



ШИНЖЛЭХ УХААНЫ АКАДЕМИ
ИНФОРМАТИКИЙН ХҮРЭЭЛЭН

**ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ
БҮТЭЭЛ №7**

УЛААНБААТАР
2007 ОН

Полариметрийн болон Интерферометрийн SAR-ын Мэдээг Ангилал Дүрэмд Тулгуурласан Арга

Д.Амарсайхан

Оршил

XXI зууны эхэн үеэс SAR-ын полариметрийн болон интерферометрийн аргууд нэн эрчимтэй хөгжиж, радарын тандан судалгааны шинэ чиглэл болон хөгжиж байгаа бөгөөд уг аргууд нь байгалийн ба хүний гараар бий болсон объектуудыг хамгийн үнэн зөв ангилах, газрын гадаргыг 3-хэмжээст огторгуйд дүрслэх, улмаар олон эх сурвалжийн мэдээг нэгтгэн нийлмэл судалгаа явуулах зэрэгт түлхүү ашиглагдаж байгаа билээ [2].

Манай судалгаанд, полариметрийн болон интерферометрийн SAR-ын мэдээг боловсруулах дүрэмд тулгуурласан шинэлэг аргыг дэвшүүлсэн бөгөөд үр дүнг одоогийн хөгжиж байгаа энтропи дээр тулгуурласан ангиллын болон Вишертийн ангиллын аргуудтай харьцуулж үзсэн болно.

Полариметрийн болон интерферометрийн SAR-ын мэдээг ангилахын тулд, Японы Сендай хотын 2003 оны 8-р сарын 30-ны Pi-SAR-ын мэдээг ашигласан бөгөөд бидний сонгосон Сендай хотын хэсэгт хотын нягтаршил ихтэй хэсэг, нягтаршил багатай хэсэг, ой, ногоон ургамал, хөрс, ус гэсэн 6 ангийг тодорхойлох боломжтой байв. Хотын нягтаршил ихтэй хэсэг нь хотын төв дэхь өндөр байшин барилгуудыг, харин нягтаршил багатай хэсэг нь голдуу намхан байшингуудыг агуулж байв. Ой нь навчит болон шилмүүст гэсэн үндсэн 2 хэсгээс, харин ногоон ургамал гэсэн анги нь өвс, голын эргийн дагуух бут, сөөг, бургасуудаас тогтож байлаа.

Pi-SAR-ын X- болон L-сувгийн мэдээг ижил оронзайн шийдтэй болгох нь

Pi-SAR-ын X- болон L-сувгийн мэдээ нь өөр, өөр тусгалын өнцгүүдтэй учир тэдгээрийг нэгтгэн цаашдын судалгаанд ашиглахын тулд ижил оронзайн шийдтэй болгох буюу аль нэг сувгийн координатыг нөгөө сувгийн координат

руу хөрвүүлэх шаардлагатай байдаг. Бид интерферометрийн гадаргын тоон загвар (ГТЗ)-ыг оронзайн мэдээний дэвсгэр болгон авсан бөгөөд эхлээд L-сувгийн мэдээг ГТЗ-ын координат руу 12 тулгуур цэг, шугаман функцыг ашиглан хөрвүүлж, улмаар X-сувгийн мэдээг L-сувгийн координат руу 24 тулгуур цэг, полиномын 2 зэрэгт функцыг [1,3,4] ашиглан хөрвүүлсэн ба L-сувгийн мэдээний хувьд шилжүүлэлтийн үеийн RMSE=0.96пиксел, X-сувгийн мэдээний хувьд шилжүүлэлтийн үеийн RMSE=0.98пиксел байлаа.

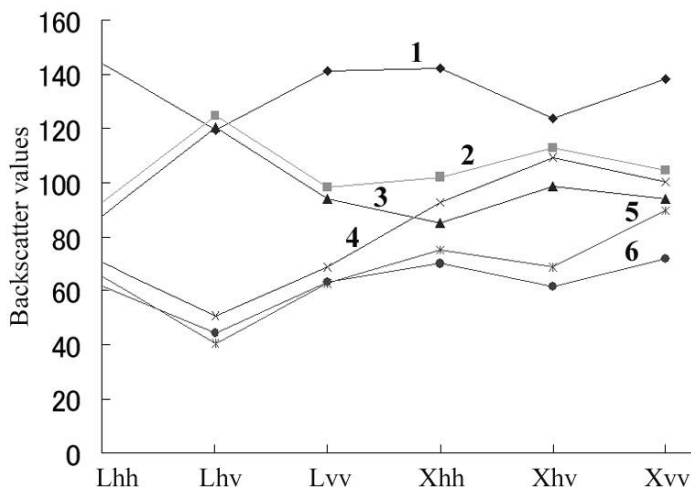
Вишертийн сургалттай ба сургалтгүй ангиллын дүнгүүд

