

კორნელი კეკელიძის სახელობის საქართველოს
ხელნაერთთა ეროვნული ცენტრი
KORNELI KEKELIDZE GEORGIAN
NATIONAL CENTRE OF MANUSCRIPTS



Scientia

Scholarly Journal

საშეცნიერო
ჟურნალი

#5

SCIENTIA POTENTIA EST | ცოდნა ძალაა

www.scientia.ge

თბილისი | TBILISI

2024

მთავარი რედაქტორი

მანუარ ვუნცაძე | კორნელი კეკელიძის სახელობის საქართველოს ხელნაწერთა ეროვნული ცენტრი

სარედაქციო საბჭო

მარტინა ბიბუნიაკი | კოტხდავის უნივერსიტეტი

თამაზ გოგოლაძე | კორნელი კეკელიძის სახელობის საქართველოს ხელნაწერთა ეროვნული ცენტრი

ზურაბ თარგამაძე | ჰუმანიტარული კვლევების ცენტრი

რადოსლავ კანარკოვსკი | კრაკოვის აღმოსავლეთმცოდნეობის ინსტიტუტი

ვლადიმერ კეკელია | კორნელი კეკელიძის სახელობის საქართველოს ხელნაწერთა ეროვნული ცენტრი

ლევან კოჭლავაშვილი | არნოლდ ჩიქობავას სახელობის ენათმეცნიერების ინსტიტუტი

მარია ლიდოვა | ოქსფორდის უნივერსიტეტი

იორდან ლუციაწანი | ბულგარეთის მეცნიერებათა აკადემია

ჰიროტაკა მადა | ტოკიოს მეტროპოლიტან უნივერსიტეტი

შოთა მათითაშვილი | ცენტრალური ევროპის უნივერსიტეტი

გორ მარგარიანი | სომხეთის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია

გიორგი მირზაბეკიანი | სომხეთის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია

დავით ნასყიდაშვილი | ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

თამარ ნინიძე | აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

სტეფანო კელაჯი | რომის საკინცას უნივერსიტეტი

ნიკოლოზ ჟღენტი | კორნელი კეკელიძის სახელობის საქართველოს ხელნაწერთა ეროვნული ცენტრი

ნესიმი რზაიევი | ბაქოს სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ედუარდო სანჩესი | ვალადოლიდის უნივერსიტეტი

სოფიო ქადაგიშვილი | ივანე ჯავახიშვილის სახელობის ისტორიისა და ეთნოლოგიის ინსტიტუტი

მიხეილ ქართველიშვილი | ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

მათია კირიატი | ბარსელონის უნივერსიტეტი

გურამ ჩხატარაშვილი | ბათუმის არქეოლოგიის მუზეუმი

ზაზა ცინაძე | წმ. ანდრეას ქართული უნივერსიტეტი

EDITOR-IN-CHIEF

MANUCHAR GUNTSADZE | KORNELI KEKELIDZE GEORGIAN NATIONAL CENTRE OF MANUSCRIPTS

EDITORIAL BOARD

MARTINA BITUNJAC | UNIVERSITY OF POTSDAM

TAMAZ GOGOLADZE | KORNELI KEKELIDZE GEORGIAN NATIONAL CENTRE OF MANUSCRIPTS

ZURAB TARGAMADZE | IVANE JAVAKHISHVILI TBILISI STATE UNIVERSITY

RADOSLAW KANARKOWSKI | KRAKOW INSTITUTE OF ORIENTAL STUDIES

VLADIMER KEKELIA | KORNELI KEKELIDZE GEORGIAN NATIONAL CENTRE OF MANUSCRIPTS

LEVAN KOCHLAMAZASHVILI | ARNOLD CHIKOBAVA LINGUISTICS INSTITUTE

MARIA LIDOVA | UNIVERSITY OF OXFORD

YORDAN LUTSKIANOV | BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES

HIROTAKE MAEDA | TOKYO METROPOLITAN UNIVERSITY

SHOTA MATITASHVILI | CENTRAL EUROPEAN UNIVERSITY

GOR MARGARIAN | ARMENIAN NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES

GIORGI MIRZABEKYAN | ARMENIAN NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES

