

ინტერაქტიული სამგანზომილებიანი რეკონსტრუქცია RGB-D გამოსახულებების საფუძველზე

მზია კიკნაძე¹, ივანე მაკასარაშვილი¹, მიხეილ დარჯანია²

1-საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2-თბილისის სამხატვრო აკადემია

რეზიუმე

განხილულია გამოსახულებებიდან და წერტილების სიმრავლეებიდან ზედაპირების რეკონსტრუქციის სისტემა. მნიშვნელოვანი ყურადღება ეთმობა RGB-D ფოტოკამერებიდან შეტანილ ინფორმაციის აღდგენას, როდესაც გარემოს გადაღება ხდება მრავალი ფერადი გამოსახულების ან წერტილების მჭიდრო სიმრავლის მეშვეობით. რეკონსტრუქციის ეს ალგორითმი შეგვიძლია გამოვიყენოთ სხვა წყაროებიდან შეტანილი ინფორმაციისთვისაც. რეკონსტრუქცია ეფუძნება რამდენიმე მარტივ ფიგურას, რომლებიც გვთავაზობს სამგანზომილებიანი ინფორმაციის გამოყენების აბსტრაქციის მაღალ დონეს, ანალიზის ან რედაქტირების მიზნით.

საკვანძო სიტყვები: ზედაპირის რეკონსტრუქცია. ალგორითმი. 3D-ინფორმაცია.

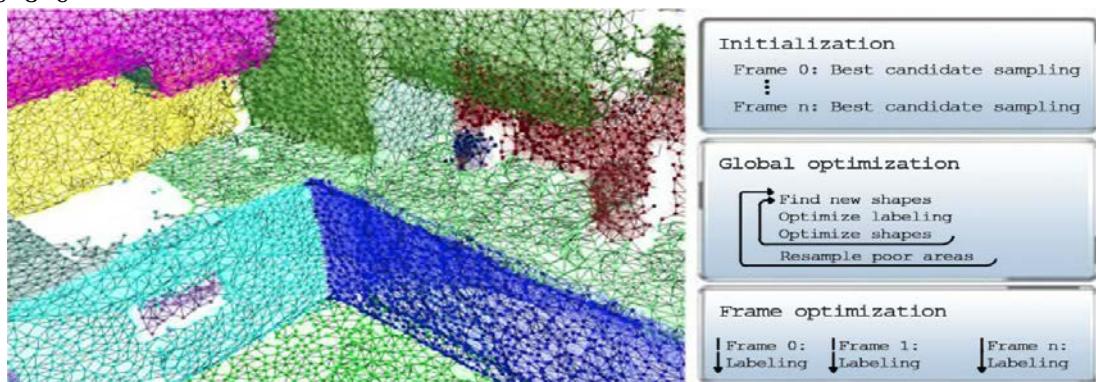
1. შესავალი

სამგანზომილებიანი ობიექტების სკანირებისას ხშირია შემთხვევა როცა მონაცემები არასრულია და საჭიერობს შევსებას. ასეთ შემთხვევაში საწყის ეტაპზე ხდება წერტილების სიმრავლის სეგმენტაცია, მონაცემების შევსებისთვის გამოიყენება მარტივი ფიგურების მრავალი სახეობა, მაგალითად, სიბრტყეები, ცილინდრები და კონუსები [1].

რეკონსტრუქციის ალგორითმის მეორე ეტაპზე ხდება მარტივი ფიგურების კიდების გამოვლენა და შემდეგ - ოპტიმიზაცია. ოპტიმიზაციის ჩარჩო მუშაობს შესაძლო შეზღუდვების გათვალისწინებით. ეს შეზღუდვები ავტომატურად გამოითვლება ან მომხმარებლის მიერ შეიტანება. სამგანზომილებიანი მოდელები შეგვიძლია მივიღოთ სრულად ავტომატური გზით, თუმცა ავტომატურად შედეგების სრულყოფისა და გაუმჯობესების მიზნით შემოთავაზებულია ინტუიციურად გასაგები სამომხმარებლო ინტერფეისი. განვიხილავთ ოპტიმიზაციის ახლებური მიდგომა, და ჩამოვთვალოთ პოტენციური შეზღუდვები.

