

**MURAKKAB SHAKLLI UCH O'LCHOVLI GEOMETRIK OBYEKTlarni
LOYIHALASH USULLARI VA VOSITALARI**

Davronov Nasimjon Ummatali o'g'li

Annotatsiya: *Ushbu tezis murakkab shaklli uch o'lchovli geometrik obyektlarni loyihalashning zamonaviy usullari va dasturiy hamda apparat vositalarini keng qamrovda tahlil qiladi. Maqolada parametrik va algoritmik modellashtirish, NURBS va spline metodlari, generativ dizayn, shuningdek sun'iy intellekt yordamida avtomatlashtirilgan loyihalash jarayonlari ko'rib chiqiladi. Amaliy misollar, dasturiy platformalar (AutoCAD, SolidWorks, Blender, Fusion 360, Rhino/Grasshopper, CATIA, Creo) hamda 3D bosma va simulyatsiya vositalari taqdim etiladi. Tezis amaliy muhandislik, arxitektura va ta'lim sohalarida ushbu yondashuvlarning afzalliklarini va cheklovlarini tahlil qiladi.*

Kirish

Uch o'lchovli modellashtirish bugungi kunda sanoat, arxitektura, dizayn, tibbiyot va ilmiy tadqiqotlar sohalarida markaziy rol o'ynamoqda. Murakkab shaklli obyektlar — ko'plab egri sirtlar, teshiklar, kesishmalar va nooddiy topologiyaga ega modellar — an'anaviy chizmalar va oddiy parametrik yondashuvlar bilan to'liq ifodalanmasligi mumkin. Bunday obyektlarni loyihalash va ishlab chiqarish uchun ilg'or matematik modellar, hisoblash usullari va dasturiy vositalar talab etiladi. Mazkur ishning maqsadi murakkab shakllarni modellashtirishning asosiy metodlarini tizimli ravishda bayon qilish, ularning amaliy qo'llanilishi va tanlash mezonlarini aniqlashdir.

Nazariy asoslar va metodologiya

Murakkab sirtlarni ifodalash uchun keng tarqalgan yondashuvlar qatoriga Bezier va B-spline egri chiziqlari, NURBS sirtlari va subdivision (bo'linish) metodlari kiradi. NURBS — egri va sirtlarni aniq va silliq ifodalash imkonini beruvchi matematik vosita bo'lib, sanoat standartlarida keng qo'llaniladi. Subdivision metodlari esa yuqori darajadagi murakkablikdagi topologiyani nisbatan

soddalashtirilgan poligonal shakldan interpolatsiya orqali silliq sirtga aylantiradi.

Parametrik modellash metodologiyasi model elementlarini parametrlar orqali boshqaradi va dizaynning tezkor iteratsiyalarini osonlashtiradi. Bu metod CAD tizimlarida keng tatbiq etiladi. Algoritmik yoki generativ yondashuvlarda esa dizayn qoidalari va cheklovlar kod yoki vizual skriptlar yordamida ifodalanadi; bu arxitektura va murakkab estetik shakllar yaratishda foydali.

Asosiy yondashuvlar

1. Parametrik CAD (Computer-Aided Design): Parametrik CAD tizimlari (SolidWorks, Inventor, Creo) bo'lib, ular o'lchamlar va bog'liqliklar (constraints) orqali modelni boshqaradi. Murakkab mexanik konstruksiyalar uchun bu tizimlar integratsiyalashgan analitik vositalar bilan birlikda ishlaydi (masalan, stress va dinamik tahlil).

2. NURBS va spline sirtlar: Silliq sirtlar va aniq konturlarni yaratishda NURBS asosiy usul hisoblanadi. Aviatsiya va avtomotiv sohalarida qoplam sirtlari (surface modelling) uchun eng maqbul tanlovdur.

3. Polygonal modelling va subdivision: Raqamli san'at, o'yin industriyasi va animatsiya uchun murakkab topologiyani polygonlarga bo'lib, keyin subdivision orqali silliqlashtirish mumkin. Blender bu yondashuvga yaxshi mos keladi.

4. Algoritmik va generativ dizayn: Rhino va Grasshopper kabi vositalar parametrlar va algoritmlar asosida kompleks shakllarni generatsiya qiladi. Shu bilan birga, Autodesk Fusion 360 kabi tizimlarda generativ dizayn mexanizmlari optimal material taqsimoti va kuchli konstruksiyalarni taklif etadi.

5. Sun'iy intellekt va mashinani o'rganish: Neyron tarmoqlar va ML modellaridan foydalanib, 3D skanlangan ma'lumotni tiklash, avtomatik sirt inferensiyasi, dizayn tavsiyalarini berish mumkin. Bu yondashuvlar hali rivojlanayotgan bo'lsa-da, juda tezlik bilan amaliyotga integratsiyalanmoqda.