DAVIT NASKIDASHVILI | IVANE JAVAKHISHVILI TBILISI STATE UNIVERSITY

TAMAR NINIDZE | AKAKI TSERETELI STATE UNIVERSITY

STEFANO PELAGGI | SAPIENZA UNIVERSITY OF ROME

NIKOLOZ ZHGENTI | KORNELI KEKELIDZE GEORGIAN NATIONAL CENTRE OF MANUSCRIPTS

NESIMI RZAYEV | BAKU STATE UNIVERSITY

EDUARDO SANCHEZ | UNIVERSITY OF VALLADOLID

SOPHIO KADAGISHVILI | IVANE JAVAKHISHVILI INSTITUTE OF HISTORY AND ETHNOLOGY

MIKHEIL KARTVELISHVILI | IVANE JAVAKHISHVILI TBILISI STATE UNIVERSITY

MATIA CHIRIATTI | UNIVERSITY OF BARCELONA

GURAM CHKHATARASHVILI | BATUMI ARCHAEOLOGICAL MUSEUM

ZAZA TSINADZE | ST. ANDRIA GEORGIAN UNIVERSITY

UDC (შპკ) 93/94:902/904:39:8

(051)

S-40

ISSN 2667-9590

e-ISSN 2667-9604

© Scholarly Journal Scientia | სამეცნიერო ჟურნალი Scientia



თინათინ მშვიდობაძე

გორის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
საქართველო
tinikomshvidobadze@gmail.com
orcid: 0000-0003-3721-9252

**კულტურული მემკვიდრეობის ციფრული
შენარჩუნება, მოდელირება და ანალიზი**

კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლების ციფრული დოკუმენტაცია და 3D მოდელირება ბოლო წლებში დიდ ყურადღებას იპყრობს. ციფრული ტექნოლოგიები არა მხოლოდ იკვლევს დინამიურ 3D მოდელებს, ის გადადის ბიტებიდან ატომებზე და აერთიანებს 3D ბეჭდვას და ციფრულ ღრუბლოვან განაწილებას, რაც შერწყმულია შესაბამის სკანირებასთან ან ფოტოგრაფიულ ტექნოლოგიებთან. ვირტუალური გარემოს საშუალებით ჩვენ შევდივართ კულტურული მემკვიდრეობის განვითარებადი ტენდენციების ცენტრალურ წყაროში. ნაშრომში განვიხილავთ არქეოლოგიის საკითხებს, როგორც კიბერარქეოლოგია და კიბერარქეომეტრია, რომლებიც განიხილება, როგორც ვირტუალური არქეოლოგიის ნიმუშების შესწავლა. 3D გამოსახულების გამოკვლევის მიზნებისთვის არსებობს ტექნოლოგიების დიდი მრავალფეროვნება და ზოგადად, ტექნიკას ირჩევენ პროექტების მიხედვით. ნაშრომში წარმოგიდგენთ, თუ როგორ იქმნება მემკვიდრეობის სტრუქტურების გეომეტრიული 3D მოდელები ფოტოგრამეტრიის ან დიაპაზონის სენსორების საშუალებით.

საკვანძო სიტყვები: კულტურული მემკვიდრეობა, ციფრული აჩქოდოგია, 3D მოდელირება, ვიზუალიზაცია, კიბერარქეომეტრია.

დღეისათვის კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლების ციფრული შენარჩუნება და 3D მოდელირება გაცილებით მეტ ყურადღებას იპყრობს.

მემკვიდრეობის ობიექტების ციფრული ჩანერის ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიები და მეთოდოლოგია ნამდვილად პერსპექტიულია. ამიტომ 3D მოდელირება შეიძლება იყოს ძლიერი ინსტრუმენტი იდენტიფიკაციის, მონიტორინგის, კონსერვაციისა და აღდგენის გასაუმჯობესებლად (Arjun, 2015, 53-57).

1999 წელს პროექტებმა „projectiLevy et al“-მა და „World Wide Web“-მა აიღეს ვალდებულება, გადასულიყვნენ ციფრულ პლატფორმაზე,

სადაც საჯარო დომენზე განათავსეს იორდანიში გათხრების შედეგად აღმოჩენილი ყველა საველე გაზომვითი ჩანაწერი, რომელიც დაკავშირებული იყო უძველესი მეტალურგიის როლთან. ეს იყო 3D ვიზუალიზაციის მზარდი სფეროს დასაწყისი, რომელიც მოხსენიებული იქნა, როგორც ციფრული არქეოლოგია (OSDA) (Levy et al., 2001, 47–58).

სტატიაში ყურადღებას ვამახვილებთ ახალ ციფრულ ტექნოლოგიებზე, მულტიმედია ტექნოლოგიებზე და ტენდენციებზე, მატერიალური კულტურული მემკვიდრეობის შესაბამისი კვლევების მიხედვით.