2. სეგმენტაცია

განვიხილოთ ფიგურების მარტივ ფიგურებად სეგმენტაციის ახლებურ მეთოდი. მეთოდს გააჩნია სიბრტყეების, ცილინდრებისა და კონუსების მხარდაჭერა პრიმიტივების სახით. 1-ელ ნახაზზე ნაჩვენებია სეგმენტაციის ალგორითმის ნიმუში და ალგორითმის ინდივიდუალური საფეხურები.



**ნახ.1. ინტერიერის სცენის მრავალი სიღრმითი გამოსახულების
სეგმენტაცია გეომეტრიულ პრიმიტივებად**

ზედაპირის რეკონსტრუქციის გარდა, სეგმენტაცია შეგვიძლია გამოვიყენოთ მოზრდილი სცენების დასაშლელად და შემდგომი დამუშავების გასამარტივებლად.

ნახაზის მარცხენა ნაწილზე ნაჩვენებია გლობალური, გრაფიკზე დაფუძნებული სეგმენტაცია (მოზრდილი წერტილები და კიდეები), ისევე როგორც ინდივიდუალური სიღრმითი გამოსახულებების პიქსელებზე დაფუძნებული სეგმენტაცია. მარჯვნივ ნაჩვენებია სეგმენტაციის ალგორითმი

სეგმენტაციის ეს მეთოდი იყენებს მრავალ სიღრმით გამოსახულებას ფოტოკამერის შიდა და გარეგანი მახასიათებლებით. ყველა პიქსელი, რომელსაც გააჩნია სიღრმის ვალიდური პარამეტრი, გარდაიქმნება სამგანზომილებიან პოზიციად. სიღრმითი გამოსახულებები იოლად გარდაიქმნება წერტილების სამგანზომილებიან სიმრავლებად და გვაძლევს დამატებით სასარგებლო ინფორმაციას. ორგანზომილებიანი ბადეების ორგანიზაცია გვაძლევს ცალსახა ინფორმაციას კავშირების შესახებ. სიღრმის გაზომვის სიზუსტე, როგორც წესი, ფოტოკამერის დამორებასთან ერთად იზრდება. ეს საშუალებას გვაძლევს გამოვიყენოთ მანძილის სხვადასხვა ზღვრები სცენისთვის და დავამუშავოთ როგორც ზუსტად განსაზღვრული, ასევე არაზუსტად განსაზღვრული დეტალები.

შეტანილი სიღრმითი გამოსახულებები (იგივე ჩარჩოები) რეგისტრირდება კოორდინატთა საერთო სისტემაში. ჩვენ ვიყენებთ ფერად დეტალებსა და იტერაციულ, უახლოეს წერტილებს (ICP-ებს) [2], ხოლო შეტანილი მონაცემები „ხმაურის“ მოსაშორებელი ალგორითმით უმჯობესდება [3]. რეგისტრირებული ჩარჩოები სამგანზომილებიანი წერტილების მოზრდილის გრაფიკის სახით, სადაც ერთი ჩარჩოს ფარგლებში მოქცეული, მომიჯნავე პიქსელები, ისევე როგორც სხვადასხვა ჩარჩოების შესაბამისი წერტილები, გრაფიკის კიდეებთან ერთდება. აღნიშნული ინფორმაცია გამოიყენება გლობალურად თანმიმდევრული სეგმენტაციის მისაღებად ყველა შეტანილი ჩარჩოსთვის. მრავალი ჩარჩოდან მიღებული ინფორმაცია მეტისმეტად მოცულობითია ამგვარი პირდაპირი მიდგომისთვის. აქედან გამომდინარე, ჩვენ ამოცანას ორ ნაწილად ვყოფთ: პირველ რიგში გლობალურად თანმიმდევრული სეგმენტაცია მიიღება ნიმუშად აღებული წერტილებისთვის მთელი სცენიდან, ხოლო შემდეგ პიქსელური სიზუსტის სეგმენტაცია ინდივიდუალურად სრულდება თითოეული ჩარჩოსთვის (გლობალური სეგმენტაციის საფუძველზე. საბოლოო ვაშში ვიღებთ ასეთ შედეგს (ნახ.2):



