

RĪGAS TEHNISKĀS UNIVERSITĀTES**BŪVZINĀTNES NOZARES PROMOCIJAS PADOMĒ**

Māris Kaļinka, Dr.sc.ing., lector of the Department of Geomatics
Riga Technical university Department of Geomatics
Address: Azenes iela 16, LV 1048, Latvia
Phone: +371 7089263, Fax: +371 7089263

2008.gada 19.decembrī **Māris Kaļinka** aizstāvēja promocijas darbu „Arhitektūras telpiskās dokumentēšanas tehnoloģija”; recenzenti Dr.sc.ing. Natalja Liba (Igaunijas Dzīves zinību universitāte), Dr.sc.ing. Česlovas Vladislavas Aksamitauskas (Viļņas Tehniskā universitāte), Dr.sc.ing. Modris Dobelis (Rīgas Tehniskā universitāte).

Ar Promocijas padomes P-06 2008.g. 19.decembra lēmumu M.Kaļinkam piešķirts Dr.sc.ing. zinātniskais grāds. Promocijas darbs glabājas Rīgas Tehniskās universitātes zinātniskajā bibliotēkā Ķīpsalas ielā 10.

CURRICULUM VITAE

Māris Kaļinka ir dzimis 1975.gadā. 1997.g. beidzis RTU Būvniecības fakultātes bakalaurantūru – iegūstot inženiera kvalifikāciju, 2001.g.- maģistrantūru specialitātē „Ģeodēzija un kartogrāfija”, iegūstot maģistra grādu. Kopš 2002.g. ir RTU Ģeomātikas katedras lektors.

PROMOCIJAS DARBA KOPSAVILKUMS

Promocijas darba tēma ir: **Arhitektūras ģeometrijas dokumentēšanas tehnoloģija** [2].

Arhitektūras dokumentēšanas uzdevumi Latvijā un pasaulē ir ļoti aktuāli. Tas ir saistīts gan ar objektu fiziskiem restaurācijas vai pārbūves darbiem, gan ar vēsturisko objektu izpēti un restaurāciju, kā arī objektu dokumentēšanu kara vai nemieru apstākļos. Telpiskās dokumentēšanas jautājumi kultūrmantojuma saglabāšanā Latvijā sāka aktualizēties 1960.-1970.gados. Savukārt tehnoloģijas attīstības pirmsākumi ir meklējami jau 19.gs beigās, kur dažāda veida tehnoloģijas un to pielietojuma metodes ir bijušas saistītas ar pašreizējo augstāko mācību iestādi Rīgas Tehniskā universitāti. Laika posmā no 1970.gadiem dokumentēšanas uzdevumi vienmēr ir bijuši saistīti ar ģeodēzijas nozares speciālistiem.

Latvijā vēsturiski dokumentēšanas jautājumi arhitektūrā bijuši saistīti ar kultūrvēsturiskiem pieminekļiem un Valsts Kultūrpieminekļu inspekciju, bet retos gadījumos dokumentēšana pilnvērtīgi tiek veikta restaurācijas vai pārbūves vajadzībām, ne kultūrvēsturiskām ēkām.

Ģeometrijas jautājumu risināšana Latvijā ar fotogrammetriskām metodēm ir aizsākti 20.gs. ar A. Buholca (1880-1972) pētījumiem, kas guva lielu atzinumu arī pasaules līmenī [3],

Darba mērķis ir izanalizēt un atrast optimālas arhitektūras dokumentēšanas tehnoloģijas, apkopojot 3D lāzerskeneru un terestiskās fotogrammetrijas rezultātus, un nodrošinot dažādām metodēm iegūtās informācijas apvienošanu augstākās pilnības datu kopu izveidei analīzes, datorizētas vizualizācijas un viegli atjaunojamas informācijas arhivēšanas vajadzībām.

Lai sasniegtu izvirzīto mērķi, promocijas darbā tika izvirzīti sekojoši uzdevumi:

- Arhitektūras datorizētas telpiskās dokumentēšanas stāvokļa un esošās situācijas apzināšana Latvijā un citur pasaulē;

- Terrestiskās fotogrammetrijas un 3D lāzerskeneru tehnoloģiju izpēte no to precizitātes paaugstināšanas un informācijas apvienošanas viedokļa,
- Arhitektūras datorizētās telpiskās dokumentēšanas rezultātu apvienošana, izvēloties optimālo uzkrāšanas un arhivēšanas veidu.

