

Object-based land cover classification of indices derived from optical and radar datasets

Jargaldalai Enkhtuya^{1,*}, Amarsaikhan Damdinsuren¹, Enkhjargal Damdinsuren¹, Tsogzol Gurjav¹

¹*Division of GIS and Remote Sensing, Institute of Geography and Geoecology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia*

*Corresponding author email: Jargaldalaie@mas.ac.mn

<https://orcid.org/0000-0002-2790-3539>

Received: 30 September 2023 / Accepted: 12 December 2023 / Published online: 28 December 2023

ABSTRACT

Since the launch of the European Space Agency's Sentinel-1 radar and Sentinel-2 optical satellites, high-resolution multisource datasets have widely been used for land cover classification and other thematic research. The aim of this study was to segment 4 different indices derived from Sentinel-1 and 2 satellite datasets using multisolution and quadtree methods, classify the land cover of the selected area using an object-based classification method, and make a comparison. As a test site, the northwestern part of Khuvsgul Lake was selected, and integrated images acquired from Sentinel-1 and 2 satellites in June 2022 were analyzed. According to the results, the overall accuracy of the classification based on the quadtree segmentation was 99.71%, while the overall accuracy of the classification based on the multisolution segmentation was 98.80%. This finding indicates that using the quadtree method provides better results in determining the land cover types of the selected area.

Keywords: *Sentinel-1, 2, Multiresolution, Quadtree, Segmentation, Classification*

Оптикийн ба радарын мэдээнээс тооцсон индексүүдийг ашиглан объектод суурилсан ангиллын аргаар газрын бүрхэвчийг ангилах

Жаргалдалай Энхтуяа^{1,*}, Амарсайхан Дамдинсүрэн¹, Энхжаргал
Дамдинсүрэн¹, Цогзол Гүржав¹

¹Газарзүй мэдээллийн систем, зайнаас тандах судлалын салбар, Газарзүй, Геоэкологийн
хүрээлэн, Шинжлэх Ухааны Академи, Улаанбаатар, Монгол

* Холбоо барих зохиогчийн цахим хаяг: Jargaldalaie@mas.ac.mn

Хүлээн авсан: 2023 оны 09 сарын 30 өдөр / Зөвшөөрөгдсөн: 2023 оны 12 сарын 12 өдөр /
Нийтлэгдсэн: 2023 оны 12 сарын 28 өдөр

ХУРААНГУЙ

Европын сансрын агентлаг Sentinel-1 радарын болон Sentinel-2 оптикийн дагуулуудыг хөөргөсөн цагаас эхлэн оронзайн өндөр шийд бүхий нийлмэл мэдээг газрын бүрхэвчийн ангилал болон бусад сэдэвчилсэн судалгаанд өргөнөөр ашиглаж байна. Судалгааны талбайгаар Хөвсгөл нуурын баруун хойд хэсгийг сонгосон бөгөөд дүн шинжилгээнд Sentinel-1, 2 дагуулаас 2022 оны 6-р сард хүлээн авсан мэдээг ашиглав. Энэхүү судалгааны зорилго нь Sentinel-1, 2 дагуулын мэдээг ашиглан тооцоолсон 4 төрлийн индексийг олон шийдэт, куодтри гэсэн 2 өөр аргаар сигментлэн, улмаар сонгосон нутгийн газрын бүрхэвчийг объектод суурилсан ангиллын аргаар ангилж, харьцуулсан дүгнэлтийг хийхэд оршино. Судалгааны хүрээнд, ургамлын нормчилсон дундаж индекс, ургамлын хөрснөөс ялгасан индекс, усны нормчилсон дундаж индекс болон радарын мэдээний туйлшралуудын харьцааг ашиглан ой, ногоон ургамал, халцгай газар, ус гэсэн ангид ангилал хийхийн тулд объектод суурилсан ангиллын аргыг дэвшүүлсэн бөгөөд холимог ангиудыг ялгах зорилгоор янз бүрийн дүрмийг зохиосон болно. Дүрмийн сан нь сонгосон анги тус бүрд тохирсон нөхцөлийг тодорхойлсон, доороосоо дээшээ шаталсан олон шатлал бүхий дүрмүүдээс бүрдэнэ. Судалгаанд ашигласан нарийвчлалын үнэлгээний дүнгээс харахад, куодтри сигментчилэл дээр суурилсан ангиллын ерөнхий нарийвчлал 99.71%, харин олон шийдэт сигментчилэл бүхий ангиллын ерөнхий нарийвчлал 98.80% байлаа. Энэ нь сонгосон нутгийн газрын бүрхэвчийг объектод суурилсан ангиллын аргаар ангилахад, куодтри аргаар сигментлэх нь илүү зохимжтой гэдгийг харуулж байгаа юм.

