MUXANDISLIK GEOMETRIYASI ASOSLARINING KOMPYUTER GRAFIKASIDA QO'LLANILISHI

Orifjonova Moxidilxon Aqiljon qizi
Farg'ona davlat texnika unversiteti
Telekommunikatsiya muxandisligi kafedrasi assisenti
Tel;+998908353969
e-mail;mokhidil.orifjonova@mail.ru

Annotatsiya. Maqolada muxandislik geometriyasining klassik tushunchalari – proyeksiyalash, fazoviy almashtirishlar, egri chiziq va sirtlar nazariyasi – zamonaviy kompyuter grafikasi algoritmlari bilan taqqoslab tahlil qilinadi. Bir jinsli koordinatalar, Bezye va NURBS modellari, qattiq jismlarni tasvirlash usullari hamda yoritilganlik va renderlash tenglamasi ko'rib chiqiladi. Shuningdek, neyron nurlanish maydonlari va Gauss splatting kabi yangi yondashuvlarning geometrik ma'nosi yoritiladi. Natijalar chizma geometriya va muhandislik grafikasi fanlarini o'qitishda hamda CAD tizimlarini o'rganishda foydalanilishi mumkin.

Kalit so'zlar: muxandislik geometriyasi, proyeksiya, bir jinsli koordinatalar, Bezye egri chizig'i, NURBS, qattiq jism modellari, renderlash, kompyuter grafikasi.

Kirish

Muxandislik geometriyasi (chizma geometriya) fazoviy obyektlarni tekislikda aniq tasvirlash va ular ustida geometrik masalalarni grafik yo'l bilan yechish ilmidir. Uning g'oyalari Monj, Dezarg va Ponsele ishlaridan boshlab asrlar davomida shakllangan va hozirgi kunda ham muhandislik chizmalarining asosini tashkil qiladi. Kompyuter grafikasi paydo bo'lgach, bu g'oyalar yangi shaklga – matritsalar, algoritmlar va dasturiy kutubxonalar shakliga – kirdi [1, 8].

Ikki fanning o'zaro aloqasi tasodifiy emas. Kompyuter ekrani tekis tasvir yuzasi bo'lgani uchun uch o'lchamli sahnani ekranga chiqarish proyeksiyalash masalasiga keladi. Murakkab buyumni yaratish esa geometrik modellashtirishni talab qiladi. Maqolaning maqsadi muxandislik geometriyasining asosiy tushunchalari grafik tizimlarda qanday amalga oshirilishini ko'rsatish va zamonaviy usullarning geometrik mohiyatini ochib berishdir.

Chizma geometriyada proyeksiyalash uch elementga tayanadi: proyeksiyalanuvchi obyekt, proyeksiyalovchi nurlar va proyeksiyalar tekisligi. Nurlar bir nuqtada kesishsa, markaziy (perspektiv) proyeksiya hosil bo'ladi; nurlar parallel bo'lsa, parallel proyeksiya olinadi. Parallel proyeksiya nurlar tekislikka perpendikulyar bo'lganda ortogonal, aks holda qiyshiq deb ataladi.

Kompyuter grafikasida bu tasnif kameralar turlari orqali amalga oshiriladi. Perspektiv kamera uzoqdagi obyektlarni kichik ko'rsatib, inson ko'rishiga yaqin tasvir beradi; ortografik kamera esa o'lchamlarni saqlab, texnik chizmalar va CAD ko'rinishlari uchun qulay. Monj usuli bilan olingan frontal, gorizontal va profil proyeksiyalar uch asosiy ortogonal ko'rinish sifatida deyarli o'zgarishsiz ishlatiladi, aksonometriya (izometriya, dimetriya) esa bitta tasvirda hajmiy tasavvur beradi.

Virtual kamera uchta parametr bilan beriladi: joylashuvi, qarash yo'nalishi va ko'rish hajmi (frustum). Ko'rish hajmi yaqin va uzoq kesuvchi tekisliklar hamda ko'rish burchagi bilan chegaralanadi,

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

bu hajmdan tashqaridagi geometriya tasvirga kirmaydi. Bu chizma geometriyadagi "ko'rish konusi" tushunchasining to'g'ridan-to'g'ri davomidir.

