

UCH O'LCHOVLI KOMPYUTER MODELLASHTIRISH USULLARI ASOSIDA MUZEY EKSPONATLARINI VIRTUAL TAQDIM ETISH

Djumanov J.X., Xudayberganov T.R.

Annotatsiya. Maqolada muhandislik geometriyasi va kompyuter grafikasi yo'nalishida xalqaro va Respublikamizdagi olimlarning ilmiy izlanishlari, mazkur sohadagi ishlarning xuquqiy asoslari keltirilgan. Modelning talab qilinadigan sifat ko'rsatkichlarini, ya'ni metrik aniqlik va fotorealizmni ta'minlash uchun har bir aniq holatda parametrlar va tortishish sharoitlarini oqilona tanlash masalasi yechilgan. Tasvirlangan segmentni rastrga ajratish algoritmi amalga oshirilgan.

Kalit so'zlar. Virtual musey, 3d, computer grafikasi, virtual reallik, raqamli differentsial analizator, fotorealizm.

KIRISH

Jahonda rivojlanib borayotgan kompyuter grafikasi va muhandislik geometriyasi, virtual reallik texnologiyalari asosidagi raqamli modellar jamiyatning turli sohalarida bilan o'zaro innovatsion texnik-texnologik integratsiyalanishi, jumladan kino va televideniya, savdo va sanoat, tibbiyot va kimyo, turizm, harbiy, qolaversa san'at va ma'daniyat sohalarida ham muzey va eksponatlarini virtuallashtirishga alohida ahamiyat berilmoqda. Shu jihatdan yirik loyihalar doirasida kompyuter grafikasi asosida raqamli muzey eksponatlarini o'rganish borasida virtual reallik muhitlaridan kengroq foydalanish, uch o'lchamli texnologiyalariga o'tish usuli va vositalarini ishlab chiqish muhim masalalardan biri hisoblanadi. Pitri egipet arxeologiyasi «3DPetrieMuseum», «BritishArchMuseum», «LourMuseum», «SmithsonianX3D», «DrezdenGalarey» «Ermitaj3D», «PergamonsMuseum» kabi buyuk muzeylarni noyob tarixiy madaniyat va san'at asarlari targ'iboti, bilim va hordiq oluvchilarning faolligini oshirishda virtual reallikdan foydalanib raqamli muzey yaratish dolzarb masalalardandir [2].

Respublikamiz mustaqillikka erishganidan keyin madaniyat va san'at, ma'naviy va tarixiy yodgorliklarini o'rganishda davlat va hususiy tashkilotlarning virtual reallik muhitlarini joriy qilish, video va uch o'lchovli elektron formatdagi eksponat kontentlarini namoyish etish, muhandislik geometriyasi va kompyuter grafikasi asosida virtual muzey uchun raqamli dasturiy vositasini takomillashtirish, muzeylarning milliy virtual muhitini ishlab chiqishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Xususan, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Raqamli O'zbekiston–2030 strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida" gi farmonida, jumladan "... iqtisodiyot tarmoqlarida virtual reallik va tasavvurlash, sun'iy ong va tafakkur, mashinali o'qitishi, katta ma'lumotlar bazasini tahlil qilish va

“bulutli” hisoblash texnologiyalaridan foydalanish imkoniyatlarini o‘rganish hamda ularni amaliyotga joriy etish” kabi bir qator vazifalar belgilangan [1]. Shunga ko‘ra, hozirgi kunda texnika va texnologiya jadal rivojlangani sari virtual muzey olamidani foydalanish juda ko‘pchilikda katta qiziqishga sabab bo‘lmoqda. Shuningdek, madaniyat va san‘at, ma‘naviy va tarixiy yodgorliklarini amaliy geometriya va kompyuter grafikasi asosida virtual reallik vositalari asosida nusxasini saqlashga, elektron katalogiga bo‘lgan talab oshdi hamda ushbu turdagi usullari, raqamli modeli va algoritmlari virtual muhitlarini avtomatlashtiruvchi dasturiy vositalarni ishlab chiqish muhim vazifalardan biri bo‘lib qoldi.