Arhitektūras dokumentēšanas stāvoklis Latvijā un citur pasaulē

Galvenās problēmas ir saistītas ar dokumentēšanas rezultātu iegūšanas tehnoloģiju savietojumu ar lietotāju piekļūšanu datiem, un to izmantošanas iespējām digitālā veidā. Latvijā daudzi dokumentēšanas rezultāti tiek sagatavoti papīra formā vai arī tiek sagatavoti digitālā veidā ar izdruku papīra formātā, nenodrošinot digitālā materiāla pieejamību tālākai izpētei. Tas pašreiz ir pilnīgi nepietiekami. Izmantojot mūsdienu tehnoloģijas, dokumentēšanas rezultāts ir jāveido digitālā veidā, aptverot arī telpiskos risinājumus, kur aptvert attēlu un vektoru apstrādi. Dokumentēšanas rezultātā iegūtos digitālos reducētos datus izmanto dažādi lietotāji dažādiem mērķiem. Savukārt katra arhitektūras telpiskās dokumentēšanas metode ietver arī problemātiskos jautājumus, kas saistīts ar dokumentēšanas procesu un rezultātu pieejamību digitālā veidā.

Digitālā fotogrammetrija un 3D lāzerskenēšanas pielietošana dokumentēšanā ir ļoti saistīta ar citām mērīšanas tehnoloģijām, datu apstrādes metodēm, kā arī ar inženieruzmērīšanu un lietotāju vajadzībām.

Veicot dokumentēšanas procesus ar dažādām metodēm, kas izpildītas objektos Rīgas Doma baznīca, Cēsu pilsdrupas, Karnakas templis un Džosera piramīda Ēģiptē, ir apkopotas to priekšrocības un trūkumi.

Apskatot dažādas dokumentēšanas metožu priekšrocības un trūkumus, var secināt, ka vienas konkrētas metodes izmantošanas priekšrocība nav viennozīmīga. Līdz ar to varam secināt, ka jāveic dažādu metožu un to rezultātu kombinēšana.

Galvenās priekšrocības, ko iegūst no kombinēšanas:

- Ātra datu informācija iegūšana.
- Iespēja izmantot dažādiem mērķiem.
- Iespēja pielietot dažādiem rezultātu attēlošanas un izmantošanas mērķiem.
- Iespēja pielietot dažādiem arhitektūras stiliem, attēlojot tos kā punktu mākoņu kopu.
- Ērta izmantošana skulptūru un liektu virsmu dokumentēšanā.
- Datu apstrādi ir iespējams veikt ilgākā laika periodā, apstrādājot tikai nepieciešamās objekta vietas.
- Augsta precizitāte, veicot ortofoto izgatavošanu - ir iespējams iegūt maksimāli daudz atbalstpunktu.
- Veicot objekta fotografēšanu fotogrammetriskai apstrādei, nav nepieciešama objekta marķēšana.
- Iespēja vienai metodei aizvietot otru vietās, kur kādu tehnisku vai fizisku iemeslu dēļ (piemēram, virsmas atstarošanās īpašību dēļ) nav iespējams kādu no metodēm izmantot.

Apvienošanas ceļā rada un attēlo objektus pa dažādiem etapiem:

- izteiktām plaknes šķautnēm rada 2D vai 3D vektora elementus,
- skulptūrām un citām telpiskām figūrām rada virsmas objektus,
- veic plaknes un virsmu apvienošanu,
- veic elementu animēšanu.

3D lāzerskeneru tehnoloģiju izpēte

Latvijas apstākļiem, kur arhitektūrā ir pieejami dažādi arhitektūras stili, piemēram, romānika, gotika, jūgendstils u.c., nepieciešams izanalizēt konkrētā arhitektūras stila pazīmes un noteikt skenēšanas soli un attēlošanas veidu : 3D punktu mākonis, 3D vektora modulis vai 2D vektora modulis. Galvenie problemātiskie jautājumi, kam jāpievērš uzmanība, darbojoties ar

3D punktu kopu ir:

- šķautņu izšķiršana, novēršot konverģenci,
- 3D punktu kopas krāsas īpašības no fotokameras – objekta vizuālā interpretācija un uztvere saistīta ar fotokameras izšķirtspēju.

