

**ZAMONAVIY GEOINFORMATSION TEXNOLOGIYALAR BILAN  
ISHLASH (FJD TRION S1 3D LIDAR SCANNER MISOLIDA)**

**Urinov Jamol Chorshanbiyevich**, dotsent, t.f.f.d (PhD), Qarshi davlat  
texnika universiteti. ORCID: 0009-0009-2310-1967

**Qodirov Isomiddin Esho'minovich** dotsent, t.f.f.d.(PhD), Iqtisodiyot va  
pedagogika universiteti

**Muazzamov Navruz Faxriddin o'g'li**, assistent, Qarshi davlat texnika  
universiteti.

**СКАНИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СРЕД С ПОМОЩЬЮ  
3D LIDAR-СКАНЕРА FJD TRION S1**

**PhD. Уринов Жамол Чоршанбиевич** Каршинский государственный  
технический университет. ORCID: 0009-0009-2310-1967

**Кадыров Исомиддин Эшуминович**, доцент, кандидат технических наук  
(PhD), Университет экономики и педагогики ORCID: 0009-0004-4176-5808

**Муаззамов Навруз Фахриддин угли**, ассистент Каршинский  
государственный технический университет Электронная почта:

**SCANNING COMPLEX ENVIRONMENTS USING THE  
FJD TRION S1 3D LIDAR SCANNER**

**PhD. Jamol Urinov Chorshanbiyevich**, Qarshi State Technical University  
ORCID: 0009-0009-2310-1967

**PhD. Qodirov Isomiddin Esho'minovich**, Technical Sciences, University of  
Economics and Pedagogy ORCID: 0009-0004-4176-5808

**Muazzamov Navruz Faxriddin o'g'li**, Assistan Qarshi State Technical University

**Anotatsiya:** Ushbu maqolada Zamonaviy geoinformatsion texnologiyalar bilan ishlash (fjd trion s1 3d lidar scanner misolida) murakkab muhitlarda skanerlash bo'yicha bosqichma-bosqich tavsiyalar berilgan. Maqolada skanerlashga tayyorgarlik, loyiha rejalashtirish, yo'nalish tanlash, xususiyatli

joylarni aniqlash, loop closure tamoyilini qo'llash, harakatlanuvchi obyektlar ta'sirini kamaytirish, va nuqta buluti sifatini nazorat qilish bo'yicha muhim metodlar bayon etilgan.

**Kalit so'zlar:** FJD Trion S1, 3D LiDAR skaner, murakkab muhit, skanerlash strategiyasi, loop closure, aniqlik, ko'p qavatli binolarni skanerlash.

**Аннотация:** В статье представлены пошаговые рекомендации по сканированию в сложных условиях с использованием современных геоинформационных технологий (на примере 3D-лидарного сканера FJD Trion S1). В статье описаны важные методы подготовки к сканированию, планирования проекта, выбора маршрута, определения местоположения объектов, применения принципа замыкания контура, снижения влияния движущихся объектов и контроля качества облака точек.

**Ключевые слова:** FJD Trion S1, 3D LiDAR-сканер, сложная среда, стратегия сканирования, замыкание цикла (loop closure), точность, сканирование многоэтажных зданий.

**Annotation:** The article provides step-by-step recommendations for scanning in challenging conditions using modern geoinformation technologies (based on the example of the FJD Trion S1 3D LiDAR scanner). The article describes important methods for preparing for scanning, project planning, route selection, object location determination, application of the loop closure principle, reducing the impact of moving objects, and quality control of the point cloud.

**Keywords:** FJD Trion S1, 3D LiDAR scanner, complex environment, scanning strategy, loop closure, accuracy, multi-storey building scanning.

**Kirish:** Zamonaviy geoinformatsion texnologiyalarning jadal rivojlanishi murakkab muhitlarda aniq va samarali fazoviy ma'lumotlarni yig'ishni talab etmoqda. FJD Trion S1 3D LiDAR skaneri yuqori aniqlikdagi uch o'lchamli skanerlash imkoniyatlarini taqdim etib, arxitektura, qurilish va muhandislik sohalarida keng qo'llanilmoqda. Ushbu maqolada murakkab muhitlarda skanerlash jarayonini to'g'ri rejalashtirish, bajarish va ma'lumotlarni sifatli qayta ishlash bo'yicha uslubiy tavsiyalar keltiriladi.

