

APRIL 27-28, 2023

ЕРНИ МАСОФАДАН ЗОНДЛАШДА ТАСВИРЛАРНИ СЕГМЕНТЛАШ  
МАСАЛАЛАРИ

Тожибоев Бобомурод Мамитжанович

Андижон давлат университети

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7861768>

**Аннотация.** Ушбу мақолада ерни масофадан зондлаш натижасида олинган аэрокосмик мултиспектрал тасвирларни сегментациялаш муаммосини ҳал қилишга бағишланган. Ундан ташқари тасвир сегментацияси муаммосини ҳал қилишнинг учта энг кенг тарқалган ёндашувлари келтирилган: чегарани белгилаш, ҳудудларни кенгайтириш ва бўсага сегментацияси, ҳамда алоҳида каналлар маълумотлари ёки уларнинг турли комбинацияларидан фойдаланган ҳолда бир қатор муаммоларни ҳал қилиш ёндашувлари ҳам кўриб чиқилган.

**Калит сўзлар:** тасвир сегментацияси, масофадан зондлаш, тасвирни қайта ишлаш, мултиспектрал тасвирлар, спектрал каналлар, тасвир бинаризацияси, бўсага сегментацияси.

Ҳозирги вақтда ерни масофадан зондлаш сунъий йўлдошларидан олинган маълумотларни қайта ишлашга қизиқиш ортиб бормоқда. Ушбу маълумотлар турли муаммоларни ҳал қилиш учун ишлатилиши мумкин: тупроқ, сув ҳавзалари ва ўсимликларнинг ҳолатини мониторинг қилиш; ўрмон ёнғинларини аниқлаш; ўрмонларни қайта тиклаш тадбирлари самарадорлигини мониторинг қилиш ва баҳолаш; табиатдан фойдаланишни назорат қилиш (ўрмонларни кесиш, қарерлар қуриш, ноқонуний чиқиндихоналар, табиий ресурсларни қазиб олишда оқилоналикни баҳолаш ва бошқалар); геохариталарни яратиш; муҳофаза қилинадиган ҳудудлардаги объектларни инвентаризация қилиш; қурилиш объектларининг мониторинги ва бошқалар. Тасвирни қайта ишлашнинг турли усуллари муайян муаммони ҳал қилишни тезлаштиришга имкон беради ва баъзи ҳолларда бу жараёни тўлиқ автоматлаштиради. Масалан, инвентаризация муаммосини ҳал қилиш тасвирдаги объектларни топиш ва таниб олиш муаммосини ҳал қилишга қисқартирилиши мумкин. Ўрмонларни кесишни назорат қилиш вазифаси ўрмон майдонларини таққослаш вазифасига қисқартирилиши мумкин, бу эса тасвирдаги ўрмонларни автоматик танлашни талаб қилади, бу сегментация усуллари ёрдамида амалга оширилиши мумкин [1].

Тасвирни сегментациялаш – тасвирни қайта ишлаш жараёни бўлиб, бунинг натижасида у қандайдир тарзда бир жинсли белгиларга эга бўлган кўплаб сегментларга (суперпикселлар деб аталади) бўлинади. Одатда бу белгилар визуал хусусиятлар, кўпинча ранглар бўлади. Якуний тасвирдаги сегментлар объектларга, сегментлар чегаралари эса объектлар чегараларига мос келади деб тахмин қилинади. Сегментация натижасида тасвирнинг кейинги таҳлили пикселлар даражасида эмас, балки танланган суперпикселлар даражасида, яъни объектлар даражасида содир бўлади. Бундай жараёнларда учта асосий каналга (RGB) қўшимча равишда қўшимчалари мавжуд бўлган тасвирлар мултиспектрал деб аталувчи манба қўлланилади. Масофадан зондлаш ер юзаси, атмосфера ва океанларни ўрганиш учун қимматли воситадир. Масофавий зондлашнинг асосий қўлланмаларидан бири тасвирни сегментациялаш бўлиб, у тасвирни ҳар бири алоҳида объект ёки қизиқиш

