

САНСРЫН ХАЙПЕРСПЕКТРИЙН БОЛОН РАДАРЫН МЭДЭЭГ ГАЗРЫН ГАДАРГЫН АНГИЛАЛД АШИГЛАХ ШИНЭЛЭГ АРГАЗҮЙ

А.Мөнх-Эрдэнэ

Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн, ШУА
Энхтайвны өргөн чөлөө-54В, Улаанбаатар-51, Монгол Улс
E-mail: munkherdene@informatic.ac.mn

Abstract: At present, the processing and analysis of hyperspectral images have become the main tasks of many researchers dealing with RS image processing. Unlike the traditional multispectral datasets taken in the optical range of electro-magnetic spectrum, the hyperspectral data deals with an enormous amount of bands and the data are formed as collections of hundreds of images of the same scene with each image corresponding to a narrow interval of the electro-magnetic wavelength. It is clear that such datasets offer the superior potential for more accurate and detailed information extraction than is possible with other types of RS data. The purpose of this paper is to classify landcover types using hyperspectral and radar images. For the feature extraction of the visible, near infrared and middle infrared bands, principal component transformation (PCT) has been applied. The outputs of the feature extraction are classified using maximum likelihood classification. The results are analyzed and compared.

Түлхүүр үгс: Хэт олон суваг, радарын мэдээ, гол компонент, ангилал

1. Оршил

Орчин үеийн техник, технологийн өндөр хөгжлийн үр дүнд геоинформатикийн салбар ухаанууд, тухайлбал, газарзүйн мэдээллийн систем болон зайнаас тандах судлал маш эрчимтэй хөгжиж байна. Сүүлийн үед, дэлхийн хөгжингүй орнууд янз бүрийн зориулалтаар төрөл бүрийн зайнаас тандах хиймэл дагуулуудыг хөөргөж байгаа бөгөөд технологийн хөгжлийн тод илэрхийлэл болгон хайперспектрийн буюу хэт олон сувгийн мэдээг хүлээн авдаг хиймэл дагуулуудыг ч хөөргөхөөр төлөвлөж байна. Тухайлбал, тун удахгүй сансраас Японы ALOS-3 HISUI, Италийн PRISMA, АНУ-ын NyspIRI, Францын HYPXIM, Германы EnMap зэрэг олон дагуулууд хайперспектрийн мэдээ хүлээн авах юм [1].

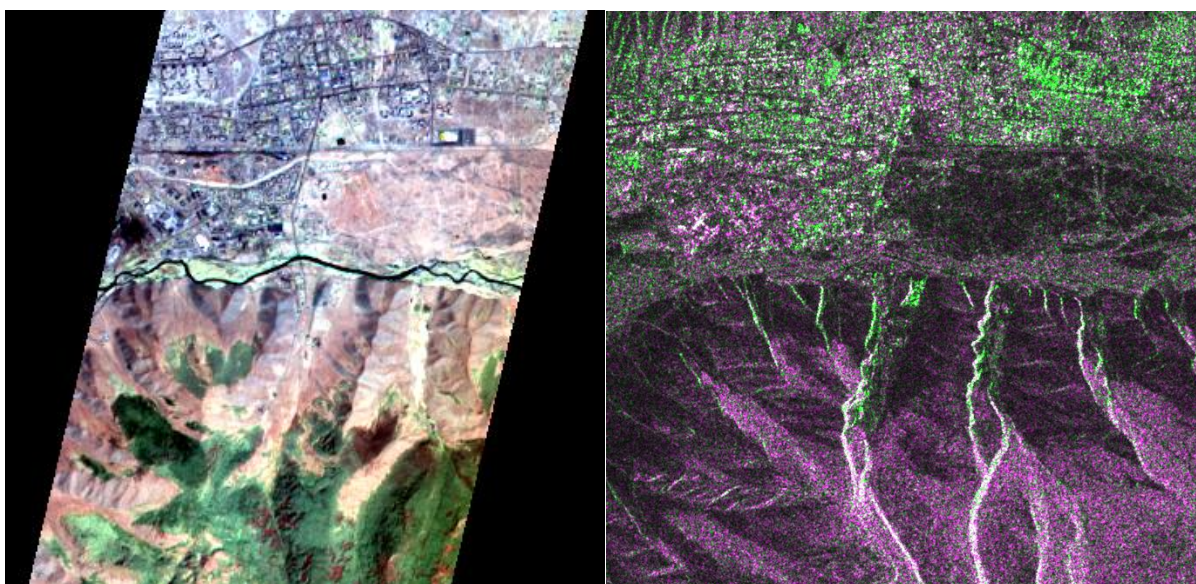
Өнгөрсөн зууны сүүлч үеийг хүртэл, хэт олон сувгийн мэдээг зөвхөн агаараас тусгай зориулалт бүхий сканерын тусламжтайгаар янз бүрийн өндрөөс авч байсан бол 2000 онд АНУ-ын Сансрын Агентлаг НАСА нь EO-1 хиймэл дагуул дээр хайперспектрийн Hyperion сенсорыг амжилттай байрлуулан туршилтын

