

UOT 902

Toğrul Eminov
Azərbaycan Dövlət Mədəniyyət və İncəsənət Universiteti
Magistrant
E-mail : camouflage@list.ru

QƏDİM SİVİLİZASIYALARI KƏŞF ETMƏK, ARXEOLÖJİ ARAŞDIRMA ÜÇÜN 3D MODELƏRİNİN VƏ LİDAR-IN TƏTBİQİ

Xülasə: Məqalədə arxeoloji irsə zərər vurmada Lidar texnologiyası ilə aşkarlanması, sıx bitki örtüyü ilə örtülmüş itirilmiş şəhərlərin əraziləri üzrə aparılmış tədqiqatlar araşdırılır. LİDAR, detallı 3D xəritələr çəkmək üçün lazer impulslarını göndərmək üçün işıq aşkarlayıcı sensorlar və məsafədən təyinedicilərdən istifadə edilən optik bir uzaqdan algılama texnologiyasıdır.

Açar sözlər: Lidar, müasir texnologiya, lazer, 3D, arxeologiya, xəritə, modelləşdirmə.

Əsaslı məzmununa malik olan hər bir arxeoloji məkanın keçmişi haqqında bir çox məlumatlar mövcuddur. Daş ocağında tapılan bir bıçaq, insan skeleti ilə müqayisədə fərqli bir hekayədən bəhs edir. Təəssüf ki, hekayəni aşkar etmək üçün sayt qazmaq da onu məhv edir. Ətraflı qeydlər arxeoloqların arxeologiyanı qorumaq əvəzinə keçmişi silməkdən qoruyan yeganə yoldur. Bu gün, bir saytda tapılan məlumatları qorumaq, qazmaq üçün yeni yerlər tapmaq və ya 3D çap vasitəsilə qədim əsərlərin nümunələrini yaratmaq üçün 3D modelləşdirmə texnologiyasından istifadə edirlər.

Son zamanlarda 3D modelləşdirmə texnologiyaları həm mobil, həm də monumental qədim sənət obyektlərinin dəqiq elektron həcm modellərini yaratmağa imkan yaratmış və beləliklə, mədəni irs obyektlərinin, o cümlədən diqqətlə qorunan obyektlərin geniş bir istifadəçi kütləsinə təqdim edilməsini mümkün etmişdir. 3D modellərin ictimaiyyətə yayımlanması, hazırda yalnız ayrı-ayrı muzeylərdən və ya fotosəkillərdən eksponatlar şəklində təqdim olunan mövcud mədəni irs sahələri haqqında məlumat boşluğunu doldura bilər. Bundan əlavə, bu cür modellərin yaradılması bənzərsiz artefaktların qorunması problemini zəiflətməyimizə imkan verir: elektron obyektə qarşılıqlı təsir onu məhv etmir, orijinal obyekt isə yerli ekspozisiyanın işıq və iqlim şəraitindən belə pisləşə bilər.

Qədim əsərlərin modelləşdirilməsi. 3D şəklində modelləşdirmə muncuq və kiçik sümüklər kimi ən kiçik əsərləri də qoruya bilər. Bu kövrək fiziki əşyalar keçmişlə əlaqəli bir əlaqə olsa da, qorunmalarını təmin etmək üçün çox vaxt muzeylərdə və ya universitet kolleksiyalarında yerləşdirilmişlər. Bu əsərlərin virtual

nüsxələrinin yaradılması onları öyrənməyə daha çox imkan yaradır. Kolleksiyanın özündən uzaq olan tədqiqatçılar, hətta artefaktın bir nüsxəsini elektron poçtla da ala bilərlər.

Rinoceros kimi modelləşdirmə proqramları, tərtibatçı Robert McNeel və Associates, tədqiqatçılara bir modeli döndərməyə, bir kəsiyi görmək üçün istənilən bucaqla dilimləməyə və səth sahəsi, həcmi və əl ilə ölçmək çətin ola biləcək digər xüsusiyyətləri dəqiq ölçməyə imkan yaradır. Bu modelləşdirmə qabiliyyətini 3D çap ilə birləşdirmək artefaktların dəqiq, detallı fiziki nüsxələrini yarada bilər. 3D printerin proqram təminatı virtual modeli düz hissələrə ayırır və sonra 3D obyekt yaratmaq üçün printer gips tozu kimi bir materialın qatını saxlayır.

Harvard Universitetinin arxeoloqları, e.ə. I əsrə aid parçalanmış bir məbədi bərpa etmək üçün rəqəmsal modelləşdirmədən istifadə etdilər. Keramika aslan, sonra heykəlin toxunulmaz, tam rəngli 3D replikasını çap etmişdir. Texas A&M Universty'nin Wilder 3-D Görüntülü Laboratoriyasında tədqiqatçılar qədim Roma lövbərləri və insan kəlləsinin qismən bir nüsxəsini çap etmişdilər.