ციფრული 3D მოდელირება და მონაცემთა ანალიზი საშუალებას აძლევს არქეოლოგებს დასაბუთებულ მენეჯერებს შეინარჩუნონ, დაიცვან და გააერთიანონ სხვადასხვა არქეოლოგიური მახასიათებლები და მათი ფიზიკური კონტექსტი. საიხლე ამ მიდგომაში მდგომარეობს სხვადასხვა გარჩევადობის საზომი წყაროებიდან მიღებული მონაცემების კომბინაციაში ტექსტურირებული 3D მოდელის შესაქმნელად, რომელიც შეიძლება გაანალიზდეს და გამოიყენებულ იქნას რესტავრატორების მიერ.

ციფრული ტექნოლოგიები და ტენდენციები

ციფრული რევოლუცია, რომელიც ცნობილია როგორც მესამე კულტურული რევოლუცია, არის ცვლილება ანალოგური, მექანიკური და ელექტრონული ტექნოლოგიებიდან ციფრულ ტექნოლოგიაზე გადასვლის. იგი დაიწყო 1970-იანი წლების ბოლოდან ციფრული კომპიუტერების და ციფრული ჩანაწერების მიღებითა და გავრცელებით.

ციფრული რევოლუცია ნიშნავს ინფორმაციის ეპოქის ან კიბერეპოქის დაწყებას, სადაც ყველა პროცესი ასოცირდება სოციალურ ცვლილებებთან. ამ რევოლუციის ცენტრალური ნაწილია ციფრული ლოგიკური სქემების მასობრივი წარმოება და ფართო გამოყენება, ასევე მისი ხელშემწყობი ტექნოლოგიები.

სურათზე მოცემულია ერთ-ერთი ნიმუში, კაიროს მუზეუმის ავთენტური ძველი ეგვიპტური ნახატი ნეფერმას სამარხიდან, რომელიც გვიჩვენებს ფრინველების დაჭერას და მოსავლის აღებას - 2700 წ. (იორკის პროექტი)¹.

¹ The Yorck Project (2002) *10.000 Meisterwerke der Malerei* (DVD-ROM), distributed by [DIRECTMEDIA Publishing GmbH](#). ISBN: [3936122202](#).



სურათი 1. ძველი ეგვიპტური ნახატი ნეფერმაას სამარხიდან (წყარო - https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Maler_der_Grabkammer_der_Itet_002.jpg)

ვირტუალური არქეოლოგია

ვირტუალური არქეოლოგია არის ძირითადად ვიზუალური, სტატიკური და გრაფიკული სახის. მას ბოლო დროს დაემატა ახალი მიდგომები, რომლებიც იყენებენ სხვადასხვა ინტერაქტიულ პრაქტიკას. 3D მოდელირება არის არქეოლოგიური ობიექტების იდენტიფიკაციის, მონიტორინგის, კონსერვაციის და რესტავრაციის სასარგებლო პრაქტიკა. ამ კონტექსტში, 3D კომპიუტერულ გრაფიკას შეუძლია მხარი დაუჭიროს არქეოლოგიას და მემკვიდრეობის პოლიტიკას, რაც სთავაზობს მეცნიერებს “მეექვსე გრძნობას” წარსულის გაგებისა და მოქმედებისათვის. (DeFanti, 2010, 135-153).



სურათი 2. დელფში წრიული თოლოსის ნაწილის 3D

რეკონსტრუქციის მცდელობა (წყარო: ემილი ვერმეულენი, სანაპირო კაროლინას უნივერსიტეტი); http://www.coastal.edu/ashes2art/delphi2/marmaria/tholos_temple.html

კიბერარქეოლოგია

კიბერარქეოლოგია (CA) არის არქეოლოგიური აღმოჩენების ან კულტურული მასალების სიმულაციისა და რეკონსტრუქციის პროცესი. CA არის ამ სფეროში ნაწილობრივი ინფორმაციის ციფრული მართვა. იგი არის დინამიური, ინტერაქტიული, რთული, აუტოპიტური (თვითორგანიზებული), და არ არის ორიენტირებული ფოტორეალიზმზე (Maturana&Varela, 1980, 42).

ბოლო 3 წლის განმავლობაში კიბერარქეოლოგიის სწრაფმა განვითარებამ გამოიწვია არქეოლოგიასა და ხელოვნებაში გამოყენებული კომპიუტერული ტექნოლოგიების ინსტრუმენტების გაფართოება და ახალი ცენტრების დაარსება.

