

Зайн гистограммд суурилсан объектыг сегментчлэх, илрүүлэх арга

Б.Мөнхтулга

Электроник, Холбооны
Инженерчлэлийн тэнхим
Хэрэглээний Шинжлэх Ухаан,
Инженерчлэлийн Сургууль
Монгол Улсын Их Сургууль
munkhtulga@seas.num.edu.mn

Ө.Батбаяр

Электроник, Холбооны
Инженерчлэлийн тэнхим
Хэрэглээний Шинжлэх Ухаан,
Инженерчлэлийн Сургууль
Монгол Улсын Их Сургууль
batbayar@seas.num.edu.mn

Ч.Лодойравсал

Электроник, Холбооны
Инженерчлэлийн тэнхим
Хэрэглээний Шинжлэх Ухаан,
Инженерчлэлийн Сургууль
Монгол Улсын Их Сургууль
lodoiravsal@num.edu.mn

Хураангуй—Орчин үеийн бүрэн автомат үйлдвэрлэлд дүрс боловсруулалтийн хэрэгцээ том орон зайг эзэлдэг. Сүүлийн жилүүдэд дүрс боловсруулалтыг үйлдвэрлэл гэлтгүй бусад салбарт ч гэсэн ашиглаж байна. Мөн дүрс боловсруулалт хийхдээ дижитал камераас илүүтэйгээр 3D камерыг ашиглах болсон. Энэ нь цөөн камераар илүү мэдээлэл авах боломжийг бүрдүүлдэг. Дижитал камераар объектыг танихад үүсдэг асуудлууд нь орчны гэрэл өөрчлөгдөхөд камер ажиллагаагүй болох, агаарт бужигнасан тоосонцор камерын харагдах орчинг хязгаарлах юм. Дээрх асуудлуудыг зайн мэдээлэл ашигласнаар шийдэж болно. Энэ судалгааны ажлаар Asus Xtion Pro зайн мэдрэгч ашиглан зайн гистограммаар объектын хэлбэрийг илүү нарийвчлалтайгаар тодорхойлсон. Хэрэгжүүлэлтээ Microsoft Visual Studio програм дээр зайн мэдрэгчийн OpenNI SDK болон дүрс боловсруулалтын OpenCV санг ашиглан C++ хэл дээр хийж гүйцэтгэсэн.

Түлхүүр үг—Зайн мэдрэгч, зайн гистограмм, объект дагах, сегментчлэх, depth histogram, depth sensor, object tracking

I. УДИРТГАЛ

Объектыг дагах, таних нь дүрс бичлэг ажиглаж, хянах [1], [2], [3], хүн компьютерийн хоорондын харилцаа [4], [5], дүрс бичлэгийг нягтруулах [6] болон анагаах ухааны дүрслэл [7], [8] гэх мэт маш олон салбарт ашиглаж болох компьютер харааны чухал даалгавар юм. Тиймээс энэхүү хэрэглээнүүдэд зориулж объектыг илрүүлэх, дагах аргуудыг хөгжүүлэх нь зайлшгүй. Бичлэгийн өгөгдсөн нэг кадр дээрх объектын төлөв, байршлаас хамаарч дараа дараагийн кадр дээрх төлөв, байршлыг таамаглах нь объект дагах аргын гол санаа нь юм. Сүүлийн жилүүдэд, ихэнх судлаачид өнгөний мэдээлэл дээр суурилсан объект илрүүлэх, дагах аргуудыг санал болгож байна. Судалгааны ажил [9]-д дурьдсан, Олонлог дагах арга нь дэвсгэр болон объектыг пиксельд суурилсан хоёртын ангилал ашиглан салгасан. Гэхдээ, пиксельд суурилсан арга нь дэвсгэр тоосонцортой байх үед хязгаарлагдмал ажиллагаатай байна. [10]-г, харагдах загварыг нягтруулсан домайнаас гарган авсан нь энгийн бөгөөд бодит

хугацаанд тодорхой нөхцлүүдэд найдвартай гүйцэтгэлтэй байсан боловч ижилхэн дэвсгэртэй үед алдаа гарч байна.

Ерөнхийдөө, сүүлийн хэдэн арван жилийн турш судлаачид өнгөний мэдээлэлд суурилсан объект дагах, таних аргуудыг эрчимтэйгээр хөгжүүлэн гайхалтай үр дүнд хүрсэн. Гэсэн хэдий ч, дижитал камераар авсан өнгөт зурагнууд нь 3 хэмжээстийг 2 хэмжээст болгож байгаа учраас тодорхой хэмжээний мэдээлэл алдагдаж байгаа юм. Орчны гэрэл өөрчлөгдөх, объект болон дэвсгэр ижил өнгөтэй байх үед саад учрах гэх мэт хүчин зүйлсүүдээс хамааран объектын харагдах байдал өөрчлөгдөнө. Энэхүү хүчин зүйлсийг бууруулах нь объектыг илрүүлэх, дагах салбарт чухал асуудал юм.