Судалгааны эхэнд, сарнилын матрицыг 3×3 хэмжээст Паулийн кохиренсийн матриц (T) болгон хувиргасан бөгөөд анхдагч мэдээг сургалтгүй ангиллын аргаар ангилах үүднээс суваг тус бүрийн мэдээг $H-\alpha$ аргыг ашиглан 8 кластер болгон хуваасан болно. Дараа нь эдгээр 8 кластерыг Вишертийн аргыг ашиглан ангилсан бөгөөд ангиллын нарийвчлал нь X-сувгийн мэдээний хувьд 50.35%, L-сувгийн мэдээний хувьд 69.36% байлаа. $H-\alpha$ дээр тулгуурласан сургалтгүй ангилалд, кластеруудыг сарнилын механизмын төрлүүдээр нь автоматаар тодорхойлдог байдлаас шалтгаалан X-сувгийн мэдээний ангиллын дүн 5 ангийг (хотын нягтаршил ихтэй хэсэг, нягтаршил багатай хэсэг, ой, ногоон ургамал, хөрс), харин L-сувгийн мэдээний ангиллын дүн 4 ангийг (хотын нягтаршил ихтэй хэсэг, нягтаршил багатай хэсэг, ой, хөрс) агуулж байсан бөгөөд X-сувгийн мэдээн дээр ус, хөрс гэсэн 2 анги ижилхэн, L-сувгийн мэдээн дээр ногоон ургамал, ус, хөрс гэсэн ангиуд ижилхэн ангилагдсан байсан нь эдгээр ангиудын сарнил нь ижил, төстэй байсныг илтгэнэ.

Сургалттай ангиллын аргыг ашиглах үүднээс, зарим ангиудын ижил сарнилын чанартай байсныг харгалзан X-сувгийн мэдээн дээр 5 ангийг, харин L-сувгийн мэдээн дээр 4 ангийг сонгон авч, улмаар анги тус бүрийг төлөөлсөн пикселүүдийг сонгон авсан ба нийт 254-628 пикселийг сонгосон болно. Дараа нь сонгосон сигнатуруудыг Вишертийн аргыг ашиглан ангилсан бөгөөд ангиллын нарийвчлал нь X-сувгийн мэдээний хувьд 50.57%, L-сувгийн мэдээний хувьд 74.16% байлаа.

Дүрэмд тулгуурласан аргын дүн

Энэхүү аргын мөн чанар нь спектр, оронзайн зааглагчуудыг ашиглан өндөр чанарын дүрмүүдийг зохиох бөгөөд бид дүрмийг боловсруулахын өмнө зурган дээр дүрслэгдсэн биес, ангиудын сарнилын шинж болон тоон утгууд ямар байх талаар, тэдгээрийн сигнатуруудын статистик үзүүлэлт, мөн түүнчлэн TD-зайг ашиглан, SAR-ын онол дээр үндэслэсэн анхдагч дүн шинжилгээг хийсэн болно. Сигнатуруудын дундаж утгуудыг Зураг 1–д үзүүлэв.



Зураг 1. Сонгосон сигнатуруудын дундаж утгуудын тархалт.

X-тэнхлэгийн дагуу:

Pi-SAR-ын L- болон X-сүвгийн туйлшралын компонентууд. 1-хотын нягтаршил ихтэй хэсэг, 2-нягтаршил багатай хэсэг, 3-ой, 4-ногоон ургамал, 5-хөрс, 6-ус.

(a)

	ГК1	ГК2	ГК3
Xhh	0.57	0.45	-0.68
Xhv	0.57	-0.81	-0.05
Xvv	0.58	0.35	0.72
Дисперс (%)	89.88	6.82	3.3

(6)

	ГК1	ГК2	ГК3
Lhh	0.57	0.73	-0.36
Lhv	0.57	-0.67	-0.46
Lvv	0.58	-0.05	0.80
Дисперс (%)	88.19	8.23	3.58

Хүснэгт 1. Pi-SAR-ын мэдээг ГКШ-ний аргаар үнэлсэн дүн.

(а) Pi-SAR X-сувгийн мэдээг шинжилсэн дүн.

(б) Pi-SAR L-сувгийн мэдээг шинжилсэн дүн.

Дараа нь X- болон L- сувгийн мэдээнээс нэгдмэл мэдээг гарган авахын тулд ГКШ болон Паулийн матрицын аргуудыг ашиглан дүнг харьцуулж үзэхэд, ГКШ-ний аргын дүн илүү байлаа. Pi-SAR-ын мэдээг ГКШ-ний аргаар шинжилсэн дүнг Хүснэгт 1–д харуулав. Хүснэгтээс харахад, X- болон L-сувгийн мэдээ тус бүрд ГК1 нийт дисперсийн 88-аас дээш хувийг агуулж, туйлшралын компонент тус бүрийн жинг жигдхэн агуулж байхад, ГК2-д hv-компонент ихээхэн нөлөөтэй байна. Эдгээр хоёр ГК нь нийт дисперсийн 96-аас дээш хувийг агуулж байх бөгөөд ГК3-ийг шинжилж үзэхэд шуугиантай болох нь тогтоогдсон ба эцсийн дүн шинжилгээнд, X-ГК1, L-ГК1 болон X-ГК2, L-ГК2-ын дунджийг тус, тус сонгосон болно.