APRIL 27-28, 2023

худудини ифодаловчи бир нечта сегментларга бўлишни ўз ичига олади. Бирок, масофадан зондлашда тасвирни сегментациялаш турли омиллар туфайли қийин бўлиши мумкин, жумладан: Спектрал ўзгарувчанлик: ер юзаси ўзининг акс эттириш хусусиятларига кўра жуда ўзгарувчан бўлиб, бу турли материаллар ёки ер қоплами турларини ажратишни қийинлаштириши мумкин. Шовқин ва бузилишлар: масофавий зондлаш платформалари томонидан олинган тасвирларга шовқин ва бузилишлар таъсир қилиши мумкин, бу эса объектларни аниқ аниқлаш ва сегментлашни қийинлаштириши мумкин. Масштаб: масофавий зондлаш платформалари томонидан олинган тасвирлар кенг майдонларни қамраб олиши мумкин, бу эса кичик бинолар ёки дарахтлар каби турли микёсдаги объектларни аниқлашни қийинлаштиради. Ёритиш ўзгаришлари: куннинг турли вақтларида ёки турли об-ҳаво шароитида олинган тасвирлар ёруғликнинг турли даражаларига эга бўлиши мумкин, бу эса объектларни аниқ сегментлашни қийинлаштириши мумкин. Булутли қоплама: булутлар тасвирнинг қисмларини яшириши мумкин, бу эса объектларни бу соҳаларда аниқ сегментлашни қийинлаштиради. Чекланган ўқув маълумотлари: баъзи ҳолларда маълум бир минтақа ёки ер қоплами тури учун чекланган ўқув маълумотлари мавжуд бўлиши мумкин, бу эса объектларни аниқ сегментация қилишни қийинлаштиради. Одатда, кўринмас каналларни қайта ишлашнинг иккита усули мавжуд. Биринчиси, ушбу каналлардан олинган маълумотлар кўринадиган спектрга айлантирилмасдан, унинг соф шаклида қайта ишланиши мумкин. Иккинчи ёндашув - кўринмас каналлар кўринадиганларга айлантирилади. Яъни янги RGB тасвирини (псевдо-рангли тасвир) яратиш ёки асл каналдаги кўринадиган каналларнинг интенсивлигини ўзгартириш мумкин бўлади. Натижада, фойдаланувчи янги тасвирда ўзига керакли маълумотларни мустақил равишда баҳолаши мумкин. Бундай трансформация битта канал учун ҳам, бир вақтнинг ўзида бир нечта каналлар учун ҳам қўлланилиши мумкин. Ушбу канал ёки бошқа каналларни бирлаштириб, турли соҳаларда қўлланилиши мумкин бўлган натижаларга эришиш мумкин. Олинган тасвирда жинсларнинг таркибини, тупроқ намлигини таҳлил қилишни, атмосфера ҳолатини, ўсимликларнинг ҳолатини, сув ҳавзаларининг ҳолатини, қишлоқ хўжалиги экинларининг зараркунандалар билан юқишини ва бошқаларни билиб олиш мумкин бўлади [2].

Жадвал 1.

Спектрал каналлар ва уларнинг қўлланилиши

Спектрал каналнинг номи ва тўлқин узунлиги, микрон (µm)	Сунъий йўлдош маълумотларини ерни масофадан зондлашда ва бошқа дастурларда қўллаш
Кўринадиган кўк-бинафша 0,42–0,55	Олинган маълумотлар океанографик дастурлар ва масофадан зондлаш маълумотларини атмосфера коррекцияси учун, хусусан, баъзи кўкаламзорлаштириш индексларини ҳисоблашда ишлатилади.
Кўринадиган кўк 0,45–0,52	Зона қирғоқлар, батиметрия, чўкиндиларни намоёиш қилиш учун мўлжалланган; тупроқни ўсимликлардан ва баргли игнабаргли флорадан фарқлаш, ўрмон турларини хариталаш, сунъий тузилмаларни аниқлаш. Структуравий жинслар яхши