Obyektni siljitish, aylantirish va masshtablash grafik tizimlarning eng ko'p bajariladigan amallaridir. Aylantirish va masshtablash chiziqli almashtirishlar sifatida matritsa ko'paytmasi bilan ifodalanadi, siljitish esa qo'shish amalini talab qiladi. Bu bir xillikni buzadi. Muammo bir jinsli koordinatalar yordamida hal qilinadi: nuqtaga qo'shimcha (w) koordinata qo'shilib, uch o'lchamli fazodagi barcha almashtirishlar 4×4 matritsalar ko'paytmasi bilan beriladi.

Bunday yondashuv bir necha afzallikka ega. Birinchidan, ketma-ket bajariladigan bir nechta almashtirish bitta umumiy matritsaga birlashtiriladi, bu esa millionlab uchlar uchun hisoblash vaqtini kamaytiradi. Ikkinchidan, perspektiv proyeksiya ham matritsa shaklida yoziladi va w koordinataga bo'lish orqali yakunlanadi. Uchinchidan, cheksiz uzoq nuqtalar w = 0 holatda tabiiy tasvirlanadi, bu proektiv geometriyaning g'oyasi bilan mos keladi. Almashtirishlar tartibi muhim: matritsalar ko'paytmasi kommutativ emas, shu sababli "avval aylantirish, keyin siljitish" va teskarisi har xil natija beradi.

Bu muammolar B-splaynlar bilan yechiladi: egri chiziq bir necha bo'lakdan tuziladi, har bir boshqaruvchi nuqta faqat unga yaqin qismga ta'sir qiladi (lokal boshqarish). NURBS esa har bir nuqtaga vazn qo'shib, B-splaynni ratsional shaklga keltiradi va shu orqali aylana, ellips va boshqa konus kesimlarini aniq tasvirlaydi [5]. Aynan shu xususiyat tufayli NURBS CAD/CAM tizimlari va ma'lumot almashish formatlarida (masalan, IGES va STEP) asosiy sirt modeli bo'lib qoldi.

Sirtlar egri chiziqlarning ikki parametrli umumlashmasi sifatida quriladi. Tensor ko'paytma usulida sirt boshqaruvchi nuqtalar to'ri bilan beriladi. Avtomobil kuzovi, kema korpusi, samolyot qanotlari kabi silliq shakllarni shu usul bilan loyihalash an'anaviy bo'lib qolgan. Real vaqt grafikasida esa bunday sirtlar odatda uchburchaklar to'riga aylantiriladi (tessellyatsiya), chunki grafik protsessorlar uchburchaklar bilan eng samarali ishlaydi.

Muhandislik buyumi ko'pincha faqat sirt emas, balki hajmli jism sifatida qaraladi. Qattiq jismlarni tasvirlashning bir necha usuli ishlab chiqilgan: chegaraviy tasvirlash (B-rep), konstruktiv qattiq jism geometriyasi (CSG), voksel va fazoviy bo'linish (oktodarak) modellari. B-rep jismni uning yuzlari, qirralari va uchlari bilan, ular orasidagi topologik munosabatlar bilan tasvirlaydi. CSG esa murakkab jismni oddiy primitivlar (kub, silindr, shar) ustida birlashma, kesishma va ayirma amallari bilan quradi.

Har ikkala usulning o'z o'rni bor. CSG oson tahrirlanadi va parametrik loyihalash uchun qulay, B-rep esa yuqori aniqlikdagi chizma va nazorat uchun mos. Zamonaviy CAD tizimlari odatda ikkalasini birlashtiradi: foydalanuvchi buyumni amallar daraxti shaklida quradi, tizim ichida esa chegaraviy model saqlanadi. Voksel va nuqtalar bulutlari esa lazerli skanerlash va tibbiy tomografiya ma'lumotlari bilan ishlashda keng qo'llaniladi.

Geometrik model tasvirga aylanishi uchun sirtning yorug'lik bilan o'zaro ta'siri hisoblanishi kerak. Dastlabki amaliy modellar – Lambert diffuz modeli va Fong modeli – sirt normali, yorug'lik va kuzatuvchi yo'nalishlari orasidagi burchaklarga tayanadi. Ular tez ishlaydi, lekin soyalar, akslar va yorug'likning sirtlar orasida ko'p marta qaytishini aniq hisoblay olmaydi.

