

ӘӨЖ528.5

3D СКАНЕРЛЕУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНА ШОЛУ

Мусағалиева Батима Ерлановна

tima.meb@mail.ru

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ Геодезия және картография кафедрасының аға оқытушысы,
магистр, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

3D сканері – бұл нақты нысанды немесе қоршаған ортаны оның пішіні және мүмкін сыртқы түрі (мысалы, түс) туралы мәліметтер жинау үшін талдайтын құрылғы. Содан кейін жиналған деректерді сандық үш өлшемді модельдерді құру үшін пайдалануға болады. 3D лазерлік сканерлеу 20 ғасырдың соңғы жартысында әртүрлі нысандар мен орындардың беттерін дәл қалпына келтіру мақсатында дамыды. Бұл технология әсіресе зерттеу және жобалау саласында пайдалы. Алғашқы 3D сканерлеу технологиясы 1960 жылдары жасалған. Бұл тапсырманы орындау үшін ерте сканерлер жарық, камералар мен проекторларды қолданды. Осы 3D сканерлеу құрылғыларын жасау үшін көптеген түрлі технологияларды қолдануға болады; әр технологияның өзіндік шектеулері, артықшылықтары мен шығындары бар. Цифрландыруға болатын нысандар түріндегі көптеген шектеулер әлі де бар: мысалы, оптикалық технологиялар жылтыр, айна немесе мөлдір нысандармен көптеген қиындықтарға тап болады.

Түйінді сөздер: 3D сканер, геодезиялық аспаптар, әуе лазерлік сканерлеу, мобильді лазерлік сканерлеу, жердегі лазерлік сканерлеу.

3D сканерлері камераларға өте ұқсас. Камералар сияқты, олар конус тәрізді өріске ие және камералар сияқты олар тек қараңғыланбаған беттер туралы ақпарат жинай алады. Камера көру өрісіндегі беттер туралы түс ақпаратын жинаса, 3D сканері көру өрісіндегі беттерге дейінгі қашықтық туралы ақпаратты жинайды. 3D сканерімен алынған «сурет» кескіннің әр нүктесіндегі бетке дейінгі қашықтықты сипаттайды. Бұл суреттегі әр нүктенің үш өлшемді орнын анықтауға мүмкіндік береді.

Лазерлік сканерлер деректерді түсіруге қатысты камералар сияқты жан-жақты және икемді емес. Егер жоғары ажыратымдылық пен сапа қажет болса, сканерлер әр позицияда бір сағаттан астам уақытты алады. Бұл камераның лезде түсірілуіне және камераны қол жетімді емес жерлерде оңай пайдалану мүмкіндігіне қайшы келеді. Алайда артықшылығы портативті мобильді сканерлердің пайда болуымен азайды. Камералар сияқты, лазерлік сканерлеу шынымен де көзді қажет етеді, яғни процесс тығыз өсімдіктер сияқты нысандарды көре алмайды. Сканерлеу жүйелерінде олар жұмыс істейтін минималды және максималды диапазондар бар, ал кейбіреулерінде мәрмәр немесе алтын жалатылған беттер сияқты белгілі

бір материалдардан шағылысу проблемалары бар. Сондай-ақ, жабдықты пайдалану кезінде ескеру қажет денсаулық пен қауіпсіздік факторлары бар[1].

Көп жағдайда бір сканерлеу объектінің толық моделін бермейді. Тақырыптың барлық жақтары туралы ақпарат алу үшін әдетте бірнеше сканерлеу қажет, тіпті жүздеген, әр түрлі бағытта. Бұл сканерлер жалпы анықтамалық жүйеге біріктірілуі керек, әдетте туралау немесе тіркеу деп аталатын процесс, содан кейін толық модель жасау үшін біріктірілуі керек. Бір ауқымды картадан бүкіл модельге дейінгі бүкіл процесс әдетте 3D сканерлеу құбыры ретінде белгілі.

3D сканерімен алынған «сурет» кескіннің әр нүктесіндегі бетке дейінгі қашықтықты сипаттайды. Бұл суреттегі әр нүктенің үш өлшемді орнын анықтауға мүмкіндік береді.