Түлхүүр үгс: Sentinel-1,2, Олон шийдэт, Куодтри, Сигментчилэл, Ангилал

1. ОРШИЛ

Орчин үед зайнаас тандсан олон эх сурвалжийн мэдээг боловсруулан сэдэвчилсэн үр дүнг гарган авахад уламжлалт пикселд суурилсан ангиллын аргууд, дэвшилтэд машин сургалтын аргуудаас гадна, объектод суурилсан ангиллын аргуудыг ихээхэн ашиглагдаж байна [1].

Пикселд суурилсан болон машин сургалтын аргууд нь дүрс мэдээний нэгж болох пиксел дээр тулгуурлан дүн шинжилгээ хийдэг бол объектод суурилсан ангилал нь “дүрсийн объект” гэх ижил төсөөтэй хэсэг бүлэг пикселүүдийн мэдээлэл дээр тулгуурлан ангилал хийдэг байна. Дүрсийн объект нь пикселүүдийг тэдгээрийн хэмжээ, хэлбэр, текстур, спектр шинж чанар, контекст зэрэгт тулгуурлан ижил төсөөтэй байдлаар нь нэгтгэсэн пикселүүдийн олонлог бөгөөд объект бүр нь тодорхой оронзайг илэрхийлэхээс гадна, оронзайн мэдээллийг ч мөн агуулж байдаг [2].

Объектод суурилсан ангиллын арга нь ихэнх тохиолдолд, уламжлалт ангиллын аргуудтай харьцуулахад нарийвчлал өндөртэй байгаа бөгөөд хагас автомат ангиллыг гүйцэтгэх үүрэг бүхий сигментчилэх үйл явц болон олон давталттай итератив процесс дээр тулгуурласан алгоритмыг ашигладаг [3, 4]. Сигментчилэх үйл ажиллагаа нь бодит объектуудыг бий болгох ба янз бүрийн нөхцөл бүхий дүрсийн багцуудыг ашигласнаар тэдгээрийг тодорхой ангиудад хамруулна [5].

Энэхүү судалгааны ажил нь Хөвсгөл нуурын баруун хойд хэсгийн оптикийн ба радарын мэдээг ашиглан тооцоолсон индексүүдийг олон шийдэт, куодтри гэсэн 2 өөр аргаар сигментлэн, улмаар уг нутгийн газрын бүрхэвчийг объектод суурилсан ангиллын аргаар ангилан,

үр дүнгүүдийг харьцуулан үзэх үндсэн зорилготой бөгөөд дүн шинжилгээнд, Европын сансрын агентлагийн хөөргөсөн Sentinel-1,2 хиймэл дагуулын мэдээнүүдийг ашигласан болно.