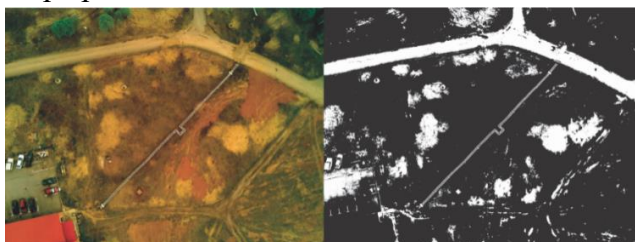
**INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNICAL CONFERENCE  
“DIGITAL TECHNOLOGIES: PROBLEMS AND SOLUTIONS OF PRACTICAL  
IMPLEMENTATION IN THE INDUSTRY”**

APRIL 27-28, 2023

	парчаланган (масалан, сланецлар, фосфатлар, эвапоритлар, эвапоратлар)
Кўринадиган яшил 0,52–0,60	Зона яшил (соғлом) ўсимликларнинг максимал акс эттириш коэффициентига тўғри келади ва ўрмон инвентаризация (таксация) қилиш учун ишлатилади. Бундан ташқари, лойқа сувларда чўкинди ва чўкинди концентрациясини хариталаш учун ишлатилади.
Кўринадиган қизил 0,63–0,69	Зона ўсимликларнинг кўп навларини ажратиш учун зарур бўлади, чунки унда хлорофилл сингдириш гуруҳи мавжуд. Шунингдек, у тупроқ чегараларини ва геологик чегаралашни (конлар, руда таналари, нефт конлари) аниқлаш учун ишлатилади.
Инфрақизилга яқин 0,76–0,90	Зона ўсимлик биомассаси миқдорига айниқса жуда сезгир. Бу тупроқларни аниқлаш, ҳосилдорликни баҳолаш, шунингдек, ердаги сув ҳавзаларининг қирғоқларини аниқлаш учун фойдалидир. Нефт маҳсулотлари билан ифлосланган ўсимликлар, шунингдек, "қизил чегара"да ўлчанадиган силжишни кўрсатиши мумкин.

RGB тасвирларини қайта ишловчи сегментация алгоритмларининг кўпчилиги учта асосий усулдан бирининг модификацияси билан ишлайди. Бу модификациялар: чегарани белгилаш, ҳудудларни кенгайтириш ва бўсаға сегментацияси.

Биринчи ёндашув шундаки, пикселлар ёрқин белгилар бўйича гуруҳларга бирлаштирилган. Агар пикселнинг ёрқинлиги белгиланган чегаралар ичида бўлса, у ҳолда пиксел белгиланган синфга тегишли бўлади. Ушбу чегаралар қайта ишланган тасвирнинг хусусиятларидан келиб чиққан ҳолда ўрнатилиши ва ҳисобланиши мумкин. Тасвирнинг бинаризацияси бўсаға сегментациясининг алоҳида ҳолатидир. 1-расмда бўсаға сегментацияси бўйича тасвирни қайта ишлаш натижасини кўрсатади, бу ерда танланган сегментлар сони иккитадир. Олинган тасвирда чўл ҳудудлари оқ рангда, сув ҳавзалари, ўсимликлар ва қоялар эса қора рангда белгиланган деб тахмин қилишимиз мумкин [3].



1-расм Асл расм (чапда) ва бўсаға сегментацияси билан ишлов бериш натижасида олинган тасвир (ўнгда)

Ҳудудларни кенгайтириш бўйича сегментлашда дастлаб бошланғич пиксел танланади. Унинг қўшни пикселлари кўриб чиқилади ва уларнинг бир жинслилиги таҳлил қилинади, бунинг асосида маълум бир пикселни маълум бир сегментга киритиш ёки янгисини яратиш тўғрисида қарор қабул қилинади. Шундай қилиб, сегментациянинг якуний натижаси пикселларни алоҳида сегментларга бирлаштириш орқали олинади. Кўпинча, сегментлар бирлаштирилгандан сўнг, ҳосил бўлган сегментлар бир жинслилик учун текширилади ва агар ҳудуд бир жинсли ҳолатда бўлмаса, сегментларнинг ҳар бири

