

ШИНЖЛЭХ УХААНЫ АКАДЕМИ
ИНФОРМАТИКИЙН ХҮРЭЭЛЭН

ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ

БҮТЭЭЛ №6

УЛААНБААТАР
2004 ОН

РАДАРЫН ЗУРГИЙГ БОЛОВСРУУЛАХ АРГАЧЛАЛ

Д.Амарсайхан, М.Ганзориг, Г.Батбаяр

Оршил

Оптикийн тандан судалгаатай харьцуулахад, идэвхитэй тандан судалгааны физик үндэс нь өөр учир анхдагч мэдээнд боловсруулалт, тайлал хийх нь ч харьцангуй өөр байдаг. Радарын долгионы когерент (ижил давтамж, фазтай) шинж чанараас үүдэн бие биенээсээ ойр орших биесээс сарнисан долгионууд өөр хоорондоо давхардсан үед фазын ялгаанаас нь шалтгаалан дүрс зураг дээр хар, цагаан толбууд (speckle) бий болдог.

Эдгээр толбууд нь дүрс зургийн ялгах чадварыг бууруулж, зурагт тайлал болон дүн шинжилгээ хийхэд бэрхшээл учруулдаг. Иймд, аливаа дүн шинжилгээг хийхийн өмнө толбыг багасгах шаардлагатай. Толбыг багасгахад малти-лүк (multi-look) процесс болон шүүлтүүрийн аргыг тус тус ашигладаг. Малти-лүкийн аргад сарнисан долгионыг бүлэглэн дундаж утгыг нь тооцдог ба уг арга нь сигналыг дүрс болгох явцад хэрэглэгддэг учир тоон боловсруулалтад төдийлэн ашиглагддаггүй. Харин шүүлтүүрийн аргыг дүрс зургийн толбыг багасгах, улмаар байгалийн болон хүний үйл ажиллагаагаар бий болсон объектуудад оронзайн сайжруулалт хийхэд ашигладаг учир тоон боловсруулалтанд маш өргөн ашиглагддаг байна.

Радарын зургийн толбыг багасгахад, толбыг арилгах тусгай зориулалтын шүүлтүүрүүдээс гадна, оптикийн тандан судалгаанд анхдагч мэдээний зарим нэг хуурмаг тодролыг багасгах, зурагт тайлал хийхийн өмнө зургийн нийт тодролыг (радиометрийн утга) ямарваа нэгэн хэмжээгээр жигд болгох зориулалтаар ашиглагддаг дундаж болон медиан шүүлтүүрүүд хэрэглэгддэг. Энэхүү өгүүлэлд, радарын зургийн толбыг багасгахад ашиглагддаг шүүлтүүрүүдийн үзүүлэх нөлөөний талаар Улаанбаатар хот орчмын ERS-2 SAR дагуулын мэдээн дээр харьцуулан өгүүлнэ.

Радарын Зургийн Толбыг Багасгахад Хэрэглэгддэг Шүүлтүүрүүд

Дүрс мэдээнд шүүлтүүрийг хэрэглэхийн тулд, хэрэглэгч янз бүрийн хэмжээтэй цонхыг сонгоно. Цонх нь зургийн мөр, баганын дагуу шилжиж, пиксел бүр дээр ирж зогсох бөгөөд зогсох бүрт уг цонхны төвийн утгыг түүнд багтаж байгаа бусад пикселийн утгыг ашиглан шинээр тодорхойлдог. Иймэрхүү маягаар зургийн пиксел тус бүрийн радиометрийн утгыг өөрчилнө. Радарын зургийн толбыг арилгахад хэрэглэгддэг олон янзын шүүлтүүрүүд байдаг боловч дор дурьдсан шүүлтүүрүүд практикт хамгийн их хэрэглэгддэг.

Ли болон сигма шүүлтүүрүүд

Ли болон сигма шүүлтүүрүүд нь шинэ утгыг тооцоолохын тулд, тухайн сонгосон цонхонд багтаж байгаа пикселийн утгуудын статистик тархалтыг ашигладаг. Ли шүүлтүүрийн хувьд тухайн пикселийн дундаж утга (M), стандарт хазайлт (SD) нь сонгосон цонхонд багтаж байгаа утгуудын дундаж болон стандарт хазайлтын утгуудтай тэнцүү гэж үздэг. Харин сигма шүүлтүүрийн хувьд шинэ утгыг тодорхойлохын тулд, тухайн цонхонд багтаж байгаа нийт пикселийн 95%-ийг (2 стандарт хазайлт) сонгон, улмаар дундаж утгыг нь тооцоолдог. Эдгээр шүүлтүүрүүдийг ашиглахын тулд нийт дүрс зургийн вариацийн коэффициентийг тодорхойлох (σ) шаардлагатай болдог бөгөөд энэ нь дараахь томъёогоор илэрхийлэгдэнэ.

