაგლუვების პროცედურა აღიწერება შემდეგნაირად:

როცა $i = 0$

$x_{ij} = 1$ და $x_{i+1,j} = 1$, თუ

ა) $x_{ij} = 0 \cap x_{i+1,j} = 0 \cap x_{i+2,j} = 1 \cap x_{i,j-1} = 1 \cap x_{i+1,j-1} = 1$;

ბ) $x_{ij} = 0 \cap x_{i+1,j} = 1 \cap x_{i+2,j} = 1$;

გ) $x_{ij} = 0 \cap x_{i+1,j} = 1 \cap x_{i+2,j} = 0$;

როცა $i = I - 1$

$x_{ij} = 1$ და $x_{i-1,j} = 1$, თუ

ა) $x_{ij} = 0 \cap x_{i-1,j} = 0 \cap x_{i-2,j} = 1$;

ბ) $x_{ij} = 0 \cap x_{i-1,j} = 1 \cap x_{i-2,j} = 1$;

გ) $x_{ij} = 0 \cap x_{i-1,j} = 1 \cap x_{i-2,j} = 0$;

როცა $j = 0$

$x_{ij} = 1$ და $x_{i,j+1} = 1$, თუ

ა) $x_{ij} = 0 \cap x_{i,j+1} = 0 \cap x_{i,j+2} = 1$;

ბ) $x_{ij} = 0 \cap x_{i,j+1} = 1 \cap x_{i,j+2} = 1$;

გ) $x_{ij} = 0 \cap x_{i,j+1} = 1 \cap x_{i,j+2} = 0$;

როცა $j = J - 1$

$x_{ij} = 1$ და $x_{i,j-1} = 1$, თუ

ა) $x_{ij} = 0 \cap x_{i,j-1} = 0 \cap x_{i,j-2} = 1$;

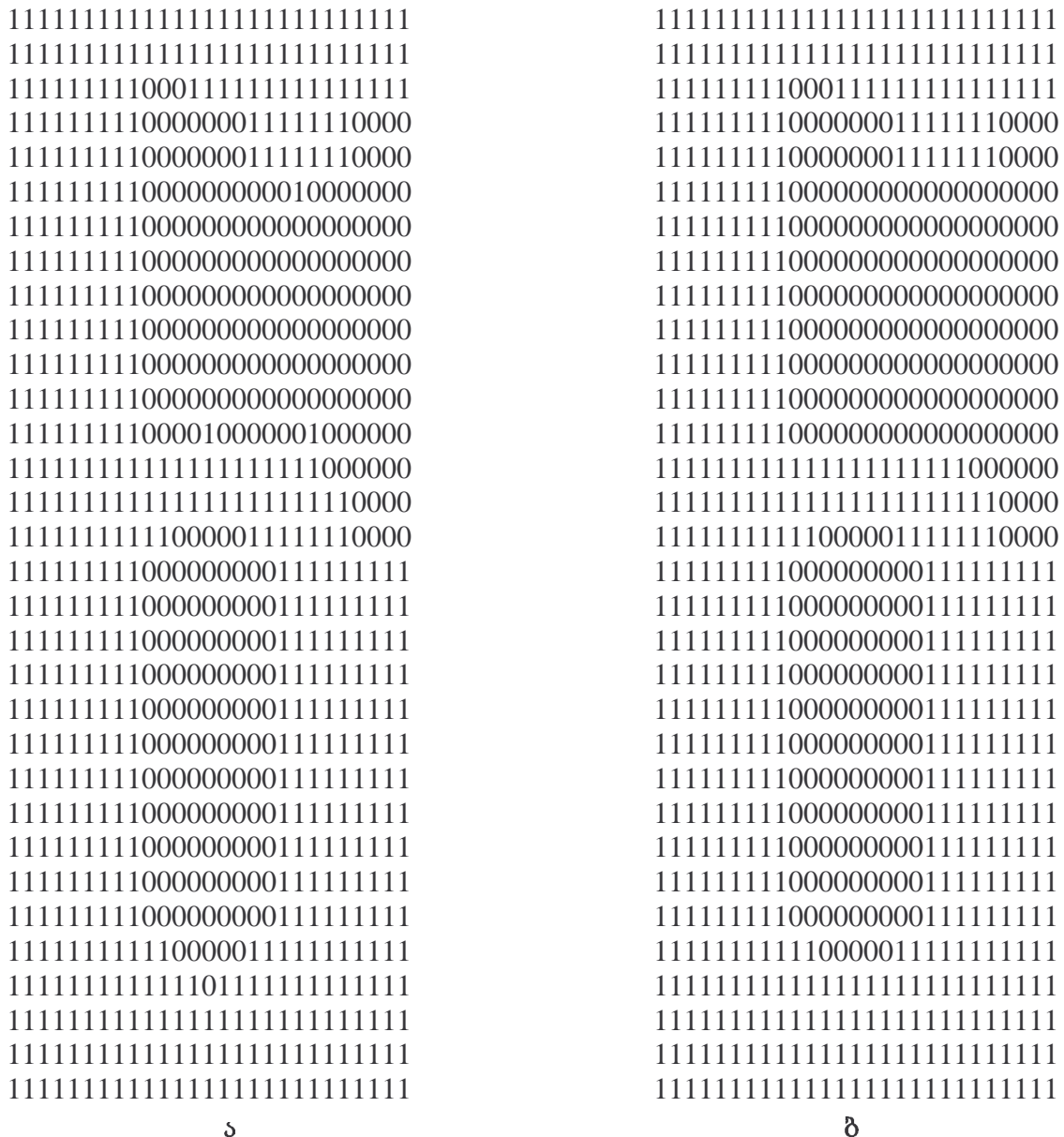
ბ) $x_{ij} = 0 \cap x_{i,j-1} = 1 \cap x_{i,j-2} = 1$;