ნახ.2. სიღრმითი რუკების კავშირების გარდაქმნა სამგანზომილებიან გრაფიკად

- გამოსახულება იღებს სამგანზომილებიანი გრაფიკის სტრუქტურას, რომელზეც გამოიყენება ორგანზომილებიანი სიღრმითი რუკებიდან მიღებული ინფორმაცია კავშირების შესახებ;
- სამგანზომილებიანი გრაფიკი სეგმენტირდება ფიგურების პრიმიტივებად. ახალი იტერაციული მიდგომა საშუალებას გვაძლევს გამოვალინოთ ფიგურები და მოვახდინოთ სცენის თანმიმდევრული დასათაურება;
- გლობალური სეგმენტაცია პროექტირდება და ოპტიმიზირდება ინდივიდუალური გამოსახულებებისთვის.

მე-2 ა) ნახაზიდან ჩანს, რომ მწვანე და ლურჯი წვეროები ერთმანეთთან ახლოსაა, თუმცა არ ერთდება, ვინაიდან მათი არეალები არ ემთხვევა სიღრმით რუკას. ხოლო მე-2 ბ) ნახაზიდან ჩანს რომ, პიქსელები მიეკუთვნება გრაფიკის უახლოეს წვეროებს და მიიღება მომიჯნავე კავშირები.

3. გრაფიკის აგება

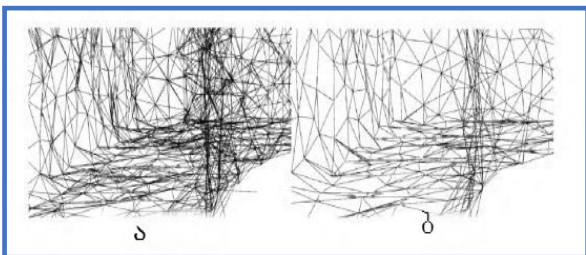
ალგორითმის მონაცემებად აღებულია წერტილების გრაფიკი. ეს გახლავთ შეტანილი ჩარჩოების ყველა პიქსელიდან ნიშნად აღებული სამგანზომილებიანი წერტილების ქვესიმრავლე. მიზანი გახლავთ სამგანზომილებიანი წერტილების რაოდენობის შემცირება ეფექტური სეგმენტაციის მიზნით, ისევე როგორც სხვადასხვა შეტანილი ჩარჩოებიდან შესაბამისი პიქსელების პროექტირება იგივე სამგანზომილებიან წერტილებზე.

როდესაც ახალი ჩარჩო ემატება, ნიშნად აღებული წერტილების გრაფიკი აუცილებელია განახლდეს და მოიცვას ახლად გადაღებული არეალები. წერტილების სიმრავლიდან ნიშნები ისე აიღება, რომ მომიჯნავე წერტილებს შორის საშუალო მანძილი იყოს τ . ეს პარამეტრი ასწორებს წვეროების რაოდენობას გრაფიკზე და ერთგვარი კომპრომისია სიზუსტესა და გამოთვლით ეფექტურობას შორის.

ჩვენ ვიყენებთ ნიშნის აღების მოდიფიცირებულ ალგორითმს [4] ახალი ნიშნების შერჩევის მიზნით. ჩარჩოს შემთხვევითი, ნიშნად აღებული წერტილები იტერაციულად მიიღება და საუკეთესო ვარიანტი (არსებული ნიშნად აღებული წერტილებიდან უდიდესი დაშორებით) შეირჩევა. საუკეთესო ვარიანტის საშუალო დაშორება ნარჩუნდება უკანასკნელი 100 ცდის განმავლობაში და წერტილების დამატება წყდება, როდესაც აღნიშნული პარამეტრი τ -ს ჩამოცდება. თითოეული ჩარჩოსთვის აუცილებელია გრაფიკის არსებული წერტილების განხილვა, რომლებიც პროექტირებულია ამჟამინდელ ჩარჩოზე ან პროექტირების მაქსიმალური მანძილია τ .