$$\sigma = \frac{SD}{M}$$

Вариацийн коэффициент нь тухайн сигналыг дүрс болгохдоо хэдэн лүкийг ашигласан гэдгээсээ хамааран янз бүр байна. Орчин үеийн радарын системүүд ихэнхи тохиолдолд 3 болон 4 лүкийг ашигладаг ба эдгээрт хамаарах утгууд нь $\sigma = .30$, $\sigma = .26$ тус тус байна. Ли болон сигма шүүлтүүрийн үзүүлэх нөлөөг харуулах үүднээс Зураг 1а-д үзүүлсэн зурагт уг шүүлтүүрүүдийг хэрэглэн Зураг 1б, в-д харуулав.

Гамма-мап шүүлтүүр

Энэхүү шүүлтүүр нь шинэ утгыг тодорхойлохдоо, уг пикселийн жинхэнэ утга тухайн цонхонд багтаж байгаа нийт пикселийн дундаж утга, анхдагч утга хоёрын завсар хооронд оршино гэж үздэг. Өөрөөр хэлбэл, энэ арга нь тухайн цонхонд багтаж байгаа нийт пиксел нь нормаль бус тархалттай гэж үздэг ба хэрэглэгчийн сонгосон цонхны хэмжээ бага байх тусам энэхүү төсөөлөл үнэн байх магадлал нь их юм. Ихэнхи судлаачдын бүтээлд гамма-мап шүүлтүүрийг бусад аргуудтайгаа харьцуулахад анхдагч зураг дээр дүрслэгдсэн ямарваа нэгэн текстурьг бүдэгрүүлэхгүйгээр зургийн толбыг багасгадаг хамгийн сайн арга гэж дурьдсан байдаг ба практикт 3x3 болон 5x5 хэмжээтэй гамма-мап шүүлтүүр хамгийн их хэрэглэгддэг байна. Гамма-мап шүүлтүүрийн зурагт үзүүлэх нөлөөг Зураг 1г-д харуулав.

Локал мужийн шүүлтүүр

Энэхүү шүүлтүүр нь сонгосон цонхыг хойд, урд, зүүн, баруун, баруун хойд, зүүн хойд, баруун урд, зүүн урд гэсэн 8 мужид хуваах ба муж бүрийн дисперсийг доорхи томъёогоор тодорхойлдог. Шинэ утгыг тодорхойлохын тулд, тухайн пикселийн эргэн тойрны мужуудын дисперсийг харьцуулан үзэх бөгөөд хамгийн бага дисперстэй мужид харьяалагдах пикселүүдийн дундаж утгыг сонгон авна. Хамгийн бага дисперстэй муж нь онолын хувьд авч үзвэл радарын долгионы когерент шинжийн нөлөөнд хамгийн багаар өртсөн жигд радиометрийн тархалт бүхий пикселүүдийг агуулах бөгөөд шүүлтүүрийн үр дүн нь зарим хурц тодролыг бууруулж гадаргыг нэгэн төрлийн болгоно. Иймээс энэ аргыг радарын мэдээнд спектрийн ангилал хийхийн өмнө ашиглавал илүү зохимжтой байдаг.

Дүрс зургийн толбыг сайтар багасгахын тулд, уг шүүлтүүрийг 2-3 удаа, хэрэглэх бүрдээ цонхны хэмжээг томсгон ашиглавал тохиромжтой байдаг. Локал мужийн шүүлтүүрийн үзүүлэх нөлөөг Зураг 1д-д харуулав.

Фрост шүүлтүүр

Энэ шүүлтүүр нь хамгийн бага дундаж квадрат алдааны зарчим дээр тулгуурлах бөгөөд зургийн тухайн

орчин дахь статистикийг ашигладаг. Энэхүү статистик нь цонх зургийн мөр, баганы дагуу шилжин хөдлөхөд жинлүүрийн параметр болдог байна. Фрост шүүлтүүр нь дараахь томъёог ашиглана:

$$X = \sum_{pxm} P a e^{-a|t|}$$

ба

$$a = \left(\frac{4}{nV^2} \right) \left(\frac{D_l}{\bar{X}_l^2} \right); \quad t = |X - X_0| + |Y - Y_0|$$

