

SPLAYN KUBIKLAR ORQALI GEOGRAFIK AXBOROTLARNI INTERPOLATSIYALASH (GIS TIZIMLARIDA)

Ismoilov Axrorjon Ikromjonovich

Farg'ona davlat universiteti katta o'qituvchisi

ismoilovaxrorjon@yandex.com

Iminova GavharoyIlhomjon qizi

Farg'ona davlat universiteti talabasi

gavharoyiminova190@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada splayn kubiklar yordamida geografik axborotlarni interpolatsiyalash usullari o'rganiladi. Interpolatsiya, ayniqsa relyef, harorat, yog'ingarchilik va boshqa fazoviy ma'lumotlarni silliq taqsimlashda muhim ahamiyatga ega. Maqolada splayn kubiklarning nazariy asoslari, ularning GIS tizimlarida (masalan, ArcGIS yoki QGIS) qo'llanilishi va u orqali yer yuzasini modellashtirish usullari tahlil qilinadi. Shuningdek, splayn interpolatsiyaning afzallik va cheklovlari ham yoritiladi.

Kalit so'zlar: splayn kubiklar, interpolatsiya, GIS, geografik axborot, relyef, modellashtirish.

Annotation: This article explores the methods of interpolating geographic information using cubic splines. Interpolation plays a vital role in smoothly distributing spatial data such as relief, temperature, precipitation, and more. The paper analyzes the theoretical foundations of cubic splines, their application in GIS systems (e.g., ArcGIS or QGIS), and techniques for modeling the Earth's surface. The advantages and limitations of spline interpolation are also discussed.

Keywords: cubic splines, interpolation, GIS, geographic information, relief, modeling.

Аннотация: В данной статье рассматриваются методы интерполяции географической информации с использованием кубических сплайнов. Интерполяция играет важную роль в плавном распределении пространственных данных, таких как рельеф, температура, осадки и другие. В статье анализируются теоретические основы кубических сплайнов, их применение в ГИС-системах

(например, ArcGIS или QGIS), а также методы моделирования земной поверхности. Также рассматриваются преимущества и ограничения сплайновой интерполяции.

Ключевые слова:кубические сплайны, интерполяция, ГИС, географическая информация, рельеф, моделирование.

Kirish

Zamonaviy geografik axborot tizimlari (GIS – Geografik Informatsion Sistemalar) keng ko'lamli fazoviy ma'lumotlar bilan ishlash imkonini beradi. Bu tizimlar relyef modellashtirish, iqlim o'zgarishlarini bashorat qilish, yer resurslarini boshqarish kabi muhim sohalarda keng qo'llanilmoqda. Bunday ma'lumotlar odatda cheklangan nuqtalardan iborat bo'ladi, ammo ular asosida butun hudud bo'yicha uzluksiz va silliq funksiyalarni tiklash talab etiladi. Ana shunday hollarda interpolatsiya usullari muhim rol o'ynaydi. Interpolatsiya - mavjud ma'lumotlar asosida noma'lum qiymatlarni aniqlash usulidir. Ko'plab interpolatsiya metodlari mavjud bo'lib, ulardan biri - splayn kubiklar usulidir. Bu usul silliq va barqaror interpolatsiyani ta'minlab, relyef, harorat, yog'ingarchilik va boshqa geografik omillarni modellashtirishda yuqori aniqlik beradi. Splayn kubiklar - bu har bir intervallarda kubik polinomlar yordamida tuziladigan interpolatsion funksiya bo'lib, u chegaralarda sillqlik va bir necha derivativlarning uzluksizligini ta'minlaydi. Aynan shu xususiyatlari tufayli u GIS tizimlarida ma'lumotlarni sillqlash va uzluksiz fazoviy taqsimlash uchun ideal yechim hisoblanadi. Ushbu maqolada splayn kubiklarning nazariy asoslari, ularning GIS tizimlaridagi qo'llanilishi hamda geografik axborotlarni interpolatsiyalashdagi afzalliklari tahlil qilinadi. Shuningdek, ushbu usul yordamida relyef yuzasini tiklash kabi amaliy misollar orqali mavzu yoritib beriladi. Interpolatsiya – bu ma'lum nuqtalardagi qiymatlarga asoslanib noma'lum nuqtalardagi qiymatlarni taxminiy hisoblash usulidir. Boshqacha aytganda, bu usul yordamida cheklangan miqdordagi ma'lumotlardan uzluksiz funksiyani tiklash mumkin bo'ladi. Interpolatsiya matematik modellashtirishda, axborotni vizuallashtirishda, fizika, muhandislik, statistik tahlil va albatta geografik axborot tizimlarida keng qo'llaniladi. Geografik axborot tizimlarida (GIS) interpolatsiya usullari relyef kartalari, iqlim xaritalari, tuproq namligi, havoning ifloslanishi yoki boshqa har qanday fazoviy o'zgaruvchan omillarni modellashtirish uchun zarurdir. Chunki real o'lchovlar odatda