Keng jamoatchilik tomonidan, muzeyshunos, arxeolog va tarixshunos olimlar virtual olamda yuqori aniqlikdagi video, fotorealistik elektron resurslardan foydalanish, muhandislik geometriyasi va kompyuter grafikasi asosida virtual elektron formatdagi materiallarni muzey eksponatlari jarayonidagi o‘rni, qiymati, turkumlashtirishdagi yetarlilik darajasi, kolleksiya tizimida virtual reallik elementlarini qo‘llash tizimlari, virtual muhitlarni ishlab chiqish va ularni amaliyotga joriy etish bo‘yicha xorijiy olimlardan Yu.B.Bloxinova, I.G.Jurkina, V.A.Knyazya, A.N.Lobanova, A.P.Mixaylova, A.G.Chibunicheva, Th.Luhmann, B.Keith Atkinson, Armin Gruen, Richard Hartley, Matt Weilberg va boshqalarning ilmiy ishlari diqqatga sazovordir.

Respublikamiz muzey tizimida muhandislik geometriyasi va kompyuter grafikasi asosida virtual reallik elementlarini qo‘llash, virtual muhit uchun obyektlarning uch o‘lchovli modellarini vizuallashtirish usul va algoritmlarini qo‘llash, virtual muzey jarayonini avtomatlashtirishning dasturiy axborot tizimi bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar, asosan A.X.Nishanov, J.X.Djumanov, F.M.Nuraliyev, Sh.A.Anarova., B.B.Mo‘minov, N.O.Raximov, R.D.Aloyev, U.R.Xamdami, M.Artikova, V.S.Hamidov va boshqalar o‘zlarining hissalarini qo‘shib kelmoqdalar. Hozirgi kunda virtual olamdagi dolzarb muammolardan biri foydalanuvchilar virtual muhitda muzeyning raqamli kolleksiyalari fondi, ularni 3D modellarini yaratish va dasturiy vositasini ishlab chiqish, avtomatlashgan axborot tizimlari bilan integratsiyalashgan muzey internet orqali virtual muzey muhitlariga onlayn tashrif etish texnologiyalari hozirgi kunda yetarli darajada o‘rganilmagan.

Tadqiqotning maqsadi muhandislik geometriyasi va kompyuter grafikasi asosida muzey kolleksiyalari uch o‘lchovli modellarini yaratish, eksponatlarini virtual tasvirlash va vizuallashtirishni shakllantiruvchi usul, model, algoritmlar hamda dasturiy vositasini ishlab chiqishdan iborat.

Mazkur tadqiqot maqsadiga erishish uchun quydagi asosiy vazifalar amalga oshirildi:

- madaniy yodgorliklar obyektlari kolleksiyasining uch o'lchamli modellarini loyihalash va muhandislik geometriyasi asosida virtual muzey yaratishni konseptual modelini ishlab chiqish;

- uch o'lchamli modellarini yaratishda raqamli eksponatlarning ma'lumotlar bazasi tarkibiy tuzilishi, ma'lumatlarning geometrik shakli, hajmi va rang teksturasi aniqligini oshiruvchi usul va algoritmlarini ishlab chiqish;

- madaniy yodgorlik obyektlarini uch o'lchamli modelini yaratishda kompyuter grafikasi asosida tasvirga olish usullari, mukammal parametrli hisob-kitob algoritmlarini ishlab chiqish.

Tadqiqot jarayonida tizimli tahlil, muhandislik geometriyasi va kompyuter grafikasi, kompyuterli modellashtirish, vizuallashtirish nazariyasi, virtual uch o'lchovli obyektlarni modellari orqali vizuallashtirish, relyatsion algebra, diskret matematika va hisoblash tajribalari, virtual reallik algoritmlarini madaniy yodgorlik obyektlari muzeyda qo'llash va asli bilan qiyosiy taqqoslash usullaridan foydalanilgan.

ASOSIY QISM

Virtual muhitlarda muzey tashkil qilish uslublarini qo'llash talablari va standartlarini asosida foto, grafik va video tasvir jarayonida foydalaniladigan virtual muhitlar, ularning imkoniyatlari, yutuq va kamchiliklari, virtual muhitning asosiy tushunchalari, xususan «Dorul hikmat va maorif» virtual muzeyining hozirgi holati va virtual borliqning qo'llanilish sohalari, virtual muhitning paydo bo'lish bosqichlari afzalligi va mukammaligiga ko'ra 3D muhitlarni qurish bo'yicha modeli tekislik koordinatalar tizimini almashtirish va akslantirish asosida amalga oshirildi.