бир жинслилик мезонини қондирмагунча у кичикроқ қисмларга бўлинади. Ушбу ёндашувда ишлатиладиган энг машхур алгоритмлардан бири  $k$ -ўртача ( $n$  та яқин қўшнилар,  $k$ -nearest neighbour) алгоритмидир. Бу шундан иборатки, биринчи навбатда, ҳар бир объектнинг (кластер) марказий пикселлари танланади, сўнгра ҳудудлар ушбу пикселлар томонидан кенгайтирилади. Алгоритмнинг ишлаш услуби шундан иборатки, у кластер нукталарининг ушбу кластерларнинг марказларидан умумий квадрат оғишини минималлаштиришга интилади. Бу итератив алгоритм бўлиб, берилган пикселлар тўпламини  $k$  кластерга ажратади, уларнинг нукталари марказларига имкон қадар яқин бўлади ва кластернинг ўзи бир хил марказларнинг силжиши туфайли содир бўлади. Ҳудудларни кенгайтириш орқали тасвирни қайта ишлаш мисоли 2-расмда кўрсатилган. Асл тасвирда 5 турдаги ҳудудлар аниқланган бўлиб, кейинчалик ҳудудларда кенгайтириш кузатилади [4].



2-расм. Ҳудудларни кенгайтириш орқали тасвирни қайта ишлаш натижаси

Чегарани танлаш орқали сегментлашда градиент оператори ишлатилади. Кейин бўсаға билан ажратиш амали бажарилади. Олдинги босқичларда олинган чегара пикселлари ёпиқ эгри чизиқларга уланган бўлиб, уларни сегментлар (ҳудудлар) чегаралари деб ҳисоблаш мумкин. Тасвир сегментациясига санаб ўтилган ёндашувлар фаол равишда кенгайтирилмоқда ва такомиллаштирилмоқда [5].

Yuan, Vang ва Li ёрқинлик маълумотлари ва текстура маълумотларидан фойдаланадиган усулни тақдим қилди. Тасвирнинг маълум бир қисми (ойна)  $W^{(\alpha)}$  ва  $H_w^{(\alpha)}$  филтрлари тўплами учун ўзгартирилган тасвирни ҳисоблаш мумкин.  $W^{(\alpha)}$  тасвири учун  $H_w^{(\alpha)}$  мос гистограммасини олиш мумкин бўлади.  $H_w$  спектрал гистограммаси турли филтрларнинг гистограммаларининг бирлашуви сифатида олинади:

$$H_w = \frac{1}{|W|} (H_w^{(1)}, H_w^{(2)}, \dots, H_w^{(K)}) \quad (1)$$

бу ерда,  $|W|$  кувватни билдиради. Спектрал гистограмма филтрлар орқали локал моделларни ҳам, гистограмма ёрдамида глобал моделларни ҳам тавсифлайди. Амалдаги чизиқли филтрлар тасвирнинг фазовий хусусиятларини яхшилади. Ҳар бир локал пиксел учун ва бутун тасвир учун гистограммалар билан бирлаштирилган маҳаллий спектрал гистограммалар ёрдамида спектрал ҳамда текстура хусусиятлари ҳисоблаб чиқилади. Ҳар бир хусусият бир нечта хусусиятларнинг чизиқли бирикмаси сифатида

**APRIL 27-28, 2023**

қаралади, уларнинг ҳар бири сегментга мос келади. Сегментацияга пикселларни маълум бир сегментга киритиш (чиқариш) тўғрисида қарор қабул қилишга ёрдам берадиган бирлаштирилган оғирликлар баҳоси берилади. Муаллифлар тўғри танланган филтрлар билан спектрал гистограмма текстурани олиш учун етарли шарт эканлигини кўрсатди [6].