გრაფიკის წვეროები მომიჯნავე წვეროებთან ერთდება, როდესაც ისინი ახლოსაა და საგნის ერთ ზედაპირზეა განლაგებული. ამ უკანასკნელი პირობის შესრულებისთვის აუცილებელია გეოდეზიური მანძილების გამოთვლა სამგანზომილებიან პოზიციებს შორის, რაც წერტილების არასტრუქტურირებული სიმრავლეებისთვის შეუძლებელია. მიუხედავად ამისა, გამოსახულების ორგანზომილებიანი განლაგებებიდან მიღებული ინფორმაცია კავშირების შესახებ შეგვიძლია გამოვიყენოთ. ნიშნად აღებული წერტილების გრაფიკზე პოტენციური მეზობლები არის წვეროები, რომელთა შორის დაშორება 2τ -ზე ნაკლებია. პარამეტრი მეტისმეტად დიდია, მაგრამ არაზუსტი მეზობლობა გამოირიცხება შემდეგი ალგორითმის მეშვეობით: შეტანილი ჩარჩოს თითოეული პიქსელი მიეკუთვნება სამგანზომილებიანი სივრცის უახლოეს, ნიშნად აღებულ წერტილს (მე-2 ნახაზი ბ). წვეროების პოტენციური კიდები მხოლოდ იმ შემთხვევაში გამოიყენება, თუ შესაბამის, ნიშნად აღებულ წერტილებს სულ მცირე ორი მომიჯნავე პიქსელი მიესადაგება.

აღნიშნული მეთოდი ხელს უშლის სხვადასხვა ზედაპირების ახლომდებარე წერტილების შეკავშირებას გამოკვეთილ კიდებზე, როგორც ეს არის მე-3 ნახაზზე. ყველა მიკუთვნებული



პიქსელის სამგანზომილებიანი წერტილი გამოიყენება გრაფიკის წვეროს მიმართულების დასადგენად. ნიშნად აღებული წერტილების მორგება მრავალ ჩარჩოზე მკვეთრად ამცირების ნიშნად აღებული წერტილების გრაფიკის ხმაურს. საწყისი ნიშნში, შესწორების შემდეგ.

ნახ.3 საწყისი ნიშნში, შესწორების შემდეგ

ნიმუშად აღებული წერტილების გრაფიკზე ხმაურის შესამცირებლად პოზიციები და პერპენდიკულარები სწორდება, როდესაც არსებული, ნიმუშად აღებული წერტილი მოჩანს ახალ ჩარჩოში. ჩვენ ახალ ჩარჩოში ვითვლით შეწონილ საშუალო მნიშვნელობას არსებულ წვეროსა და შესაბამის წერტილებს შორის. ამავდროულად, წერტილები გადაადგილდება მხოლოდ მათი პერპენდიკულარის გასწვრივ. შეწონილი მნიშვნელობები ფოტოკამერის სიღრმეების უკუპროპორციულია, ხოლო ახალი წერტილების შეწონილი მნიშვნელობები თითოეული ჩარჩოსთვის მცირდება. აქედან გამომდინარე, ნიმუშად აღებული წერტილებისგან მიიღება ზუსტად გაზომილი წერტილებისკენ. 3 ნახაზზე ნაჩვენებია, როგორ შორდება გრაფიკს ხმაური და როგორ მცირდება წვეროებისა და კიდების რაოდენობა.

4. გლობალური სეგმენტაცია

გლობალური სეგმენტაცია იყენებს მხოლოდ ნიმუშად აღებული წერტილების გრაფიკს და სრულიად დამოუკიდებელია შეტანილი გამოსახულებებისგან. ჩვენი მიზანი პრიმიტიული ფიგურების მოძებნა გრაფიკის პოზიციებზე და თითოეული წვეროს მინიჭება საუკეთესო ფიგურისთვის. სეგმენტაციის პროცესი სამ ნაწილად იყოფა: ახალი ფიგურების გამოვლენა, გრაფიკების წვეროების მინიჭება ფიგურებისთვის (დასათაურება) და ფიგურების ოპტიმიზაცია. ეს უკანასკნელი მეორდება სრულ კონვერგენციამდე.

ფიგურების გამოვლენა. გრაფიკის ყველა პოზიციაზე პრიმიტიული ფიგურების გამოვლენის მიზნით გამოიყენება RANSAC-მეთოდი. აღნიშნული პოზიციები ჯერ არ არის მიკუთვნილებული ფიგურებისთვის. თავდაპირველად გამოიყენება გრაფიკის ყველა პოზიცია. τ პარამეტრი განსაზღვრავს მაქსიმალურ დაშორებას ფიგურებსა და წერტილებს შორის. აღნიშნული პარამეტრი აუცილებელია აირჩეს შეტანილ მონაცემებში ხმაურის მოსალოდნელი დონის შესაბამისად.