журмаар мэдээ хүлээн авч эхэлсэн нь энэхүү төрлийн судалгааг шинэ шатанд гаргасан байна [1].

Оронзайн хувьд өндөр ялгах чадвар бүхий зайнаас тандсан мэдээ спектрийн өргөн зурвасыг хамарсан байдаг тул өөр хоорондоо ижил төсөөтэй объектуудын нарийн ялгаа заагийг гаргахад амар байдаггүй. Учир нь: тэдгээр байгаль дээрх биетүүдээс ойсон цацраг тухайн спектрийн зурваст дундажлагдан сканерт бүртгэгддэг. Харин хэт олон сувгийн мэдээ нь спектрийн өргөн зурвасыг олон муж болгон хуваасан байдаг тул өөр хоорондоо төстэй биетүүдийн хил заагийг сайн тодорхойлох боломж илүү байдгаараа давуу талтай юм [2]. Энэхүү судалгаанд хайперспектрийн мэдээний хэмжээсийг сигментлэн багасгах аргазүйг дэвшүүлсэн бөгөөд улмаар гарсан үр дүнг радарын мэдээтэй нийлэгжүүлэн газрын гадаргын ангилалд ашигласан болно.

2. Судалгааны талбай болон эх материал

Энэхүү судалгаанд Улаанбаатар хотын төв болон урд хэсэг, Богд уулын хойд хэсгийг загвар талбай болгон сонгон авав.



Зураг 1. а) Hyperion сенсоровын мэдээ, УНХ-103,47,38 сувгууд,
б) Envisat ASAR мэдээ.

Дүн шинжилгээнд АНУ-ын НАСА-аас хөөргөсөн 2002 оны 8 сарын 18-ны EO-1 хиймэл дагуулын хэт олон сувгийн Hyperion сенсоровын мэдээг ашигласан бөгөөд уг сенсор нь 350нм-2500нм мужид зурагласан 242 спектрийн сувагтай, оронзайн шийд нь 30 м юм. Харин радарын мэдээний хувьд, Европын сансрын агентлагийн Envisat дагуулын ASAR (Advanced SAR) сенсоровын 2004 оны 6 сарын 10-ны

өдрийн VV туйлшралаар хүлээн авсан мэдээг ашигласан болно (Зураг 1). ASAR нь радарын сайжруулсан сенсор бөгөөд 5.3 GHz давтамжтай, долгионы урт нь C-суваг буюу 5.66 см юм [1].

