

SUN'IY YO'LDOSH DAN OLINGAN TASVIRLARINI
SEGMENTATSIYALASHDA TIMSOLLARNI
ANIQLASH MASALALARI

Odiljonov Umidjon Odiljon o'g'li

Muhammad Al-Xorazmiy nomidagi

Toshkent Axborot Texnologiyalari Universiteti

Annotatsiya. Maqolada sun'iy yo'ldosh tasvirlarining vaqt seriyalarini segmentlash usuli ko'rib chiqilgan, bu segment chegaralarini shakllantirishda turli vaqtlarda ma'lumotlardan foydalanish imkonini beradi. Ma'lumotlarning vaqt qatorida yetishmayotgan qiymatlar mavjud bo'lganda segment chegaralarini o'rnatish imkoniyati segment piksellari orasidagi spektral-vaqt munosabatlari asosida etishmayotgan o'lchovlarni hisoblash va tiklash imkonini beradi. Masofaviy kuzatishlarning dastlabki ma'lumotlarida usulning shovqinga chidamliligi uni bostirish uchun ishlatilishi mumkin, bu radar tasvirlari misolida ko'rsatilgan.

Tayanch so'zlar: segmentatsiya, masofadan zondlash, spektral-dinamik ko'rsatkichlar, aglomeratsiya, kvaziregulyar, tasvir tahlili.

Sun'iy yo'ldosh tasvirlarini segmentatsiyalash ko'pincha bir hil ob'ektlarni aniqlash uchun, shu jumladan, avtomatik algoritmlarga asoslangan tasvirlarni keyingi talqin qilishni soddalashtirish uchun ishlatiladi. Hozirgi vaqtda multispektral, tekstura va boshqa xususiyatlardan foydalanishga asoslangan tasvirni segmentatsiyalashning ko'plab usullari mavjud bo'lib, bu har qanday muammolarni hal qilish uchun mos bo'lgan universal avtomatik usulni amalga oshirishning murakkabligi bilan bog'liq bo'ladi. Tasvirlarni segmentatsiyalash strategiyasi asboblar va sun'iy yo'ldosh tizimlarining xususiyatlariga, shuningdek foydalanuvchi oldida turgan vazifalarga qarab farq qilishi mumkin, lekin ko'pincha fazoviy ma'lumot manbai sifatida bir bosqichli multispektral tasvirlar hisoblanadi. Bitta tasvirdan turli jinsdagi ma'lumotlarni to'liq olish uchun hisoblash vaqtini talab qiluvchi algoritmlar eng samarali hisoblanadi [1].

Ko'pincha qo'shni o'simlik qoplami ob'ektlarining mavsumiy yoki uzoq muddatli o'zgaruvchanligi xususiyatlari ularning fazoviy tuzilishi yoki spektrining bir martalik xususiyatlaridan ko'ra ularning semantik o'xshashligi haqida ko'proq ma'lumotga ega bo'lishi mumkin. Masalan, qishloq xo'jaligi o'simliklarini masofadan turib kuzatishning umumiy vazifalariga har birida mavsumiy rivojlanish dinamikasi biroz farqli bo'lgan bir xil turdagi o'simliklar ekilgan dalalar maydonlarini aniqlash kiradi. Bunday holda, bo'limlarning spektral-aks ettiruvchi xarakteristikalaridagi bir martalik farqlar odatda kichik bo'ladi va ba'zi vaqtlarda ular

