

Дәріс атауы: Ғарыштық суреттердің геометриялық қасиеттері

Мақсаты:

Бұл дәрістің мақсаты – студенттерге спутниктік суреттердің геометриялық және радиометриялық қасиеттерін, оларды түзету мен алдын ала өңдеу кезеңдерін түсіндіру. Сондай-ақ QGIS және SNAP платформаларында көпспектрлі суреттерге атмосфералық түзету, бұлт маскалау, кесу және мозаикалау әдістерін үйрету.

Негізгі сұрақтар:

1. Геометриялық және радиометриялық түзетудің негізгі айырмашылығы қандай?
2. Алдын ала өңдеудің негізгі мақсаттары мен кезеңдері қандай?
3. Сәуле шығару (radiance) мен шағылыстыру (reflectance) ұғымдарының айырмашылығы неде?
4. Атмосфералық түзету қандай әдістермен жүзеге асады?
5. Dark Object Subtraction (DOS) әдісі қалай жұмыс істейді?
6. Sen2Cor құралын қолданудың артықшылығы неде?
7. Бұлттарды маскалау және бұлтсыз композиттер жасау тәсілдері қандай?
8. QGIS және SNAP бағдарламаларында кесу (clipping) мен мозаикалау (mosaicking) қалай орындалады?
9. Географиялық байлау және геометриялық тіркеудің айырмашылығы неде?
10. Алдын ала өңдеудің ЖҚЗ деректерінің сапасына әсері қандай?

Қысқаша тезис:

Көпспектрлі спутниктік суреттерді түзету және алдын ала өңдеу процесіне арналған маңызды қадамдар. Дәл алдын ала өңдеу қашықтан зондтау деректерінің сенімділігі мен қолдану мүмкіндігін қамтамасыз ету үшін өте маңызды. Атмосфералық бұзылуларды түзету және суреттерді дұрыс туралау арқылы біз деректер сапасын жақсартып, оларды талдау мен түсіндіруге қолайлы ете аламыз.

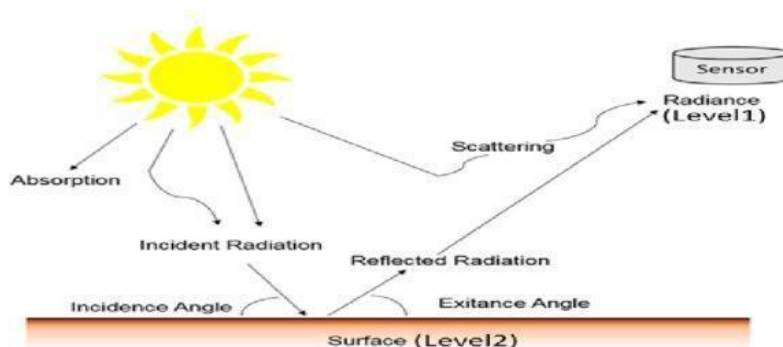
Суретті түзетудің маңызы. Көпспектрлі спутниктік суреттер атмосфера әсерінен болатын әртүрлі бұрмаланулардан жиі зардап шегеді. Бұларға шашырау, сіңіру және тұман сияқты әсерлер жатады, олар жердің нақты беткі шағылыстарын жасырып, суреттің анықтығын төмендетуі мүмкін. Суретті түзетудің мақсаты – осы қажетсіз бұрмалануларды жою, деректердің дәлдігін жақсарту және әртүрлі суреттер мен уақыт кезеңдерін бір-бірімен салыстыруға мүмкіндік беру. Алдын ала өңдеуге арналған негізгі қадамдар мыналарды қамтиды: **радиометриялық калибрлеу, атмосфералық түзету, бұлтты маскалау, геометриялық түзетулер.**

Сәуле шығару мен шағылыстырудың айырмашылығы (1-сурет)

Қашықтан зондтаудағы негізгі ұғымдардың бірі – сәуле шығару мен шағылыстыру арасындағы айырмашылықты түсіну:

• **Сәуле шығару (Radiance):** Бұл жер бетінің шағылдырған жарығы мен атмосферадағы шашыраған жарықты қамтитын, спутниктің сенсоры өлшейтін нақты жарық мөлшері.

• **Шағылыстыру (Reflectance):** Бұл жер бетіне түскен жарыққа қатысты оның шағылыстырған жарығының арақатынасы. Бұл өлшемсіз мән және ол атмосфералық әсерлерден тәуелсіз жер бетінің табиғи қасиеттерін көрсетеді.



Атмосфераның жоғарғы қабатындағы (1-деңгей) шағылысу қабілеті және атмосфераның төменгі қабатындағы (2-деңгей) жер бетінің шағылысу қабілеті (Badawi et. al., 2019)

Алдын ала өңдеудің мақсаты

Алдын ала өңдеудің мақсаты – бастапқы радиация деректерін Жер бетіндегі шағылысу деректеріне түрлендіру, бұл бақыланатын нысандардың қасиеттерін жақсырақ сипаттайды.