Улмаар, спектр, оронзайн зааглагчуудыг ашиглан дүрмүүдийг зохиосон бөгөөд дүрэмд тулгуурласан ангиллын алгоритм нь дээд, доод гэсэн 2 үндсэн хэсгээс бүрдэнэ. Алгоритмын дээд хэсэгт хамгийн бага зайн арга дээр тулгуурласан анхдагч ангилал, мөн биесийн сарнилын онол дээр үндэслэсэн [5,6] янз бүрийн утга бүхий зааглагчуудыг тодорхойлсон бөгөөд хамгийн бага зайн арга нь дараахь байдлаар илэрхийлэгдэнэ:

$$d_j(x) = (x - m_j)^t (x - m_j)$$

Ангилалд, 1SD–г ашигласан бөгөөд 1SD дотор багтаж байгаа пикселүүд эхлээд хамгийн бага зайн аргаар хамаарагдах ангиуддаа ангилагдан, дараа нь 1SD-ийн

гадна байгаа пикселүүд спектр, оронзайн зааглагчууд бүхий дүрмүүдээр цаашид ангилагдана.

Сигнатуруудыг шинжилсэн дүнгээс үзэхэд, ангиудын статистик үзүүлэлт өөр хоорондоо ихээхэн давхцалтай байсан бөгөөд ялангуяа, хотын нягтаршил багатай хэсэг, ой гэсэн ангиуд, мөн түүнчлэн хөрс, ус гэсэн ангиуд хамгийн их давхцалтай байлаа. Алгоритмын доод хэсэгт, эдгээр давхцалтай ангиудыг салгах үүднээс янз бүрийн дүрмүүдийг зохиосон болно. Хотын нягтаршил багатай хэсэг болон ой гэсэн ангиудыг зааглахын тулд, төрөл бүрийн спектр, оронзайн зааглагчууд бүхий дүрмүүдийг зохиосон бол хөрс, ус гэсэн ангиудыг салгахын тулд интерферометрийн ГТЗ дээрээс тодорхойлогдсон оронзайн зааглагч бүхий дүрмийг ашигласан болно. Оронзайн зааглагчийг интерферометрийн ГТЗ дээр нарийн тодорхойлохын тулд, голын хөндийг орчноос нь зааглах хэрэгтэй болсон бөгөөд үүний тулд, төрөл бүрийн текстурын шүүлтүүрүүдийг хэрэглэн, улмаар спектрийн зааглагчуудыг ашиглан оронзайн зааглагчийг тодорхойлсон болно.

Ангиллын нарийвчлалыг шалгахын тулд, зургийн өөр, өөр хэсгээс ангиудыг төлөөлсөн цэвэр пикселүүдийг сонгон авсан бөгөөд тохирлын матрицыг тооцоолж үзэхэд, нарийвчлал нь 91.33% байлаа. Ийнхүү бидний дэвшүүлсэн аргын дүн одоогийн ашиглагдаж байгаа аргуудын дүнгүүдээс илүү байгаа нь уг аргын найдвартай гэдгийг харуулж байна.

Дүгнэлт

Энэхүү судалгаанаас, радарын долгионы өөр, өөр мужид авсан өгөгдлүүдийг нэгтгэхэд мэдээллийн чанар нь сайжрах ба нэгдмэл мэдээг ашиглан ангилал хийхэд ангиллын нарийвчлал нь илүү болох бөгөөд өндөр чанарын мэдээг сугалан авахын тулд нарийн тодорхойлсон спектр, оронзайн зааглагчууд бүхий дүрэмд тулгуурласан аргыг хэрэглэвэл ихээхэн үр дүнтэй гэдэг нь харагдаж байна.

Ашигласан зохиолууд

1. D.Amarsaikhan and M.Ganzorig, "Interpretation and comparision of AirSAR quad-polarised radar images," *In Proceedings of the 20th Asian Conference on Remote Sensing*, Hong Kong, China, Nov. 1999, pp. 695-700.

2. Amarsaikhan, D., 2005, Entropy-based Classification Followed by Unsupervised and Supervised Wishart Classifications, ШУА-ийн ИХ-ийн Эрдэм Шинжилгээний Бүтээл, хх.45-56.
3. R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital Image Processing*, 2nd ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, 2002.
4. ERDAS Imagine, *Field guide*, 5th Ed. ERDAS, Inc. Atlanta, Georgia, USA, 1999.
5. J. A. Richards, A. K. Milne, and B. C. Forster, *Radar Remote Sensing*, UNSW, Sydney, Australia, 1987.
6. Manual of Remote Sensing, 3rd ed. vol. 3, American Society of Photogrammetry, 1998.