Үүнд: V- зургийн вариацийн коэффициент

D_l - тухайн пикселүүдийн дисперс

\bar{X}_l - тухайн пикселүүдийн дундаж утга

P- нормчиллын тогтмол

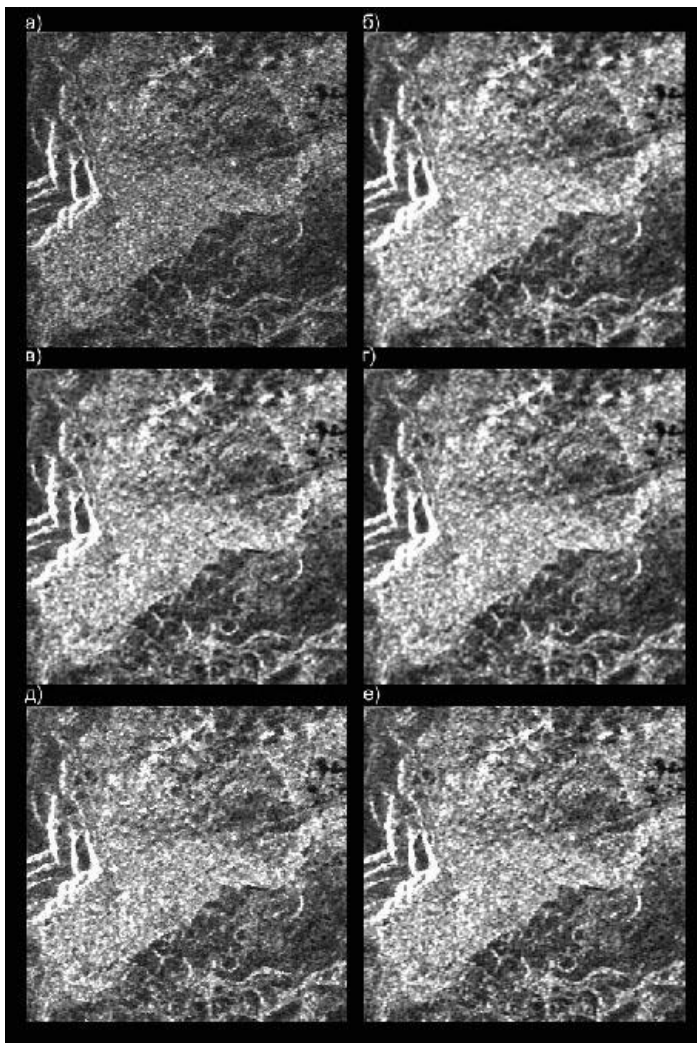
pxm- цонхны хэмжээ.

Фрост шүүлтүүрийн үзүүлэх нөлөөг Зураг 1е-д харуулав.

Дундаж болон медиан шүүлтүүрүүд

Дундаж шүүлтүүрт дурын хэмжээтэй цонхыг (кэрнэл) тодорхойлж болох бөгөөд шинэ утгыг тодорхойлохын тулд, цонхон дотор багтаж байгаа бүх пикселийн дундаж утгыг тодорхойлно. Цонх зургийн мөр, баганын дагуу шилжиж, пиксел бүрийн хувьд дундаж шинэ утгыг тавина. Дундаж шүүлтүүрийн цонхны хэмжээ том (өөрөөр хэлбэл, 7x7 буюу түүнээс том) байх тусам зургийг илүү их бүрсийлгэдэг учир радарын зургийг сайжруулахад голдуу дор харуулсан 3x3 болон 5x5 хэмжээтэй шүүлтүүрүүд ашиглагддаг.

Медиан шүүлтүүрт цонхны төвийн пикселийн радиометрийн утгыг тухайн хэрэглэгчийн сонгосон цонхонд багтаж байгаа пикселүүдийн медиан утгаар солино. Ийм янзаар цонх зургийн мөр, баганын дагуу шилжиж, пиксел бүрийн хувьд шинэ утгыг тодорхойлно.



Зураг 1. а) Эх зураг, б) 3x3 хэмжээтэй Ли шүүлтүүрийн үзүүлсэн нөлөө, в) 3x3 хэмжээтэй сигма шүүлтүүрийн үзүүлсэн нөлөө, г) 3x3 хэмжээтэй гамма-мап шүүлтүүрийн үзүүлсэн нөлөө, д) 3x3 хэмжээтэй локал мужийн

шүүлтүүрийн үзүүлсэн нөлөө, е) 3x3 хэмжээтэй фрост шүүлтүүрийн үзүүлсэн нөлөө.