Skanerlashni boshlashdan oldin, batareyaning to‘liq zaryadlanganligiga va barcha ulanishlar to‘g‘ri ishlayotganiga ishonch hosil qiling. Qurilmaning ma’lumotlarni yig‘ish va uzatish funksiyalari to‘liq ishlayotganini tasdiqlang. Skanerlashdan oldingi tekshiruvlar ishlashdagi muammolarni oldini oladi. Agar biron-bir muammo yuzaga kelsa, qurilmadan foydalanishdan oldin texnik yordam xizmatiga murojaat qiling.

Skanerlash ishlarini rejalashtirish tartibi. **Umumiy ish hajmini kichik, boshqarilishi mumkin bo‘lgan loyihalarga ajrating.** Hududni skanerlashni qavatlar bo‘yicha, yoki ichki va tashqi joylarga ajratgan holda tashkil etish tavsiya etiladi. Bu yondashuv ish samaradorligini oshiradi va ma’lumotlarni boshqarishni yengillashtiradi.

**Skanerlash marshrutlarini oldindan rejalashtiring.** Harakatlanishni cheklovchi elementlar, vaqtincha to‘siqlar yoki muhitdagi murakkabliklar (masalan, tor joylar, ko‘tarilishlar) skanerlash sifati va aniqligiga ta’sir qilishi mumkin. Ushbu omillarni hisobga olib, optimal yo‘nalish belgilanadi.

**Murakkab skanerlash sohalarini mustaqil tarzda ko‘rib chiqing yoki zarur hollarda chiqarib tashlang.** Xususiyatlar soni kam bo‘lgan yoki juda bir xil tuzilishga ega bo‘lgan hududlar (masalan, uzun bir xil devorlar yoki bo‘sh koridorlar) skanerlashda aniqlikni kamaytirishi mumkin. Bunday joylar alohida loyiha sifatida ajratilishi yoki skanerlashdan chiqarib tashlanishi mumkin.

**Har bir loyiha boshlanishi va yakuni skanerlash yo‘nalishining yopiq aylana (loop closure) tamoyiliga mos bo‘lishi lozim.** Bu, skanerlash jarayonida to‘plangan ma’lumotlarning bir-biri bilan to‘g‘ri va aniq moslashishini (registratsiyasini) ta’minlaydi hamda qo‘shni loyihalar bilan uzluksiz integratsiyalash imkonini beradi.

**Har bir loyiha doirasida bir nechta kichik yopiq aylana (loop) yaratish tavsiya etiladi.** Bu uslub umumiy aniqlikni oshiradi. Loyihalar o‘rtasidagi ustma-ust (overlapping) hududlarda etarlicha aniqlikdagi va aniq farqlanadigan nuqta bulutlari bo‘lishi kerak. Bu registratsiya va hizalanish jarayonini soddalashtiradi.

**Zarurat tug‘ilganda skanerlash muhiti bilan manipulyatsiya qiling.**

Ma’lumot sifatini oshirish maqsadida ba’zi elementlar (masalan, ochiladigan eshiklar, harakatchan mebellar) vaqtincha mahkamlanishi yoki boshqa joyga ko‘chirilishi mumkin. Bu skanerlash uchun ko‘proq xususiyatli obyektlarni hosil qilishga yordam beradi.

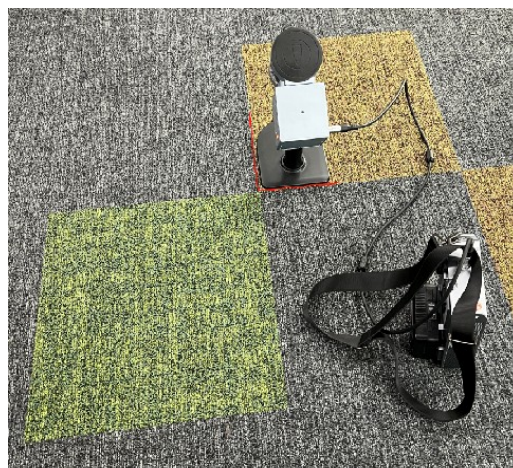
**Skanerlash.** Skanerlash jarayonini tartibli tashkil etish uchun loyihalarga nom berishda o‘z shaxsiy nomlash qoidalarigizga rioya qiling.