გ) $x_{ij} = 0 \cap x_{i,j-1} = 1 \cap x_{i,j-2} = 0$;

ბ) ნაპირებიდან ღრმა დაგლუვება გულისხმობს ნაპირებზე ფონური სტრუქტურების შეცვლას გამოსახულების სტრუქტურებით, იმ შემთხვევაში, როდესაც ფონური სტრუქტურები შემოსაზღვრულია გამოსახულების სტრუქტურებით ნაპირების სიახლოვეს.

გ) შიგა დაგლუვების დროს ექსპერიმენტებით განსაზღვრული რასტრის გარკვეული ნაწილისათვის 101 ან 010 გადასვლაში ფონური ან გამოსახულების სტრუქტურა იცვლება საწინააღმდეგო სტრუქტურით.

სურ.2-ზე წარმოდგენილია ნაპირებიდან ღრმა დაგლუვებითა და შიგა დაგლუვებით მიღებული შედეგები სურ.1-ზე ნაჩვენებ ქართული ანბანის სიმბოლო “ნ”-სთვის.



სურ.2. ა) ნაპირებიდან ღრმა დაგლუვება; ბ) შიგა დაგლუვება

გამოსახულების დავიწროება გულისხმობს საწყისი მონაცემების შემცირებას, სიმბოლოს მნიშვნელოვანი მახასიათებლებისა და პიქსელებს შორის დაკავშირებულობის შენარჩუნებას, არსებული ხმაურის აღმოფხვრას ახალი დამახინჯებების შემოტანის გარეშე [3].

დავიწროების პროცესში ქართული ნაბეჭდი სიმბოლოებისათვის (მაგალითად, „კ“, „ვ“, „პ“, „ზ“, „ც“) დამახასიათებელი ელემენტების - ე.წ. „კბილების“ შენარჩუნებისათვის აუცილებელი გახდა მათი გამოვლენა. (სურ.3).

კბილი სიმბოლოს სპეციფიკური წანაზარდია, რომელიც არ წარმოადგენს დამახინჯებას. ამდენად, კბილების დადგენის საკითხი მჭიდროდაა დაკავშირებული გამოსახულების დავიწროებასთან.

ქვემოთ განხილულია მხოლოდ ჰორიზონტალური კბილების გამოვლენის პრობლემა, რადგანაც სიმბოლოში არსებული ვერტიკალური კბილების დავიწროება სიმბოლოს ამოცნობის პროცესში პრობლემას არ ქმნის.