amalda mavjud emas. Boshqa tomondan, qishloq xo'jaligi almashlab ekishlari mavjudligi sababli, ekin maydonlarining spektral-dinamik xususiyatlarining fazoviy o'zgaruvchanligi bir turdagi o'simlik qoplaminig ob'ektlari o'rtasidagi maksimal tafovutga olib kelishi mumkin. Boshqa juft ob'ektlar esa juda zaif ifodalangan. Shunday qilib, ba'zi ob'ektlar to'plaminig maksimal ajratilishi bilan belgilangan vaqtlarni qidirish har doim ham barcha ob'ektlarni barqaror avtomatik ajratish uchun optimal strategiya bo'lmaydi. Shu bilan birga, sun'iy yo'ldosh kuzatish ma'lumotlarida bulutlilik, chang-to'zonlar, undan soyalar va boshqa aralashuvchi omillar tufayli deyarli muqarrar bo'shliqlar mavjudligini hisobga olish kerak. Ko'pgina segmentatsiya algoritmlari sifatida iteratsiya va ierarxiya tamoyillaridan foydalanadi. Shunday qilib, ierarxik ob'ekt yondashuvi bir qator tijoriy dasturiy mahsulotlarda qo'llaniladi, bu erda ob'ektlarning rangi, shakli, tuzilishi va o'lchami iterativ segmentatsiya uchun xususiyat bo'lib xizmat qiladi. Katta hajmdagi (Big data) ma'lumotlarni tahlil qilishda ishlash vaqtini qisqartirish talabi ob'ektlarning ko'p darajali tuzilishini yaratish zarurligini taqozo etadi, bu esa fazoviy bog'liq o'lchovlarga mos keladigan tasvir maydonlarini ketma-ket yig'ishni nazarda tutadi. Segmentatsiya parametrlari soni haqidagi savol doimiy dolzarb bo'lib qolmoqda va bu, katta miqdordagi erkinlik darajasi ma'lum bir vazifa uchun segmentatsiya natijasini aniq sozlash imkonini beradi, lekin oxirgi foydalanuvchi tomonidan ma'lumotlarni qayta ishlash algoritmini chuqurroq tushunishni talab qiladi. Bir nechta parametrlarga ega usullarni muayyan vazifa uchun moslashtirish osonroq, lekin ular odatda kamroq moslashuvchan bo'ladi [2].

Ushbu maqola katta hajmli tasvirlar bilan ishlashni qo'llab-quvvatlaydigan bo'shliqlar bilan sun'iy yo'ldosh ma'lumotlarining vaqt seriyasiga asoslangan bir hil hududlarni aniqlash usulini tavsiflaydi. Usul minimal miqdordagi parametrlardan foydalanadi, bunda foydalanuvchilar uchun qulay ko'rsatkichlar, shuningdek, hisob-kitoblarni tezlashtirish uchun oddiy ob'ektlarni birlashtirish mantig'i qo'llaniladi. Algoritm mantig'ini soddalashtirish natijalar sifatining o'zgarishiga olib kelishi mumkin. Quyidagi 1-jadvalda tanib olish usullarining asosiy kamchiliklari keltirilgan.

1-jadval. Tanib olish usullarining asosiy kamchiliklari

No	Usul nomi	Asosiy kamchiliklari
1.	Chiziqli diskriminant tahlili	1. Yorug'likning o'zgarishi. 2. Ob'ektlarning katta ma'lumotlar bazasi bilan ishlashning murakkabligi. 3. Tasvirni yuqori sifatli qayta ishlash zarurati.
2.	Chiziqli sinflar ob'ektlarining sintezi	1. Ko'p sonli o'quv modellariga bo'lgan ehtiyoj.
3.	Ob'ektlarning moslashuvchan kontur	1. Konturlarni aniqlashning murakkabligi. 2. YEchim qibiliyati past.

	modellari	
4.	Elastik grafiklarni solishtirish	1. Tasniflash mexanizmi mavjud emas. 2. Xatolikning ehtimoli yuqori.
5.	Ob'yektlarning geometrik belgilariga asoslangan usullar	1. Qattiq tortishish talablari. 2. Asosiy fikrlarni topishning ishonchli mexanizmi mavjud emas.
6.	Etalonlarni solishtirish	1. Tasvirga olishdagi qat'iy talab.
7.	Optik oqim	1. Yuqori hisoblash murakkabligi. 2. Ma'lumotlar bazasida saqlash va qidirish uchun ixcham xarakteristikalar to'plami mavjud emas.
8.	Yashirin Markov modellari	1. Farqlash qobiliyatiga ega emas. 2. Tanib olishning past ishonchliligi.

Keng ko'lamli sun'iy yo'ldosh monitoringi va yer qoplami ob'ektlarini ularning masofaviy xususiyatlaridagi fenologik farqlar asosida barqaror identifikatsiyalash muammolarini avtomatlashtirilgan hal qilish uchun segmentatsiya usuli joriy etildi, bu quyidagilarga imkon beradi:

1. masofaviy zondlash vaqt seriyasiga asoslangan ko'rsatkichlardan foydalanish;
2. ma'lumotlarning vaqt qatorida etishmayotgan o'lchovlar va shovqinlarning mavjudligini hisobga olish;
3. ixtiyoriy o'lchamdagi maydon uchun bo'shliqlar va bo'g'inlarsiz segmentlar bilan bir xil qoplama yaratish [3].