Атмосфералық түзету

Атмосфералық түзету алдын ала өңдеудің негізгі кезеңі болып табылады және атмосфералық шашырау мен жұтылу әсерлерін жоюға бағытталған.

Негізгі әдістер мыналарды қамтиды:

1. Қараңғы объектілерді алып тастау (DOS):

Бұл әдіс суреттегі кейбір пиксельдер (қараңғы объектілер) өте төмен шағылысуға ие деп есептейді. Әдіс барлық диапазондардан минималды радиация мәнін алып тастайды, атмосфералық шашырауды ескере отырып. Бұл әдіс көлеңкелер көп немесе төмен шағылысатын беттер үшін тиімді.

2. Радиациялық беру модельдері:

Бұл жарықтың атмосферамен әрекеттесуін модельдейтін күрделі әдістер, аэрозольдердің мөлшері, су буы мен озон концентрациясы сияқты факторларды есепке алады. Бұл модельдер дәлірек түзетулерді қамтамасыз етеді, бірақ егжей-тегжейлі атмосфералық деректерді қажет етеді.

3. Sen2Cor өңдеушісі:

Sentinel-2 суреттеріне арналған Sen2Cor құралы атмосфералық, рельефтік және циррустық түзетулер жүргізеді, нәтижесінде жер бетінің шағылысуын (Level-2A) қамтитын өнімдер жасайды. Бұл құрал сондай-ақ аэрозольдердің оптикалық қалыңдығы мен су буы карталары сияқты қосымша қабаттарды ұсынады, олар кейінгі талдаулар үшін пайдалы болуы мүмкін.

Бұлттарды маскалау оптикалық суреттер үшін маңызды, өйткені бұлттар төмендегі жер бетін жабады. Бұлтты аймақтарды анықтап, оларды талдаудан алып тастау нәтижелердің дәлдігін арттырады.

Бұлттарды маскалаудың әдістері:

- Қолмен маскалау:

QGIS немесе SNAP сияқты бағдарламалар арқылы пайдаланушылар визуалды тексеру негізінде бұлтты аймақтарды қолмен белгілей алады.

- Автоматты маскалау құралдары:

QGIS Cloud Masking Plugin немесе SNAP Masks Manager сияқты құралдар бұлттарды анықтау үшін алдын ала белгіленген шектерді қолдана отырып, автоматты түрде бұлт маскаларын жасай алады.

Бұлтсыз композиттер көбінесе бірнеше суреттерді біріктіру арқылы жасалады, ең аз бұлтты пикселдерді таңдап, зерттеу аймағының толық, анық көрінісін құрайды. Диапазон жиынтықтары пайдаланушыларға көпдиапазонды растрлық суретке қай спектралды диапазондарды қосу керектігін анықтауға мүмкіндік береді, деректер жиынтығын нақты талдау қажеттіліктеріне бейімдейді. Кесу (Clipping) және мозаикалау (Mosaicking) өңдеу аумағын нақтылау үшін қолданылады:

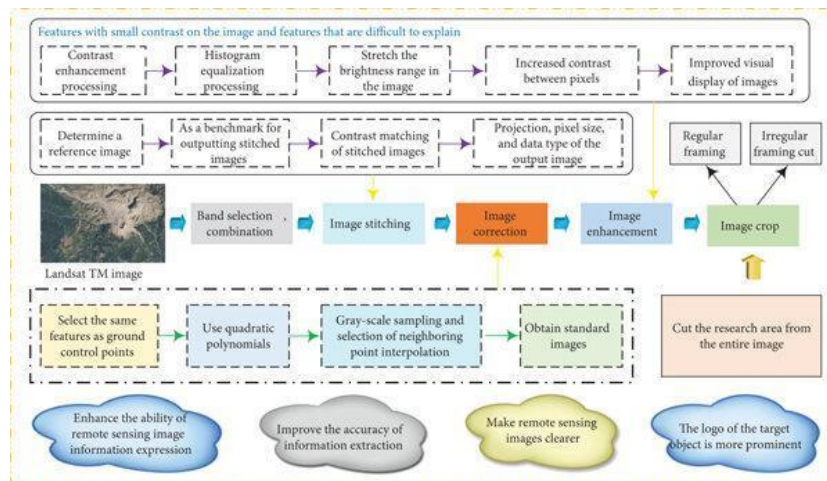
- Кесу: Белгілі бір аймаққа негізделген суреттің кіші жиынтығын шығарады, файл көлемін азайтып, талдауды маңызды аумаққа бағыттайды.

- Мозаикалау: Бірнеше растрлық суреттерді біртұтас, үздіксіз суретке біріктіреді, бұл үлкен аумақтарды саңылаусыз қамту үшін пайдалы.

Бұл тапсырмаларды QGIS платформасындағы gdal_translate (кесу үшін) және gdal_merge (мозаикалау үшін) сияқты құралдар арқылы орындауға болады.