Amaliy qo'llanish sohalari kengaymoqda: me'moriy yodgorliklarni raqamli hujjatlashtirish, sanoat obyektlarining raqamli egizaklarini yaratish, virtual va to'ldirilgan voqelik. Ta'limda esa interaktiv 3D modellar talabalarning fazoviy tasavvurini rivojlantirishda an'anaviy chizmalarni to'ldiradi. Shu bois chizma geometriyani o'qitishda kompyuter grafikasi vositalaridan foydalanish samarali yondashuv hisoblanadi.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

Proyeksiyalash mexanizmini oddiy misolda ko‘rib chiqamiz. Kamera koordinata boshida joylashgan, z o‘qi bo‘ylab qaraydi, tasvir tekisligi esa kameradan d masofada turibdi deb olaylik. Fazodagi P = (x, y, z) nuqtaning tasvirdagi koordinatalari o‘xshash uchburchaklar qoidasi bilan topiladi: $x' = d \cdot x / z$, $y' = d \cdot y / z$. Demak, nuqta kameradan qanchalik uzoq (z katta) bo‘lsa, tasvirda markazga shunchalik yaqin joylashadi. Bu perspektivaning asosiy qonuniyati bo‘lib, chizma geometriyadagi markaziy proyeksiyaning algebraik yozuvidir.

Masalan, d = 1 bo‘lganda P = (2, 1, 4) nuqta tasvirda (0,5; 0,25) ga, P = (2, 1, 8) nuqta esa (0,25; 0,125) ga tushadi: z ikki barobar ortganda tasvir ikki barobar kichrayadi. Grafik protsessor bu hisobni bir jinsli koordinatalarda bajaradi: proyeksiya matritsasi w komponentani z ga tenglashtiradi, keyin x, y, z komponentalar w ga bo‘linadi. Bu bosqich “perspektiv bo‘lish” deb ataladi va uning natijasida chuqurlik qiymati ham [−1, 1] oralig‘iga keltiriladi, shu qiymat z-buferda ko‘rinmas yuzalarni aniqlash uchun ishlatiladi.

Mazkur misol chizma geometriya va kompyuter grafikasi o‘rtasidagi uzviylikni yaqqol ko‘rsatadi: talaba chizmada proyeksiyalovchi nur va tasvir tekisligining kesishuvidan nuqta tasvirini topsa, grafik tizim xuddi shu natijani bir necha arifmetik amal bilan hosil qiladi. Shu bois ikkala yondashuvni birga o‘rgatish talabalarga hisoblash natijasini geometrik jihatdan tekshirish imkonini beradi.

Xulosa

Tahlil ko‘rsatdiki, kompyuter grafikasining deyarli barcha bosqichlari muxandislik geometriyasining klassik tushunchalariga tayanadi: kamera proyeksiya modelidan, almashtirishlar chiziqli algebradan, modellashtirish egri chiziq va sirtlar nazariyasidan, renderlash esa nurlarning geometrik kesishuv masalalaridan kelib chiqadi. Neyron usullar paydo bo‘lgan bo‘lsa-da, ular geometrik asoslarni inkor etmaydi, balki ularni yangicha ifodalaydi. Shu sababli bo‘lajak muhandislarni tayyorlashda geometrik va grafik bilimlarni uyg‘un o‘qitish maqsadga muvofiq.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Foley J.D., van Dam A., Feiner S.K., Hughes J.F. Computer Graphics: Principles and Practice. 2nd ed. – Reading: Addison-Wesley, 1990. – 1174 p.
2. Hearn D., Baker M.P. Computer Graphics with OpenGL. 4th ed. – Boston: Pearson, 2011. – 888 p.
3. Shirley P., Marschner S. Fundamentals of Computer Graphics. 4th ed. – Boca Raton: CRC Press, 2016. – 730 p.
4. Farin G. Curves and Surfaces for CAGD: A Practical Guide. 5th ed. – San Francisco: Morgan Kaufmann, 2002. – 499 p.
5. Piegl L., Tiller W. The NURBS Book. 2nd ed. – Berlin: Springer, 1997. – 646 p.
6. Akenine-Möller T., Haines E., Hoffman N. Real-Time Rendering. 4th ed. – Boca Raton: CRC Press, 2018. – 1198 p.
7. Pharr M., Jakob W., Humphreys G. Physically Based Rendering: From Theory to Implementation. 3rd ed. – Cambridge: Morgan Kaufmann, 2016. – 1233 p.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.