MURAKKAB SHAKLLI ARXITEKTURA ELEMENTLARINI PARAMETRIK GEOMETRIK MODELLASHTIRISH VA SHAKLINI OPTIMALLASHTIRISH

Abdullaeva Dilrabo Abdurahmat qizi
Namangan davlat texnika universiteti

Annotatsiya. Tezisda murakkab shaklli arxitektura elementlarini parametrlar va geometrik bog‘lanishlar asosida modellashtirish yondashuvi taklif etiladi. Kapitel va karniz misolida shaklni tavsiflash, variantlarni avtomatik hosil qilish hamda geometrik aniqlik, material hajmi va mutanosiblik bo‘yicha baholash ketma-ketligi yoritiladi. Taklif nazariy-metodik xususiyatga ega bo‘lib, uning samaradorligi keyingi hisoblash tajribalarida tekshirilishi ko‘zda tutiladi.

Kalit so‘zlar: arxitektura elementi, parametrik model, muhandislik geometriyasi, kapitel, karniz, NURBS, algoritm, shaklni optimallashtirish.

Mavzuning dolzarbligi va ilmiy muammo

Arxitekturada kapitel, karniz va dekorativ fasad elementlarining shakli bir nechta profil, egri chiziq, sirt va takrorlanuvchi qismlardan tashkil topadi. Ularning o‘lchamlari o‘zgarganda tutashishlar, umumiy proportsiyalar va bezaklar joylashuvini bir vaqtda saqlash talab etiladi. Har bir variantni alohida qayta qurish esa loyihalash jarayonini murakkablashtiradi. Shu sababli elementni tayyor tasvir emas, balki geometrik qoidalar bilan boshqariladigan model sifatida ifodalash muhimdir.

Parametrik modellashtirishda boshlang‘ich o‘lchamlar o‘zgarishiga muvofiq hosilaviy geometriya qayta hisoblanadi. Biroq parametrlarning mavjudligi shaklni avtomatik ravishda optimal qilmaydi. Noto‘g‘ri tanlangan bog‘lanishlar sirtning o‘zini kesishiga, profillar uzilishiga yoki mutanosiblik buzilishiga olib kelishi mumkin. Ilmiy muammo — geometrik yaxlitlikni saqlaydigan parametrlar tizimini variantlarni hosil qilish va baholash algoritmi bilan birlashtirishdan iborat.

Tadqiqotning maqsadi kapitel va karniz shaklini parametrik tavsiflash hamda belgilangan geometrik cheklovlar doirasida maqbul variantni tanlash metodikasini asoslashdir. Ob’yekt — ushbu arxitektura elementlarining raqamli geometrik modellari; predmet — shakl parametrlari, ularning o‘zaro bog‘lanishlari va optimallashtirish usullaridir. Asosiy e’tibor muhandislik geometriyasi va kompyuter grafikasi masalalariga qaratiladi.

Muammoning o‘rganilganligi

H. Pottmann, A. Asperl, M. Hofer va A. Kilianning Architectural Geometry asari arxitektura shakllarini egri chiziqlar, sirtlar va geometrik to‘rlar asosida tahlil qilishning nazariy asoslarini yoritadi [1]. Bu yondashuv murakkab elementning tashqi ko‘rinishini uning geometrik tuzilishi bilan bog‘lashga xizmat qiladi. Mazkur tezisda ushbu umumiy tamoyillar kapitelning aylanma sirti va karnizning uzunlik bo‘yicha davom ettiriladigan profiliga tatbiq etiladi.

K. Dor va M. Myorfi mavjud binolar fasadlarini lazer skanerlash va tasvir ma’lumotlari asosida yarim avtomatik BIM modellashtirish usulini taklif etgan [2]. Ularning tadqiqoti parametrik ob’yektlar va qoidalar asosida fasad geometriyasini tiklash imkoniyatini ko‘rsatadi. Shu mualliflarning shakl grammatikalariga bag‘ishlangan ishida ham arxitektura qismlarini qoidalar orqali shakllantirish masalasi yoritilgan [3]. Ushbu ishlar raqamli rekonstruktsiyaga yo‘naltirilgan bo‘lsa, mazkur tezisda element shaklini parametrlar orqali o‘zgartirish va variantlarni bir xil mezonlarda taqqoslash vazifasi qo‘yiladi.

