

IQLIM O'ZGARISHINI ANIQLASHDA MASOFADAN ZONDLASH USULIDAN FOYDALANISH

*¹Atamuratov T., ²Karajanov B., ²Nietullayeva S.,
³Madetov D., ³Eshbaev M., ²Berdimbetov T.*

*¹Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari
universiteti Nukus filiali, magistr*

*²Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari
universiteti Nukus filiali, oqituvchi*

*³Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari
universiteti Nukus filiali, talaba*

Masofadan zondlash yer va atrof-muhit haqida tegishli ma'lumotlarni olishning eng keng tarqalgan usullaridan biridir. Buni "ob'ekt yoki hodisa to'g'risidagi ma'lumotlarni ob'ekt bilan fizik aloqa qilmasdan va shu tariqa joylarda kuzatishdan farqli o'laroq, ayniqsa Yer yuzasida, shu jumladan atmosfera va okeanlarda tarqalish asosida ma'lumot olish" deb ta'riflanish mumkin [1]. "Masofadan zondlash" atamasi birinchi marta 1960-yillarning boshlarida Yerni uzoqdan kuzatishning har qanday vositalarini tasvirlash uchun ishlatilgan, ayniqsa o'sha paytda ishlatiladigan asosiy sensor bo'lgan aerofotosuratda qo'llanilgan. Bugungi kunda jadal texnologik taraqqiyot natijasida biz muntazam ravishda sayyoramiz yuzasini turli platformalar: past balandlikdagi uchuvchisiz uchish apparatlari (UAV), samolyotlar va sun'iy yo'ldoshlar orqali o'rganamiz. Yerning quruqlik landshaftlari, okeanlar va muz qatlamlarini kuzatish masofadan zondlash texnikasining asosiy maqsadini tashkil etadi [2].

Faol (sintetik diafragma radar, LiDAR) va passiv (optik va termal diapazon, multispektral va giperspektral) datchiklar orqali amalga oshiriladigan masofadan zondlash qurilmalari quruqlik va okean jarayonlari haqida turli xil ma'lumotlarni taqdim etadi. Kengroq kontekstda masofadan zondlash faoliyati jismoniy asosdan masofadan ma'lumot olish, sensor tizimini amalga oshiradigan platformalarning ishlashi va keyinchalik ma'lumotlarni yig'ish, saqlash va sharhlashgacha bo'lgan keng ko'lamli jihatlarni o'z ichiga oladi. Keyin masofadan to'plangan ma'lumotlar tegishli ma'lumotlarga aylantiriladi, ular turli xil potentsial foydalanuvchilarga taqdim etiladi: fermerlar, o'rmonchilar, baliqchilar, gidrologlar, geologlar, ekologlar, geograflar va boshqalar.

Yerni kuzatish ma'lumotlaridan foydalanish bir qator texnologik muammolarni keltirib chiqaradi:

- Sun'iy yo'ldosh ma'lumotlarini in situ yoki korxonada ma'lumotlari bilan birlashtirilganda
- Ma'lumotlarni tushunish, tanlash, yuklab olish, saqlash va qayta ishlashda

- Bir qator ilmiy va texnik ko'nikmalar va ishchi kuchidan foydalanishda
- Petabayt ma'lumotlarni yuklash va saqlashda
- Yuqori samarali ishlov berish imkoniyatlarini ishga tushirilganda.

Yerni kuzatishning katta ma'lumotlarga aloqasi

Yerni kuzatish bo'yicha har xil turdagi ma'lumotlar ishlab chiqarildi, bu esa katta ma'lumotlar kontseptsiyasi kontekstida sezilarli o'zgarishlarga olib keldi. Bundan tashqari, butun dunyo bo'ylab Yerni kuzatish bo'yicha aniq va dolzarb ma'lumotlar Yerni talqin qilish usulini o'zgartirmoqda. Bu juda ko'p miqdordagi masofadan zondlash ma'lumotlari bilan jihozlangan ilovalarni amalga oshirishga olib keladi. Shu munosabat bilan, masofaviy zondlash ma'lumotlarining bir nechta xususiyatlari bizga masofadan zondlash ma'lumotlarini katta ma'lumotlar deb hisoblash imkonini beradi:

Ovoz balandligi

Katta ma'lumotlar to'plamlari keng tarqalgan bo'lib qolgan turli sohalar orasida masofaviy zondlash va axborot-kommunikatsiya texnologiyalari bilan bog'liq bo'lganlar birinchi o'rinda turadi, chunki jalb qilingan ma'lumotlar to'plamlari ulkan o'lchamlarga bo'lsa bu ularning vizualizatsiyasi, tahlili va talqinini nihoyatda murakkablashtiradi [2]. Bundan tashqari, 2010 yilda butun dunyo bo'ylab sun'iy yo'ldosh kuzatuv tarmoqlarida 200 dan ortiq orbitada sun'iy yo'ldosh sensorlari [3] bo'lib, ular soniyasiga bir necha gigabayt ma'lumot oladi [3]. Hozirgi vaqtda Kopernik dasturining Sentinel missiyalarning sun'iy yo'ldoshlari va AQShning Planet sun'iy yo'ldosh operatorining tijorat bozoriga kirishi bilan kuzatuv sig'implari keskin oshdi va yillik kuzatuvlarga bir necha petabaytlarni qo'shdi. Open Geospatial Consortium (OGC) ma'lumotlariga ko'ra, hozirda butun dunyo bo'ylab kuzatuv ma'lumotlari bir ekzabaytdan oshadi.