Pensilvaniya zoarxeoloqu Jill A. Weber, 3D nüsxələrin ona e.ə. III minilliyə aid oxşar qalıqları öyrənməsinə icazə verdiyini söyləyir.

Suriyanın Umm əl-Marra şəhəri. Mədəni irs qanunları Suriyadan sümüklərin çıxarılmasının qarşısını aldığından Weber NextEngine tərəfindən lazer skanerindən istifadə edərək rəqəmsal modellərin yaradılmasına səbəb oldu. Daha sonra Z Corporation Spectrum Z510 3D printerindən istifadə edərək sümüklərin 14 nüsxəsini çap etdi.

Bəşəriyyətin keçmişi üçün çox sayda saytlar İraq və Suriya kimi siyasi cəhətdən qeyri-sabit ərazilərdə yerləşdiyindən, Weber, 3D çap əsərlərinin özləri üçün təhlükə qarşısında belə arxeoloji qeydlərin qorunub saxlanılmasını təmin edə biləcəyini düşünür. Bu replikalar həm öyrətmə, həm də nümayiş etdirmək üçün faydalı vasitələrdir, tələbələrə və keçmişə keçmiş insanlarla görüşlər verir. Bu cür qarşılaşmaların gələcək nəslin araşdırma vasitələrini inkişaf etdirilməsində müsbət təsiri ola bilər.

Qədim saytların xəritələşdirilməsi. Cəmi bir stansiya adlandırılan bir araşdırma vasitəsi arxeoloqlara alət və başqa bir nöqtə arasındakı məsafəni, məsələn artefakt və ya bir quruluşun kənarını ölçmək üçün optik şüaları istifadə edərək bütün sahələri dəqiq şəkildə qeyd etməyə kömək edir. Birdən çox alət, hər bir nöqtənin yerini bir 3D torda yerləşdirir. Arxeoloqlar bütün bu koordinatları coğrafi-informasiya sistemlərinə (GIS) proqram proqramına daxil etdikdə, rəngli kodlu torpaq qatlarında orijinal mövqedə olan hər bir artefakt ilə bütün saytın bir 3D modelini yaradırlar. Tədqiqatçılar daha sonra saytı real dünyada mümkün olmayan yollarla nəzərdən keçirə bilər, modeli fırladaraq və ya kəşişən hissələrə baxmaq üçün oradan dilimlədirlər.

GIS də arxeoloqlara yeni saytlar tapmağa kömək edir. Proqramdan, ərazinin coğrafi xüsusiyyətlərinin, o cümlədən yüksəklik, torpaq növü və sudan məsafənin xəritələrini yaratmaq üçün istifadə edirlər. Arxeoloqlar ərazidəki hər bir saytın xəritəsini hazırladıqdan sonra keçmiş insanların tanıdıqları yerləri axtarırlar. GIS proqramı daha sonra arxeoloqları digər ehtimal olunan ərazilərə istiqamətləndirərək bu xüsusiyyətləri bölüşən yerləri təyin edir.

Lidarlardan istifadə edən ABŞ alimlərinin Teotihuacan xəritəsini hazırlamaları. Amerika Birləşmiş Ştatlarından olan tədqiqatçılar lidar ölçmə məlumatlarından və arxiv məlumatlarından istifadə edərək antik dövrün ən böyük şəhərlərindən biri olan Teotihuacan xəritəsini qura və yaradılış tarixini bərpa edə bildilər. Alimlərin məqaləsi PLOS ONE jurnalında dərc edilmişdir.

Mexikodan 25 kilometr aralıda yerləşən Teotihuacan, qurulduğu andan təxminən 650 il ərzində - eramızdan əvvəl 100-cü ildən eramızın 550-ci ilinə qədər dünyanın ən böyük şəhərlərindən biri olmuşdur. Əhalisi 125 min nəfəri keçdi, lakin sonradan hələ də aydın olmayan səbəblərdən şəhər tərk edildi.

Teotihuacanın yeraltı ərazilərini xəritələşdirmək üçün amerikalı tədqiqatçılar, şəhərin tikintisi ilə bağlı mənzərənin dəyişməsinə müasirlərdən ayırmaq üçün bir lazer şüasının bir obyektə gediş-gəlişini ölçən lidar məlumatlarından istifadə etdilər. Alınan məlumatlar sahə müşahidələri və arxiv məlumatları istifadə edərək təsdiqləndi.

Məlum oldu ki, Teotihuacan inşaatçıları, tikintisi zamanı torpağı ana süxurlara qədər götürüblər və bəzi hallarda binaların tikintisində istifadə ediblər. Arxeoloqların fikrincə, şəhərin yalnız bir sahəsində - sözdə Piazza Sütunları - 300 illik tikinti zamanı doldurma sahələrinin sahəsi 372 min kubmetrdən çox idi. Şəhərin üç əsas piramidasının inşasında 2.423 milyon kubmetr daş, torpaq və kərpicdən istifadə edilmişdir.