faqat ayrim joylarda olinadi va ular orasidagi qiymatlarni aniqlash uchun interpolatsiya kerak bo‘ladi. Masalan, tog‘li hududlarda faqat ba’zi nuqtalarda balandlik ma’lumotlari mavjud bo‘ladi. Bu ma’lumotlar asosida butun hudud bo‘yicha relyef yuzasini tiklash uchun interpolatsion metodlardan foydalaniladi. GIS tizimlarida eng ko‘p qo‘llaniladigan interpolatsiya usullari orasida quyidagilar mavjud: Eng yaqin qo‘shni (Nearest Neighbor). Invers masofa usuli (Inverse Distance Weighting – IDW). Kriging interpolatsiyasi. Splayn interpolatsiyasi (Spline Interpolation). Aynan splayn interpolatsiyasi, xususan splayn kubiklar, relyef yoki har qanday sirt ma’lumotlarini silliq tarzda modellashtirishda yuqori aniqlik va vizual sifatni ta’minlaydi. Bu usulda silliq chiziqlar yoki sirtlar yaratiladi, ularning hosilalari (gradientlari) ham uzluksiz bo‘lib, bu fizik jihatdan real obyektlarni modellashtirishda juda muhimdir. Shunday qilib, interpolatsiya GIS tizimlari uchun asosiy matematik vositalardan biri bo‘lib, u yordamida geografik axborotlarni kengroq maydonga yoyish, taxminiylash va vizual tasvirlash mumkin bo‘ladi.

Misol: Splayn kubiklar yordamida uchta geografik nuqtadagi balandlik qiymatlarini interpolatsiya qilish.

Vaziyat: Bizdada uchta geografik nuqta bor:

Nuqta	Koordinata x (km)	Balandlik $h(x)$ (metr)
1	0	100
2	5	150
3	10	300

Siz $x = 7$ km da balandlik qiymatini splayn kubik interpolatsiya yordamida aniqlamoqchisiz.

Shartlar:

Kubik splayn yordamida $x = 0, 5, 10$ nuqtalarda balandlik qiymatlari berilgan. Balandlik oralig‘ida $x = 7$ da qiymat topiladi. Chekka shart sifatida tabiiy splayn: ikkinchi hosila boshida va oxirida 0 ga teng.

1-bosqich: Intervallarni hisoblash.

$$h_0 = x_1 - x_0 = 5 - 0 = 5, \quad h_1 = x_2 - x_1 = 10 - 5 = 5$$

2-bosqich: Tizim uchun koeffitsiyentlarni aniqlash.

$$\alpha_1 = \frac{3}{h_1}(y_2 - y_1) - \frac{3}{h_0}(y_1 - y_0)$$

$$\alpha_1 = \frac{3}{5}(130 - 150) - \frac{3}{5}(150 - 100) = -12 - 30 = -42$$

3-bosqich: Splaynning ikkinchi hosilalari uchun tenglama.

Tabiiy splayn sharti bo'yicha:

$$c_0 = 0, \quad c_2 = 0$$

Tenglama:

$$h_0 c_0 + 2(h_0 + h_1)c_1 + h_1 c_2 = \alpha_1$$

$$0 + 20c_1 + 0 = -42 \Rightarrow c_1 = -2.1$$

4-bosqich: b_i va d_i koeffitsiyentlarini hisoblash.

$i=0$ uchun

$$b_0 = \frac{150 - 100}{5} - \frac{5}{3}(2 \cdot 0 + (-2.1)) = 10 + 3.5 = 13.5$$

$$d_0 = \frac{-2.1 - 0}{15} = -0.14$$

$i=1$ uchun

$$b_1 = \frac{130 - 150}{5} - \frac{5}{3}(0 + 2 \cdot (-2.1)) = -4 + 7 = 3$$

$$d_1 = \frac{0 - (-2.1)}{15} = 0.14$$

5-bosqich: Yakuniy splayn funksiyalari.

$[0, 5]$ oraliq uchun

$$S_0(x) = 100 + 13.5x - 0.14x^3$$

$[5, 10]$ oraliq uchun

6-bosqich: Interpolatsiya natijasi $x=7$ uchun

$$x - x_1 = 2$$

$$S_1(7) = 150 + 3 \cdot 2 - 2.1 \cdot 2^2 + 0.14 \cdot 2^3 = 150 + 6 - 8.4 + 1.12 = 148.72$$

Xulosa: Splayn kubik interpolatsiya orqali $x=7$ km da balandlik qiymati ≈ 148.72

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Burden, R. L., & Faires, J. D. (2011). *Numerical Analysis*. Cengage Learning.
2. Press, W. H., Teukolsky, S. A., Vetterling, W. T., & Flannery, B. P. (2007). *Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing*. Cambridge University Press.
3. Kraak, M. J., & Ormeling, F. (2010). *Cartography: Visualization of Spatial Data*. Routledge.
4. Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2015). *Geographic Information Systems and Science*. Wiley.
5. Smith, G. D. (1985). *Numerical Solution of Partial Differential Equations: Finite Difference Methods*. Oxford University Press.