Katta maydonlarni qayta ishlash jarayonida muhim (terabayt) hajmdagi kirish ma'lumotlaridan foydalanish zarurati tufayli, usul segmentatsiya natijalarining fazoviy bog'lanishini ta'minlagan holda, ularni mahalliy yuklash va kichik qismlarda tahlil qilishni qo'llab-quvvatlashi kerak. Boshqa talablar o'rnatilgan parametrlarning nisbatan soddaligi va o'simlik qoplaminin operativ monitoringi bo'yicha joriy vazifalarni o'z vaqtida bajarilishini ta'minlash uchun tasvirni segmentatsiyalash algoritminin tezligi edi.

Bundau usul ob'ektga yo'naltirilgan ko'p miqyosli tasvirni tahlil qilish modelidan foydalanadi, oldingi iteratsiyada birlashtirilgan ob'ektlar aglomeratsiyasi (kichik qismlarni birlashtirib, yaxlit butunlik hosil qilish) uchun xarakteristikani hisoblaydi va "pastdan yuqoriga" tamoyili bo'yicha ishlaydi. Bu yerda ob'ekt piksel yoki fazoviy bog'liq bo'lgan qo'shni piksellar guruhi (va yer yuzasining tegishli maydoni) sifatida tushuniladi. Algoritmning joriy bosqichida ob'ekt bir butun sifatida ko'rib chiqiladi. Ob'ektlar aglomeratsiyasi - bu bir ob'ektga birlashish uchun joriy bosqichda o'rganiladigan fazoviy bog'liq qo'shni ob'ektlar to'plamidir. Bu usul joriy miqyosdagi taqqoslanadigan qo'shni ob'ektlar uchun hisoblangan juftlashtirilgan

ko'rsatkichlardan foydalanishga asoslangan bo'ladi. Sun'iy yo'ldosh ma'lumotlarining vaqt seriyasidan olingan bunday ko'rsatkichlar sifatida Pirsonning o'zaro korrelyatsiya koeffitsienti va taqqoslangan ob'ektlar juftlarining vaqt qatorlari orasidagi o'zaro masofa qo'llaniladi. $X = \{x_i, i=1..N, N \gg 1\}$ qiymatlarining bir o'lchovli vektori ob'yektning masofa xarakteristikalarining ko'p vaqtli o'lchovlari qatori sifatida berilgan bo'lsin, bunda N - umumiy qiymatdir. bunday o'lchovlar soni. Keyin ikkita qo'shni ob'ektga tegishli bo'lgan bir o'lchovli X va Y vektorlari juftligi uchun har qanday iteratsiyada korrelyatsiya koeffitsienti ko'rsatkichlarining qiymatlarini hisoblash mumkin [4].

$$K = \frac{\sum (x_i - x)(y_i - y)}{\sqrt{\sum (x_i - x)^2 \sum (y_i - y)^2}} \quad (1)$$

va o'zaro nisbiy masofa

$$D = \frac{1}{N} \sum \frac{|x_i - y_i|}{\max(x_i, y_i)} \quad (2)$$

bu yerda, x va y X va Y vektorlari uchun namunaviy vosita bo'lib, $\max(x_i, y_i)$ esa juftlikning eng katta elementining qiymatini qaytaruvchi funksiyadir.

Ob'ektlarning o'zaro bog'liqligi qanchalik kuchli bo'lsa, korrelyatsiya koeffitsiyentining qiymati qanchalik yuqori bo'lsa va o'zaro nisbiy masofaning qiymati past bo'lishini tushunish oson. Korrelyatsiya koeffitsientidan foydalanish ko'p vaqtli o'lchovlar qiymatlarining o'xshash dinamikasiga ega bo'lgan ob'ektlarni guruhlash imkonini beradi va o'zaro nisbiy masofa ko'rsatkichi vaqt seriyalari orasidagi maksimal ruxsat etilgan farqlar uchun zarur chegarani belgilaydi.