Радарын Зурагт Тайлал Хийхэд Харгалзан Үзэх Онцлог Шинжүүд

Манай орны сэдэвчилсэн судлаачид төрөл бүрийн сэдэвчилсэн судалгаанд голдуу агаарын аналог фото зургийг ашигласаар ирсэн бөгөөд сүүлийн үед сансрын тоон мэдээг ихээхэн ашиглах хандлагатай болж байна. Агаарын фото зурган дээр тайлал хийхэд тон, текстур, хэмжээ, хэлбэр, сүүдэр, контекст зэрэг шинжүүд гол үүрэгтэй байдаг. Эдгээр шинжүүд нь дараахь маягаар тайлбарлагддаг.

- Тон - зургийн тухайн хэсэг дэхь гэрлийн эрчмийн дундаж тодрол
- Текстур - зураг дээрхи эрчмийн тодролын давтагдал
- Хэмжээ - тухайн биетийн хэмжээ
- Хэлбэр - тухайн биетийн хүрээ буюу хил, хязгаар
- Сүүдэр – гадаргын гэрэл тусаагүй тэрхүү хэсэг
- Контекст – эргэн тойрон буюу орчин.

Радарын зурагт тайлал хийхэд фото зургийн адил дээрхи шинжүүд чухал үүрэгтэй боловч зурган дээр тодрох байдал нь өөр байдаг. Хүснэгт 1-д уг шинжүүдийг фото зураг болон радарын мэдээний хувьд харьцуулан үзүүлэв.

Шинжүүд	Агаарын зураг	Радарын зураг
Тон	Гэрлийн эрчим их байх тусам гадарга цайвар харагдана.	Гадарга барзгар байх тусам цайрч гарах ба гилгэр гадарга бараандуу гарна.
Текстур	Нислэгийн өндөр, перспективээс хамааран сайн, муу янз бүрээр тодорно.	Долгионы урт, гадаргын хэрчигдлээс хамааран сайн, муу янз бүрээр тодорно.
Хэмжээ	Нислэгийн өндөр,	Тухайн газрын

	перспективээс хамааран өөрчлөгдөнө.	өндөр, нам, чиг, радарын тусгалын өнцгөөс хамаарна.
Хэлбэр	Нислэгийн өндөр, перспективээс хамааран өөрчлөгдөнө.	Тухайн газрын өндөр, нам, чиг, радарын тусгалын өнцгөөс хамаарна.
Сүүдэр	Тодорхой нарийн мэдээг агуулахгүй ч зарим мэдээг агуулна.	Ямар ч мэдээг агуулахгүй.
Контекст	Тодорхой эргэн тойронтой.	Тодорхойгүй эргэн тойронтой.

Хүснэгт 1. Агаарын зураг болон радарын мэдээн дээр тодрох биесийн шинжүүдийг харьцуулсан байдал

Дүгнэлт

Энэхүү өгүүлэлд, радарын зургийн толбыг багасгахад ашиглагддаг Ли болон сигма шүүлтүүрүүд, Гамма-мап шүүлтүүр, Локал мужийн шүүлтүүр, Фрост шүүлтүүр, дундаж болон медиан шүүлтүүрүүдийн үзүүлэх нөлөөний талаар Улаанбаатар хот орчмын ERS-2 SAR дагуулын мэдээн дээр харьцуулан үзүүлж, улмаар радарын зурагт тайлал хийхэд харгалзан үзэх онцлог шинжүүдийн талаар уламжлалт агаарын зурагт тайлал хийх аргатай харьцуулан өгүүлэв.

Ном Зүй

1. D.Amarsaikhan, M.Ganzorig, 1999, *Interpretation And Comparision Of AirSAR Quad-Polarised Radar Images*, Proceedings of the 20th Asian Conference on RS, Hong Kong, pp695-700.
2. D.Amarsaikhan, 2001, *The Investigation of the Land Surface Features in Different Geographical Regions of Mongolia using ERS-2 SAR Images*, University of Northumbria at Newcastle, UK.
3. ERDAS, 1999, Field guide, Fifth Edition, ERDAS, Inc. Atlanta, Georgia.
4. J.A.Richards, A.K.Milne, B.Forster, 1987, Radar Remote Sensing, UNSW, Sydney, Australia.

5. J.A.Richards, 1993, 2nd edition, Remote Sensing Digital Image Analysis, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York.
6. F.T.Ulaby, R.K.Moore, A.K.Fung, 1982, Microwave RS: Active and Passive, Reading Mass. Addison Wesley.