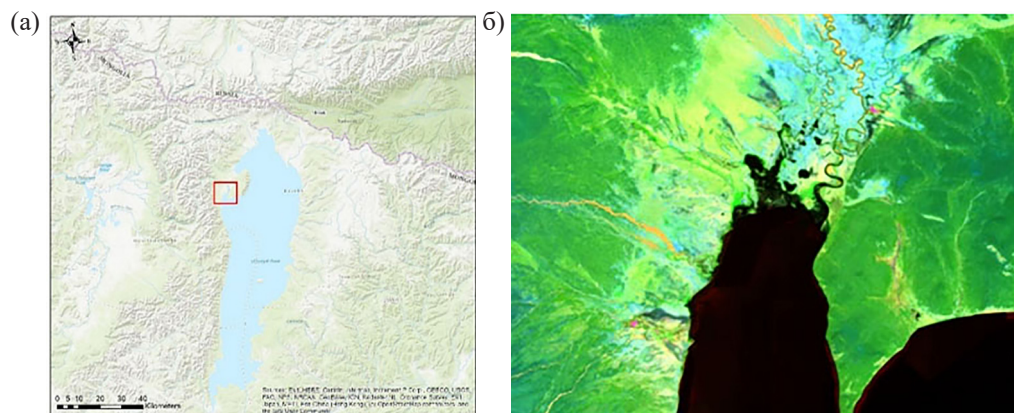
2. СУДАЛГААНЫ ТАЛБАЙ БОЛОН АШИГЛАСАН МЭДЭЭ

Судалгааны талбай болгон Хөвсгөл нуурын баруун хойд хэсгийн газар нутгийг сонгосон болно. Энэхүү нутаг нь уулын тайга, ойт хээрийн бүсийн хэв шинжтэй бөгөөд тус газар нутагт ой, ногоон ургамал, халцгай газар, ус гэсэн газрын бүрхэвчийн ангиуд зонхилно.

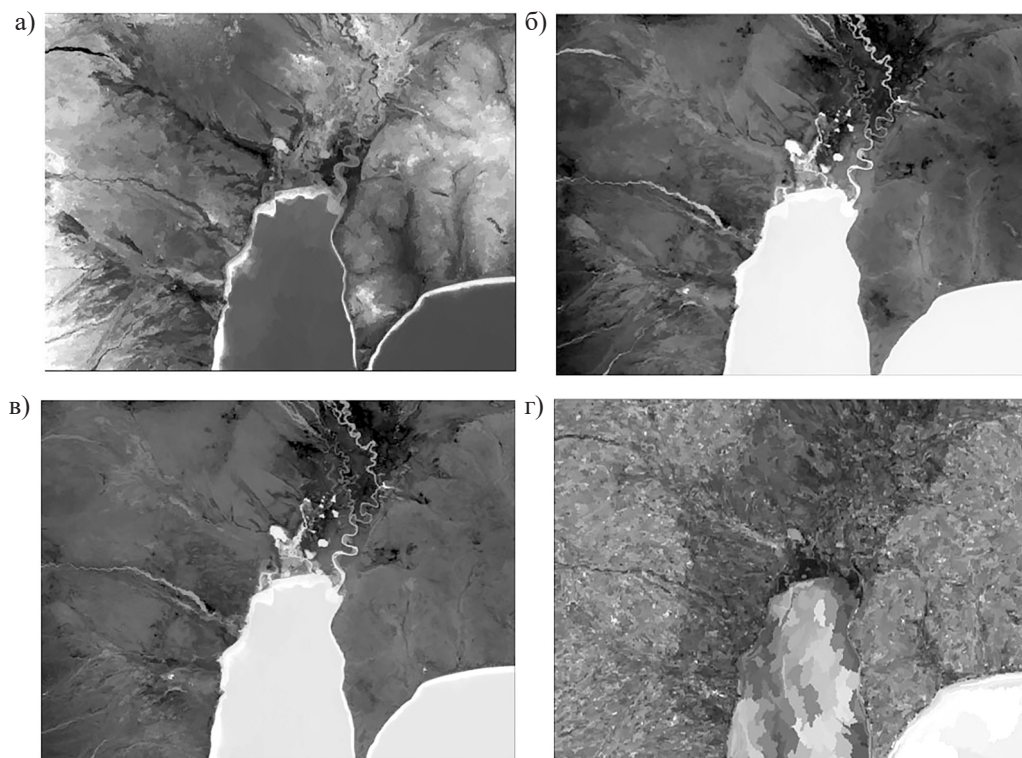
Энэхүү судалгаанд хамрагдсан нутгийн газрын бүрхэвчийн ангилалд 2022 оны 6-р сарын 11-ний өдрийн Sentinel-1, 2 дагуулын мэдээг ашиглан тооцоолсон NDVI (normalized difference vegetation index), SAVI (soil adjusted vegetation index), NDWI (normalized difference water index), радарын туйлшралуудын харьцаа зэрэг 4 индексийг ашигласан (Хүснэгт 1). Зураг 1а,б-д судалгааны талбайн байршил болон газрын бүрхэвчийн тархалтыг харуулсан Sentinel-2 дагуулын сансрын зургийг, харин Зураг 2а-г-д индексүүдийн зургуудыг тус тус харуулав.