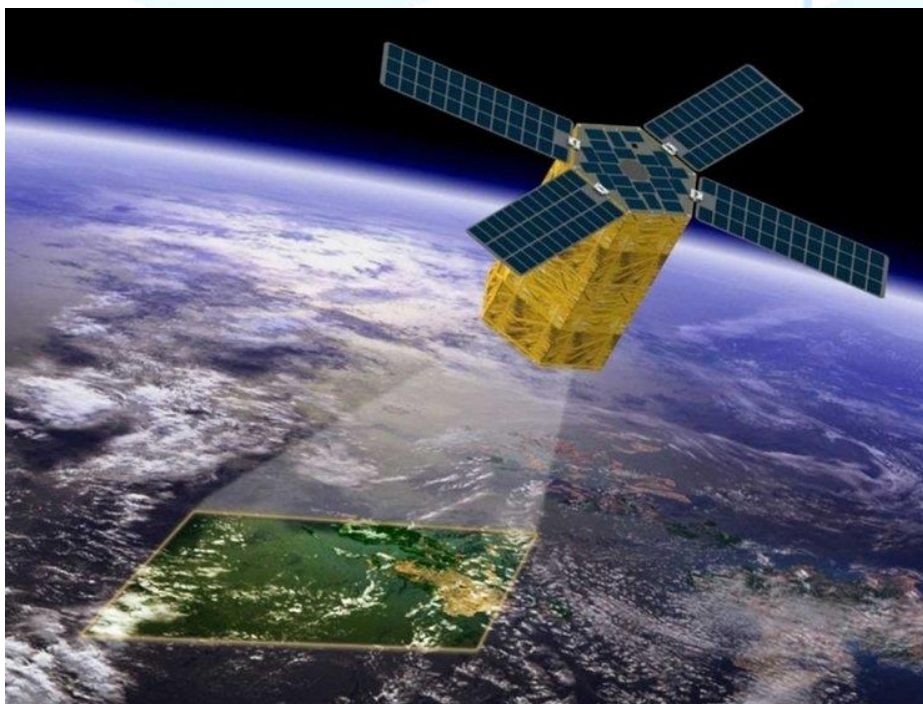
Turli xillik

Turli xillik ma'lumotlar turlari soniga ishora qiladi va masofadan zondlash ma'lumotlariga nisbatan, u sun'iy yo'ldosh sensorlari tomonidan olingan tasvirlar kabi tuzilgan ma'lumotlar bilan maxsus bog'langan bo'lishi kerak. Aniqroq aytganda, bu kontekstda xilma-xillik olingan ma'lumotlarning turli xil o'lchamlari (spektral, vaqtinchalik, fazoviy va radiometrik) bilan bog'liq. Masofaviy zondlashda ma'lumotlarining xilma-xilligi juda katta. Har xil fazoviy, vaqtinchalik, radiometrik va spektral ruxsatlarga ega 200ga yaqin sun'iy yo'ldosh sensorlari mavjud [3]. Shunday qilib, masalan, sun'iy yo'ldoshlar orbital balandliklar, optika va olish usullarining keng doirasiga ega. Olingan tasvirlar juda tor qamrovli maydonlar bilan 1 m yoki undan kamroq juda nozik ruxsatlarda (tafsilotning nozik darajasida) bo'lishi mumkin yoki tasvirlar ancha kattaroq bo'laklarga ega bo'lishi va juda qo'pol piksellar sonida (>1 km) butun qit'alarni qamrab olishi mumkin. Bundan tashqari, sun'iy yo'ldoshlar elektromagnit spektrning inson ko'zi yoki an'anaviy fotosuratlar tomonidan sezilmaydigan qismlaridan ma'lumotlarni olishga qodir sensorlar bilan jihozlangan.

Spektrning ultrabinafsha, yaqin infraqizil, qisqa to'liqli infraqizil, termal infraqizil va mikroto'liqli qismlari atrof-muhitning muhim o'zgaruvchilari haqida qimmatli ma'lumot beradi [1].

Tezlik

Tezlik kiruvchi ma'lumotlarning chastotasini va hosil bo'lishini, qayta ishlash va uzatish tezligini anglatadi. Masofadan zondlash ma'lumotlari bo'lsa, ko'pchilik sun'iy yo'ldosh sensorlarining orbital xarakteristikalari bir xil kuzatish usuli bilan Yer yuzasining bir xil maydonini muntazam ravishda takroriy qoplash imkonini beradi. Turli xil sun'iy yo'ldosh sensori tizimlarining takrorlanish davri 15 daqiqadan deyarli bir oygacha o'zgarib turadi. Bu xususiyat masofaviy zondlashni yillik vegetatsiya davridagi mavsumiy kuzatishlardan tortib er yuzasi o'zgarishini aks ettiruvchi yillararo kuzatishlargacha bo'lgan ko'p vaqtli tadqiqotlar uchun ideal hisoblanadi [2].



Rasm 1. Masofan zondlash suniy yoldosh apparati

Ma'lumotlar formatlari, saqlash va kirish

Hozirgi vaqtda masofadan zondlash tasvirlari (hozirgi vaqtda olingan va tarixiy tasvirlar) odatda raqamli formatda tarqatiladi. Raqamli tasvir - bu sensor tomonidan qabul qilingan asl nurlanishlarning raqamli ko'rinidhi bo'lib, raqamlarning 2D matritsasini tashkil qiladi. Ushbu qiymatlar tanlangan maydonning optik xususiyatlarini aks ettiradi, bu erda piksel sensorning qamrovi doirasidagi minimal fazoviy o'lchov birligini ifodalaydi [2]. Quyida masofaviy zondlash tasvirlarini kodlash va uzatish standartlari sifatida qabul qilingan fayl formatlari keltirilgan:

HDF1 fan ma'lumotlarini almashish uchun o'zini-o'zi tavsiflovchi va ko'chma, platformadan mustaqil ma'lumotlar formatidir, chunki u ko'p o'lchovli massivlar,

metama'lumotlar, rastrli tasvirlar, rang palitralari va jadvallarni o'z ichiga olgan turli xil ma'lumotlar ob'ektlarini bitta faylda saqlashi mumkin. To'plamdagi ma'lumotlar ob'ektlarining soni yoki hajmi bo'yicha hech qanday cheklov yo'q, bu katta ma'lumotlar uchun katta moslashuvchanlikni beradi.

NetCDF2, o'zini o'zi tavsiflovchi, ko'chma va kengaytiriladigan format bo'lib, hozirda iqlim modellari tomonidan keng qo'llaniladi.

JPEG 20003 tasvirni kodlash tizimi bo'lib, u to'liqini texnologiyaga asoslangan eng zamonaviy siqish usullaridan foydalanadi va juda yuqori darajadagi o'lchov va foydalanish imkoniyatini taklif etadi. Kontentni har qanday sifatda, yo'qotishsizgacha kodlash mumkin, lekin potentsial juda ko'p miqdordagi boshqa sifat va ruxsatlarda va/yoki qiziqish mintaqasi bo'yicha kirish va dekodlash, kodlash samaradorligida jiddiy pasaytirmaydi. Odatda Sentinel-2 tasvirlarini tarqatish uchun foydalaniladi.