3. Аргазүй

Хэт олон сувгийн мэдээг ангилалд ашиглахын тулд анхдагч өгөгдлийн хэмжээсийг багасгах хэрэгтэй бөгөөд үүний тулд дараах аргыг дэвшүүлэв. Үүнд: өгөгдлүүдийг шахахын өмнө статистик үзүүлэлтүүдийг тооцоолж, корреляцын коэффициентийг тодорхойлон өөр хоорондоо өндөр хамаарал бүхий сувгуудыг дараах байдлаар бүлэглэсэн болно:

- Бүлэг 1: 8-15 сувгууд;
- Бүлэг 2: 16-25 сувгууд;
- Бүлэг 3: 26-34 сувгууд;
- Бүлэг 4: 35-95 сувгууд;
- Бүлэг 5: 96-242 сувгууд.

Hyperion сенсоровын хайперспектрийн мэдээ болон Envisat ASAR радарын мэдээг нэгтгэхэд дүрс зургууд геометрийн хувьд өндөр давхцалтай буюу байрзүйн хувьд хамгийн бага алдаатай байх ёстой. Үүний тулд хайперспектрийн мэдээнд тулгуур цэгүүдийг ашиглан UTM (Universal Transverse Mercator) тусгагт холболт хийн оруулах бөгөөд улмаар стандарт тусгагт хөрвүүлсэн мэдээгээ ашиглан радарын