Әрекет принципі. Тасымалдағышқа орнатылған лазерлік қашықтық өлшегіш лазерлік сәулелену импульсінің өту уақытын өлшеу арқылы объектілерге дейінгі қашықтықты анықтайды. Құрылғы жоғары жиіліктегі лазерлік импульстарды шығарады (секундына ондаған мыңнан миллионға дейін). Нысанға барар жолда лазерлік сәулеленудің импульстері оларды біркелкі тарататын көпбұрышты айна арқылы көрінеді. Жүйенің нақты орналасуы және сканерлеу жүргізілген бағыт, сондай-ақ объектіге дейінгі қашықтық туралы ақпарат жинағаннан кейін кез-келген лазерлік шағылысу нүктесінің нақты географиялық координаттары есептеледі[2].

Лазерлік сканерлеудің нәтижесі – нүктелер массиві, оның әр нүктесі келесі сипаттамаларға ие кеңістіктік координаттар (X , Y , Z), шағылысқан сигналдың қарқындылығы (I). Сонымен қатар, нүктелер массивінің ақпараттық сыйымдылығын арттыру үшін сандық түсірілім жасалады, ол әр нүкте үшін Объектінің нақты түсі туралы ақпарат алуға мүмкіндік береді. Лазерлік сканерлеу деректерін сандық түсіру материалдарымен бірге пайдалану интерактивті шифрды шешуге ықпал етеді[3].

Тапсырмаларды орындау мақсаты мен әдістемесі бойынша лазерлік сканерлеудің үш түрі бөлінеді: әуе, мобильді, жер үсті.

Әуе лазерлік сканерлеу. Сандық аэрофототүсіріліммен бірге ауданы мен ұзындығы бойынша үлкен объектілерді түсірудің ең тиімді әдісі екені даусыз. Үлкен көлемде әуе лазерін сканерлеу құны дәстүрлі түсірілімге қарағанда бірнеше есе және тіпті ондаған есе төмен. Мысалы, әуе лазерлі сканерлеуді пайдалану тығыздығы m^2 -ге 6 нүктеге дейін болғанда бір сағат ішінде $140 km^2$ -ге дейін түсіруге мүмкіндік береді, бұл Тапсырыс беруші үшін уақыт пен қаражатты айтарлықтай үнемдеуге мүмкіндік береді. Әуе лазерлі сканерлеуді Мұнай және газ құбырлары, ЭБЖ сияқты ұзын желілік объектілерді іздестіру және мониторингілеу кезінде, үлкен алаңдық объектілерді (ондағаннан мың шаршы километрге дейін) түсіру кезінде, орманды жерлерді түсіру кезінде дәлдікті жоғалтпай, тіпті ағаштардың ұшарбасының астында да жер бетінің шынайы бедерін ала отырып, ұтымды орындау қажет. Сонымен қатар, әуе лазерін сканерлеу жердегі түсірілім өте ауыр немесе іс жүзінде мүмкін емес аймақтарды түсіруге мүмкіндік береді. Бұл, мысалы, қол жетімді емес аймақтарға қатысты: кең қарлы, орманды және сулы-батпақты жерлер, тундралар, шөлдер, сондай-ақ шалғай таулы аймақтар.

Мобильді лазерлік сканерлеу. Геодезиялық ізденістер мен автомобиль және темір жолдардың жай-күйін мониторингтеу, тоннельдердің техникалық жай-күйін бағалау, қалалық инфрақұрылымды және көлік жолдары бойындағы басқа да объектілерді үш өлшемді модельдеу кезінде орындаған жөн. Жылдам, дәл және көзге қауіпсіз лазерлер кең көру өрістеріне ие, сканерлеуге арналған жоғары жылдамдықты жетектермен үйлесе отырып, күндізгі және түнгі кез келген уақытта бұлттылыққа қарамастан, ұзын объектілерде аса егжей-тегжейлі геодезиялық деректердің үлкен көлемін жинауға мүмкіндік береді. Егер тахеометрлер салынған аумақтың үлкен бөлігін түсіруге бірнеше апта кетуі мүмкін болса, есептелген сағаттар мобильді сканер мұндай тапсырманы жеңе алады. Сонымен қатар, алынған деректердің сапасы дәстүрлі түсіру әдістерінен кем болмайды.