00000000000001111111110000	0000001111110000000000000000
00000000000001111111111100	0000001111111111111000000000
0000000000000000011111111100	0000001111111111111000000000
000000000000000000011111111100	0000001111111111111110000
000000000000000000011111111100	0000001111111111111111100
000000000000000000011111111100	00000000001111111111111100
000000000000000000011111111111	000000000000000111111111111
000000000000000000011111111111	000000000000000011111111111
000000000000000000011111111100	000000000000000001111111111
000000000000000000011111111100	0000000000000000000111111111
000000000000000000011111111100	0000000000000000000111111111
000000000000000000011111111100	0000000000000000000111111111
000000000000000000011111111100	0000000000000000000111111111
000000000000000000011111111100	0000000000000000000111111111
000000000000000000011111111111	0000000000000000000111111111
000000000000000000011111111111	0000000000000000000111111111
0000111110000000001111111111	0000000000000000000111111111
0000111110000000001111111111	0000000000000000000111111111
0011111110000000001111111111	0011111000000000001111111111
1111111110000000001111111111	1111110000000000001111111111
1111111110000000001111111111	1111110000000000001111111111
1111111110000000001111111111	1111110000000000001111111111
1111111110000000001111111111	1111110000000000001111111111
1111111110000000001111111111	1111110000000000001111111111
0011111110000000001111111100	111111110000000000111111100
0011111110000000001111111100	111111110000000000111111100
0011111110000000001111111100	111111110000000000111111100
00001111110001111111110000	00001111111111111111110000
00001111111111111111110000	00001111111111111111110000
00000000111111111110000000	00000000001110000000000000

სურ.3 კბილები

პრობლემურ საკითხს წარმოადგენდა ე.წ. ცრუ კბილების გამორიცხვა (სურ.4), თავიდანვე განისაზღვრა პირობები, რომლის დროსაც სიმბოლოში კბილები არ შეიძლება არსებობდნენ:

1) ქართული ნაბეჭდი სიმბოლოების თავისებურებების გათვალისწინებით, კბილების ძებნა ხდება მხოლოდ ექსპერიმენტებით დადგენილი ჩარჩოს (ზოლის) ფარგლებში:

$A_z \geq 0,2I$; $A_q \leq 0,7I$; $A_l \geq 0,2J$; $A_r \leq 0,8J$, სადაც A_z – სიმბოლოს ზედა საზღვარს აღნიშნავს, A_q, A_l, A_r - შესაბამისად ქვედა, მარცხენა და მარჯვენა საზღვრებს აღნიშნავენ.

2) ქართული ანბანის სიმბოლოების ანალიზის საფუძველზე დადგინდა, რომ კბილი სიმბოლოში არ არსებობს, როდესაც გამოსახულების $j=0$ სვეტში 0101 გადასვლაა ან როდესაც გამოსახულების ბოლო i – ურ სტრიქონში არის 101 გადასვლა.

00000011111111111100000000	00000000000111111100000000
00001111111111111111110000	00000000000111111100000000
000011111111111111111110000	00001111111111111111110000
00111111111100011111111100	00001111111100011111110000
00111111111100011111111111	00001111111100011111110000
00111111110000000011111111	00111111110000000011111100
11111111100000000001111111	00111111110000000011111100
11111111111000000001111111	11111111100000000011111100
11111111111100000001111111	11111111100000000011111100
11111111111100000001111111	11111111100000000011111100
00111111100000000001111111	1111111000000000011111111
00111111100000000001111111	1111111000000000011111111
00000000000000000001111111	1111111000000000011111111
00000000000000000001111111	11111110000000000001111111
00000000000000000001111111	11111110000000000001111111
00000000000000000001111111	11111110000000000001111111
00001110000000000111111111	1111111000000000011111111
00001110000000000111111111	11111110000000000001111111
00111111100000000111111111	1111111000000000011111111
11111111100000000111111111	1111111000000000011111111
11111111100000000001111111	1111111000000000011111111
11111111100000000001111111	1111111000000000011111111
11111111100000000001111111	1111111000000000011111111
11111111100000000001111111	1111111000000000011111111
11111111100000000001111111	1111111000000000011111111
11111111100000000001111111	1111111000000000011111111
11111111100000000001111111	1111111000000000011111111
111111111000000000011111100	1111111000000000011111100
0011111111111111111111100	00111111111100000111110000
0011111111111111111111100	00111111111100000111110000
0011111111111111111111100	00000011100000000111110000
00000011111111111111110000	00000011100000000111110000