კიბერარქეომეტრია

ზემოთ აღნიშნული ციფრული კულტურული მემკვიდრეობა გამდიდრდა ახალი სფეროთი, კიბერარქეომეტრიით. კიბერარქეომეტრია (CamCam) არის ციფრული პროცესი მატერიალურ კულტურასთან მიმართებაში არქეომეტრიული სიმულაციის, რესტრუქტურისა და მართვის სხვადასხვა გზით (დათარიღება, დათვალიერება, ანალიზი, ტექნოლოგია, წარმოშობა), რომელიც ხასიათდება, როგორც ოპტიმალური რეკრუტირებული სურათი ან როგორც მიზნობრივი კვლევის ძიება (Liritzis et al, 2014, 38-4).

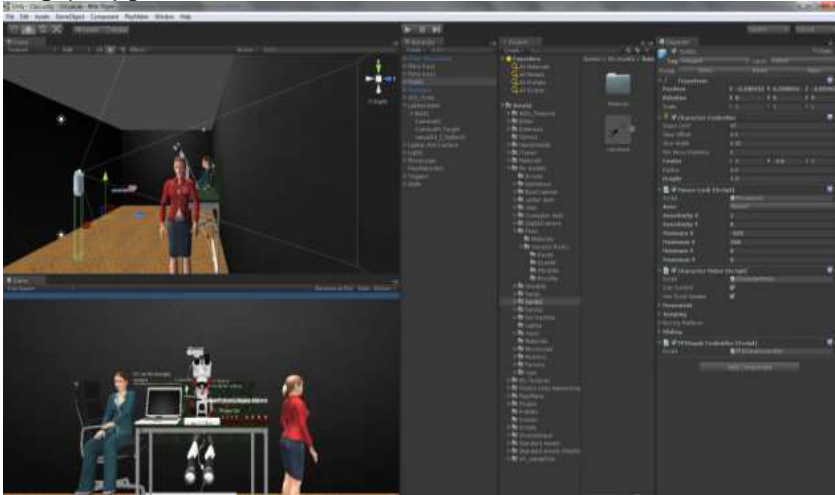
ციფრული არქეომეტრია არის არქეოლოგიურ პროცედურებიდან (პროცესუალიზმი) პოსტპროცედურულ აზროვნებამდე გადასვლის პროცესი. მაგრამ ორივე ამ მიდგომის ჰიბრიდული ფორმების ანალიზის მისაღწევად საჭიროა სხვადასხვა პროცედურული ინსტრუმენტები.

მისი პირველი მაგალითია პეტროგრაფიული მიკროსკოპი ან პოლარიზებული სინათლის მიკროსკოპი (PLM), რომელიც გამოიყენება პეტროლოგიასა და ოპტიკურ მინერალოლოგიაში კლდეებისა და მინერალების თხელ მონაკვეთებში იდენტიფიცირებისათვის. გამოკვლევულ არქეოლოგიურ მასალას მიეკუთვნება კერამიკა, ნაღმტყორცნები, თიხა, ლითონური იარაღები და სხვა. ოპტიკური გამოკვლევა ხელს უწყობს კერამიკის დახასიათებას, წარმოშობას და ცეცხლგამძლე ტემპერატურის საკითხებს.

პეტროგრაფიული მიკროსკოპი შექმნილია ვირტუალურად ვიდეო გამოსახულების ლაბორატორიის ფარგლებში, რომელიც აკონტროლებს ნავიგაციას არქეომეტრიულ მულტისისტემურ სამუშაოსთან დაკავშირებით (Liritzis et al., 2015, 38-40).

. ვირტუალური გასეირნება ხდება ვირტუალურ ლაბორატორიაში

და იყენებს პოლარიზებული ოპტიკური მიკროსკოპისა და მისი სხვადასხვა მექანიკური ნაწილების ფუნქციონირების გამოცდილებას.



სურათი 3. აპლიკაციის შემუშავება 3D მოდელირებით და თამაშის ძრავის Unity3D.

(© Lab of Archaeometry, Rhodes, Sample No OS-7/RHO-139).

ვირტუალური რეალობა

ვირტუალური (VR) რეალობა არის ვირტუალური გარემოს უფრო სპეციფიკური ფორმა, რომელიც მომხმარებელს აძლევს არსებობის განცდას. რაც ასევე შეიძლება განიხილებოდეს, როგორც მომხმარებლის “ჩაძირვის” განცდა ვირტუალურ გარემოში (O’Neil & Perez, 2006, 213).