სტერეოსისტემების სიღრმის გაზომვა გვაძლევს დაშორების კვადრატისადმი პროპორციულ, სისტემატურ შეცდომებს. ხმაურის ცვალებადი დონის გათვალისწინების მიზნით გამოსახულების კონკრეტული პიქსელის გაზომვის მოსალოდნელ ცდომილებას ემატება დაშორების ზღვარი c . კინექტის სენსორებისთვის ვიყენებთ ხომელკამის და ელბერინკის [5] სიზუსტის პარამეტრებს.

დასათაურება. გრაფიკის წვეროების მინიჭება ფიგურებისთვის დასათაურების ამოცანად შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ, რომელიც ამოიხსნება გრაფიკული კვთების მეშვეობით [6]. ოპტიმიზაციის მიზანის ფორმულაა $E_{\text{მონაცემები}} + \lambda E_{\text{შერბილება}}$, სადაც პირველი წვერი გრაფიკის ნიმუშებსა და ფიგურებს შორის მანძილების ოპტიმიზაციაა, ხოლო მეორე – გრაფიკების მომიჯნავე წვეროებს ერთი და იგივე ფიგურას ანიჭებს.

გრაფიკის წვეროები აუცილებელია მიაწოდოს ფიგურას, თუ დაშორება ზედაპირამდე მცირეა და წერტილის პერპენდიკულარი ემთხვევა ზედაპირის პერპენდიკულარს. ასე ვიღებთ შემდეგ ფორმულას:

$$E_{\text{მონაცემები}} = \sum_{i \in G} \frac{d(p_i, S_{l(i)})^2}{3\varepsilon} (1 - (n_i \cdot n(S_{l(i)}, p_i))) \quad (1)$$

G შეიცავს გრაფიკის ყველა წვეროს, ჰიდა ნიაღნიშნავს პოზიციებსა და პერპენდიკულარებს, ხოლო $l(i)$ არის მინიჭებული S ფიგურის ინდექსი. D ფუნქცია თვლის მანძილს ფიგურის ზედაპირზე არსებულ წერტილსა და მის უახლოეს წერტილს შორის, ხოლო ნფუნქცია გვაძლევს ზედაპირის პერპენდიკულარს ფიგურის უახლოეს წერტილზე.

თუ აუთლაიერებისა და სცენის დეტალების მოდელირება შეუძლებელია პრიმიტიული ფიგურები, მაშინ ყველა გამოვლენილი ფიგურის მოშორებით მდებარე წერტილებისთვის გვექნება დამატებითი, მიუნიჭებელი სათაური. ამგვარი მიუნიჭებელი წვეროებისთვის გამოიყენება მუდმივი საფასურის მნიშვნელობა. მცირე მნიშვნელობა გვაძლევს მიუნიჭებელი წერტილების მოზრდილ

არეალებს, ხოლო დიდმა მნიშვნელობამ შესაძლოა დაამახინჯოს აუთლაიერების მქონე ფიგურები. ჩვენ ექსპერიმენტებში მიუნიჭებელი წვეროების საფასურია 0,8.

სირბილის პარამეტრი გამოიყენება ერთი და იგივე ფიგურის მომიჯნავე წერტილების მინიჭებისთვის. ის გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$E_{სირბილე} = \sum_{(i,j) \in E} \delta(l(i) \neq l(j))(n_i \cdot n_j), \quad (2)$$

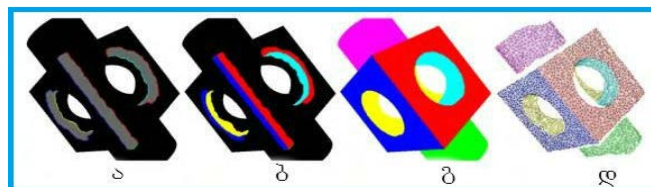
სადაც არის ნიმუშად აღებული წერტილების გრაფიკის კიდების სიმრავლე, ხოლო δ ფუნქცია აღნიშნავს პოტის მოდელს, რომელიც გვიბრუნებს 1-ს, თუ არგუმენტი ჭეშმარიტია და 0-ს სხვა შემთხვევაში. ყველა კიდის შეწონვა ხდება მათი ნორმალური გადახრის საფუძველზე. თუ ორ მიმდებარე წერტილს უაღრესად განსხვავებული მიმართულება აქვს, მაშინ დიდი ალბათობით ისინი სხვადასხვა ფიგურებს ეკუთვნიან.