3D lāzerskeneru pielietojuma izpētē arhitektūras telpiskās dokumentēšanas procesā ir atrasti rezultātu ietekmējošie kļūdu avoti: lāzermērīšanas kļūda, koordinātu sistēmas definēšanas kļūda, ģeodēziskā tīkla kļūda, kalibrēšanas parametri, digitālās kameras izšķirtspēja, subjektīvās kļūda, meteoroloģiskie faktori, virsmas atstarošanas īpašības, konverģences kļūda, punktu daudzums uz laukuma vienību, un doti risinājumi to novēršanai.

Veicot dažādu Latvijas arhitektūras objektu - Rīgas Doma baznīcas, Rīgas Krievu Drāmas teātra, Cēsu viduslaiku pils un Raunas pilsdrupas - dokumentēšanu, ir secināts, ka 3D lāzerskeneri ieteicams izmantot kā telpiskās dokumentēšanas tehnoloģiju. Tādejādi tiek nodrošināta atsevišķu arhitektūras objektu dokumentēšanas telpiskās datubāzes iegūšana ar sekojošām rekomendācijām:

- optimālākais skenēšanas solis ir 1 līdz 1,5 cm,
- punktu mākoņu kopu pielieto gan kā vizuālās informācijas, gan kā ģeometrijas informācijas avotu,
- punkta mākoņa vizuālai attēlošanai un ģeometriskās informācijas iegūšanai no punktu kopas tiek rekomendēts izmantot lāzerstara punkta intensitātes krāsas.

Arhitektūras datorizētās telpiskās dokumentēšanas rezultātu apvienošana, izvēloties optimālo uzkrāšanas un arhivēšanas veidu

Analizējot esošās programmatūras datu glabāšanai un attēlošanai, secināts, ka fotogrammetriskiem un 3D lāzerskeneru neapstrādātiem mērījumu datiem neveic apvienošanu, bet veic to savstarpēju uzlabošanu. Savukārt apvienošanu rekomendējam 3D lāzerskeneru un fotogrammetrisko mērījumu reducētiem datiem. Apvienošanu veic 3D vidē, izmantojot grafisko datorprogrammu vizualizāciju (render), piešķirot grafiskajam elementam kā parametru attēlu.

Pētījumu rezultātā rekomendējam IGES grafisko datu apmaiņas formātu izmantot kā apmaiņas formātu starp 3D lāzerskeneru punkta mākoņa datiem un CAD sistēmām. Kā grafiskos elementus datu apmaiņai rekomendējam izmantot BSPLINE un MESH.

Pirmoreiz izveidota arhitektūras telpiskās dokumentēšanas informācijas datu uzglabāšanas struktūra grafiskai un tekstuālai informācijai, kas nodrošina 3D lāzerskenēšanas un fotogrammetriskās tehnoloģijas datu un rezultātu uzglabāšanu, arhivēšanu un lietošanu dažādām lietotāju grupām [1]

Literatūra

1. Kaļinka M. Fotogrammetrisko un lāzerskeneru grafisko datu publicēšana. //zin.rakstu krājums "Ģeomātika", 3.sēj., R., RTU, 2008.-37-49.lpp
2. Kaļinka M. Arhitektūras telpiskās dokumentēšanas tehnoloģija. Promocijas darbs, R., RTU, 2008 – 127 lpp.
3. Klētnieks J. Ģeodēzijas profesors Alvils Buholcs., R., RTU, 2007 – 95 lpp.

Kaļinka M. Arhitektūras ģeometrijas dokumentēšanas tehnoloģija

Arhitektūras dokumentēšana ietver daudzus uzdevumus, kas dod priekšstatu par arhitektūru: sniegt telpisko, vēsturisko, tekstuālo informāciju, datus par būvmateriālu ķīmisko sastāvu u.c. Promocijas darbā no arhitektūras dokumentēšanas uzdevumiem tiek apskatīta arhitektūras telpiskā – ģeometriskā izmēru un vizuālā – dokumentēšana. Objekta ģeometrija nav tikai dokumentēšanas parametrs. Visas specifiskās iespējas radīt objektu kā unikālu ir ar nodomu; visas potenciālās vērtības – arhitektūra, māksla, vēsture, zinātne un sabiedrība – ir parametri, lai to pārdomātu. Darba mērķis ir izanalizēt un atrast optimālas arhitektūras dokumentēšanas