Масофадан зондлаш тасвирларидан маълумотларни қайта ишлашнинг замонавий усуллари нафақат объектни тавсифлашга имкон беради (масалан, ўсимлик), шунингдек, уни таснифлаш мумкин бўлади (игнабаргли ўрмон, баргли ўрмон, буталар ёки ўтлар). Шундай қилиб, мултиспектрал тасвирларни сегментация қилиш муаммосини ҳал қилиш куйидаги мақсадларда ишлатилиши мумкин: сув омборларининг ифлосланишини аниқлаш (шу жумладан сиртдаги нефт тўкилишини аниқлаш); маълум бир ҳудудда ўрмон турлари ва уларнинг нисбатларини аниқлаш; тупроқ ва ўсимлик шароитларини аниқлаш; карьерлар ва уларнинг ўлчамлари аниқлаш; қурғоқчиликни прогнозлаш ва ҳоказо. Шунингдек, сегментация натижасида ўсимликлардаги намлик миқдори камайган жойларни аниқлаш мумкин, бу уларнинг қуришига олиб келади. Бу миқдорни кўз билан аниқлаш қийин, бундан ташқари, баъзида қишлоқ хўжалиги майдонлари жуда кенг эканлигини ва уларни тўлиқ текшириш мумкин эмаслигини ҳисобга олиш керак. Керакли маълумотларни ўз вақтида олиш (ифлосланиш, ботқоқланиш, қуритиш, чўлланиш ва ҳоказо) ва ҳали юзага келмаган муаммони бартараф қилиш чораларини кўриш салбий оқибатларнинг камайишига олиб келади [7].

Ҳозирги кунда тасвирни қайта ишлаш соҳасида тасвирни сегментация қилиш вазифаси жуда долзарб вазифадир. Ушбу муаммони ҳал қилиш масофадан зондлаш тасвирларидан олинган маълумотларни таҳлил қилишни тезлаштириш имконини беради. Ҳозирда учта спектрал диапазондан фойдаланган ҳолда тасвирни қайта ишлаш усуллари кенг қўлланилмоқда. Аммо фақат учта каналдан фойдаланиш ҳар доим ҳам керакли натижага олиб келмаслиги мумкин, чунки паст контрастли жойлар кўпинча масофадан зондлаш тасвирларида учрайди. Сегментация муаммосини муваффақиятли ҳал қилиш учун кўринадиган диапазондан ташқарида олинган маълумотларни ҳисобга олган ҳолда ҳудудларнинг бир жинслилигининг янги белгиларини шакллантириш керак. Тасвирни таҳлил қилишнинг янги усуллари ишлаб чиқишда радиофизик ва оптик сигналларни ва уларнинг математик моделларини қайта ишлаш учун физик усулларнинг виртуал аналогларидан фойдаланиш мумкин бўлади. Кўшимча каналлардан фойдаланиш таҳлил сифатини яхшилайти, бу эса кўринадиган белгилар пайдо бўлишидан олдин ҳам муаммоларни аниқлаш имконини беради.

## **REFERENCES**

1. Ахметшина, Л. Г. Фазовая сегментация мультиспектральных слабоконтрастных изображений [Текст] / Л. Г. Ахметшина, И. М. Удовик // Искусственный интеллект. – 2011. – № 3. – С. 200–206.
2. Жиленев М.Ю. Обзор применения мультиспектральных данных ДЗЗ и их комбинаций при цифровой обра- ботке // Геоматика. 2009. № 3. С. 56–64.
3. Мультиспектральные данные ДЗЗ и интерпретация комбинаций каналов при цифровой обработке // MapExpert. URL: [http://mapexpert.com.ua/index\\_ru.php?id=12&table=news](http://mapexpert.com.ua/index_ru.php?id=12&table=news).

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND TECHNICAL CONFERENCE  
“DIGITAL TECHNOLOGIES: PROBLEMS AND SOLUTIONS OF PRACTICAL  
IMPLEMENTATION IN THE INDUSTRY”**

**APRIL 27-28, 2023**

4. Черепанов А.С. Вегетационные индексы // Геоматика. 2011. № 2. С. 98-102.
5. Gao B.C. NDWI – A Normalized Difference Water Index for Remote Sensing of Vegetation Liquid Water From Space // Remote sensing of environment. 1996. Vol. 58. No. 3. P. 257–266.
6. Fu G., Zhao H., Li C., Shi L. Segmentation for High-Resolution Optical Remote Sensing Imagery Using Improved Quadtree and Region Adjacency Graph Technique // Remote Sens. 2013. No. 5. P. 3259–3279. doi:10.3390/rs5073259.
7. Muthukrishnan R., Radha M. Edge detection techniques for image segmentation // International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT). 2011. Vol. 3. No. 6. P. 259–267.