Географиялық байлау суретке географиялық координаттар тағайындап, оны басқа кеңістіктік деректер жиынтықтарымен дұрыс сәйкестендіреді. Бұл процесс суретте дәл орналасу ақпараты жоқ немесе деректер жиынтығында айырмашылықтар болған кезде маңызды.

Суретті тіркеу бұл процесті жетілдіріп, екі немесе одан көп суреттерді геометриялық туралайды, олардың бірдей кеңістіктік сілтеме торын бөлісуін қамтамасыз етеді. Бұл көпуақыттық талдау үшін өте маңызды, өйткені ландшафттағы өзгерістерді анықтау үшін әртүрлі күндердегі суреттердің туралығы қажет. Ресемплинг әдістері пиксель мәндерін интерполяциялау және сурет ажыратымдылығын реттеу үшін қолданылады.



Жерді қашықтан зондтау кескінін алдын-ала өңдеудің схемалық диаграммасы (Hou et al., 2022)

QGIS және SNAP құралдарын алдын ала өңдеуде қолдану
Практикада суреттерді түзету мен алдын ала өңдеуді танымал ГАЖ құралдары арқылы жүзеге асыруға болады:

1. QGIS:

o *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP) плагині Landsat және Sentinel-2 деректеріне атмосфералық түзетулер енгізуді, диапазондар орнатуды және бұлттарды маскалауды жеңілдетеді.

АРАҚАШЫҚТЫҚТАН ЗЕРДЕЛЕУ НЕГІЗДЕРІ

6-дәріс

○ QGIS ортасында геореференциялау, кесу және мозаика жасау сияқты әрекеттерді GDAL негізіндегі құралдар арқылы тиімді орындауға болады.

2. SNAP:

○ SNAP-тың Sen2Cor процессоры Sentinel-2 деректерін түзетуге арнайы арналған, талдауға дайын жоғары сапалы шағылысу өнімдерін қамтамасыз етеді.

○ SNAP ішіндегі *Masks Manager* құралы бұлт маскаларын жасауға және қолдануға мүмкіндік береді, деректердің дәлдігін арттырып, бұлтты аймақтарды алып тастайды.

Бұл құралдар көпспектрлі суреттерді дайындауда сенімді мүмкіндіктер ұсынады, оларды Жерді бақылау жобаларында таптырмас етеді.

Көпспектрлі спутниктік деректерді алдын ала өңдеу – бұл қашықтан зондтаудағы талдаудың сенімділігі мен үйлесімділігін қамтамасыз ететін маңызды қадам. Атмосфералық әсерлерді түзетулер енгізу, бұлттарды маскалау және суреттерді дәл туралау арқылы деректер сапасын жақсартуға болады. QGIS және SNAP сияқты бағдарламалық құралдарды қолдану бұл процестерді оңтайландырып, Жерді бақылау қолданбаларының дәлдігі мен тиімділігін арттырады.

Бақылау сұрақтары:

1. Қашықтан зондтауда радиация мен шағылысудың айырмашылығы неде?
2. Суреттерді алдын ала өңдеудегі атмосфералық түзетудің мақсатын сипаттаңыз.
3. Dark Object Subtraction дегеніміз не және ол қашан қолданылады?
4. Sen2Cor құралы Sentinel-2 суреттерін талдау үшін қалай жақсартады?
5. Көпспектрлі деректерді алдын ала өңдеудегі бұлт маскалаудың рөлі қандай?
6. Растрлық суреттерді өңдеуде кесу мен мозаика жасаудың қандай артықшылықтары бар?
7. Спутниктік суреттермен жұмыс істегенде геореференциялау не үшін маңызды?
8. Қашықтан зондтауда суреттерді түзету мен алдын ала өңдеуге арналған қандай құралдар жиі қолданылады?

Ұсынылатын әдебиеттер тізімі:

1. ESA Sentinel-2 Toolbox. (2024). *Sen2Cor Processor Overview*. Retrieved from <https://step.esa.int/main/snap-supported-plugins/sen2cor>.
2. QGIS Documentation. (2023). *Semi-Automatic Classification Plugin Guide*. Retrieved from https://docs.qgis.org/3.16/en/docs/user_manual/.
3. Chavez, P. S. (1996). *Image-Based Atmospheric Corrections Revisited and Improved*. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 62(9), 1025-1035.
4. GDAL Documentation. (2024). *Raster Data Processing Tools*. Retrieved from <https://gdal.org/>.
5. Badawi, M., Helder, D., Leigh, L., & Jing, X. (2019). Methods for Earth-Observing Satellite Surface Reflectance Validation. *Remote Sensing*, 11(13), 1543. <https://doi.org/10.3390/rs11131543>
6. Hou, J., Wang, J., Qin, T., Liu, S., Zhang, X., Yan, S., Li, C., & Feng, J. (2022). Attribution identification of terrestrial ecosystem evolution in the Yellow River Basin. *Open Geosciences*, 14(1), 1–14. <https://doi.org/10.1515/geo-2022-0385>