мэдээндээ геометрийн засал хийнэ. Богино долгионы мужид авсан мэдээнд радарын системийн когерент шинж чанарын онцлогоос хамааран энд тэнд нь толбо үүссэн байдаг [4]. Уг толбуудыг арилгахын тулд ли-сигма, фрост, гамма мап зэрэг шүлтүүрүүдийг ашиглан гол бүтцийг алдагдуулахгүй байх зарчмаар харьцуулсан дүн шинжилгээ хийх шаардлагатай [5].

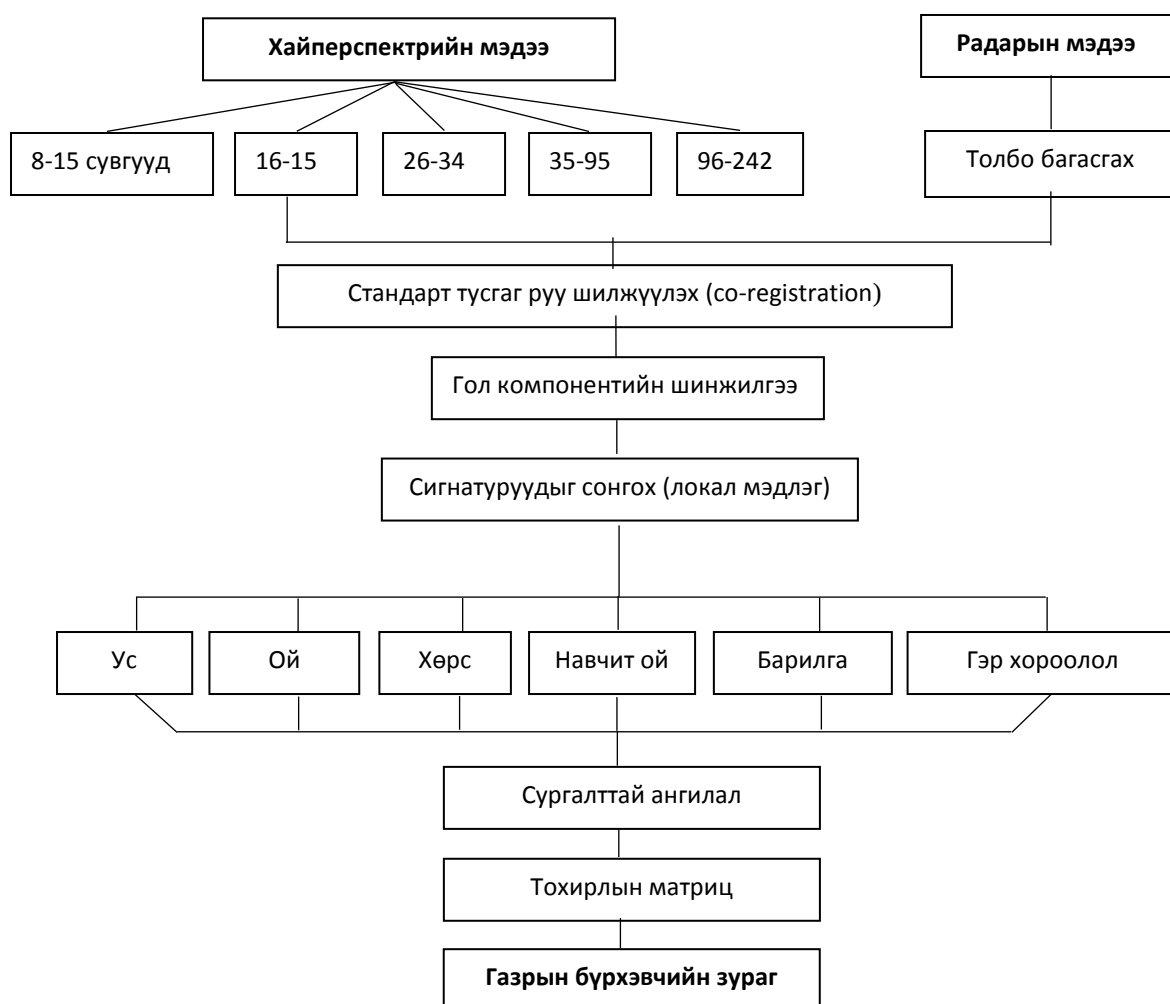
Хэт олон сувгийн мэдээг дээрх 5 бүлэгт бүлэглэсний дараа олон хэмжээст өгөгдлүүдийг шахахын тулд гол компонентийн шинжилгээ (ГКШ)-ний аргыг ашиглав. ГКШ гэдэг нь дүрс зургийн спектр тодролыг сайжруулах болон олон хэмжээст өгөгдлийг шахахад ашиглагдах бөгөөд ГКШ-д ковариацийн матриц дээр үндэслэн бие, биетэйгээ перпендикуляр гол компонентууд (ГК) гэж нэрлэгдэх шинэ тэнхлэгүүдийг тодорхойлох ба шинэ системд өгөгдлүүд өөр хоорондоо хамгийн бага корреляцтай байна [3].