Хүснэгт 1. Судалгаанд ашигласан индексүүд

Индексийн нэр	Томьёо
NDVI (Normalized difference vegetation Index)	$(NIR - Red) / (NIR + Red)$
SAVI (Soil adjusted vegetation index)	$((NIR - R) / (NIR + R + L)) * (1 + L)$ (L=0.5)
NDWI (Normalized difference water index)	$(Green - NIR) / (Green + NIR)$
Радарын туйлшралуудын харьцаа	VH/VV



Зураг 1. Судалгааны талбайн байршил (а), Газрын бүрхэвчийн тархалтыг харуулсан Sentinel-2А дагуулын дүрс зураг (б).



Зураг 2. Индексүүд: NDVI (а), SAVI (б), NDWI (в), VH/VV (г).

3. СУДАЛГААНЫ АРГАЗҮЙ

Оптикийн болон радарын мэдээг ашиглан газрын бүрхэвчийг ангилахын тулд нэгдүгээрт сувгуудын сонголтыг хийж индексүүдийг тооцоолсон. Хоёрдугаарт, тэдгээр индексүүдийг олон шийдэт болон куодтри сигментчиллийн аргуудыг ашиглан дүрсийн объектуудад хуваасан болно.

Объектод суурилсан ангилал хийдэг системд, олон шийдэт сигментчиллийн арга түгээмэл ашиглагддаг. Энэ арга нь дүрс мэдээний пикселүүдийг ижил, төстэй байдлаар нь нэгтгэх бөгөөд объектуудыг үүсгэхдээ шинжээчийн тодорхойлсон зааглагч утгуудыг ашиглан, тодорхой үр дүнгүүд гарах хүртэл давталттайгаар гүйцэтгэнэ [6, 7].

Куодтри сигментчилэл нь өөр өөр хэмжээтэй квадрат дүрсийн объектыг үүсгэдэг. Шинжээч хэмжээсийн параметр ашиглан квадрат дүрс бүрийн өөр хоорондын өнгөний ялгааны дээд хязгаарыг тодорхойлж болох ба алгоритм тухайн дүрсийг нэгэн жигд пикселийн утга бүхий объект болох хүртэл нь үргэлжилнэ [8, 9].

Сигментчиллийн аргуудыг ашиглан тоон мэдээг дүрсийн объектуудад хуваасны дараа янз бүрийн нөхцөлүүд бүхий дүрсийн багцуудыг үүсгэн ангиллыг эцсийн байдлаар гүйцэтгэнэ.

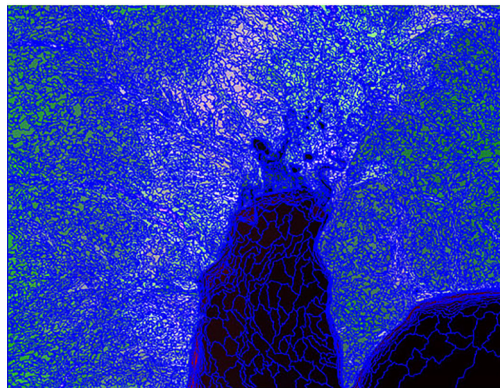
Дараа нь ангилсан үр дүнгийн нарийвчлалын үнэлгээг хийх буюу ангиллын чанарыг үнэлэх ба үүнд ихэвчлэн тохирлын матрицыг ашиглана. Бидний судалгааны хүрээнд, ангиллын чанарыг үнэлэхэд ерөнхий нарийвчлалын үнэлгээний аргыг ашигласан болно [10].

4. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН, ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Судалгаанд eCognition Developer 9.0 программыг ашигласан бөгөөд Sentinel-1, 2 дагуулын сувгуудыг ашиглан

тооцоолсон индексүүдийг, эхлээд олон шийдэт сигментчиллийн аргаар дүрсийн объектуудад хуваасан болно. Зураг 3-д масштаб, хэлбэр, мөлгөр байдлын утгуудыг 20, 0.1, 0.5 гэж тус тус тодорхойлсон олон шийдэт сигментчиллийн үр дүнг үзүүлэв.

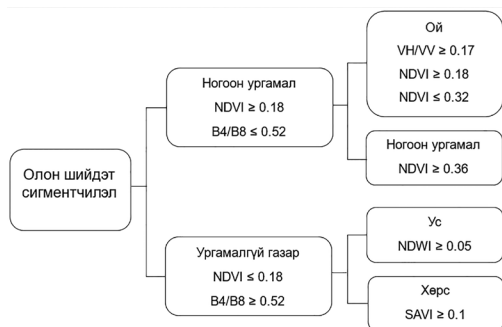
Объектод суурилсан ангиллыг гүйцэтгэхийн тулд спектрийн ангиудыг бие биеэс нь тусгаарлах зааглагч утгуудыг тодорхойлох шаардлагатай байдаг. Судалгааны хүрээнд, тооцоолсон индексүүд дээрх анги тус бүрийн хувьд зааглагч утгуудыг ашиглан дүрсийн багцыг тодорхойлсон (Зураг 4) ба дараа нь дүрсийн объектуудыг газрын бүрхэвчийн ой, ногоон ургамал, халцгай газар, ус гэсэн 4 ангид хуваан үзсэн болно.



Зураг 3. Олон шийдэт сигментчиллийн үр дүн.

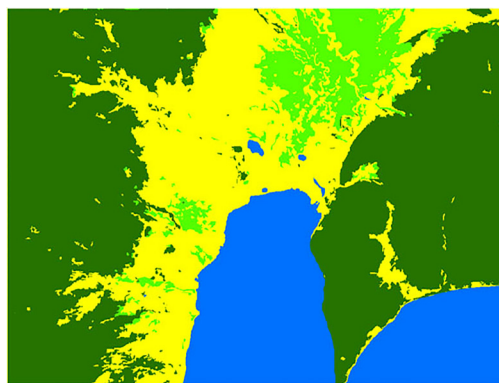
Ангиллын дүрсийг зохиохдоо “ногоон ургамалтай” болон “ургамалгүй газар” гэсэн ангиудыг ялгахад ургамал ургах үеийн ургамлын нормчлогдсон дундаж индекс болон улаан, ойрын нэл улаан туяаны сувгуудын харьцааг ашигласан нь харагдаж байна. Харин “ногоон ургамал” гэсэн ангийг “ой” болон “ногоон ургамал” гэсэн ангиудад хувааж ангилсан бөгөөд үүний тулд, тодорхойлсон ургамлын нормчлогдсон дундаж индекс болон Радарын туйлшралуудын харьцааны утгыг ашиглан ангилсан бол “Ургамалгүй газар”

гэсэн ангийг “ус” болон “Халцгай газар” гэсэн ангиудад хувааж ангилахдаа усны нормчилсон дундаж индекс болон хөрс, ургамлын тохируулсан индексүүдийг ашигласан ангилсан байна.



Зураг 4. Дүрэмд тулгуурласан аргад зааглагч утгуудыг сонгосон байдал.

Объектод суурилсан ангиллын аргаар ангилсан эцсийн үр дүнг Зураг 5-д харуулав. Зургаас харахад, судалгааны талбайд сонгосон газрын бүрхэвчийн ангиудын өөр хоорондын хил заагийн ялгаа анхдагч байдлаар тод ялгарч гарсан байна. Ялангуяа өөр хоорондоо ихээхэн давхцалтай ой, ногоон ургамал зэрэг ангиуд ялгарч ангилагдсан бөгөөд үүнийг үр дүнгийн нарийвчлалыг тодорхойлсоны үндсэн дээр баталгаажуулах шаардлагатай.