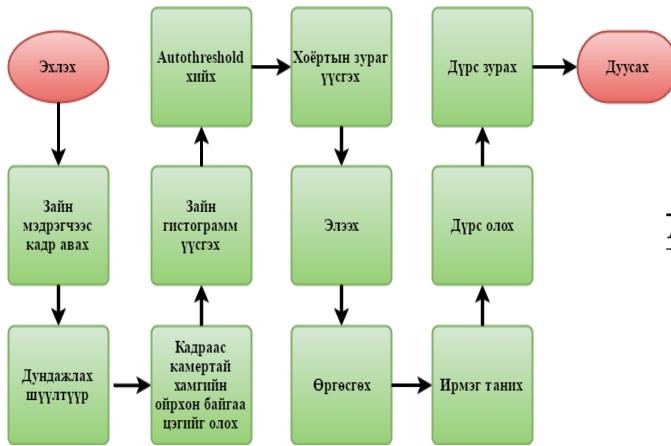
Бидний судалгааны зорилго бол гэрэл болон тоосонцорын нөлөөнд өртөмтгий орчинд зайн мэдрэгч ашиглан объектыг илрүүлэх, дагах юм. Зөвхөн өнгөний мэдээллээр объектыг илрүүлэх нь дутагдалтай гэдгийг бидний дээр дурьдсан өгүүлүүд харуулсан байна. Тиймээс зайн гистограммыг үүсгэж түүнээсээ авто трешолд ашиглан объектын хэлбэрийг илүү нарийвчлалтайгаар харуулан, дэвсгэр болон объектын өнгө ижил байхад ч гэсэн объектыг илрүүлэн дагахыг зорьлоо. Энэ судалгааны ажлын үр дүн нь Монгол улсын бүрэн автомат үйлдвэржилт болон дүрс боловсруулалтын салбарт тус болно гэж найдаж байна.

Энэхүү өгүүллийн 2-р бүлэгт бид санал болгож буй аргаа дэлгэрэнгүй тайлбарлана. Энэхүү аргаа энгийн, харанхуй, гялбасан болон тоосжилттой үед стерео камераар авсан зурагтай харьцуулсан. Харьцуулсан туршилтын үр дүнгээ 3-р бүлэгт, ерөнхий дүгнэлт болон цаашид хийх ажлын тухай 4-р бүлэгт танилцуулна.

II. САНАЛ БОЛГОЖ БУЙ АРГА

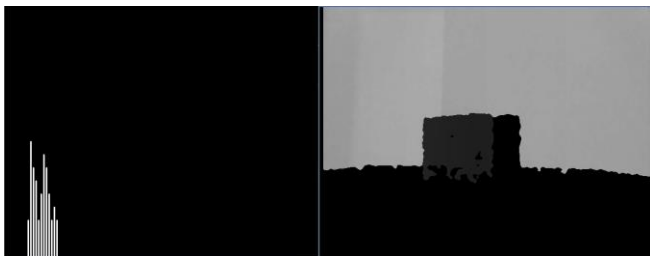
Энэ бүлэгт бид объект сегментчлэх болон илрүүлэх аргынхаа талаар дэлгэрэнгүй тайлбарлах болно. Бидний санал болгож буй аргын диаграммыг Зураг 1-т харуулсан байна.

A. Зайн гистограмм



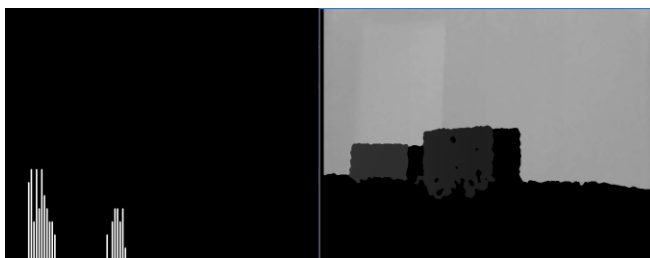
Зураг 1. Объект илрүүлэх, дагах алгоритмын блок диаграмм

Гистограмм нь ихэвчлэн өнгөт зурагны мэдээлэл дээр боловсруулалт хийхийн тулд ашигладаг арга боловч зайн мэдээлэлд ашиглахад ч гэсэн нэн тохиромжтой юм. Босоо тэнхлэгийн дагуу тухайн утга хэдэн удаа давтагдаж байгааг нь харуулах бөгөөд хэвтээ тэнхлэгийн дагуу тухайн утгууд байна. Ийнхүү гистограмм үүсгэснээрээ бид объектын хэлбэр дүрсийг нарийн мэдэх боломжтой болно. Хэлбэр дүрсийг мэдэж байхад дэвсгэрээс объектыг сегментчлэх нь



Тийм ч хэцүү биш.