Жердегі лазерлік сканерлеу. Ол нысандардағы жергілікті іздеулерде, сондай-ақ сыртқы жағынан ғана емес, сонымен қатар ішкі жағынан да дәл және дәл өлшеулерді

орындау үшін қолданылады, мұнда әуе де, мобильді лазерлік сканерлеуді де қолдану мүмкін емес және мүмкін емес. Жердегі лазерлік сканерлеу-миллиметр дәлдігімен әртүрлі күрделі объектілердің үш өлшемді модельдерін алу үшін түсірудің жалғыз тәсілі.

Лазерлік сканерлеу әдісін таңдау тапсырмаға және объектінің конфигурациясына байланысты:

- шағын объектілерді барынша мүмкін дәлдікпен (миллиметр бірліктермен) сканерлеу кезінде жерүсті лазерлік сканерлеу қолданылады;
- 1000 га-дан басталатын үлкен алаңдық объектілерді сканерлеу үшін, сондай-ақ созылған дәліздік объектілер үшін әуе лазерлі сканерлеуді пайдалану орынды;
- автомобиль және т/ж жолдарының учаскелері сияқты ұзындығы бойынша едәуір желілік объектілер үшін әдетте мобильді лазерлік сканерлеуді пайдаланады.

Түсірілім алаңына, аумақтың ерекшеліктеріне, деректердің қажетті дәлдігіне сүйене отырып, тапсырмаларды тиімді шешу үшін сканерлеудің бір немесе басқа әдісін немесе олардың комбинациясын таңдауға болады.

Барлық осы әдістерді бірге қолдануға болады, мысалы, теміржолды түсіру кезінде: суретке түсіру үшін мобильді лазерлік сканерді қолданыңыз, әуе лазерлік сканерінің көмегімен рельефтің сандық моделін алыңыз, ал жердегі лазерлік сканер станциялардағы күрделі техникалық құрылыстарды түсіреді.

Лазерлік сканерлеудің көптеген салалары бар:

- Сәулет. Сәулетшілер 3D сканерлеуді аумақты, ғимаратты немесе тұрғын үйді басып алу үшін қолдана алады және оларды өз клиенттеріне тиімді түрде ұсына алады. Сәулет ескерткіштерін қалпына келтіру жұмыстарын орындау үшін. Орналасудың сенімді және көрнекі көрінісін алу үшін-сәулет жобасының қолданыстағы ортаға «эскизі». Жеке құрылыс үшін де, кешенді құрылыс жобалары үшін де өзекті, әсіресе күрделі рельефі бар ауқымды имидждік жобалар үшін.
- Археология және мұражайлар. Археологтар, мұражай кураторлары және зерттеушілер ежелгі заттарды жақсы көру және түсіру үшін 3D сканерлеуді қолдана бастайды.
- Кері инженерия. Кері инжиниринг, сондай-ақ ретінде белгілі бэк-инжиниринг, процесті білдіреді шығарып алу ақпараттың барлық, бұл құрылды адам қолымен, және оның зерттеу. 3D сканерлерін 3D моделін жасау үшін бөлшектелген объектінің барлық бөліктерін түсіру үшін пайдалануға болады. Осыдан кейін пайдаланушы оны 3D түрінде сандық түрде зерттей алады.
- Метрология / бақылау. Салалар олардың фабрикалары стандартты өнім өлшемдеріне сәйкес келетін мінсіз өнім шығаратынына сенімді болуы керек. 3D сканерлерін ықтимал сәйкессіздіктерді тиімді өлшеу үшін пайдалануға болады.
- Өнеркәсіп. Лазерлік сканерлеу сайтта немесе цех ішінде орналасқан Жабдық жүйелерінің үш өлшемді модельдерін алу үшін қолданылады. Сондай-ақ, өндірістік нысандардың атқарушы түсірілімдерін орындау үшін.
- Электр энергетика. ӘЖ-нің негабариттерін анықтау және талдау. Тірек орталықтарын анықтау, олардың тік осьтен ауытқуы. Тірек элементтерінің зақымдануын анықтау. ӘЖ элементтеріне зиян келтіретін қауіпті ағаштарды іздеу. Өсімдік өсімінің мониторингі және ӘЖ соқпақтарын тазартуға қаражат бөлу болжамы. Гидроэнергетика объектілерін жобалау кезінде су басу үшін аумақтарды анықтау. Кадастрлық есеп және қорғау аймақтарын анықтау.
- Құрылыс. 3D сканерлеу металл конструкцияларын түсіру, ғимараттардың тірек конструкцияларының 3D моделін жасау үшін қолданылады.
- Интернет-технологиялар, Мультимедиа, 3D-визуализация. Интернет-технологиялар мен жаһандық ақпараттық желінің дамуы, өнімділіктің өсуі және деректерді беру жылдамдығы қосымша қызметтердің пайда болуын анықтады: интерактивті карталар, қалалық ортаның үш өлшемді виртуалды модельдері және басқа аумақтар. Рельефтің сандық моделі немесе қаланың 3D моделі негізінде виртуалды кеңістік құру (компьютерлік 3D ойындары). Жарнамалық бейне роликтер мен киноөндірісті өндіру мақсатында. Компьютерлік анимация