Bundan əlavə, Teotihuacan mühəndisləri şəhərdən axan çayların istiqamətini oriyentasiyasına uyğun olaraq dəyişdirdilər - onlardan biri üç kilometr şimala 15 dərəcə bucaq altında, digəri isə səkkiz dərəcə bucaq altında axdı - təxminən beş kilometr şərqdə. Tədqiqatçılar, mövcud inkişafın yüzdə 65-inin şəhərin istiqamətini izlədiyini tapdılar.

Rəqəmsal üç ölçülü nüsxələrin açdığı imkanlar arasında - elmi kolleksiyalardakı əşyaların hər tərəfdən baxma qabiliyyəti ilə nümayişi; televiziya ekranlarından və ya stereoskopik daxil olmaqla digər ekran vasitələrindən istifadə edərək muzeyin məhdud bir məkanında sınırsız sayda əşyaları nümayiş etdirmək bacarığı; muzeyin müxtəlif ekspozisiyalarının və stendlərinin, həftənin günlərinə görə fırlanma və ya digər prinsip daxil olmaqla son dərəcə sadə bir şəkildə formalaşma ehtimalı; hər hansı bir muzey əşyasının kağız nüsxələrini yaratmaq və suvenirilər şəklində daxil olmaqla paylaşılması bacarığı əsas yer tutur.

Arxeologiya və Etnoqrafiya İnstitutunun həm də ortaq təşkilatlar tərəfindən muzey və elmi kolleksiyalardakı əşyaların rəqəmsallaşdırılması ilə fəal məşğul olur. Alınan modellərin bir hissəsi İnternetdə " "İçərişəhər" Dövlət Tarix-Memarlıq Qoruğu, " ixtisaslaşdırılmış məlumat sistemində yayımlanır, digərləri yalnız tədqiqat, təhsil və elmi mübadilə üçün istifadə olunur.

3D texnologiyalarının xüsusi tətbiq sahəsi həndəsi mikrolitlər - miniatür daş alətləri kimi kiçik obyektlərin yüksək qətnamə modellərinin tikilməsidir. Bu cür əşyaları tararkən arxeoloq üçün yenidən işləmə və makro aşınma izləri kimi vacib detalları qorumaq vacibdir.

2012-ci ildə arxeoloqlar, Şərqi Hondurasın yağış meşələrində gizlənmiş piramidaları və abidələri kəşf edərək min ildən çox əvvəl mövcud olan bir mədəniyyətin qalıqlarını aşkar etdilər. 2015-ci ildə Kamboca meşəsinin dərinliyində Khmer İmperiyasının başqa bir nəhəng qədim yaşayış məskəni tapıldı. Bu itirilmiş şəhərlər sıx bitki örtüyü ilə örtülmüşdür və onları tapmaq demək olar ki, mümkün deyil, bəs arxeoloqlar onları necə tapdılar? Cavab - LiDAR istifadə etməkdir.

LiDAR, detallı 3D xəritələr çəkmək üçün lazer impulslarını göndərmək üçün işıq aşkarlayıcı sensorlar və məsafədən təyinedicilərdən istifadə edən optik bir uzaqdan algılama texnologiyasıdır. Avtomatik olaraq özünü tanıyır və istiqamətləndirir, lakin bu texnologiyanın tətbiqi təkcə nəqliyyat sənayesində deyil. Lidar, maşınların insanların fiziki dünya haqqında təsəvvürlərini görməsinə və təsir etməsinə kömək edə bilər.

Məsələn, bir LiDAR bir vadinin üstündən uçmaq üçün bir helikoptərə quraşdırılıbsa, bu qədim xarabalıqları tapmağa kömək etmək üçün sıx meşələrin arasından lazer zərbələri ata bilər. Bu məlumatları istifadə edərək tədqiqatçılar təbii olmayan arxeoloji xüsusiyyətləri aşkar etdilər və beləliklə insan fəaliyyətinin qalıqlarını tapdılar.

Təsnifat və kartoqrafiya, Babil və Misir hökmdarları arasındakı sərhədləri əks etdirən qədim şəhərlərin xəritələri kimi min illər əvvəl təbiət şəkillərinə aid edilə bilər. Son bir neçə min ildə Yer, coğrafiya və riyaziyyat haqqında artan bir anlayış getdikcə daha da mürəkkəb olan xəritələrin yaradılmasına səbəb oldu. 15-ci əsrdə Yunanıstanın ilk xəritəsindən başlayaraq 2005-ci ildə Google Earth'ün istifadəyə verilməsinə qədər xəritə xəritələnməsi çox böyük dəyişikliklərə uğradı və LiDAR yeni nəsilləşdirmə texnologiyasında öncül ola bilər.