ფიგურების ოპტიმიზაცია. მინიჭებული წერტილების სიმრავლის შეცვლის შემდეგ გამოიყენება ხელახლა მორგების საფეხური. ფიგურების გეომეტრიული ცდომილების ოპტიმიზაციის მიზნით გამოიყენება შეწონილი უმცირესი კვადრატები. თუ ფიგურას არ გააჩნია ან მცირე რაოდენობით აქვს მინიჭებული წერტილები, იშლება და წერტილები სათაურდება, როგორც მიუნიჭებელი.

სცენის ზოგიერთი დეტალი წერტილების სიმრავლეში შესაძლოა დამახინჯდეს, განსაკუთრებით კი მაშინ, როდესაც გამოიყენება დაუკალიბრებელი ფოტოკამერები და სცენა მხოლოდ რამდენიმე ხელით არის გადაღებული. ამ ყველაფერმა შესაძლოა მოგვცეს საწყისი ფიგურების არასწორი ფორმები, მაგალითად, პლანარული კედელი გამოისახება მოზრდილი რადიუსის მქონე ცილინდრის მცირე ფრაგმენტის სახით. ჩვენ ვიყენებთ მარტივ ევრისტიკას, როდესაც ყველა ფიგურა მოწმდება, შესაძლებელია თუ არა მისი ჩანაცვლება სიბრტყით საშუალო ნარჩენის ორჯერ მეტად გაზრდის გარეშე. კონუსები შესაძლოა ჩანაცვლდეს ცილინდრებით.

ხელახალი ნიმუშის აღება. ინიციალიზაციის ეტაპზე ნიმუშად აღებული წერტილების გრაფიკს გააჩნია ფიქსირებული τ მნიშვნელობა, რომელიც განსაზღვრავს საშუალო დაშორებას გრაფიკის წვეროებს შორის. ზოგიერთი სცენისთვის გამოსადეგია τ -ის სხვადასხვა მნიშვნელობების გამოყენება სხვადასხვა დეტალებისთვის. მაგალითად, ოთახის ინტერიერის კედლების მოდელირება შესაძლებელია გრაფიკის მცირე რაოდენობის წვეროებით, მაშინ როდესაც ავეჯსა და სხვა ნივთებს მეტი წვერო სჭირდება.

აქედან გამომდინარე, ალგორითმის კონვერგენციის შემდეგ შესაძლებელია სეგმენტაციის პროცესის ხელახლა დაწყება τ -ის შემცირებული მნიშვნელობით. თუ არეალი მიმდინარე სეგმენტაციით ნათლად არ აღიწერება ანუ არეალს გააჩნია გრაფიკის მიუნიჭებელი წვეროები, მაშინ მისი ნიმუში ხელახლა აიღება შემცირებული τ -ით. გრაფიკის შესაბამისი წვეროები ჩანაცვლდება უფრო მჭიდრო ნიმუშებით (ნახ.4).



ნახ.4 ჩარჩოს ოპტიმიზაციის მაგალითი

ჩარჩოს ოპტიმიზაცია (თეთრ პიქსელებს სიღრმის მნიშვნელობა არ გააჩნია, ხოლო შავი პიქსელები ოპტიმიზაციის პროცესში არ მონაწილეობს): ა) გაჯერებული პიქსელები ფიქსირებული

სათაურებით; ბ) ოპტიმიზირებული პიქსელები; გ) ყველა პიქსელი (ოპტიმიზირებული და გლობალური გრაფიკიდან აღებული) და დ) სამგანზომილებიანი ხედი.