Ta'riflangan usul bo'yicha tasvirni segmentatsiyalashning nisbatan yuqori tezligiga ob'ektni yig'ish darajasini ketma-ket oshirish orqali erishiladi. Segmentlar chegaralarining joylashuvi algoritm tomonidan maxsus nazorat qilinmaydi, shuning uchun turli xil kirish parametrlari uchun ularni amalga oshirishning aniqligi va barqarorligini baholash usulning etarlicha ob'ektiv mustaqil xarakteristikasi hisoblanadi.

Turli parametrlar bilan olingan segmentatsiya natijalarini solishtirish va o'rganishni ta'minlash uchun tahlil maydoni va kiritilgan ma'lumotlar to'plami belgilanadi. Segmentatsiya uchun belgilar sifatida vegetatsiya davrining bir qismini qamrab olgan OLI (Operational Land Imager) qurilmasi (Landsat 8) o'lchovlari asosida olingan NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) tasvirlarining vaqt seriyasi ishlatiladi [5].

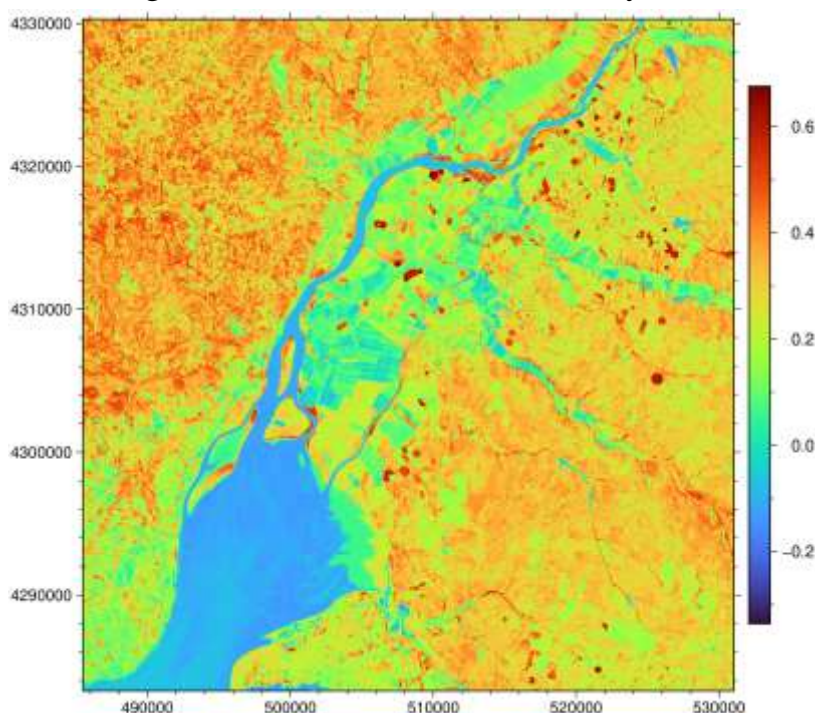
Qishloq xo'jaligi dalalari ko'pincha tor doirada himoya o'rmon zonalarini bilan o'ralgan bo'lib, ularning kattaligi keng doirada o'zgarib turadi. Har yili yirik dalalarni joriy vegetatsiya davridagi turli ekinlar egallagan kichikroq maydonlarga bo'lish amaliyoti qo'llaniladi. Ekinlarning holatini to'g'ri va tezkor baholash va hosildorlikni

bashorat qilish uchun bir xil ekin ekilgan bir hil uchastkalarining chegaralarini o'z vaqtida olish talab etiladi.

Har bir mintaqa bo'yicha segmentatsiya natijasining integral bahosini olish uchun yuqorida ko'rsatilgan tarzda tashkil etilgan uchlik mos yozuvlar piksellaridan kvaziregulyar (kvazi muntazam) tarmoq ishlatiladi, ular avtomatik ravishda sinovni bir tekisda qoplaydigan oddiy tarmoq tugunlariga imkon qadar hududni yaqin tanlaydi.

Segmentatsiya natijasiga bevosita ta'sir ko'rsatadigan ikki erkinlik darajasi mavjud bo'lganligi sababli, chiqish sifatida uch o'lchovli grafikni olish orqali chegaralar pozitsiyasining to'g'riligini bir vaqtning o'zida ikkita parametrga bog'liqligini tahlil qilish mumkin. Biroq, bu natija ortiqcha va ma'lumotga ega bo'lmagan holda ko'rinadi, chunki usul ko'p jihatdan umumiy masofa ko'rsatkichi qiymatlariga tayanadi va uch o'lchovli qaramlikni olish hisoblash uchun vaqt talab qiladigan vazifadir. Quyidagi 1-rasmda OLI ma'lumotlariga ko'ra, NDVI ning chiqish tasvirlari to'plamining turli vaqtdagi RGB (Red, Green, Blue) sintezi (Landsat 8) ko'rsatib o'tilgan.