მასიურად მრავალმოთამაშოიანი ონლაინ სამყარო (MMOW) არის კომპიუტერზე დაფუძნებული იმიტირებული გარემო (Bartle, Aichner & Jacob, 2015, 15–18), რომელიც განთავსებულია მრავალი მომხმარებლის მიერ, რომლებსაც შუეძლიათ შექმნან პირადი ვიდეო თამაში, მანიპულირებული კომპიუტერის მომხმარებლის მიერ და ერთდროულად შეისწავლონ ვირტუალური სამყარო, მონაწილეობა მიიღონ მის საქმიანობაში და დაუკავშირდნენ სხვებს. ეს ვიდეო გამოსახულება, შეიძლება იყოს ტექსტუალური, ორგანზომილებიანი ან სამგანზომილებიანი გრაფიკული გამოსახულება, ან ცოცხალი ვიდეო, სმენის და შეხების შეგრძნებით.

ვირტუალური სამყარო არის „ადამიანების სინქრონული, მუდმივი ქსელი, წარმოდგენილი ვიდეო გამოსახულებით, რაც შეიძლება გამოყენებულ იქნას კულტურული აქტივების დინამიური ვირტუალური რეკონსტრუქციისათვის“ (Bell, 2008, 1-5).

მოდრავი სტრუქტურა (SfM)

მოძრავი სტრუქტურა არის კომპიუტერული ხედვის სფეროდან გამოყენებული ტექნიკა, რომელიც ასრულებს 3D რეკონსტრუქციის პირველ ეტაპს. 21-ე საუკუნის დასაწყისიდან, SfM გაჩნდა, როგორც ახალი ფოტოგრამეტრიული ტექნიკა 3D რეკონსტრუქციისთვის, რომელიც იყენებს მძლავრი კომპიუტერული ხედვის ალგორითმებს, სურათებში შესატყვისი მახასიათებლების ავტომატურად ამოსაცნობად (Lowe 2004, 91-110).

ფიქსირებულ პოზიციაზე დგომისა და 3D მონაცემების აღრიცხვის ნაცვლად, SfM ალგორითმები იყენებს კამერის პოზიციის ცვლილებას თითოეული სურათისათვის, რათა აღმოაჩინოს მანძილი (მოძრაობა) მათ შორის და ამავე დროს დაადგინოს პიქსელების 3D პოზიციები.

წერტილოვანი ღრუბლების შესაერთებლად გამოიყენება რამდენიმე განსხვავებული ალგორითმი, ლაზერული სკანერიდან საიტის სრული სკანირების შესაქმნელად. ეს მიდგომა ბევრად უფრო მარტივი და ზუსტია შესასრულებლად, ვიდრე წარსული არქეოლოგიური მეთოდები, რომლებიც ეყრდნობოდა ამზომველების ილუსტრირებულ ნახაზებს.



სურათი 4. დედანის სამხრეთის გათხრების არეალის საბოლოო რეგისტრირებული წერტილი ღრუბლის მოდელი, რომელიც აერთიანებს LiDAR-ს, ხმელეთის SfM-ს და საჰაერო SfM-ს. 1

გამოსახულებაზე დაფუძნებული მოდელირება (IBM)

გამოსახულების მონაცემები ალბათ ყველაზე სრულყოფილი წყაროა ციფრული დოკუმენტაციისათვის. IBM მეთოდებს შორის, ფოტოგრამეტრია არის უაღრესად ზუსტი და მოქნილი მიდგომა,

1 Smith, et al., სხვები 2014, 176-181.

რომელიც შესაფერისია სხვადასხვა მასშტაბისათვის და გამოიყენება სანდო ინფორმაციის მისაღებად.

ნახევრად ავტომატური გამოსახულების მოდელირების ტექნიკა განსაკუთრებით შესაფერისია შენობებისა და შექმნილი ობიექტების 3D რეკონსტრუქციისათვის, რომლებიც შეიცავს ზოგად გეომეტრიულ ფორმებს. ზუსტი და სწორი შედეგების მისაღებად უახლესი ტენდენციაა ავტომატური და მომხმარებლისათვის მოსახერხებელი ხელსაწყოების შექმნა, რომლებიც საიტის მენეჯერებს, არქეოლოგებს, რესტავრატორებს, კონსერვატორებს შეუძლიათ გამოიყენონ ძვირადღირებული და შრომატევადი დიაპაზონის სენსორების ნაცვლად.