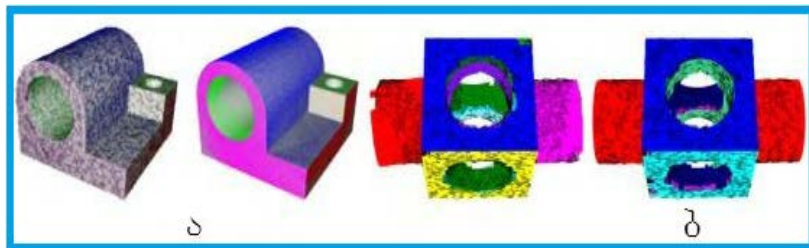
5. ჩარჩოების სეგმენტაცია

სეგმენტაციის ალგორითმის უკანასკნელ ეტაპზე გლობალური გრაფიკის სეგმენტაცია პროექტირდება ინდივიდუალურ ჩარჩოებზე. სეგმენტაციის თითოეული ჩარჩოსთვის ინდივიდუალურად გამოითვლება და აუცილებელია თავსებადი იყოს გლობალურ სეგმენტაციასთან. მხოლოდ ვალიდური სიღრმითი პარამეტრის მქონე პიქსელები ექვემდებარება განხილვას, ვინაიდან საჭიროა სამგანზომილებიანი პოზიციები. თითოეული პიქსელისთვის გამოიკვლევა გრაფიკის პოზიციები, რომელთა დაშორება არის 3 τ .

თუ ყველას ერთი და იგივე სათაური აქვს და პიქსელების სამგანზომილებიანი პოზიციები თუ პერპენდიკულარები მიესადაგება შესაბამის ფიგურას, მაშინ პიქსელი ამ ფიგურასთან ერთად სათაურდება. სხვა შემთხვევაში პიქსელი ამოუხსნელად მიიჩნევა და საუკეთესო სათაური ოპტიმიზაციის შედეგად შეირჩევა.

გამოსახულების ყველა ამოუხსნელი რეგიონისთვის ვიყენებთ გრაფიკული კვეთის ოპტიმიზაციას. რეგიონები გაზრდა გავჯერების მეთოდით ხდება, რათა გამოსახულების დანარჩენ ფრაგმენტებზე ვალიდური გადასვლები მოხდეს. გავჯერებული პიქსელებისთვის უკვე შერჩეულია უნიკალური სათაური. აქედან გამომდინარე, ამ სათაურისთვის ვიყენებთ ნულოვანი მნიშვნელობის მქონე საფასურს, ხოლო ყველა დანარჩენი სათაურისთვის – ძალიან დიდი მნიშვნელობის მქონე საფასურს.

ამოუხსნელი პიქსელებისთვის გამოიყენება ოპტიმიზაციის იგივე ამოცანები, როგორც გლობალური გრაფიკის ოპტიმიზაციისთვის (1 და 2 ფორმულები). მომიჯნავე პიქსელებისთვის გამოიყენება სირბილის საფასური, თუ ისინი არ არის გამიჯნული მოზრდილი სიღრმითი წყვეტებით. გარდა ამისა, აუცილებელია დავრწმუნდეთ, რომ გლობალური გრაფიკის დასათაურება ზუსტად მიესადაგება ინდივიდუალურ ჩარჩოებს. აქედან გამომდინარე, თუ პიქსელის სამეზობლოში სათაურები არ გვხვდება, მათთვის დამატებითი საფასურები გამოიყენება. მე-5 ნახაზზე ნაჩვენებია ჩარჩოს ოპტიმიზაციის რამდენიმე ეტაპი.



ნახ.5 გაერთიანებული მოდელის ვირტუალურად აგებული სიღრმითი რუკების ჩარჩოების სეგმენტაცია.

ა) გაერთიანებული მოდელის ვირტუალურად აგებული სიღრმითი რუკების ჩარჩოების სეგმენტაცია და გლობალური გრაფიკი;

ბ) თავდაპირველად გამოვლენილი ფიგურებისა და ბლოკური მოდელის ოპტიმიზაციის შედეგის შედარებაა.

ორივე მოდელზე საავტორო უფლებას ფლობს AIM@SHAPE.