Bu skanerlash ma’lumotlarini boshqarish va tahlil qilishni osonlashtiradi. Masalan, har bir kichik topshiriqni umumiy loyiha nomi va sana asosida nomlash mumkin; 6-Noyabr – Oydin ko‘chasi binosi – Podval, 6-Noyabr – Paxtazor ko‘chasi binosi – Kirish qismi, 6-Noyabr – Xonobod shox ko‘chasi binosi – 1-qavat.

Qurilmani ishga tushirishda uni barqaror va tekis sirtga joylashtiring hamda skanerlash jarayoni davomida unga tegmang yoki siljitmang. Boshlang‘ich nuqtada quyidagicha harakat qiling; Skanerni ko‘plab aniqlanadigan xususiyatlarga ega hududga qaratib joylashtiring. Bu skanerlashning boshida yuqori aniqlikdagi xaritalashni ta’minlaydi va keyingi skanerlash bosqichlari uchun barqaror asos yaratadi.

Qurilmani ishga tushirish vaqtida uni ko‘plab harakatlanayotgan obyektlar yoki odamlar bo‘lgan joylardan uzoqroqda joylashtiring. Atrofda yurib yurgan odamlar qurilmaning yetarli darajadagi xususiyatlarni aniqlashiga xalaqit qilishi mumkin, harakatlanuvchi obyektlar esa registratsiya (moslashtirish) xatoliklariga olib kelishi ehtimoli bor.

Boshlang‘ich nuqtani belgilab qo‘ying, shunda umumiy yopiq aylana uchun yo‘lni rejalashtirish osonlashadi. Boshlang‘ich nuqtani belgilash skanerlashdan so‘ng ma‘lumot sifatini tekshirishda ham yordam beradi. Ya‘ni, loyiha yakunida boshlang‘ich nuqtaga qaytib, aylana yopilish arafasida boshlang‘ich va tugash nuqtalari orasidagi masofani baholang. Masofa qancha katta bo‘lsa, yig‘ilgan xatolik shuncha ko‘p bo‘ladi va aniqlik kamayadi.



**Skanerlash jarayoni:** Oldindan e‘tibor berilishi zarur bo‘lgan masalalar Har bir individual loyiha doirasida skanerlash davomiyligini 15 daqiqa bilan cheklash tavsiya etiladi. Bu vaqt chegarasi ma‘lumot sifatining optimal darajada saqlanishi va qurilmaning barqaror ishlashi uchun muhimdir. Uzoq davom etgan skanerlash jarayonlari ma‘lumotlardagi xatoliklar yig‘ilishiga va aniqlik pasayishiga olib kelishi mumkin.

1. Skanerlash jarayonida qurilmaning ko‘z o‘ngida harakatlanayotgan obyektlar sonini maksimal darajada kamaytirish lozim. Ko‘plab harakatlanuvchi obyektlar, jumladan insonlar, skaner sensorlarining ma‘lumot to‘plash jarayonida noaniqlik va xatoliklarni keltirib chiqarishi ehtimoli yuqori. Shu sababli, skanerlash paytida boshqa operatorlar oldida harakat qilishdan saqlanish kerak. Agar harakatlanuvchi obyektlardan to‘liq qochish imkoni bo‘lmasa, skaner qurilmasini harakatlanmaydigan, xususiyatlari aniq va barqaror hududga yo‘naltirish yoki skanerlash aylanasini imkon qadar tezroq yopib, jarayonni

yakunlash tavsiya etiladi. Bu usul ma'lumotlar registratsiyasidagi xatoliklarni minimallashtirishga xizmat qiladi.

2. Skanerlash paytida skaner qurilmasini haddan tashqari silkitishdan saqlanib. SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) xaritalash IMU (Inertial Measurement Unit) sensoridan olingan ma'lumotlarga asoslangan bo'lib, keskin harakatlar IMU ma'lumotlarida xatoliklarga olib keladi va xaritaning aniqligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

3. Skanerni maqsad qilingan hududga masofadan yo'naltiring, shunda qurilmaning ko'rish maydoni hudud haqidagi maksimal ma'lumotni qamrab oladi.