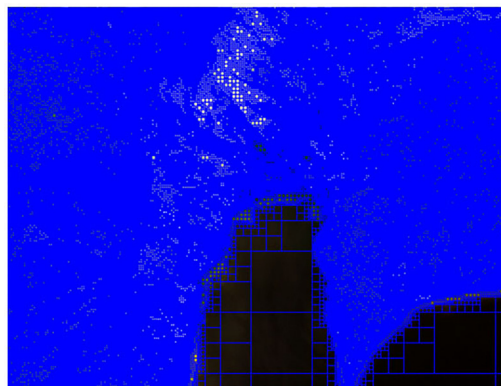
Зураг 5. Ангиллын эцсийн үр дүн (ой-тод ногоон, ногоон ургамал-цайвар ногоон, халцгай газар-шар, ус-хөх).

Ангиллын нарийвчлалыг харуулсан тохирлын матрицыг Хүснэгт 2-д харуулав. Хүснэгтээс харахад, ангиллын ерөнхий нарийвчлал маш өндөр (98.80%) байх бөгөөд энэ нь сувгуудын сонголт зөв байсныг илтгэж байгаа юм.

Хүснэгт 2. Тохирлын матриц (Confusion matrix): 1-ой, 2-ногоон ургамал, 3-халцгай газар, 4-ус).

Анги	1	2	3	4
1	8711	388	0	0
2	0	1790	0	0
3	0	0	1475	0
4	0	0	0	19954
Нийт	8711	2178	1475	19954
Ерөнхий нарийвчлал: 98.80% (24090/24478)				

Олон шийдэт сигментчиллийн аргыг ашиглан гарган авсан үр дүнгүүдтэй харьцуулсан судалгаа хийх үүднээс Sentinel-1,2 дагуулын сувгуудыг ашиглан тооцоолсон индексүүдийг куодтри сигментчиллийн аргаар дүрсийн объектуудад хуваав. Зураг 6-д моуд, масштаб, түвшин гэсэн утгуудыг өнгөт, 150, түвшин-1 гэж тус тус тодорхойлсон куодтри сигментчиллийн үр дүнг үзүүлэв.

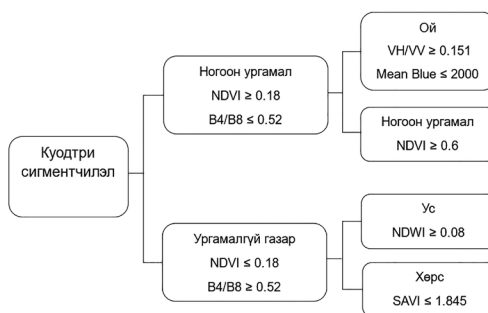


Зураг 6. Куодтри сигментчиллийн үр дүн.

Зураг 6-аас харахад, олон шийдэт сигментчиллийн үр дүнд янз бүрийн хэмжээ, дүрстэй полигонууд үүсэж байсан бол куодтри сигментчиллийн дүнд өөр өөр хэмжээтэй дөрвөлжингийн олонлог үүссэн байна. Энэ нь тухайн дүрс мэдээн дээр нэгэн ижил тодрол бүхий биетүүд байгаа бол томоохон хэмжээтэй дөрвөлжинг үүсгэж, тооцооллын цагийг хэмнэж болохыг харуулж байгаа юм.

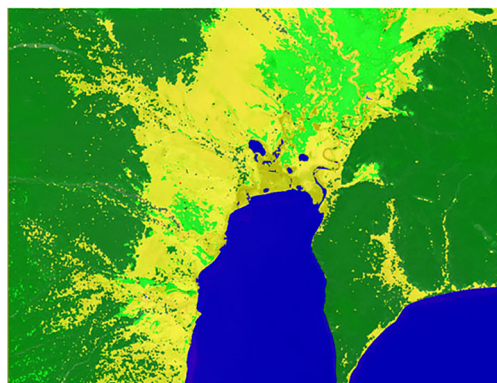
Тооцоолсон индексүүд дээрх анги тус бүрийн хувьд тодорхойлсон зааглагч утгуудыг ашиглан дүрмийн багцыг тодорхойлж (Зураг 7), дүрсийн объектуудыг газрын бүрхэвчийн ой, ногоон ургамал, халцгай газар, ус гэсэн 4 ангид хуваасан бөгөөд ангиллын эцсийн үр дүнг Зураг 8-д харуулав.