Дээрх шинэлэг аргаар сувгуудыг бүлэглэсний дараагаар хэмжээсийг багасгах болон радарын мэдээтэй нэгтгэхийн тулд ГКШ-ний аргаар шахсан бөгөөд

гарсан үр дүнг ашиглан газрын гадаргыг тодорхойлохын тулд сургалттай ангилал хийсэн болно. Ангилахын өмнө ус, холимог ой, навчит ой, хөрс, барилга, гэр хороолол гэсэн ангиудыг локал мэдлэгийг ашиглан сонгов. Судалгааны аргазүйн ерөнхий схемийг Зураг 2-т үзүүлэв.

4. Тайлал болон сэдэвчилсэн үр дүн

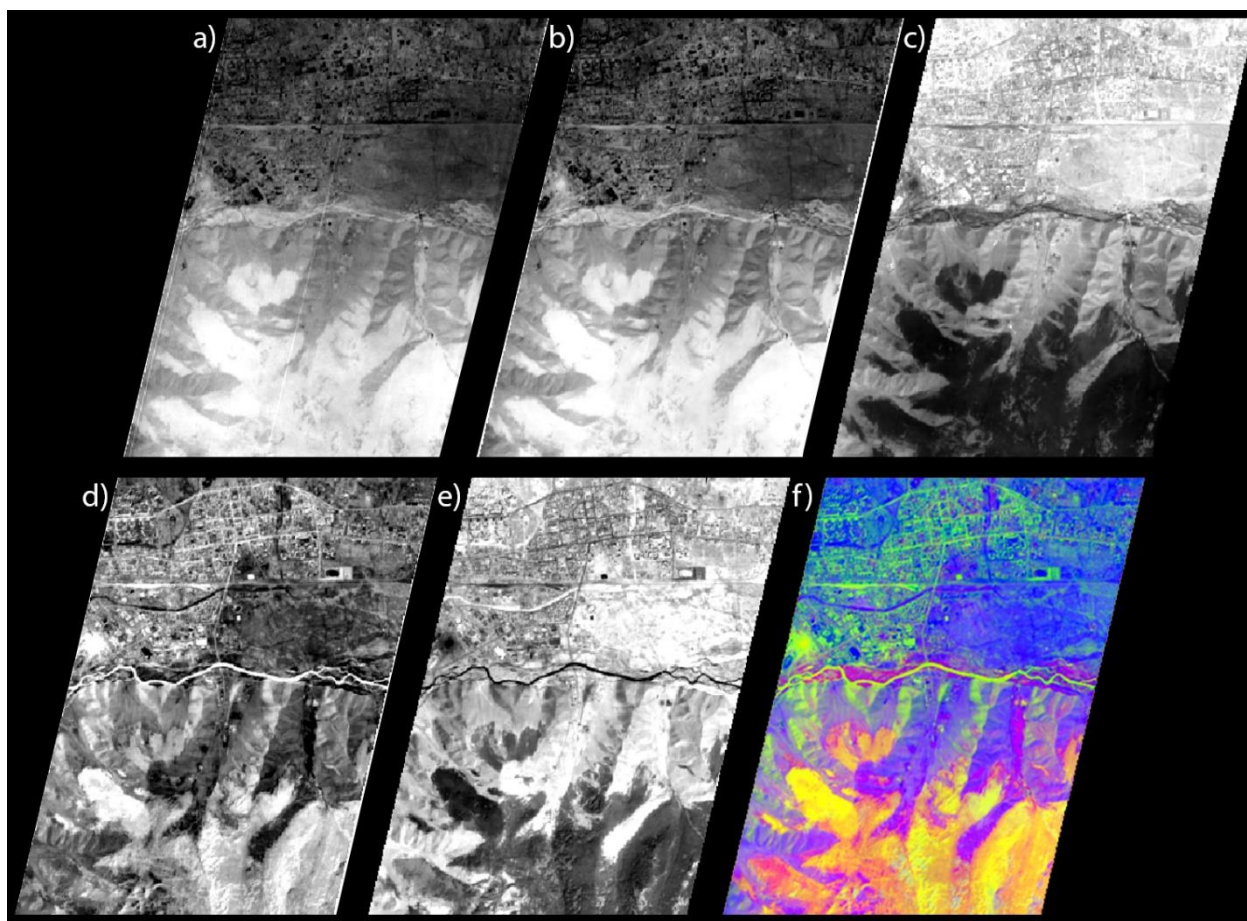
Судалгааны эхэнд хайперспектрийн мэдээний зарим сувгууд, тухайлбал, ус шингээлтийн, үзэгдэх гэрлийн, нэл улаан болон богино долгионы зарим сувгууд 0 гэсэн пикселийн утгатай бүртгэгдсэн байсан учир эдгээр сувгуудыг хассанаар нийт 242 сувгаас 151 суваг үлдсэн болно. Хэт олон сувгийн мэдээнд байрзүйн холболтыг тулгуур цэгүүдийг ашиглан стандарт тусцаг UTM, 48-р бүсэд хөрвүүлсэн бөгөөд дундаж квадрат алдаа (RMSE-Root mean square error) нь 0.81 пиксел байлаа. Үүний дараа мөн хөрвүүлсэн мэдээг ашиглан радарын мэдээнд байрзүйн холболтыг хийсэн бөгөөд тулгуур цэгүүдийг сонгохдоо голын эрэг, замын уулзвар, ойн хилийн зах, ирмэг гэсэн хэсгүүдэд сонгосон бөгөөд RMSE=0.75 пиксел байв.



Зураг 2. Судалгааны аргазүйн схем.