Kompyuter grafikasida vektorli modellashtirish, uch turga bo'linib – to'r panjara, sirt va qattiq. Ushbu modellarning paydo bo'lishi va rivojlanishiga mashinasozlik, arxitektura va boshqalar uchun obyektning 2D va 3D geometrik modellarini yaratish uchun mo'ljallangan CAD kompyuter grafika tizimlarining paydo bo'lishi hamda yorug'lik masalasi real xayotdagi yorug'lantirish shartlari bilan mos keladi, shu bilan birga, to'r panjara, sirt va yuzali modellashtirish murakkab egri yuzalarni tanib olish, akslantirish va tasvirlash imkonini beradi va obyektning axborot modeli maxsus sirt konstruksiyasi orqali tanib olinadi.

Madaniy va tarixiy meros majmuasini tavsiflovchi O obyektining axborot modeli bo'yicha ma'lumotlarni taqdim etish sxemasi shakli quyidagicha:

$$O = \{St_0, S_o, Sp_0, M_o, M_o^g\} \quad (1)$$

bu yerda St_0 - haqiqiy obyektning strukturaviy tarkibini tafsiloti; S_o - butun obyektga xos xususiyatlari; Sp_0 - obyekt xususiyatlarini o'rnatish usullari to'plami; M_o - butun obyektga xos bo'lgan xususiyatlarning qiymatlarini aniqlashga imkon beruvchi modellar to'plami; M_o^g - tegishli bo'lgan xususiyatlarning grafik tasvirlari modellari to'plami (individual xususiyatlar grafik tasvirga ega bo'lmasligi mumkin).

Buni amalga oshirishda quyidagilarni konseptual modelni yaratamiz:

$$S_{oi} = \{S'_{oi}, Z'_{oit}, G'_{oiy}\}, \quad i = \overline{1, N}, t \in [0, T];$$

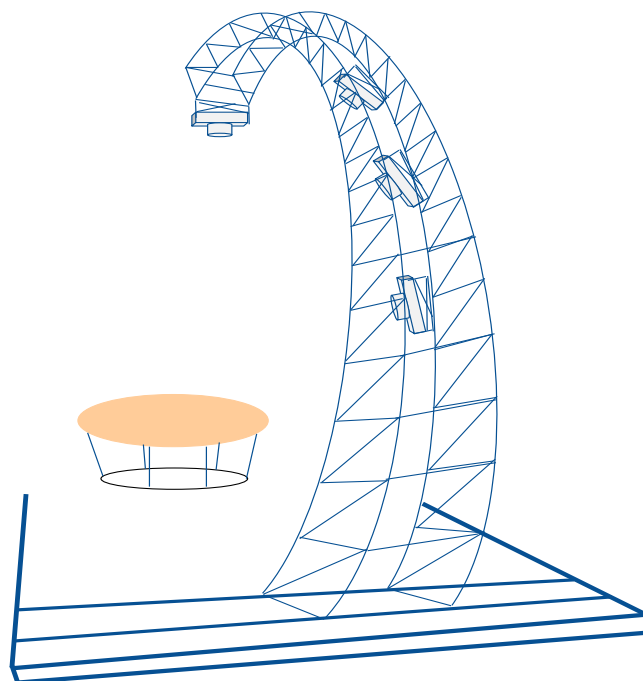
bu yerda $S'_{oi}, Z'_{oit}, G'_{oiy}$ mos ravishda eksponat nomi, uning qiymati va grafik tasviri, N - xususiyatlar soni; T - obyektning hayot aylanish vaqti, ya'ni mavjudlik davridir. Sp_0 -to'plamining elementlari quyidagichadir; $Sp_0 = \{$ “obyekt ro'yxatdan o'tkazish”, “model bo'yicha hisoblash”, “lingvistik model bilan tavsiflash”, “grafik model tomonidan ko'rsatish” $\}$.