სურ. 4. ცრუ კბილები

კბილის პოვნის მიზნით, გამოსახულების i და $i-1$ სტრიქონებისათვის განიხილება სხვაობა $GAN = j_{ii} - j_{i-1}$, სადაც j_{ii} სიმბოლოს სტრიქონების მარჯვნიდან მარცხნივ გავლისას ბოლოდან პირველი ერთების უწყვეტ თანმიმდევრობაში მარცხნიდან პირველი ერთიანის შესაბამისი სვეტის ნომერია. თუ $GAN \geq 0$, ეს მოცემულ სტრიქონში კბილის საწყისის არარსებობაზე მიუთითებს. კბილი წარმოადგენს სპეციფიკურ წანაზარდს, რომლისთვისაც ე.წ. კბილის თავი ფორმირდება $GAN < 0$, ხოლო ე. წ. ბოლო $GAN > 0$ პირობების შესრულებისას. ამ პროცედურის შესრულების შემდეგ, იშვიათ შემთხვევებში, მაგრამ მაინც სიმბოლოში ნაპოვნი კბილი შესაძლებელია არ აღმოჩნდეს რეალური კბილი. ერთი კბილის პოვნის შემთხვევაში, კბილი ცრუა თუ სრულდება შემდეგი პირობები:

- a) $CT1 \geq 0.6I$ ან $CB1 \geq 0.6I$;
- b) $CT1 < 0.25I$ და $CB1 < 0.3I$

ორი კბილის პოვნის შემთხვევაში, ორივე ცრუა, თუ $CT2 < 0.25I$, სადაც $CT1$ და $CB1$ შესაბამისად აღნიშნავენ პირველი კბილის საწყის და საბოლოო სტრიქონებს, $CB2$ აღნიშნავს სტრიქონს, რომელშიც დაფიქსირდა მეორე კბილის თავი. შემუშავებული

ბ) თუ გამოსახულება არ იწყება ნაპირებიდან, მაშინ დავიწროების მიმართულების არჩევისას მხედველობაში მიიღება მოცემულ სტრიქონში ერთების უწყვეტი თანმიმდევრობების რაოდენობა. განიხილება შემდეგი სიტუაციები:

1. უწყვეტი ერთების მიმდევრობა ერთადერთია. ამ შემთხვევაში დავიწროება ხდება მარჯვნიდან მარცხნივ, თუ მარცხნივ მდებარე ნულების რაოდენობა მეტია მარჯვნივ მდებარე ნულების რაოდენობაზე. თუ ეს პირობა არ სრულდება, მაშინ დავიწროება ხორციელდება მარცხნიდან მარჯვნივ.

2. თუ ერთების უწყვეტი თანმიმდევრობა ორის ტოლია მოცემულ სტრიქონში, მაშინ ერთების მარცხენა ჯგუფი ვიწროვდება მარჯვნიდან მარცხნივ, ხოლო მარჯვენა ჯგუფი მარცხნიდან მარჯვნივ.

3. თუ ერთების უწყვეტი თანმიმდევრობა ორზე მეტია მოცემულ სტრიქონში, მაშინ განაპირა პიქსელები ვიწროვდება 2-ში მითითებული წესის თანახმად, ხოლო შუაში მდებარე ჯგუფები ვიწროვდება მარჯვნიდან მარცხნივ.

აღწერილი ალგორითმის პროგრამული განხორციელებით მიიღება მაქსიმალურად დავიწროებული, ზუსტად მოხაზული სიმბოლო, ყოველგვარი ზედმეტი სტრუქტურების გარეშე, რომლებშიც დავიწროებისას შენარჩუნებულია ქართული ანბანის სიმბოლოებისათვის დამახასიათებელი მნიშვნელოვანი ელემენტი – კბილი.

ლიტერატურა:

1. ო. ვერულავა, რ. ხუროძე. ამომცნობი სისტემების თეორიის საფუძვლები. გამომცემლობა "ტექნიკური უნივერსიტეტი", თბილისი, 2001წ.
2. თ. თოდუა, მ. ჩხაიძე. პრეპარირება ფონური სტრუქტურებისათვის. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, შრომები #1(451), თბილისი, 2003წ., გვ.168-171.
3. Lam L., Lee S.-W., Suen C. Thinning methodologies - a comprehensive survey. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.14, No 9, 1992, pp.869-885.

მიღებულია: 2004-05-18

მიღებულია გადამუშავების შემდეგ: 2004-06-25