**Skanerlash usuli:** Skanerni imkon qadar ko'p xususiyatlarga ega bo'lgan hududlarga yo'naltiring. Tuzilma qancha aniq va farqlanuvchi bo'lsa, shuncha yaxshi, ammo tuzilma juda murakkab bo'lishi shart emas. Masalan, xona burchagi sodda tuzilishga ega bo'lsa-da, u uch o'lchamli bo'lib, turli vaqtlarda olingan ma'lumotlarning registratsiyasini osonlashtiradi.

Xonaga kirishdan oldin, uning sharoitlari va skanerlash davomiyligini hisobga olib, skanerlashni amalga oshirish yoki o'tkazib yuborish qarorini qabul qiling. Agar skanerlash uzoq davom etayotgan bo'lsa va xona kichik hamda qiyin kiriladigan bo'lsa, uni o'tkazib yuboring va joriy loyihani imkon qadar tezroq yakunlash uchun aylani yoping. Bunday xonalarni keyingi skanerlash loyahasida skanerlash mumkin yoki ular butunlay kirib bo'lmas bo'lsa, to'liq chiqarib tashlanishi mumkin.

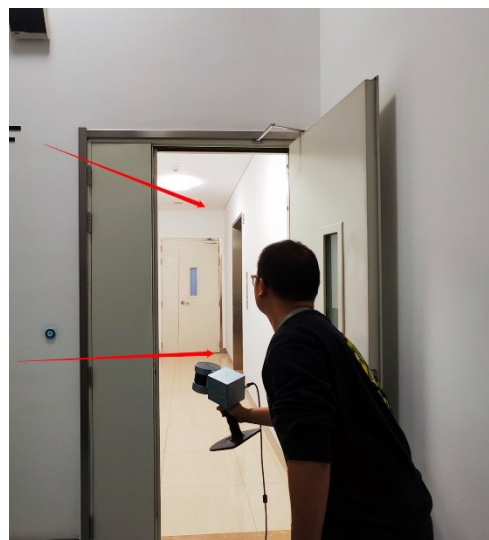
Soddalashtirilgan xonalarda, faqat devorlarni skanerlash kerak bo'lsa, xona ichiga kirish shart emas. Buning o'rniga skaner qurilmasini xonaning ichiga yarim yo'lga kiritib, bir vaqtning o'zida xona ichidan va tashqarisidan nuqta bulutlari ma'lumotlarini yig'ish mumkin. Bu usul ichki va tashqi registratsiya aniqligini oshiradi. Agar skaner to'liq xona ichida joylashsa, tashqaridan ma'lumot yig'a olmaydi, bu esa kutilmagan omillar ta'sirida skanerlash yo'lining sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.



Agar xona to'liq va batafsil skanerlashi zarur bo'lsa, xona ichiga asta-sekin kirish lozim. Eshik oldida skanerni bir necha soniya harakatsiz ushlab turing, shunda skaner yetarli xususiyatlarni aniqlay oladi va registratsiya aniqligi oshadi.

Eshik oldida turgan paytda, skanerni shunday ushlangki, u xona ichidagi va tashqarisidagi xususiyatlarga boy hududlarni maksimal darajada qamrab olsin. Rasmlarda ko'rsatilganidek, skanerni balandroq ushlaganda faqat burchakning bitta qismi skanerlanadi, pastroqda ushlaganda esa ikki burchak qamrab olinadi, bu esa xona registratsiyasining aniqligini sezilarli darajada oshiradi.

Ikkala tomonida tekis devorlar va kam xususiyatlarga ega uzun koridorlar skanerlash aniqligining pasayishiga olib kelishi mumkin. Xaritalash aniqligini oshirish uchun quyidagi tavsiyalarni bajaring:

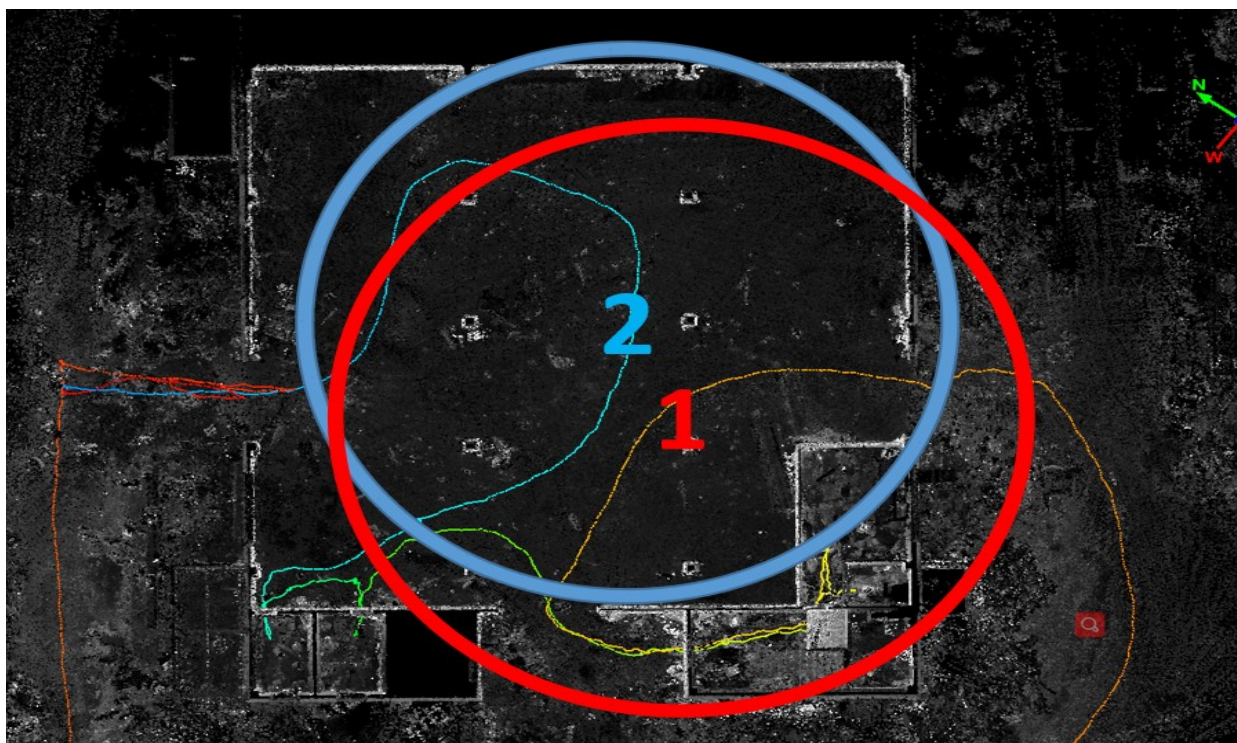


Skanerlash loyihasini boshlash va tugatish bir xil hududda amalga oshirilishi lozim, bu umumiy yopiq aylana (loop closure) ni to'liq bajarishga imkon beradi. Skanerlash jarayonida imkon qadar ko'proq yopiq aylana hosil qilish tavsiya etiladi.

Aylanani yopish uchun yo'lning ustma-ust keluvchi qismlari 5 dan 10 metrgacha bo'lishini ta'minlang. Bu bir xil muhitning yetarli nuqta bulutlari ma'lumotlarini registratsiya jarayonida ishlatishga imkon beradi va xaritalashdagi kuzatuv (tracking) xatoliklarini minimallashtiradi.

Uzun koridorlarda SLAM algoritmi asosida aylanani yopish aniqligini oshirish uchun skaner qurilmasining yo'nalishini takroriy o'tilishlar davomida izchil saqlash muhimdir. Bu skanerlangan ma'lumotlarda ustma-ustlikni oshiradi, ayniqsa tor joylarda devorlarga yaqinlik ma'lumot yig'ilishida yon yo'nalishdagi ma'lumotlarning ko'payishiga olib kelishi mumkin. Yaqqol yopiq devorlar yon tomonlardan yo'nalishli ma'lumotlarni beradi va registratsiyadagi nomuvofiqliklarni oshiradi, holbuki katta masofalar skanerning old qismidan

ma'lumot yig'ilishiga imkon yaratib, yo'nalishli xatoliklarni kamaytiradi va aniq registratsiyani ta'minlaydi.