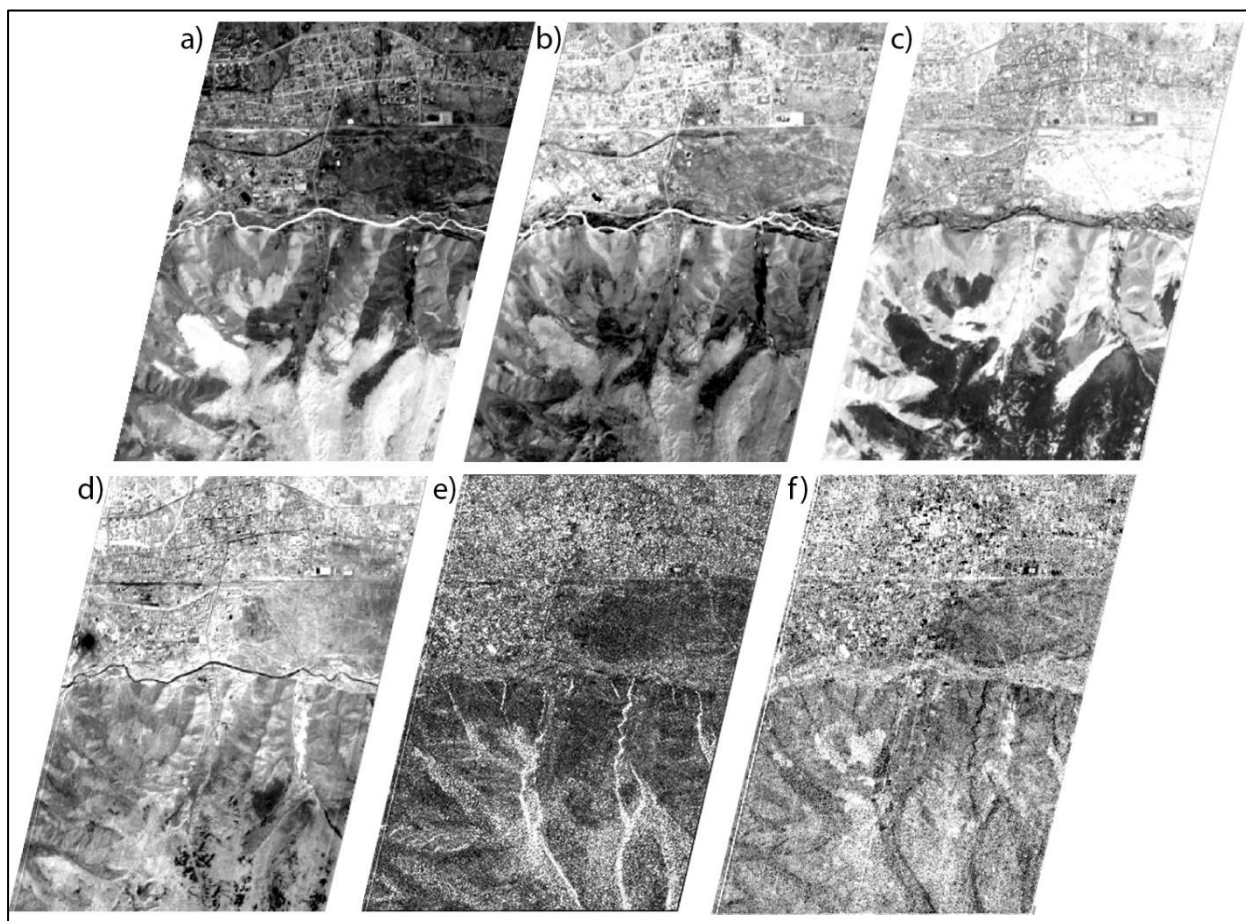
Зарим сувгуудыг хасаж, геометрийн заслыг хийсний дараагаар хэт өгөгдлүүдийг шахахын өмнө статистик үзүүлэлтүүдийг тооцоолон корреляцын коэффициентийг тодорхойлж, хоорондоо өндөр хамаарал бүхий сувгуудыг бүлэглэсэн болно. Ийнхүү бүлэглэсний дараа ГКШ-ний аргыг ашиглан бүлэг тус бүрийг шахсан бөгөөд тус ГК-уудыг агуулсан сувгуудыг Зураг 3-д үзүүлэв. Эдгээр сувгууд нийт дисперсийн 90-ээс дээш хувийг тус бүр агуулж байв.