Ammo shuni ta'kidlash kerakki, eksponatni mulk sifatida belgilash usullari vaqt o'tishi bilan o'zgarishi mumkin. M to'plamining elementlari mos keladigan xususiyatlarning qiymatlarini aniqlash uchun zarur bo'lgan modellardir:

$$M_{oi} = \{M_{oit}, \dots, M_{oNt}\} \quad (2)$$

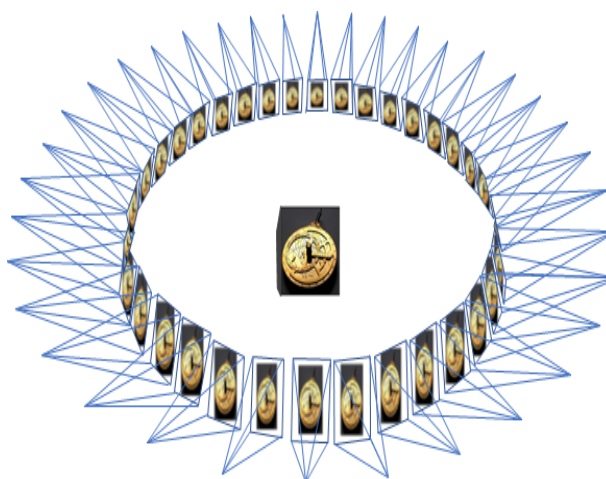
Bu yerda M_{oit} - obyektning i -vaqtdagi xossasining qiymatini aniqlash modeli.

Modelning fotogrammetrik konstruktsiyalarining aniqligi va to'g'riligi sezilarli tortishish parametrlariga bog'liq - tortishish kameralarining joylashuvi geometriyasi va ularning yo'nalishi, tasvirlar miqyosi va shuning uchun obyektning chiziqli o'lchamlari, tasvirning murakkabligi, obyektning shakli, yorug'lik sharoitlari, shuningdek, tortishish sharoitlari tomonidan qo'yilgan ba'zi cheklovlardir [6]. Shuning uchun modelning talab qilinadigan sifat ko'rsatkichlarini, ya'ni metrik aniqlik va fotorealizmni ta'minlash uchun har bir aniq holatda parametrlar va tortishish sharoitlarini oqilona tanlash masalasini hal qilish kerak (1-rasm). Eksponatlarni mos holda o'rnatish (sirtlarning optik xususiyatlari) yorug'lik manbalarini tanlash va tartibga solish, atrof-muhit xususiyatlarini o'rnatish, fonni tanlash, obyektning mos ravishda aylana tortish usulida burish (2-rasm), bularning barchasi yuqori darajadagi fotorealistik mohirlik bilan qurilgan sahnani aniq hisoblash, kompyuter grafikasi texnologiyalari hamda tarixiy ma'naviyat va san'at obyektlarini geometrik shakl va sirtlarning fazodagi o'zaro joylashishi va kesishish holatini tasvirlovchi algoritmlar asosida virtuallashtirish bilan tugaydi. Texnik dizayn va loyihalashda qo'llaniladigan uyali modellar va virtuallashtirishni amalga oshirish vositalari, shuningdek, generativ va chekli elementlar yechimlarini ishlab chiqaruvchi vositalari ko'rib chiqiladi.



1-rasm - Muzey kolleksiyalari obyektlarining ko‘p burchakli bir-biriga o‘xshash tasvirlarini olish tamoyilini tushuntiruvchi “aylana” tortishish usuli.

Axborot mazmunida ko‘rinishi, ya’ni - tasvirning bu xususiyati modellashtirish obyektining to‘g‘ri va aniq tasavvuridir. Ko‘rinish uch o‘lchovli modelning tashqi dizayni, rang sxemasi, notatsiya tizimi, tasvir tarkibi elementlarining shakllari va o‘lchamlari, uning tarkibi va tuzilishi, ya’ni uch o‘lchovli modelning ravshanligi - tasvirlangan obyektlarning fazoviy shakllari, o‘lchamlari va joylashishini vizual tarzda insonni idrok etishiga yordamlashadi.