Ангиллын дүрмийг зохиохдоо “ногоон ургамалтай” болон “ургамалгүй газар” гэсэн ангиудыг ялгахад ургамал ургах үеийн ургамлын нормчлогдсон дундаж индекс болон улаан, ойрын нэл улаан туяаны сувгуудын харьцааг ашигласан нь харагдаж байна. Харин “ногоон ургамал” гэсэн ангийг “ой” болон “ногоон ургамал” гэсэн ангиудад хувааж ангилсан бөгөөд үүний тулд, тодорхойлсон ургамлын нормчлогдсон дундаж индекс, Радарын туйлшралуудын харьцаа болон хөх гэрлийн сувгийн дундаж утгыг ашиглан ангилсан бол “Ургамалгүй газар” гэсэн ангийг “ус” болон “Халцгай газар” гэсэн ангиудад хувааж ангилахдаа усны нормчилсон дундаж индекс болон хөрс, ургамлын тохируулсан индексүүдийг ашигласан ангилсан байна.



Зураг 7. Дүрэмд тулгуурласан аргад зааглагч утгуудыг сонгосон байдал.

Зургаас харахад, судалгааны талбайд сонгосон газрын бүрхэвчийн ангиудын өөр хоорондын хил заагийн ялгаа олон шийдэт сигментчиллийн ангиллын дүнгийн адил сайн ялгарч гарсан бөгөөд зарим талаараа илүү байгаа нь ажиглагдаж байна.



Зураг 8. Ангиллын эцсийн үр дүн (ой-тод ногоон, ногоон ургамал-цайвар ногоон, халцгай газар-шар, ус-хөх).

Ангиллын нарийвчлалыг харуулсан тохирлын матрицыг Хүснэгт 3-д харуулав. Хүснэгтээс харахад, ангиллын нарийвчлал маш өндөр (99.71%) байх бөгөөд энэ нь тухайн газар нутгийг объектод суурилсан аргаар ангилахын өмнө, куодтри сигментчиллийн аргаар сигментлэх нь зүйтэйг харуулж байна.

Дээрх объектод суурилсан ангиллын үр дүнгүүдээс харахад, куодтри сигментчилэл дээр суурилсан ангиллын дүн олон шийдэт сигментчиллийн ангиллын дүнгээс нарийвчлалын хувьд илүү байна. Олон судлаачид [11,12] дүрсийн сигментийн олон аргуудыг харьцуулж үзээд, олон шийдэт сигментчилэл дээр суурилсан арга бусад аргуудаас илүү үр дүнтэй байсан талаар өөрсдийн бүтээлдээ дурдсан байдаг. Энэ нь тухайн ангиллын үр дүнд үндсэн алгоритмаас гадна, сигментлэгдсэн дүрсийн объектуудын шинж чанар болон өгөгдлийн бүтэц ихээхэн нөлөөтэй байх магадлалтайг харуулж байгаа юм.

Хүснэгт 3. Тохирлын матриц (1-ой, 2-ногоон ургамал, 3-халцгай газар, 4-ус).

Анги	1	2	3	4
1	450	99	63	0
2	0	1101	0	0
3	0	0	395	0
4	0	0	0	54784
Нийт	450	1200	458	54784
Ерөнхий нарийвчлал : 99.71% (56730/56892)				

5. ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгаанд, оптикийн ба радарын мэдээг ашиглан тооцоолсон 4 индексийг (NDVI, SAVI, NDWI, радарын туйлшралуудын харьцаа) олон шийдэт, куодтри гэсэн аргуудаар сигментлэн, улмаар газрын бүрхэвчийг объектод суурилсан ангиллын аргаар ангилан, харьцуулсан дүгнэлтийг хийсэн болно. Судалгааны талбай болгон Хөвсгөл нуурын баруун хойд хэсгийн газар нутгийг сонгон авсан ба Sentinel-1, 2 дагуулаас 2022 оны 6-р сарын 11-ний өдөр хүлээн авсан нийлмэл мэдээг ашигласан. Ангиллын үр дүнгийн нарийвчлалыг тодорхойлоход, ерөнхий нарийвчлалын аргыг ашигласан бөгөөд үнэлгээг тооцоолоход, куодтри сигментчилэл дээр суурилсан ангиллын дүн олон шийдэт сигментчиллийн