Skanerlash jarayonida aylanani yopish deganda ma'lum vaqt skanerlash o'tkazilgandan so'ng, oldingi muhitga qaytish tushuniladi. Oldingi nuqta bulutlari ma'lumotlarini hozirgi ma'lumotlar bilan bog'lash orqali ma'lumotlarni to'g'rilash va yig'ilgan xatoliklarni kamaytirish mumkin. Aylanani yopish uchun haqiqiy aylana shaklidagi yurish yo'li talab qilinmaydi. Masalan, quyida ko'rsatilgan 1-chi va 2-chi chiziqlar ustma-ust keluvchi ko'p miqdordagi ma'lumotga ega bo'lib, ularni aylanani yopish va yo'lni to'g'rilashda ishlatish mumkin.

**Loyihalar ustma-ustligi:** Bir qavatdagi turli skanerlash loyihalari imkon qadar ko'proq ustma-ust kelishi kerak va ustma-ust keluvchi hududlarda imkon qadar ko'p xususiyatlar mavjud bo'lishi zarur.

Yangi loyihani boshqa qavatda boshlashdan oldin, skaner qurilmasini oldingi qavatdagi keng hududda ishga tushiring va oldingi qavatga oid iloji boricha ko'p ma'lumot to'plang. Hudud qancha katta va ma'lumotlar shuncha ko'p bo'lsa, qavatlararo registratsiya shuncha aniqlik bilan amalga oshadi.



Turli qavatlarga oid ma'lumotlarning ikki yoki undan ortiq nuqtalarda bog'lanishini ta'minlang, shunda yagona nuqtadagi registratsiyadan kelib chiqadigan qavat ma'lumotlarining noto'g'ri hizalanishlari oldini olish mumkin.

**Skanerlashni yakunlash:** FJD Trion Scan dasturida Complete tugmasini bosib, saqlash joyini tekshiring va yangi loyihalar uchun bo'sh joy yaratish maqsadida keraksiz ma'lumotlarni o'chirib tashlang.

**Loyiha tugagach;** FJD Trion Scan dasturida natijalarni quyidagi nuqtalarda tekshiring, mos kelmaslik, uzilishlar;

Chalg'ish yoki deformatsiya. Agar hech qanday muammo aniqlanmasa, keyingi loyihani boshlashingiz mumkin. Aks holda, yo'l va loyiha rejasini qayta ko'rib chiqib, skanerlashni takrorlang.

Ma'lumotlarni har yarim kunda yuklab oling va joyida post-protsess dasturi yordamida tekshirishni amalga oshiring. Ba'zi muammolar faqat nuqta bulutlarini bo'laklarga ajratib ko'rilganda aniqlanadi. Quyidagilarni tekshiring:

Bo'laklarga ajratilgandan keyingi nuqta buluti qalinligi;

Nuqta bulutlarida alohida qatlamlar mavjudligi yoki ma'lumotlarning siljishi;

Har qanday ma'lumotlarning yetishmasligi.

**Xulosa:** Yuqoridagi barcha bosqichlarni to'liq bajarilsa, sifatli va to'liq nuqta bulutlarini olish mumkin bo'ladi. Keyingi bosqichda ma'lumotlarni post-protsess dasturlarida, masalan, FJD Trion Modelda, registratsiya, koordinatalarni o'zgartirish va aniqlikni tekshirish orqali qayta ishlash tavsiya etiladi. Ish joyini oldindan ko'zdan kechirish va rejalashtirish, sifatli nuqta bulutlarini imkon qadar tezroq olish imkoniyatini oshiradi.

#### **Adabiyotlar ro'yxati**

1. **FJD Trion S1 3D LiDAR Scanner User Manual.** FJDynamics. 2022 yil, 25 may B.1–38 [Scribd](#).
2. **FJD Trion S1 Portable 3D LiDAR Scanner – Brochure / Product Spec Sheet.** FJDynamics. 2023 yil [FJDynamics Online Store](#) B.25-27.
3. **FJD Trion S1 3D LiDAR Scanner – sahifa “Product/Trion S1 3D LiDAR Scanner”** FJDynamics. FJDynamics. 2023 y.

**4. Geo-Matching: FJD Trion S1 Handheld LiDAR Scanner  
Brochure / Product Sheet. Geo-Matching 2023 yil.**