ინფრანითელი (IR) თერმოგრაფია

კულტურული მემკვიდრეობის დოკუმენტაციისათვის ბოლო დროს ფართოდ გამოიყენება ინფრანითელი თერმოგრაფია, კერძოდ, ხელოვნების ნიმუშების შესწავლისათვის, ისტორიული შენობების მონიტორინგისა და კონსერვაციისათვის (Moropoulo et al., 2001, 45-48).

IR თერმოგრაფია გარდაქმნის თერმულ ენერგიას, რომელიც გამოიყოფა ობიექტის ელექტრომაგნიტური სპექტრის ინფრანითელ ზოლში. თერმული გამოსახულების სისტემის გამოყენებით შესაძლებელია ობიექტის მიერ გამოსხივებული ჩვეულებრივ უხილავი ინფრანითელი გამოსხივების („სითბო“) აღმოჩენა და ჩვენება. ეს ინფრანითელი ენერგია გარდაიქმნება რეალურ დროში ხილულ შუქზე, რომელიც ნაჩვენებია მონიტორზე. თერმული გამოსახულების ტიპის მიხედვით, ასევე შესაძლებელია ობიექტის ტემპერატურის გაზომვა.

ფერწერის ანალიზის მაგალითი ტერმინალის დიაპაზონში ნაჩვენებია სურათზე 5. ამ შემთხვევაში, IR- ს შეუძლია აჩვენოს ნახატის ჩარჩოს სტრუქტურა მთლიანად. [Pelagotti et. al., 2007, 133-137).

სურათი 6 გვიჩვენებს მასალებს, რომლებიც გამოიყენება ტექსტურირებული კედლის კონსოლიდაციისათვის. ანალოგიურად, შეგვიძლია აღმოვაჩინოთ შენობის ფასადების რეალური კომპოზიციები.



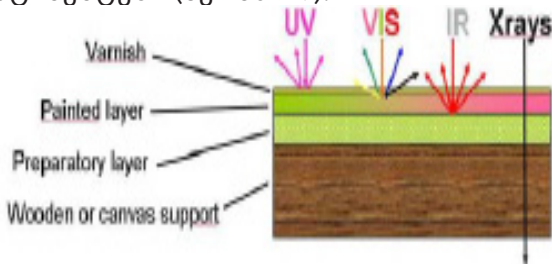
სურათი 5. ნახატის ხილული და თერმოგრაფიული გამოსახულება.



სურათი 6. შიდა კედელი ფრესკებით ბუნკონსილიოს ციხესიმაგრეში, ტრენტო (იტალია)

<https://www.alamy.com/stock-photo/trento-buonconsiglio-fresco.html?sortBy=relevant>

IR რეფლექსოგრაფია მცირე დიაპაზონში იძლევა მრავალი მასალის ანალიზს, რომლებიც ქმნიან ფერწერულ ფენებს [Fontana at al., 2005, 43]. მასალების უმეტესობა, ნახატის ფენაში, ფაქტობრივად, ნაწილობრივ მაინც გამჭვირვალეა IR გამოსხივების მიმართ, ამიტომ IR გამოსახულება ზოგადად საშუალებას იძლევა დავინახოთ ადამიანის თვალით უხილავი ფენების ქვეშ არსებული თვისებები და ვიზუალურად წარმოვიდგინოთ შიდა ნახატები ან პენტიმენტები (სურათი 7).



სურათი 7. ტიპური ფერწერული კვეთა სხვადასხვა ფენებით

3Dგაზომვებში მაღალი სიზუსტე აუცილებელია ძალიან დეტალური ობიექტების 3D დოკუმენტაციისათვის, როგორცაა ქანდაკებები, ფერწერა, დაბალი რელიეფები, თუ სხვა რთული პატარა ობიექტები. აქტიური სენსორები არის კონოსკოპიური სისტემები, რომლებსაც

აქვთ უკეთესი სიზუსტე, მაგრამ უფრო მცირე ხედვის ველი. ამ მიზეზების გამო ისინი ძირითადად გამოიყენება პლანშეტური ობიექტებისათვის, მაგალითად, ფერწერული ტილოებისა და პატარა მონეტებისათვის.

აქტიური სენსორებით შექმნილი გეომეტრიული ინფორმაციის გარდა, ციფრული გამოსახულებები უნდა იქნას გამოყენებული ტექსტურის რუკების მიზნებისათვის, რათა მივიღოთ ფოტოგრაფიული 3D მოდელი (Bernardini & Rushmeier, 2002, 149-172).