Bir jinsli hududlarni aniqlash usullarining umumiy tasnifi nuqtai nazaridan, tavsiflangan yondashuv suv havzasi bo'yicha segmentatsiyaga eng yaqin, chunki u "drop of vater principle" amalga oshiradi, ammo u qo'llagan juftlik ko'rsatkichlari shuni anglatmaydi. Lokal minimal va mutlaq gradientlarning mavjudligi, segmentatsiyaning ushbu turiga tayanadigan ushbu ko'rsatkichlarning qiymatlari hisoblanadi. Ba'zi boshqa segmentatsiya usullari graf nazariyasidan olingan yondashuvlardan, xususan, graflarni kesish usulidan ham foydalanishi mumkin [6].



1-rasm. OLI ma'lumotlariga ko'ra, NDVI ning chiqish tasvirlari to'plamining turli vaqtdagi RGB sintezi (Landsat 8)

Ta'riflangan segmentatsiya usuli sun'iy yo'ldosh ma'lumotlarini operativ tahlil qilish uchun avtomatik algoritmlarda, xususan, kuzgi va bahorgi ekinlar va ishlatilgan haydaladigan yerlarning holatini aniqlash va baholashda qo'llaniladi. Yo'qotilgan qiymatlar mavjud bo'lganda segmentatsiya chegaralarini o'rnatishning tavsiflangan imkoniyati segment piksellari o'rtasidagi spektral-vaqt munosabatlariga asoslangan vaqt seriyalarida yetishmayotgan o'lchovlarni hisoblash va tiklash imkonini beradi, bu ayniqsa amaliy ishlarda foydalaniladi. Foydalaniladigan ekin maydonlarini xaritalash uchun yuqori fazoviy o'lchamdagi rekonstruksiya qilingan vaqt qatorlaridan foydalanish mumkin bo'ladi. Usulni to'g'ridan-to'g'ri qurish jarayonida segmentatsiya chegaralarining o'rnini aniqlashtirish orqali takomillashtirish, aniqlikni baholash mumkin, algoritmnining umumiy tezligi esa usulni ishlab chiqishning ustuvorligi bo'lib qoladi.

Adabiyotlar:

1. Dey, V. A review on image segmentation techniques with remote sensing perspective / V. Dey, Y. Zhang, M. Zhong // Proceedings of the International Society for Photogrammetry and Remote Sensing Symposium (ISPRS), TC VII Symposium. – 2010. – Vol. XXXVIII, Part 7A. – P. 31-42.
2. Sarmah, S. A grid-density based technique for finding clusters in satellite image / S. Sarmah, D.K. Bhattacharyya // Pattern Recognition Letters. – 2012. – Vol. 33, Issue 5. – P. 589-604. – DOI: 10.1016/j.patrec.2011.11.021.
3. Барталёв, С.А. Анализ возможностей применения методов сегментации спутниковых изображений для выявления изменений в лесах / С.А. Барталёв, Т.С. Ховратович // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2011. – Т. 8, № 1. – С. 44-62.
4. Rashedi, E. A hierarchical clusterer ensemble method based on boosting theory / E. Rashedi, A. Mirzaei // Knowledge-Based Systems. – 2013. – Vol. 45. – P. 83-93. – DOI:10.1016/j.knosys.2013.02.009.
5. Bartalev SA, Plotnikov DE, Loupian EA. Mapping of arable land in Russia using multi-year time series of MODIS data and the LAGMA classification technique. Remote Sensing Letters 2016.7(3): 269-278.DOI:10.1080/2150704X.2015.1130874.
6. Plotnikov DE, Kolbudaev PA, Bartalev SA, Loupian EA. Automated annual cropland mapping from reconstructed time series of Landsat data [In Russian]. Sovremennye Problemy Distantionnogo Zondirovaniya Zemli iz Kosmosa 2018. 15(2):112-127. DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-2-112-127.