LiDAR kartlarının istifadəsi yeni bir konsepsiya deyil. NASA, ilk tətbiqetmələrdən biri olan 1971-ci ildə Apollon missiyası əsnasında Ay səthini araşdırmaq üçün LiDAR'ı istifadə etdi, lakin zaman keçdikcə texnologiya daha da inkişaf etdi. İndi LiDAR texnologiyasından istifadə edərək qurulmuş 3D xəritələr daha ətraflı məlumata sahib olmaqla yanaşı, daha sürətli göstərilmişdir. Ölçmələr LiDAR istifadə edərək günlərlə və hətta saatlarla həyata keçirilə bilər, ənənəvi

metodlardan istifadə edərək xəritələşdirmə həftələr, bəzən hətta illər çəkir.

LiDAR texnologiyasından istifadə edən bir Xəritəçəkmə sistemi yalnız kəşfiyyat üçün deyil, həm də şəhərsalma, inşaat, ətraf mühit işləri, fəlakətlərin aradan qaldırılması və pilotsuz təyyarələrin çatdırılması kimi müxtəlif sahələr üçün geniş fayda təmin edə bilər. Məsələn, iqlim dəyişikliyi ilə əlaqəli tətbiqetmələr üçün LiDAR xəritələşdirmə elm adamlarına meşələrin qırılma dərəcəsini, okeanın qalxma sürətini, buzlaqların azalma sürətini və s.

Tornado, qasırğa və zəlzələ kimi təbii fəlakətlərdən sonra elm adamları LiDAR-dan istifadə edərək fəlakət bölgələrini xəritə altına ala və həssas bölgələri müəyyənləşdirir, düşən ağacları və elektrik qüllələrini xilasediciləri təhlükə altına almadan aşkar edə bilərlər. Məsələn, 2012-ci ildə "Sandy" tayfunu Nyu-Yorku vuranda xilasedicilər qatarda bir LiDAR quraşdırdılar və tayfun zamanı su basmış New York metro tünəlinə daxil olaraq struktur zədələnmələrini axtardılar.

Bilinməyən bir dünyanı araşdırmaq üçün xəritələrdən istifadə edən ilk tədqiqatçılar kimi, insanlar da indi itirilmiş sivilizasiyaları daha inkişaf etmiş yollarla kəşf edir və gələcək üçün şəhərlər planlaşdırır. LiDAR, üçüncü insan gözü kimidir və bu, xəritənin tətbiqində çox böyük rol oynamışdır.

Ədəbiyyat siyahısı:

1. Бурлаков В.Д., Долгий С.И., Невзоров А.В. Трехчастотный лидар для зондирования микроструктурных характеристик стратосферного аэрозоля // Приборы и техника эксперимента. 2010. № 6. С. 125-130.
2. Волков Н.Н. Выбор параметров многоволнового аэрозольного лидара для дистанционного зондирования атмосферы // Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. 2012. № 1 (77). С. 7-9.
3. Collis R. T.H. Lidar: A new atmospheric probe. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society. 196; 92(392): 220–230.
4. Д. Столяренко «Мобильные лидары Velodyne и системы на их основе», 2018.
5. Middleton W. E. K, Spilhaus A. F. Meteorological instruments. – Canada: University of Toronto, 3rd ed. 1953.
6. «Современная электроника» №1 2016.
7. Сравнительный анализ дальности зондирования для различных вариантов аэрозольного лидара, Иванов С.Е, Филимонов П. А, Городничев В.А.

Тогрул Эминов

Открытие древних цивилизаций, для археологических исследований применение 3d-моделей и лидары

Резюме: В статье рассматривается открытие технологии лидаров без ущерба для археологического наследия, а также исследования, проведенные на территориях затерянных городов, покрытых густой растительностью. LiDAR - это оптическая технология дистанционного зондирования, которая использует датчики обнаружения света и удаленные детекторы для отправки лазерных импульсов для создания подробных 3D-карт.

Ключевые слова: Лидар, современные технологии, лазер, 3D, археология, карта, моделирование.

Toghrul Eminov

Discover of ancient civilizations, application of 3d models and lidars for archaeological research

Summary: The article discusses the discovery of lidar technology without prejudice to archaeological heritage, as well as studies carried out on the territories of the lost cities covered with dense vegetation. LiDAR is an optical remote sensing technology that uses light detection sensors and remote detectors to send laser pulses to create detailed 3D maps.

Key words: Lidar, modern technology, laser, 3D, archeology, map, modeling.

Məqalənin redaksiyaya daxil olma tarixi: 10. 10. 2021

**Məqaləni çapa tövsiyə edən sahə redaktorunun (və ya üzvünün) adı: pe-
daqogika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent Yeganə Eyvazova**