მონაცემთა ინტეგრაცია

მოდულების კომბინაცია, რომელიც გენერირებულია სხვადასხვა მონაცემთა წყაროებითა და ტექნიკით, არის საკვანძო ნაბიჯი 3D მოდელირების პროცესში.

სხვადასხვა საზომი წყაროებიდან აღებული მონაცემთა კომბინაციის მიზანია შექმნას ერთი ტექსტურირებული 3D მოდელი, რომელიც შეიძლება გაანალიზდეს და გამოყენებულ იქნას რესტავრატორების მიერ.

დიაპაზონის სენსორები დღესდღეობით ყველაზე ხშირად გამოყენებადი ინსტრუმენტებია დეტალური და რთული სტრუქტურებისათვის.

სხვადასხვა წყაროების მონაცემებს შორის ინტეგრაციის მაგალითი ნაჩვენებია სურათზე 8. ეს არის ბუნკონსილიოს ციხის შიდა ეზო (ტრენტო, იტალია), სადაც ძირითადი სტრუქტურები (სვეტები, თალები) მოდელირებულია გამოსახულებაზე დაფუძნებული მოდელირების გზით, ხოლო ქერი ხმელეთის ლაზერული სკანერის საშუალებით. ეს ორი მოდელი გაერთიანდა ზოგიერთი საერთო საკონტროლო წერტილის გამოყენებით.



სურათი 8: ბუნკონსილიოს ციხის შიდა ეზო ტრენტოში (იტალია) ფრესკებით „Romanino loggia“.

<https://www.finestresullarte.info/en/works-and-artists/romanino-s-loggia-in-trento-s-buonconsiglio-castle-history-and-significance-of-a-16th-century-masterpiece>

გამოსახულების მოდელების ინტეგრაციის შემდეგ, მკაფიოდ ჩანს შიდა და გარე ნაწილების საბოლოო ტექსტური რებული 3D მოდელის განსხვავებული ხედები.

დასკვნა

მესამე კულტურული (ციფრული) რევოლუცია ამჟამად აღიარებულია კიბერერასთან. ციფრული გლობალიზაციის ეპოქაში კიბერმემკვიდრეობა ერთმანეთთან აკავშირებს ხელოვნებასა და კულტურას და მათ ინტერკულტურულ გაგებას.

დინამიური 3D ეკრანები და ციფრულად დამუშავებული ფრაგმენტული კულტურული მემკვიდრეობა, რომელიც გაერთიანებულია შესაბამის სკანირებასთან ან ფოტოგრაფიულ ტექნოლოგიებთან, ქმნის ვირტუალურ გარემოს. მუზეუმები და არქეოლოგიური/ისტორიული პარკები, ძეგლები და ხელოვნების ნიმუშები არის ყველაზე პოტენციური სამიზნე ონლაინ მუზეუმებისათვის. თუმცა, სამუზეუმო არტეფაქტების კოლექციებისა და ძეგლების ელექტრონული დამუშავებისა და პრეზენტაციის კითხვის ნიშნის ქვეშ დაყენებამ გამოიწვია დისკუსია ასეთი პრეზენტაციების მიზანშეწონილობის შესახებ. ნებისმიერ შემთხვევაში, ვირტუალური რეალობა ადამიანებს უნიკალურ ინსტრუმენტს სთავაზობს წარსულის შესასწავლად და „ჩაღრმავებული“ განცდის მისაღებად.

ამგვარად, ნაშრომში ვაჩვენეთ კულტურული მემკვიდრეობის დოკუმენტაციის, კონსერვაციისა და აღდგენის, ციფრული კვლევის ტექნიკის ფაქტობრივი გამოყენება და ინტეგრაცია. თუ დღესდღეობით ფოტოგრამეტრიას თავისთავად შეუძლია უზრუნველყოს მკვრივი, დეტალური და ზუსტი 3D მოდელები სხვადასხვა მასშტაბით, უდავოა, რომ მონაცემების ინტეგრაცია მრავალი წყაროდან უზრუნველყოფს უკეთეს და უფრო სრულყოფილ შედეგებს.