2-rasm - Muzey eksponatlarini “aylana” tortishish usuli asosida tasvirlash

Axborotlilik - bu uch o‘lchamli tasvirlarning xususiyati, birinchi navbatda, ulardagi turli xil fazoviy xususiyatlarning mavjudligi bilan belgilanadi. Uch o‘lchovli tasvirlarning maksimal ma’lumotlar tarkibi mufassallikning barcha muhim

elementlarini tashqi ko‘rinishi, fazoviy holati, o‘lchamlari va shakllarining batafsil, borliqda ko‘rinishini anglatadi [7].

Tasvirlangan segmentni rastrga ajratish va kompyuterda dasturlashtirishning oddiy algoritmi diferentsial geometriya kursi bo‘yicha bosqichma-bosqich usullardan foydalanishni ko‘rsatadi.

$$\frac{dy}{dx} = const \quad \text{yoki} \quad \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad (3)$$

Sonli yechim quyidagi shaklda taqdim etiladi

$$y_{i+1} = y_i + \Delta y, \quad y_{i+1} = y_i + \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \Delta x \quad (4)$$

bu yerda x_1, y_1 va x_2, y_2 , kengaytirilayotgan segmentning uchlari va y_i segment bo‘ylab keyingi qadam uchun boshlang‘ich qiymatdir. Aslida, (4) tenglama ning kerakli segment bo‘ylab ketma-ket qiymatlari uchun takrorlanish munosabatidir. Bu usulda segmentlarni rastrlash uchun foydalaniladigan bu usul raqamli differentsial analizator (RDA) deb ataladi. Oddiy yoki Δx da yoki Δy rastr ortirmasi kattarog‘i ma’lumotlarini birlik o‘lcham sifatida olinadi.

Boshlang‘ich nuqtasi $y = 0, x = R$ bo‘lsa, u holda soat miliga teskari aylana hosil qilganda, x argument y ning monoton kamayuvchi funksiyasi bo‘ladi. Bizning holatda, $x = 0, y = R$ nuqtadan boshlab soat yo‘nalishi bo‘yicha avlod tanlanadi. Aylana markazi va boshlang‘ich nuqtasi aynan rastr nuqtalarida joylashgan deb taxmin qilinadi.

Doiradagi har qanday nuqta uchun soat yo‘nalishi bo‘yicha hosil qilishda aylanaga eng yaqin keladigan keyingi pikselni tanlashning faqat uchta imkoniyati mavjud: gorizontaal o‘ngga, diagonal pastga va o‘ngga, vertikal

$$\begin{aligned} m_h &= |(x_i + 1)^2 + (y_i)^2 - R^2| \\ m_d &= |(x_i + 1)^2 + (y_i - 1)^2 - R^2| \\ m_v &= |(x_i)^2 + (y_i - 1)^2 - R^2| \end{aligned}$$

Har bir oraliq hisoblarini amalga oshirish algoritmlari to‘rli panjara qadami minimal bo‘lgan, yani (x_i, y_i) doira nuqtalari orasidagi masofa, minimallashtiriladigan masofaning kvadrati emas, balki doira markazidan nuqtagacha bo‘lgan masofalar kvadratlari orasidagi farqning mutlaq qiymatidir.

Doira markazidan diagonal boylab $(x_i + 1, y_i - 1)$ va markazdan R^2 radiusda doiradagi nuqtagacha bo‘lgan kvadrat masofalar orasidagi farq ga teng, yani

$$\Delta_i = (x_i + 1)^2 + (y_i - 1)^2 - R^2$$

Segment uchun algoritmi shundan iboratki, mos keladigan pikselni tanlash uchun uning kattaligi emas, balki faqat ishora belgisidan foydalanish tavsiya etiladi. $\Delta_i < 0$ uchun diagonal nuqta $(x_i + 1, y_i - 1)$ haqiqiy aylana ichida joylashgan, ya’ni ichki joylashgan holatlardir. Bunday vaziyatda piksel $(x_i + 1, y_i)$ ya’ni m_h yoki piksel

$(x_i + 1, y_i - 1)$, ya'ni m_d ni tanlash kerakligi aniq. Buni amalga oshirish uchun avval 1-holatni ko'rib va kvadrat masofalardagi farqni tekshiriladi.

$$\Delta_i > 0, \text{ va } \Delta_i = 0$$

$P_1(x_1, y_1)$ va $P_2(x_2, y_2)$ nuqtalar bilan chegaralangan kesmani xarakterlovchi chiziq tenglamasi $P(l) = P_1 + (P_2 - P_1)l$, $0 \leq l \leq 1$, ko'rinishida bo'ladi, bu yerda l parametrdir va quyidagicha aniqlanadi $l = \frac{P(l) - P_1}{(P_2 - P_1)}$.