O‘zbekistondagi yaqin yo‘nalishlardan biri sifatida G. R. Berdiyovning qurilish-me’morchilik ob’yektlarining murakkab fraktal tuzilishlarini geometrik modellashtirishga bag‘ishlangan tadqiqoti keltirilgan. Fraktal shakllarni qurish va kapitel yoki karnizning profilini parametrlash turli vazifalar bo‘lsa-da, ular geometrik qonuniyatni algoritmga aylantirish tamoyili bilan bog‘lanadi. Milliy me’moriy bezaklarni parametrik model tarkibiga kiritish ham shu tamoyilga tayanishi mumkin.

Adabiyotlardan kelib chiqadigan vazifa parametrik modellashtirishning o‘ziga yangilik sifatida qarash emas, balki muayyan elementlar uchun cheklovlar, geometrik bog‘lanishlar va baholash ko‘rsatkichlarini aniqlashdir. Taklif etilayotgan yechimning yangiligi mavjud usullar bilan taqqoslash va hisoblash tajribalari orqali asoslanishi lozim. Shu bois tezisda metodika taklifi va uni tekshirish tartibi bayon etiladi.

Parametrik geometrik tavsif

Kapitel uchun H — balandlik, R_0 — pastki radius, R_1 — yuqori radius, b — yuqori plitaning kengligi, n — takrorlanuvchi bezaklar soni qabul qilinadi. Karniz uchun L — uzunlik, h — profil balandligi, d — chiqish masofasi, r_i — alohida yoylar radiuslari belgilanadi. Barcha uzunlik parametrlari yagona o‘lchov birligida beriladi; n esa musbat butun son bo‘ladi. Hosilaviy o‘lchamlar mustaqil parametrlardan hisoblanib, ortiqcha va ziddiyatli parametrlar kiritilishi cheklanadi.

Modelni shakllantirish va optimallashtirish metodikasi

Kapitelning soddalashtirilgan o‘qqa simmetrik asosi radius profilini vertikal o‘q atrofida aylantirish orqali quriladi. Uning sirti $S(u,v) = (r(u)\cos v, r(u)\sin v, z(u))$ ko‘rinishida ifodalanadi; bunda $0 \le u \le 1$ va $0 \le v < 2\pi$. r(u) va z(u) profil koordinatalarini belgilaydi. Bezaklar va kvadrat yuqori plita alohida qismlar sifatida qo‘shiladi, chunki ularning barchasini aylanma sirt bilan ifodalab bo‘lmaydi.

To‘g‘ri chiziq bo‘ylab joylashgan karniz uchun $S(u,v) = (u, y(v), z(v))$, $0 \le u \le L$ ifodasi qo‘llanadi. Bu yerda y(v) va z(v) ko‘ndalang profilni tavsiflaydi. Profilning to‘g‘ri kesma va yoylari umumiy nuqtalarda tutashtiriladi; silliq tutashish zarur bo‘lgan joylarda urinma yo‘nalishlarining mosligi tekshiriladi. Ushbu model to‘g‘ri karnizga tegishli; burchakli yoki egri karnizda profil alohida yo‘naltiruvchi chiziq bo‘ylab ko‘chiriladi.

Birinchi bosqichda elementning chizmasi yoki o‘lchangan profili tahlil qilinib, asosiy va hosilaviy parametrlar ajratiladi. Ikkinchi bosqichda parametrlarning ruxsat etilgan oralig‘i va tutashish shartlari belgilanadi. Uchinchi bosqichda profil asosida sirt yoki yopiq jism hosil qilinadi. To‘rtinchi bosqichda

parametrlar o‘zgartirilib, variantlar to‘plami yaratiladi. Beshinchi bosqichda geometrik cheklovlarga mos kelmagan variantlar chiqarib tashlanib, qolganlari maqsad ko‘rsatkichlari bo‘yicha taqqoslanadi.