ხილული სპექტრისა და დიაპაზონის მონაცემებში შექმნილი ციფრული გამოსახულებები ძირითადად გამოიყენება 3D ტექსტურის აღსადგენად, ხოლო უფრო ღრმა ანალიზისა და კვლევებისათვის, ასევე გამოყენებული უნდა იქნას IR მონაცემები. მონაცემთა ინტეგრაციის პროცედურა ძალზე სასარგებლოა კონსერვატორებისათვის და რესტავრატორებისათვის, რადგან მათ ხელთ აქვთ ინფორმაციის სრული ნაკრები.

დასრულება:

I.Arjun, S (2015), Digital Curation in the Digital Humanities. Preserving and Promoting Archival and Special Collections, Chandos Information Professional Series, 53-57.

- (<http://www.sciencedirect.com/science/book/9780081001431>);
2. Levy, T. E., and Smith, T. E., and Smith N. G., (2007) On-Site Digital Archaeology: GIS-Based Excavation Recording in Southern Jordan. In *Crossing Jordan —North American Contributions to the Archaeology of Jordan*, edited by T. E. Levy, M. Daviau, Younker R., and Shaer M., pp. Equinox, London;
 3. DeFanti, T (2010) On-Site Digital Archaeology 3.0 and Cyber-Archaeology: Into the Future of the Past –New Developments, Delivery and the Creation of a Data Avalanche. In Forte, M. (ed) *Cyber archaeology*, BAR International Series 2177, Archaeopress, Oxford, 135-153;
 4. Maturana, H. and Varela, F. (1980) *Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living*, Boston Studies in the Philosophy of Science, edited by Robert S. Cohen, Robert S. and Max W. Wartofsky, 42;
 5. Liritzis, I, P. Volonakis, S. Vosinakis, G. Pavlidis, G (2015) Cyber-archaeometry from Cyber-archaeology: New dynamic trends in archaeometric training and research. In *Virtual Archaeology (Methods and Benefits)*, Daria Hokk (ed), Proceedings of the Second International Conference held at the State Hermitage Museum 1–3 June 2015 Saint Petersburg, The State Hermitage Publishers, 38-4;
 6. O’Neil, H.F. and Perez R.S. (eds) (2006) *Web-Based Learning: Theory, Research and Practice*, Erlbaum, Mahwah, NJ, 213;
 7. Barazzetti, L., F. Remondino, M. Scaioni, R. (2010) Fully Automatic UAV Image-Based Sensor Orientation. IAPRSS&IS, ICWG I/V, June 15–18. Calgary, Canada, (http://www.isprs.org/proceedings/XXXVIII/part1/12/12_02_Paper_75.pdf) ;
 8. Bell, M. (2008) Toward a definition of “virtual worlds”. *J Virtual Worlds Res*, 1-5;
 9. Lowe, D. G. (2004), Distinctive image features from scale invariant keypoints. *International Journal of Computer Vision* 60(2):91-110.
 10. Smith, N; Passone, L; al-Said, S; al-Farhan, M; Levy, T (2014) Drones in Archaeology: Integrated Data Capture, Processing, and Dissemination in the al-Ula Valley, Saudi Arabia. *Near Eastern Archaeology* 77:3, 176-181;
 11. Liritzis, I, P. Volonakis, S. Vosinakis, G. Pavlidis, G (2015) Cyber-archaeometry from Cyber-archaeology: New dynamic trends in archaeometric training and research. In *Virtual Archaeology (Methods and Benefits)*, Daria Hokk (ed), Proceedings of the Second International Conference held at the State Hermitage Museum 1–3 June 2015 Saint Petersburg, The State Hermitage Publishers, 38-40;
 12. Moropoulo, A., Avdelidis, N., Kouli, M., Delegou, E., Tsiourva, T., 2001: Infrared thermographic assessment of materials and techniques for the protection of cultural heritage. *Multispectral and Hyperspectral Image Acquisition and Processing*, SPIE Vol. 4548;
 13. Fontana, R., Gambino, M.C., Greco, M., Marras, L., Pampaloni, E., Pelagotti, A., Pezzati, L., Poggi, P., 2005: Two-dimensional imaging and three-dimensional sensing data acquisition and mutual registration for painting conservation. *Videometrics VIII*, Vol. 5665-08, San Jose (CA), 43, USA;
 14. Pelagotti, A., Del Mastio, A., Razonale, A., 2007: Active and passive sensors for art



works analysis and investigations. Videometrics IX, Proc. SPIE-IS&T Electronic Imaging, Vol. 649, 133-137;

15. Bernardini, F., Rushmeier, H., 2002: The 3D Model Acquisition Pipeline. Computer Graphics Forum, 21(2), pp. 149-172;