объектілерін түсірілген бейнеге нақты интеграциялауға лазерлік сканерлеу әдісімен алынған рельефтің сандық моделін қолдану арқылы қол жеткізуге болады[2].

- Картографиялау. Ортофотопландарды құру және изоляцияларды құру үшін рельефтің нақты моделін алу.
- Қала шаруашылығы. Қалалық кварталдардың, өнеркәсіптік объектілердің және қала құрылысы кешенінің басқа да объектілерінің үш өлшемді модельдері мен топопланттарын жасау.
- Табиғи ресурстарды басқару. Ауа лазерлі сканерлеу негізінде ағаштардың биіктігін анықтауға және қол жетімділігі қиын аудандардағы биомасса көлемін бағалауға мүмкіндік беретін өсімдіктер модельдерін жасау. Көшкін процестерінің, қар жамылғысының биіктіктерінің және тау мұздықтары қозғалысының мониторингі.
- Тау-кен өндіру саласы. Нысандарды дайындау және жобалау, өндіріс көлемінің нақты есептеулерін ұсыну және топырақтың шөгуге мен объектілердегі басқа да өзгерістердің мониторингі.
- Темір жол магистральдары және инфрақұрылымдық объектілер. Теміржол инфрақұрылымының геометриялық параметрлерінің нақты мәндерін анықтау. Темір жолдар жағдайының мониторингі. Жол объектілерін жобалау және реконструкциялау.

Қазіргі уақытта жаңа техникалық құралдардың барлық түрлерінің ішінде лазерлік түсіру жүйелері ерекше орын алады, олардың артықшылықтарына байланысты кеңістіктік деректерді жинаудың фототопографиялық әдісінің теориясы мен практикасының мүмкіндіктерін едәуір кеңейтеді. Мұндай жүйелердің басты артықшылығы: ақпарат жинау процесін автоматтандыру, статистикалық резервтеу, бөлшектердің жоғары деңгейі және т. б.

Қорытындылай келгенде, 3D лазерлік сканерлеу тиімділікті арттырады және көптеген салаларда жұмысты жеңілдетеді. Деректер сапасы, бағдарламалық жасақтаманы өңдеу және пайдаланудың қарапайымдылығы саласындағы технологиялық жетістіктер 3D Лазерлік сканерлеуді қолдану мүмкіндіктерін тез кеңейтеді.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. English Heritage. 3D Laser Scanning for Heritage. Advice and Guidance on the Use of Laser Scanning. 1196. URL: <https://historicengland.org.uk/images-books/publications/3d-laser-scanning-heritage/heag155-3d-laser-scanning/>
2. Геопроектизискания. Лазерное сканирование. URL: <https://geopriz.ru/wp-content/uploads/Lazernoe-skanirovanie.pdf>
3. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Комиссаров А.В. Теория и технология лазерного сканирования для пространственного моделирования территорий. 25.00.34 – Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия. СГУГиТ. 2015. 278 б.