ангиллын дүнгээс илүү нарийвчлалтай байлаа. Ихэнх тохиолдолд, олон шийдэт сигментчилэл дээр суурилсан арга бусад аргуудаас илүү үр дүнтэй байдаг хэдий ч, бидний судалгааны хүрээнд тус арга хамгийн сайн үр дүнг үзүүлж чадаагүй болно. Энэ нь ангиллын үр дүнд үндсэн алгоритмаас гадна, бусад хүчин зүйлс нөлөөтэйг харуулж байгаа юм.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

- [1]. Д.Амарсайхан, Орчин үеийн газарзүйн мэдээллийн систем, тандан судлалын зарчмууд. 32.8хэв.хуудас, Улаанбаатар хот: Эрдэм хэвлэл, 2019.
- [2]. Э.Нямжаргал, Д.Амарсайхан, “Газрын бүрхэвчийг пиксел болон объектэд суурилсан аргуудаар ангилан харьцуулсан дүн”. Монгол Орны Газарзүй-Геоэкологийн Асуудлууд сэтгүүл, №43, ШУА-ийн Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн, 2022.
- [3]. D. Liu and F. Xia, “Assessing object-based classification: advantages and limitations”. Remote Sensing Letters, vol. 1, no. 4, pp.187-194, 2010. <https://doi.org/10.1080/01431161003743173>
- [4]. R. Weih and N. Riggan, “Object-based classification vs. pixel-based classification: comparative importance of multi-resolution imagery”, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVIII-4/C7, 2012.
- [5]. What is Artificial Intelligence, AlanTuring.net. May 2000. Retrieved 28 August 2017.
- [6]. eCognition software user guide, Defines Imaging, Germany, 2005.
- [7]. C. Munyati, “Optimising multiresolution segmentation: delineating savannah vegetation boundaries in the Kruger National Park, South Africa, using

- Sentinel 2 MSI imagery”. *International Journal of Remote Sensing*, 39:18, 5997-6019, 2018. <https://doi.org/10.1080/01431161.2018.1508922>
- [8]. P. Tsai, Y-C. Hu & C-C. Chang, “Novel image authentication scheme based on quadtree segmentation”, *The Imaging Science Journal*, 53:3, 149-162, 2005. <https://doi.org/10.1179/136821905X50406>
- [9]. Cheng Fu, Haosheng Huang & Robert Weibel, “Adaptive simplification of GPS trajectories with geographic context - a quadtree-based approach”. *International Journal of Geographical Information Science*, 35:4, 661-688, 2021. <https://doi.org/10.1080/13658816.2020.1778003>
- [10]. M. Wulder, S. Franklin, J. White, J. Linke and S. Magnussen, “An accuracy assessment framework for large-area land cover classification products derived from medium-resolution satellite data”. *International Journal of Remote Sensing*, vol. 27, no. 4, pp. 663-683, 2006. <https://doi.org/10.1080/01431160500185284>
- [11]. Shihong Du, Zhou Guo, Wanyi Wang, Luo Guo & Juan Nie, “A comparative study of the segmentation of weighted aggregation and multiresolution segmentation”. *GIScience & Remote Sensing*, 53:5, 651-670, 2016. <https://doi.org/10.1080/15481603.2016.1215769>
- [12]. Camile Sothe, Cláudia Maria de Almeida, Marcos Benedito Schimalski, Veraldo Liesenberg & Pedro Achanccaray Diaz, “Automatic tuning of segmentation parameters for tree crown delineation with VHR imagery”. *Geocarto International*, 36:19, 2241-2259, 2021 <https://doi.org/10.1080/10106049.2019.1690056>