Зураг 2. Зүүн: Ганц объект байх үеийн гистограмм. Х тэнхлэгийн дагуу зай, 50 см - 170 см хүртэл. Y тэнхлэгийн дагуу давтагдах тоо, 0 - 20 хүртэл; Баруун: Зайн мэдрэгчээс авсан кадр



Зураг 3. Зүүн: Олон объект байх үеийн гистограмм. Х тэнхлэгийн дагуу зай, 50 см - 170 см хүртэл. Y тэнхлэгийн дагуу давтагдах тоо, 0 - 20 хүртэл; Баруун: Зайн мэдрэгчээс авсан кадр

Зайн мэдрэгчтэй хамгийн ойрхон байгаа объектыг дагана гэж үзнэ. Дагахын тулд объектын хэлбэр, хэмжээг мэдэх хэрэгтэй. Үүнийг хийхдээ гистограммаас объектой ойролцоо зайн мэдээлэлтэй цэгүүдийг авна. Түүний дараа гистограммын утга шуугианы шүүлтүүрийн түвшингээс дээш гарах үед объект мөн байна гэж үзээд, тухайн утгаар таслан авна.

Объектын хэлбэр хэмжээнээс хамаараад бидний таслан авах цэг янз бүр байх учир авто трешолд хийх нь зүйтэй. Хамгийн ойрхон цэг болон объектыг таслан авсан цэгээр треш олд хийвэл объектын хэлбэрийг мэдэх боломжтой. Хэрхэн авто трешолд хийж байгааг Алгоритм 1-т харууллаа.

Algorithm 1 Санал болгож буй алгоритм

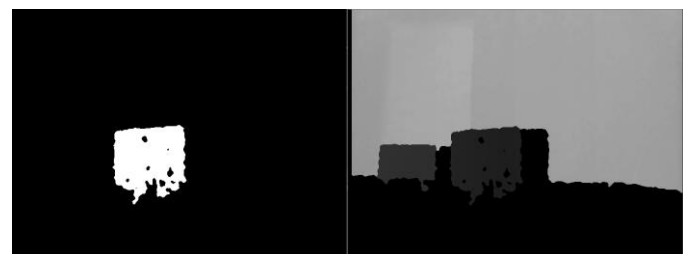
```

1: for кадр дуустал
2:   Кадр авах, медиан шүүлтүүрээр оруулах
3:    $XOЦ$  = хамгийн ойрхон цэг
4:    $HIST_D$  = зайн гистограммын өгөгдөл хадгалах
5:    $HIST_D$  зурах
6:   for (i = 0; i <  $HIST_D/2$ ; i++)
7:     if  $HIST_D[i]$  > шуугианы шүүлтүүрийн
8:       босго утга
9:          $minValue = i$ ; break;
10:  end for
11:  for (i =  $minValue$ ; i <  $HIST_D/2$ ; i++)
12:    if  $HIST_D[i]$  < шуугианы шүүлтүүрийн
13:      босго утга
14:         $maxValue = i$ ; break;
15:  end for
16:   $delta = (maxValue - minValue)$ 
17:  for (i = кадрын эхлэл; i < кадрын төгсгөл; i++)
18:    k = i-тай харгалзах зайн утга
19:    if k >  $XOЦ$  болон k < ( $XOЦ + delta$ )
20:      k = 1
21:    else k = 0 > Хоёртын зураг болгож байна
22:  end for
23: end for

```

Энэхүү алгоритмын дагуу зайн гистограмм, авто трешолд хийснээр өөрсдийн хүссэн хоёртын зурагаа гарган авч чадна. Түүний дараа дүрс боловсруулалтын аргууд мөн хэлбэр бүтэц зүйн боловсруулалт [15] хийхэд асуудал тулгарахгүй. Зураг 4-т алгоритмын үр дүнгээс гарсан хоёртын зургийг харуулсан байна.