Ikki o'lchovli Dekart koordinatalar tizimida bu tenglama quyidagi ko'rinishdagi bir o'lchovli parametrik tenglamalar juftligiga keltiriladi:

$$x(l) = x_1 + (x_2 - x_1)l, \quad 0 \leq l \leq 1$$

$$y(l) = y_1 + (y_2 - y_1)l, \quad 0 \leq l \leq 1$$

To'rtburchaklar kesish oynasi bo'lsa, segmentning har bir tomoni bilan kesishish koordinatalaridan biri ma'lum. Faqat ikkinchi koordinatani hisoblash va tenglamadan biz quyidagilarni olamiz:

$$l = \frac{x_{ch} - x_1}{x_2 - x_1}; \quad l = \frac{x_{o'ring} - x_1}{x_2 - x_1}; \quad l = \frac{x_{past} - x_1}{x_2 - x_1}; \quad l = \frac{x_{tepa} - x_1}{x_2 - x_1}, \quad 0 \leq l \leq 1$$

x_{ch} , $x_{o'ring}$, x_{past} va x_{tepa} mos keladigan yon tomonlari bilan kesishmalarga l qiymatlari quyidagicha aniqlaymiz.

Agar qavariq chegaraga ega R -sohaning f nuqtasi, n esa ushbu sohani chegaralovchi tekisliklardan birining ichki normali bo'lsa, u holda har qanday xususiy qiymat uchun, ya'ni P_1 , P_2 segmentining istalgan nuqtasi uchun quyidagi shart $n[P(l) - f] < 0$ shundan kelib chiqadiki, $P(l) - f$ vektor R sohadan tashqariga yo'naltirilgan bo'ladi. $n[P(l) - f] = 0$ shartidan $P(l) - f$ orqali o'tuvchi tekislikka tegishli va perpendikulyar normallar. $n[P(l) - f] > 0$ shartidan kelib chiqadiki, $P(l) - f$ vektor R -sohaning ichiga yo'naltirilgan bo'ladi.

Ushbu algoritmi sonli yechishda rasmiylashtirish uchun segmentning parametrik tavsifi quyidagi shaklga ega ekanligini inobatga olib,

$$P(l) = P_1 + (P_2 - P_1)l, \quad 0 \leq l \leq 1 \quad (5)$$

va segmentning ixtiyoriy nuqtasidan boshlanib, oynaning bir xil chegarasida yotgan boshqa nuqtada tugaydigan ichki normal va vektorning skalyar ko'paytmasi, ya'ni.

$$n_i[P(l) - f_i], \quad i = 1, 2, 3, \dots \quad (6)$$

segmentning tanlangan nuqtasi chegaraning ichki qismida, shu chegaraning o'zida yoki uning tashqarisida joylashganligiga qarab musbat, nolga teng yoki manfiy bo'ladi. Ohirgi munosabat hududni chegaralovchi har qanday tekislik yoki chekka raqami i uchun amal qiladi. (5) ni (6) ga mos ravishda o'rniga qo'ysak, almashtirish segmentning mintaqa chegarasi bilan kesishish shartini beradi:

$$n_i[P_1 + (P_2 - P_1)l - f_i] = 0 \quad (7)$$

Bu ifodani soddalashtirsak, bu tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$n_i[P_1 - f_i] + n_i[P_2 - P_1] l = 0 \quad (8)$$