Maqbul parametrlar vektori $p^* = \arg\min J(p)$, $p \in \Omega$ sharti bilan aniqlanishi mumkin. Ω — ruxsat etilgan geometriyalar sohasi. Taklif etiladigan maqsad funktsiyasi $J(p) = w_1V(p)/Vref + w_2E(p)/Eref + w_3P(p)/Pref$ ko‘rinishida yoziladi. V — yopiq jism hajmi; E — etalon profildan geometrik og‘ish; P — oldindan belgilangan proportsiyalardan og‘ish ko‘rsatkichi. Vref, Eref va Pref musbat normallashtiruvchi qiymatlar, $w_i \geq 0$ va $w_1 + w_2 + w_3 = 1$. Vaznlar tadqiqot maqsadiga qarab belgilanadi.

Estetik mutanosiblikni yagona ob’yektiv son bilan to‘liq baholab bo‘lmaydi. Shuning uchun P ko‘rsatkichi faqat qabul qilingan o‘lcham nisbatlariga moslikni ifodalaydi; vizual baholash alohida o‘tkaziladi. Minimal qalinlik, o‘zini kesishning yo‘qligi va profil uzluksizligi qat’iy cheklov sifatida qaraladi. Konstruktiv mustahkamlik esa geometrik model asosida avtomatik tasdiqlanmaydi va zarur holda alohida muhandislik hisobini talab etadi.

Dasturiy amalga oshirish va natijalarni tekshirish

Metodikani Python yoki Rhino/Grasshopper muhitida amalga oshirish rejalashtiriladi. Dastur parametrlarni qabul qilishi, ularning to‘g‘riligini tekshirishi, profil koordinatalarini hisoblashi va geometriyani qayta qurishi kerak. Modelni CAD muhitiga uzatishda o‘lchov birligi, yopiqlik va tutashishlar tekshiriladi. BIMga o‘tish uchun geometriyaga qo‘shimcha ravishda element turi, material va boshqa atributlarni belgilash talab etiladi.

Tekshirish uchun bir xil kapitel va karnizning qo‘lda qurilgan hamda algoritm orqali hosil qilingan modellari taqqoslanishi ko‘zda tutiladi. Har bir holatda boshlang‘ich o‘lchamlar, detallashtirish darajasi va dasturiy muhit bir xil bo‘lishi lozim. Baholash ko‘rsatkichlari sifatida qurish vaqti, etalondan maksimal og‘ish, hajm, parametr o‘zgarishida qayta qurishning barqarorligi va geometrik xatolar soni

qabul qilinadi. Takroriy o‘lchashlar natijasida vaqtning o‘rtacha qiymati va tarqoqligi hisoblanadi.

Kutilayotgan natija — kapitel va karnizning o‘lchamlari o‘zgarganda geometrik yaxlitligini saqlaydigan parametrik modellar hamda variantlarni tanlash algoritmidir. Amaliy qiymat loyihalashda bir turdagi elementlarni qayta-qayta qurish ehtiyojini kamaytirish va parametrlar orqali boshqariladigan elementlar to‘plamini shakllantirish bilan bog‘liq.

Xulosa

Murakkab arxitektura elementini parametrlar, funktsional bog‘lanishlar va cheklovlar tizimi sifatida ifodalash modellashtirishdan variantlarni asoslangan tanlashga o‘tish imkonini beradi. Kapitel uchun aylanma profil va alohida bezak qismlari, karniz uchun esa ko‘ndalang profilni yo‘naltiruvchi bo‘ylab ko‘chirish asosiy geometrik operatsiyalar sifatida belgilandi. Taklif etilgan metodikaning samaradorligi aniqlik, qayta qurish barqarorligi va modellashtirish vaqti bo‘yicha keyingi tajribalarda baholanishi kerak.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Pottmann H., Asperl A., Hofer M., Kilian A. Architectural Geometry. Bentley Institute Press, 2007. 724 p.
2. Dore C., Murphy M. Semi-automatic generation of as-built BIM façade geometry from laser and image data. ITcon. 2014. Vol. 19. P. 20–46. https://www.itcon.org/2014/2
3. Dore C., Murphy M. Semi-automatic modelling of building façades with shape grammars using Historic Building Information Modelling. ISPRS Archives. 2013. Vol. XL-5/W1. P. 57–64. DOI: 10.5194/isprsarchives-XL-5-W1-57-2013.