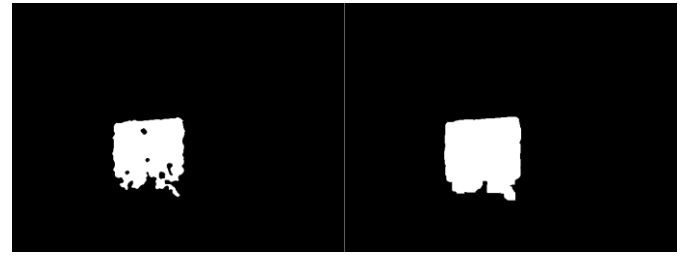
Зураг 4. Зүүн: Гистограммаас үүсгэсэн хоёртын зураг. Баруун: Зайн мэдрэгчээс авсан кадр



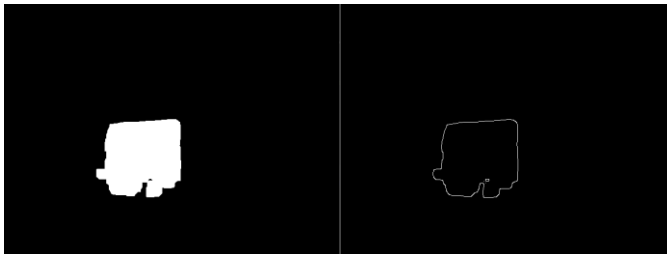
Мөн Зураг 5, Зураг 6, Зураг 7 болон Зураг 8-д гистограммаас гарган авсан хоёртын зургийг хэлбэр бүтэц зүйн аргуудаар хувирган хүссэн үр дүндээ хүрлээ. Гистограммыг зайн мэдээлэлд ашиглах нь үр өгөөжтэй ч, сегментчлэхийг хүссэн объектой ижил зайд өөр объект байвал нэмэлт боловсруулалт хийх шаардлагатай болох юм.



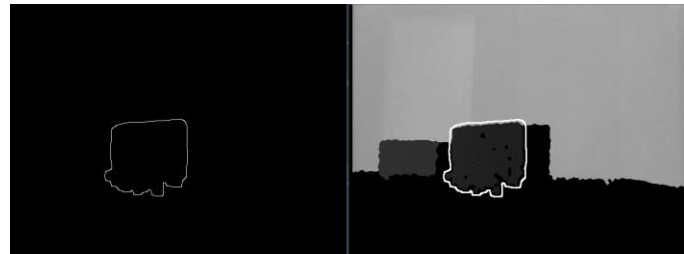
Зураг 5. Зүүн: Хоёртын зураг. Баруун: Элээлтийн үр дүн.



Зураг 6. Зүүн: Хоёртын зураг. Баруун: Өргөгсөлтийн үр дүн.



Зураг 7. Зүүн: Өргөгсөлт хийсэн кадр. Баруун: Ирмэг танилтын үр дүн.

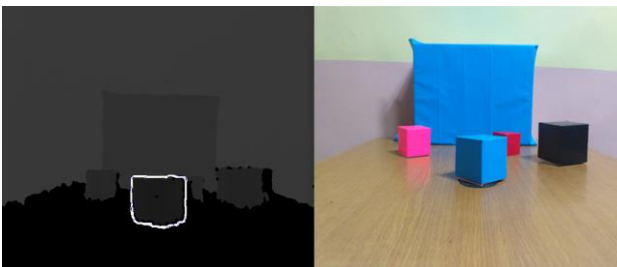


Зураг 8. Зүүн: Ирмэг танилт хийсэн кадр. Баруун: Дүрс танилтын үр дүн.

III. ТУРШИЛТ БА ҮР ДҮН

Санал болгож буй алгоритмын ажиллагааг бүрэн харуулахын тулд дараах нөхцлүүдэд туршилт хийлээ.

- Тасалгааны гэрэлтэй байх үед
- Тасалгаа харанхуй байх үед
- Объект болон дэвсгэр ижилхэн өнгөтэй байх үед



Зураг 9. Гэрэлтэй байх үед. Зүүн: Зайн мэдээллээр объектыг илрүүлсэн үр дүн. Баруун: Дижитал камераар авсан зураг



Зураг 10. Харанхуй байх үед. Зүүн: Зайн мэдээллээр объектыг илрүүлсэн үр дүн. Баруун: Дижитал камераар авсан зураг

Зураг 9-д тасалгааны гэрэлтэй үед туршилт хийсэн. Дэвсгэр нь ижилхэн цэнхэр өнгөтэй байсан ч гэсэн амжилттай сегментчлэж байгааг харж байна. Шоо

хэлбэртэй объектыг сегментчлэхдээ объектын цаад талын ирмэгийг ч гэсэн гаргасан байна.