E'tibor bersak, $P_2 - P_1$ vektori segmentning yo'nalishini aniqlaydi va $P_1 - f_i$ vektori segmentning birinchi uchidan tanlangan chegara nuqtasigacha bo'lgan masofaga proporsionaldir. Bunda $D = P_2 - P_1$ - deb belgilab, segmentning direktrisasi yoki orientatsiyasi bo'yicha $W = P_1 - f_i$ ma'lum bir og'irlik omilidir. U holda (8) tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$n_i\omega_i + n_iD l = 0 \quad (9)$$

l ga nisbatan oxirgi tenglamani yechishda, bizda quyidagilar mavjud bo'ladi:

$$l = \frac{n_i\omega_i}{n_iD} \quad (10)$$

n_iD ifoda faqat $D=0$ bo'lsagina nolga teng bo'ladi u $P_1 = P_2$ bo'lsagina nol bo'lishi mumkin, faqat parallel va bitta nuqta bo'lsa, bu xol bo'lishi mumkin emas. $n_i\omega_i$ ifodani tahlil qilishda

$$n_i\omega_i \begin{cases} < 0, & \text{bunda nuqta sohada emas} \\ = 0, & \text{bu nuqta soha chegarasida} \\ > 0, & \text{bunda bu nuqta soha ichida} \end{cases}$$

XULOSA

Shuni ta'kidlash kerakki, kompyuter grafikasida fotografiyaning umumiy fiksatsiya va vizualizatsiya qilishning boshqa usullaridan ustunligi va fotografik hujjatdan standart sifatida foydalanish, shunga o'xshash vizual sifatlarga erishish tizimlari, metrik xarakteristikalari obyektни virtuellashda qoniqarli deb hisoblanadi. Shu munosabat bilan fotogrammetrik usullar virtuellash texnologiyalari bilan almashtiriladi.

So'nggi yillarda madaniy meros obyektlarining uch o'lchovli modellarini ishlab chiqarish sohasida sezilarli yutuqlarga erishilganiga qaramay, barqaror va ishonchli natijalarni ommaviy ishlab chiqarish imkonini beradigan avtomatlashgan texnologiyalar muzeylar, muzey eksponatlarining yuqori sifatli 3D raqamli kolleksiyasini yaratishi, natijada kompyuter grafikasida uch o'lchovli modelni yaratishning asosiy masalasi fotogrammetrik modelni yaratish uchun to'g'ri fotofiksatsiya, yorug'lik texnikasini tanlash, deb hisoblash mumkin.

Adabiyotlar

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktabrdagi PF-6079-son Farmoni "Raqamli O'zbekiston—2030" strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida. -T.; <https://mitc-dev.egov.uz/news/1778>
2. Djumanov J.X., Abdullaev M., Xudayberganov T.R. "Dorul Hikmat val Maorif" muzey va eksponatlarini kompyuterli modellar usullarida virtual tasvirlash. "Fan va turmush". Toshkent. 2023. №3. 89-96 b.

3. Xudayberganov T.R., Raximov R.R., Djepparova E.R. Virtual muzeylarning an'anaviy muzeylardan avfzalligi. // European Journal of science archives conferences series. Germany. 2022. 2022/7. p 68-70.

4. Xudayberganov T.R., Otamuratov S. Sh., Matkarimova N.Yu. Jahon tajribasida dizayn ta'limi paydo bo'lish tarixining tahlili. // Axborot texnologiyalarining zamonaviy muammolari hamda ularning yechimlari. Respublika Ilmiy-amaliy anjumani. Maqolalar to'plami. Urganch. 2020 yil 5 iyun. 25-27 b.

5. Xudayberganov T.R., Matyaqubova D. Ta'lim jarayonida qo'llaniladigan 3D tahrirlovchi dasturlarga qo'yiladigan talablar. // Science and educational scientific journal. Toshkent. 2020. №2. 475-477 b.

6. X

u

7. Алтынов А.Е., Дрыга Д.О., Севастьянова М.Н. Методика и технология получения фотореалистичных метрических цифровых моделей предметов музейных коллекций на специализированном стенде // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка –2017 –№ 3 –С. 74-78

e

r

g

a

n

o

v

T

.

R

.

“Global yorug'likni ifodalash” mavzusini yoritishda 3Ds MAX dasturidan foydalanish metodikasi. // Ilm sarchashlamari.(OAK). Urganch. 2019. № 4. 77-89 b.