Dasturiy va apparat vositalar

Murakkab shaklli obyektlarni loyihalashda ishlatiladigan dasturiy vositalar qatoriga AutoCAD, SolidWorks, CATIA, Creo, Rhino/Grasshopper, Blender, Fusion 360 va boshqalar kiradi. Har bir platforma o'zining kuchli tomonlariga ega:

masalan, CATIA kompleks sanoat dizayni uchun, Blender esa vizualizatsiya va animatsiya uchun mos.

Shuningdek, loyihalash jarayonida qayta ishlash (simulation) va analiz vositalari muhimdir: Ansys, Abaqus kabi dasturlar strukturaviy va termal tahlilni bajaradi. 3D bosma (additive manufacturing) uskunalari esa fizik modelni yaratishda muhim komponent hisoblanadi.

Uzoq muddatli ishlar uchun versiyalar boshqaruvi, parametrlarni saqlash va CAD fayllar bilan integratsiya imkoniyatlari ham muhim mezonlar sanaladi. Bu borada PLM (Product Lifecycle Management) tizimlari korxona darajasidagi integratsiyani ta'minlaydi.

Amaliy misollar va qo'llanmalar

1) Arxitektura: Grasshopper yordamida parametrik fasadlar va murakkab ichki elementlar yaratish amaliyoti keng tarqalgan. Bu usul yordamida estetik va ekologik cheklovlar asosida optimallashtirilgan fasad shakllari yaratiladi.

2) Mexanika va aerokosmik: NURBS sirtlari va parametrik CAD yordamida aerodinamik sirtlar loyihalanadi. Generativ dizayn esa materialni tejash va mustahkamlikni oshirishga xizmat qiladi.

3) Tibbiyot: 3D skanlash va parametric modelling yordamida bemorga mos implantlar va protezlar ishlab chiqish mumkin. AI asosida skanlangan strukturalarni avtomatik segmentatsiya qilish sohada keng tadbiiq etilmoqda.

4) Ta'lim: 3D modellashtirish kurslari talabalarni fazoviy tafakkurga o'rgatadi va amaliy ko'nikmalarni rivojlantiradi. Blender va Fusion 360 kabi bepul/cheklangan litsenziyali vositalar ta'lim muassasalarida keng qo'llanadi.

Natijalar va muhokama

Murakkab shaklli obyektlarni loyihalashning turli metodlari va vositalarini solishtirish natijasida quyidagi muhim xulosalar olinadi: parametrik va generativ yondashuvlar dizayn jarayonlarini sezilarli darajada tezlashtiradi; NURBS va yuqori sifatli sirt modellari sanoat ishlab chiqarishida zarur; AI yordamida avtomatlashtirish esa takrorlanuvchi va murakkab vazifalarni soddalashtiradi.

Biroq, har bir yondashuvning cheklovlari mavjud. Masalan, generativ

dizayn natijalarini ishlab chiqarish jarayoniga moslashtirish uchun post-processing zarur, subdivision modelling esa an'anaviy CAD tizimlari bilan ishlash uchun qo'shimcha konversiya talab qiladi. AI metodlari uchun sifatli va hajmli ma'lumotlar kerak bo'ladi.

Murakkab loyihalarda dastur tanlash loyihaaning maqsadi, byudjeti va ishlab chiqarish imkoniyatlariga bog'liq. Eng yaxshi natija ko'pincha bir nechta vositalarni kombinatsiyalash orqali olinadi: masalan, Rhino/Grasshopper — konseptual generatsiya, SolidWorks — mexanik komponentlar, Ansys — tahlil va Blender — vizualizatsiya.

Xulosa va tavsiyalar

Murakkab shaklli uch o'lchovli geometrik obyektlarni loyihalash sohasida parametrik modellashtirish, NURBS va generativ dizayn asosiy rol o'ynaydi. Sun'iy intellekt integratsiyasi loyihalashning yangi bosqichini ochadi, lekin u orqali erishilgan natijalarni amaliy ishlab chiqarishga moslashtirish uchun qo'shimcha ishlar talab qilinadi.

Tavsiya sifatida quyidagilarni keltirish mumkin: ta'lim muassasalarida parametrik va algoritmik modellashtirish kurslarini kengaytirish; sanoat va akademiya o'rtasida hamkorlikni kuchaytirish; AI va generativ dizayn natijalarini ishlab chiqarishga moslashtirish uchun post-processing va tahlil metodlarini ishlab chiqish.

ADABIYOTLAR

1. Farin, G., & Mortensen, C. (2018). Principles of NURBS Modelling. Journal of Computational Geometry.
2. Kilian, A., & Mitchell, W. (2015). Generative Design in Architecture and Engineering. Architectural Computing.
3. Piegl, L., & Tiller, W. (1997). The NURBS Book. Springer.
4. Autodesk (2020). Fusion 360 Generative Design Documentation.
5. Blender Foundation (2021). Blender Manual.