Радарын мэдээний толбыг багасгахын тулд 3×3 , 5×5 хэмжээтэй Ли болон сигма, гамма мап шүлтүүрүүдийг ашигласан бөгөөд 3×3 хэмжээ бүхий гамма мап шүлтүүр хамгийн тохиромжтой сайн үр дүнг үзүүлсэн учир цаашдын судалгаанд ашигласан болно. Эдгээр тоон боловсруулалтуудын дараагаар толбыг багасгасан радарын мэдээ болон бүлэглэсэн хэт олон сувгуудын мэдээг ГКШ-ний аргаар шахаж хамгийн их утгуудыг агуулж байгаа сувгуудыг авч хоёр төрлийн мэдээг нийлэгжүүлэх, спектр тодролыг илүү сайжруулахын тулд дахин ГКШ-ний аргыг ашиглан үр дүнгүүдийг гарган авсаныг Зураг 4-д үзүүлэв. Дүн шинжилгээний тохиолдол бүрд эхний 3 суваг хамгийн их утгуудыг агуулж байсан болно.



Зураг 3. Бүлэглэсэн сувгуудыг ГКШ-ний аргаар шахсан байдал, хамгийн их дисперсийг агуулж байгаа эхний сувгууд. а) 8-15 сувгуудыг шахсан б) 16-25 сувгууд с) 26-34 сувгууд d) 35-95 сувгууд е) 96-242 сувгууд f) ГКШ-ний аргаар шахсан сувгуудыг ашиглан хуурмаг өнгө үүсгэсэн зураг, УНХ-b, d, e.

Гол компонентуудын дисперсийн их утыг агуулж байгаа сувгуудыг ашиглан газрын бүрхэвчийг ангилахын өмнө ус, холимог ой, навчит ой, хөрс, барилга, гэр хороолол гэсэн ангиудыг локал мэдлэгийг ашиглан сонгосон бөгөөд сигнатурын пикселүүд 83-1115 хооронд байв. Сигнатуруудыг сонгосны дараагаар дүрс мэдээг хамгийн их төсөөтэйн ангиллын аргыг сонгон авч ангилсан болно. Газрын бүрхэвчийн ангиллын үр дүнг Зураг 5-д харуулав. Мөн үр дүнг үнэлэхийн тулд цэвэр пикселүүд болох сигнатуруудыг ашиглан тохирлын матрицаар шалгасан ба ангиллын нийт нарийвчлал 95.1% байв (Хүснэгт 1).



Зураг 4. Бүлэглэсэн ГК болон радарын мэдээг ГКШ-ний аргаар шахсан байдал. а) суваг 1 б) суваг 2 с) суваг 3 d) суваг 4 е) суваг 5 f) суваг 6