tehnoloģijas, apkopojot 3D lāzerskeneru un terestiskās fotogrammetrijas rezultātus, un nodrošinot dažādām metodēm iegūtās informācijas apvienošanu augstākās pilnības datu kopu izveidei analīzes, datorizētas vizualizācijas un viegli atjaunojamas informācijas arhivēšanas vajadzībām. Darbā ir izpētīta: 3D lāzerskeneru tehnoloģijas pielietojums arhitektūras objektu telpiskai dokumentēšanai, un veikta tās rezultātu analīze uz objekta precizitāti un vizualizāciju. Ir veikta digitālās terestiskās fotogrammetrijas un 3D lāzerskeneru tehnoloģiju reducēto datu apvienošana, kas dod iespēju dažādu metožu rezultātus attēlot 3D vidē ar augstu vizuālo izšķirtspēju un absolūtās piesaistes precizitāti, ietverot dažādu grafisko datorprogrammatūru kombinēšanu; ir izpētītas fotogrammetrijas un 3D lāzerskeneru programmatūras un atrastas dažādām programmatūrām piederošu moduļu kombinētas izmantošanas iespējas izvirzīto uzdevumu optimālai risināšanai; Izstrādāta arhitektūras objektu telpiskās dokumentēšanas tehnoloģija informācijas uzglabāšanas struktūra, arhivēšanas un lietojumu vajadzībām.

Kaļinka M. Technology of documentation of the architectural geometry

Architectural documentation includes many tasks that give idea of architecture: to give spatial, historical, textual information, data about chemical content of building materials, etc. From architecture documentation tasks, the dissertation considers spatial – geometrical dimensions and visual – documentation of architecture. Object geometry is not only the parameter of documentation. All the specific options to create object as unique is with a purpose; all potential values – architecture, art, history, science and society – are parameters to consider. The aim of the work is to analyze and to find optimal architecture documentation technologies, summarizing 3D laser scanner and terrestrial photogrammetry results, and to provide for different methods achieved information merging for the establishment of highest entirety data group – for the analysis, computerized visualizations and easy renewable information for archiving needs. Application of 3D laser scanner technology for object spatial documentation of architecture has been investigated, and its result analysis on object accuracy and visualization have been done. Reduced data merging of digital terrestrial photogrammetry and 3D laser scanner technology has been done, that gives option to depict different method results in 3D environment with high visual resolution and perfect adjustment accuracy, including different graphical computer software combination. Photogrammetry and software packages of 3D laser scanner are investigated and combined application options of different software modules are found for posed task optimal solving. Information storing structure of object spatial documentation of architecture has been developed, for archiving and usage needs.

Калинка М. Технология документирования архитектурной геометрии

Документирование архитектуры включает многие задачи, дающие представление об архитектуре: пространственную, историческую, текстуальную информацию, данные о химическом составе стройматериалов, и др. Из задач документирования архитектуры в диссертации рассмотрено пространственное (геометрических размеров) и визуальное документирование архитектуры. Геометрия объекта – это не только параметр документирования. Все специфические возможности создать объект как уникальный, содержат замысел все потенциальные ценности – архитектура, искусство, история, наука и общество, параметры для размышлений. Цель работы: проанализировать и найти оптимальные технологии документирования архитектуры, обобщив результаты трехмерных лазерных сканеров и терестической фотограмметрии; обеспечить объединение разными методами полученной информации для создания общности данных высшей полноты, которую можно использовать для анализа компьютерной визуализации и легкого восстановления информации при ее архивировании. В работе исследовано применение трехмерного лазерного сканирования для пространственного документирования архитектурных объектов. Проведен анализ результатов сканирования на точность и визуализацию объекта. Прделано объединение редуцированных данных цифровой фотограмметрии и трехмерного лазерного сканирования, что дает возможность результаты различных методов показать в трехмерной среде с высокой визуальной различимостью и точностью абсолютной привязки включив комбинирование разных графических программатур. Исследованы программатуры, употребляемые в фотограмметрии и трехмерном сканировании и рекомендованы возможности комбинирования модулей разных программатур для оптимального решения выдвинутых задач. Разработана технология пространственного документирования архитектурных объектов для решения задач, хранения архивирования и пользования информацией.