GeoTIFF4 umumiy domen metama'lumotlar standarti bo'lib, georeferentsiya ma'lumotlarini TIFF fayliga joylashtirish imkonini beradi. Potentsial qo'shimcha ma'lumotlarga xarita proyeksiyasi, koordinata tizimlari, ellipsoidlar, ma'lumotlar va fayl uchun aniq fazoviy ma'lumotni yaratish uchun zarur bo'lgan barcha narsalar kiradi. Qizig'i shundaki, "Bulutli optimallashtirilgan GeoTIFF" (COG) - GeoTIFFga asoslangan standart - HTTP veb-serverlarida joylashgan GeoTIFF-lardan foydalanishni osonlashtirish uchun mo'ljallangan, shuning uchun foydalanuvchilar/dasturiy ta'minot fayl ichidagi qisman ma'lumotlardan foydalanishi shart emas va butun faylni yuklab olish mumkin. U HTTP diapazoni so'rovlari bilan ishlash uchun mo'ljallangan va GeoTIFF faylidagi ma'lumotlar va metama'lumotlarning ma'lum bir tartibini belgilaydi, shuning uchun mijozlar qaysi bayt oralig'ini yuklab olishlari kerakligini taxmin qilishlari mumkin. Ushbu maxsus ishlab chiqilgan ma'lumotlar formatlari ma'lumotlar miqdori unchalik katta bo'lmaganda juda yaxshi ishlaydi. Biroq, ma'lumotlar hajmi oshganda muammolar paydo bo'la boshlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Remote_sensing. Last accessed September 3, 2019.
2. Chuvieco, E. (2016). Fundamentals of satellite remote sensing: An environmental approach (2nd ed.). Boca Raton, FL, USA: CRC Press Inc.
3. NASA. (2010). On-orbit satellite servicing study. https://sspd.gsfc.nasa.gov/images/NASA_Satellite%20Servicing_Project_Report_0511.pdf
4. Heterogeneous Missions Accessibility (HMA), design methodology, architecture and use of geospatial standards for the ground segment support of earth observation missions. European Space Agency, ESA TM-21, April 2012,

- <https://esamultimedia.esa.int/multimedia/publications/TM-21/TM-21.pdf>, 2012, ISBN 978-92-9221-883-6.
5. CEOS OpenSearch Best Practice. Issue 1.2, 13/06/2017. https://ceos.org/document_management/Working_Groups/WGISS/Interest_Groups/OpenSearch/CEOS-OPENSEARCH-BPV1.2.pdf
 6. Yegizbayeva, A., Sana, I., Berdimbetov, T.T, (2022) Drought Characterisation of Syrdarya River Basin in Central Asia using reconnaissance drought index. IGARSS 2022 - 2022 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium. 17-22 July 2022 <https://10.1109/IGARSS46834.2022.9883653>
 7. Timur, B. (2023). Spatio-Temporal Variations of Climate Variables and Extreme Indices over the Aral Sea Basin during 1960 - 2017. *Trends in Sciences*, 20(12), 5664. <https://doi.org/10.48048/tis.2023.5664>
 8. A Turenliyazova, T Berdimbetov. 2023. [Relationship between climate and land cover change in Aral Sea Basin](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338606003). E3S Web Conf., Volume 386, Annual International Scientific Conferences: GIS in Central Asia – GISCA 2022 and Geoinformatics – GI 2022 “Designing the Geospatial Ecosystem” 2023. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338606003>
 9. Abdiganiev Sh. U., Abdinasirova N., Xudaynazarova M. O., & Berdimbetov T. T. (2022). Using satellite remote sensing to study of vegetation change in the Aral Sea Basin. *Uzbek Scholar Journal*, 4, 49–52. <https://www.uzbekscholar.com/index.php/uzs/article/view/51>
 10. Berdimbetov, T., Shelton, S., Pushpawela, B. et al. Use of intensity analysis and transfer matrix to characterize land conversion in the Aral Sea Basin under changing climate. *Model. Earth Syst. Environ.* (2024). <https://doi.org/10.1007/s40808-024-02019-x>