Энгийн камераар орчин харанхуй үед, гялбасан үед дүрсийг таних, дагах боломжгүй байдаг. Зураг 10-т тасалгааны гэрэлгүй, харанхуй үед туршилт хийсэн. Харанхуй байхад ч гэсэн объектыг дэвсгэрээс амжилттай салгаж байгаа нь харагдаж байна. Орчны нөлөөнөөс үл хамааран ажиллах нь объект дагах үед чухал чанаруудын нэг юм.

Бидний дэвшүүлсэн аргаас харахад гэрлийн нөлөө ихтэй орчинд өнгөний мэдээллээс зайн мэдээлэл нь илүү найдвартай болох нь харагдаж байна.

ДҮГНЭЛТ

Энэ судалгааны ажлаар, зайн гистограмм ашиглан объектыг дэвсгэрээс салгах, дагах аргыг дэвшүүлсэн. Зайн мэдээлэл ашигласнаар, орчны гэрлийн нөлөө болон дэвсгэр нь объектод ижил өнгөтэй байх үед объектыг сегментчлэх, дагахад гардаг асуудлуудыг хялбарханаар шийдэх боломжтой болно. Авто трешолд хийх нь объектын хэлбэрийг бүрэн сегментчлэхэд том үүрэг гүйцэтгэж байгаа.

Дараагийн ажилдаа, өнгөний болон зайн мэдээллийг хослуулан гүйцэтгэлийг сайжруулна. Мөн энэхүү мэдээллээр саадтай үед таамаглах аргыг нэвтрүүлэхийг зорих болно. Принстоны Их Сургуулиас объект таних, дагах аргуудын чансааг шалгах үүднээс "Princeton Tracking dataset" хэмээх 11 ангилалтай 95 зургийн цуваа бүхий өгөгдлийн санг гаргасан. Энэхүү өгөгдлийн сан нь сегментчлэх, дагахад төвөгтэй янз бүрийн хэлбэр дүрс, гадаргуутай объектын өнгө болон зайн мэдээлэл агуулсан бичлэгээс бүрдсэн байдаг. Мөн энэ өгөгдлийн санг ашиглан объектыг амжилттай дагаж буй хувиа тодорхойлно.

НОМ ЗҮЙ

- [1] L. N. Rasid and S. Suandi, "Versatile object tracking standard database for security surveillance," in *Information Sciences Signal Processing and*
- [2] W. Nie, A. Liu, and Y. Su, "Multiple person tracking by spatiotemporal tracklet association," in *Advanced Video and Signal-Based Surveillance*, 2012, pp. 481–486.
- [3] I. Ali and M. N. Dailey, "Multiple human tracking in high-density crowds," in *Advanced Concepts for Intelligent Vision Systems*, 2009, pp. 540–549.
- [4] S. S. Rautaray and A. Agrawal, "Design of gesture recognition system for dynamic user interface," in *Technology Enhanced Education*, 2012, pp. 1–6.
- [5] H.-S. Yeo, B.-G. Lee, and H. Lim, "Hand tracking and gesture recognition system for human-computer interaction using low-cost hardware", *Multimedia Tools and Applications*, vol. 74, no. 8, 2013, pp. 2687–2715.
- [6] S. Janus, "Video compression," *Handbook of Visual Display Technology*, 2012, pp. 287–300, 2012.
- [7] K. Cannons, "A review of visual tracking," Dept. Comput. Sci. Eng., York Univ., Toronto, Canada, Tech. Rep. CSE-2008-07, 2008.
- [8] A. Yilmaz, O. Javed, and M. Shah, "Object tracking: A survey," *Acm computing surveys*, vol. 38, no. 4, p. 13, 2006.
- [9] S. Avidan, "Ensemble tracking," *Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 29, no. 2, pp. 261–271, 2007.
- [10] K. Zhang, L. Zhang, and M.-H. Yang, "Real-time compressive tracking," in *Computer Vision–ECCV*, 2012, pp. 864–877.
- [11] A. Adam, E. Rivlin, and I. Shimshoni, "Robust fragments-based tracking using the integral histogram," in *Computer vision and pattern recognition*, vol. 1, 2006, pp. 798–805.
- [12] R. Szeliski, *Computer vision: algorithms and applications*, 2010.
- [13] S. Song and J. Xiao, "Tracking revisited using rgb-d camera: Unified benchmark and baselines," in *ICCV*, 2013, pp. 233–240.
- [14] Ping Ding and Yan Song, "Robust Object Tracking using Color and Depth Images with a Depth based Occlusion Handling and Recovery," in *12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD)*, 2015, pp. 930–935.
- [15] Б.Амартүвшин, "Кинект мэдрэгч ашиглан өдөн бөмбөгний нисэлтийн траекторыг тодорхойлох", 2015.