თითოეული ჩარჩო ინდივიდუალურად მუშავდება და სრულიად დამოუკიდებელია სხვა ჩარჩოებისგან. ამგვარი მეთოდი ეფექტურად იყენებს მეხსიერებას და რამდენიმე ჩარჩო იოლად მუშავდება პარალელურად. ზოგიერთი პროგრამული უზრუნველყოფისთვის პრობლემას ქმნის ის ფაქტი, რომ სხვადასხვა ჩარჩოების მცირე, გადაფარული არეალები არათანმიმდევრულად არის დასათაურებული, როდესაც მათი გამოკვეთილი კონტურები არ გააჩნიათ.

3. დასკვნა

ალგორითმი გამოცდილია სხვადასხვა საწყის მონაცემებზე. შედეგები ადასტურებს, რომ ძირითადი ფიგურების გამოვლენა წარმატებით ხდება, ხოლო სიღრმითი რუკები სეგმენტირდება საგნების კიდეების გასწვრივ. 5 სურათზე ნაჩვენებია ვირტუალურად აგებული სიღრმითი რუკების შედეგები. 5 (ბ) სურათზე ნაჩვენებია, როგორ აუმჯობესებს ჩვენს მიერ მიღებული ოპტიმიზაცია თავდაპირველად გამოვლენილ ფიგურებს. ამ შემთხვევაში განსაკუთრებით უმჯობესდება მარცხენა ჰორიზონტალური ცილინდრის პარამეტრები, ხოლო მარცხენა და მარჯვენა ცილინდრები გაერთიანებულია.

ლიტერატურა - References - Литература:

1. Schnabel R., Wahl R., Klein R. (2007). Efficient RANSAC for Point-Cloud Shape Detection. Computer Graphics Forum, 26(2), June. pp. 214–226.
2. Henry P, Krainin M, Evan Herbst, Ren X. (2010). RGB-D mapping: Using depth cameras for dense 3D modeling of indoor environments. In International Symposium on Experimental Robotics (ISER),
3. Reisner-Kollmann I., Maierhofer S. (2011). Consolidation of Multiple Depth Maps. In Computer Vision Workshops (ICCV Workshops), pages 1120–1126,.
4. Chang W., Zwicker M. (2011). Global registration of dynamic range scans for articulated model reconstruction. ACM Transactions on Graphics (TOG), 30(3), May pp.1–15.
5. Khoshelham K., Elberink S. (2012) Accuracy and resolution of Kinect depth data for indoor mapping applications. Sensors, 12(2), January pp.37–54,.
6. Boykovand Y., PierreJolly M. (2001) Interactivegraphcutsforoptimalboundary®ion segmentation of objects in ND images. In IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), pp. 105–112,

INTERACTIVE THREE-DIMENSIONAL RECONSTRUCTION BASED ON RGB-IN IMAGE

Mzia Kiknadze¹, Ivane Makasarashvili¹, Mikheil Dardjania²

1-Georgian Technical University,

2- Tbilisi State Academy of Art

Summary

In this paper, we focus on the reconstruction of buildings and therefore exploit common characteristics of architectural scenes. Many buildings can be approximated with piecewise-planar models and the planes are orthogonally aligned. In contrast, extensive 3D information is available in the form of an unstructured point cloud. Therefore, it is possible to automatically detect scene planes and create 3D models without any user input. We introduce a novel method for automatically reconstructing low-polygonal meshes from point clouds. The point cloud is analyzed for extracting globally consistent surface normals, which are then used to robustly detect planes. If oriented images of the scene are available, it is possible to extract strong image edges which can be used as boundaries for the planes.

ИНТЕРАКТИВНАЯ ТРЕХМЕРНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ НА ОСНОВЕ RGB-В ИЗОБРАЖЕНИЕ

М.Кикнадзе¹, И.Макасарашвили¹, М. Дарджания²

1-Грузинский Технический университет,

2-Тбилисская Государственная Академия Художеств

Им.А.Кутателадзе

Резюме

Представлена система реконструкции поверхностей как с изображения так и с наборов точек. Внимание обращено к информации, которая занесена с RGB-D фотокамер, в то время когда снятие сцены происходит с помощью множества красочных изображений или же при помощи плотного множества точек. В это же время мы можем применить большое количество компонентов алгоритма реконструкции для информации внесенной при помощи других источников. Реконструкция основывается на нескольких примитивах фигуры, которые предлагают нам высокое качество абстракции в целях использования трехпространственной информации, ее анализа или же редактирования.