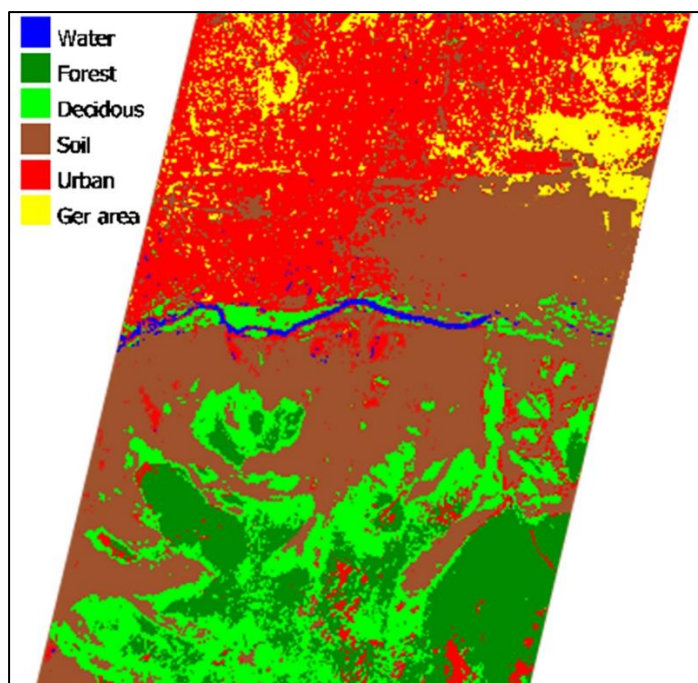
Анги	Ус	Ой	Навчит	Хөрс	Хот	Гэр
Ус	52	0	0	0	0	0
Ой	0	771	0	0	0	0

Навчит	0	0	200	0	0	0
Хөрс	0	0	0	1109	0	0
Хот	31	0	0	80	436	2
Гэр	0	0	0	5	19	198
Нийт	83	771	200	1195	457	200
Нийт нарийвчлал : 95.1825% (2766/2906)						

Хүснэгт 1. Тохирлын матриц.

5. Дүгнэлт

Энэхүү судалгаанд, хайперспектрийн мэдээг, радарын мэдээтэй нийлэгжүүлэн, газрын гадаргын ангилалд ашиглах шинэлэг аргазүйг дэвшүүлсэн. Хэт олон сувгийн мэдээг газрын бүрхэвчийн ангилалд ашиглахын тулд хоорондоо өндөр хамаарал бүхий сувгуудыг таван бүлэгт бүлэглэсэн бөгөөд олон хэмжээст өгөгдлийг шахахад ГКШ-ний аргыг ашигласан ба EnViSAT хиймэл дагуулын ASAR сенсоровын VV туйлшралын мэдээтэй нийлэгжүүлсэн болно. Дүн шинжилгээнээс харахад, радарын мэдээтэй нийлэгжүүлсэн зураг нь ойн төрөл зүйлийг тодорхойлоход илүү тохиромжтой гэдэг нь ажиглагдаж байна. Мөн хэт олон сувгийн мэдээг ашиглан байгаль дээрх объектуудын спектрийн ойлт, хил заагийг илүү сайн ялган тодорхойлох боломжтой гэдэг нь харагдаж байна.



Зураг 5. Хамгийн их төсөөтэйн ангиллын үр дүн.

6. Ашигласан бүтээл

1. Д.Амарсайхан, М.Ганзориг, А.Мөнх-Эрдэнэ, Д.Энхжаргал, 2015, "Зайнаас тандах хиймэл дагуулууд болон төхөөрөмжүүд", Улаанбаатар, Монгол Улс.

2. А.Мөнх-Эрдэнэ, 2014, Сансрын хэт олон сувгийн мэдээг Монгол орны газрын гадаргын ангилалд ашиглах аргазүй, ШУА, Хүрэл Тогоот, эрдэм шинжилгээний хурлын эмхэтгэл, Улаанбаатар.
3. Д.Амарсайхан, М.Ганзориг, Ц.Адъяасүрэн, М.Саандарь, 2006, “Зайнаас тандан судлал, Газарзүйн мэдээллийн системийн зарчмууд”, 3 дахь хэвлэл, Улаанбаатар хот, Монгол Улс.
4. Amarsaikhan, D., Saandar, M., Ganzorig, M., Blotevogel, H.H. and Enkhjargal, D., 2012. Comparison of multisource image fusion methods and land cover classification. *International Journal of Remote Sensing*, 33(8), pp. 2532-2550.
5. Serkan, M., Musaoglu, N., Kirkici, H. and Ormeci, C., 2008, Edge and fine detail preservation in SAR images through speckle reduction with an adaptive mean filter. *International Journal of Remote Sensing*, 29(23), pp. 6727 – 6738.