

# Дүрсний ирмэг илрүүлэх шугаман алгоритм ба параметрийн загвар

Ганболд Ганчимэг

Е-Нээлтэй Институт, ШУТИС, Улаанбаатар, Монгол  
ganaa\_mzb@yahoo.com

**Abstract**—Дүрс боловсруулалтын аргууд нь дүрс болгоны хувьд ажиллах чадвар нь өөр өөр байдаг. Энэхүү судалгаагаар соёлын өвийн олон жилийн насжилттай дүрсэн өгөгдлүүд дээр туршилт хийсэн. Туршилтын үр дүнгээс харахад ирмэг илрүүлэх арга болгоны ирмэгийн дүрс ялгаатай үр дүнг өгсөн. Өнгөт дүрсний ирмэг илрүүлэх арга нь саарал горимын дүрснээс сууриараа ялгаатай операторыг ашигладаг. Тус өгүүлэлд өнгөт горимын дүрсний ирмэг илрүүлэх аргын талаар өгүүлнэ.

**Keywords**—шугаман алгоритм; ирмэг илрүүлэлт; параметрийн загвар; HIS; дүрсний боловсруулалт

## I. ДҮРСНИЙ ИРМЭГ ИЛРҮҮЛЭХ ШУГАМАН АЛГОРИТМ (ДИША)

Энэхүү судалгааны ажлаар өнгөт дүрсний ирмэг илрүүлэхдээ шугаман алгоритмын аргыг ашиглахыг санал болгож байна. Энэ арга нь ажиглалтын утгуудаас регрессийн тэгшитгэлээр илэрхийлэгдэх муруйн утга хүртэлх зайн квадратуудын нийлбэр хамгийн бага байхаар регрессийн тэгшитгэлийн параметрийг тодорхойлно [1-2]. (3x3) түр зуурын хуулбар дүрс авч зах цэгийг илрүүлэх дараах тооцоолол хийнэ. Эхний алхамд хуулбар дүрсний  $[x, y(x)]$  хос пикселийг байгуулна. Энд  $y(x), \{x=1,2,3,\dots,n\}$  өнгөний түвшинг үзүүлнэ.  $(x)$  нь пикселийн байршил (индекс),  $n$  – нийт хуулбар дүрсний пикселийн тоо. Энэ хэлбэрийг (1) шугаман тэгшитгэлээр илэрхийлж болно [1].

$$y(x) = a + bx \quad (1)$$

Энд  $a, b$  тогтмол байгаа тохиолдолд тооцоно. Үүнд:

1. Нийлбэрийг тооцоолно.

$$\sum_{x=1}^n x, \quad \sum_{x=1}^n y(x) \quad (2)$$

$$\sum_{x=1}^n x^2, \quad \sum_{x=1}^n x, y(x)$$

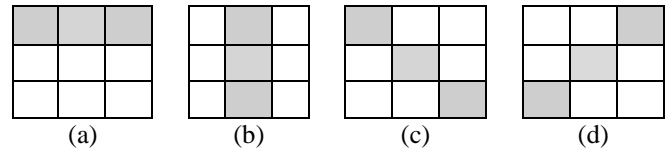
2. Хамгийн бага квадратын ойролцоолсон аргаар  $a$  ба  $b$  – г тооцоолно.

$$b = \frac{n \sum_{x=1}^n xy - \sum_{x=1}^n x \sum_{x=1}^n y(x)}{n \sum_{x=1}^n x - \left[ \sum_{x=1}^n x \right]^2}, \quad a = \frac{\sum_{x=1}^n y(x) - b \sum_{x=1}^n x}{n} \quad (3)$$

$a$  ба  $b$  – гийн утгаас хамаарч хамгийн сайн утгыг (1) тэгшитгэлээс гаргаж авч болно. Энэ судалгааны ажилд ашигласан алгоритм дотоод дөрвөн үндсэн чиглэлийн дүрсний хайлт, шинжилгээнээс хамаардаг. (3x3) дижитал зургийн дүрсний функцийг (4) хэлбэрээр бичнэ.

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} (x-1, y-1) & (x-1, y) & (x-1, y+1) \\ (x, y-1) & (x, y) & (x, y+1) \\ (x+1, y-1) & (x+1, y) & (x+1, y+1) \end{bmatrix} \quad (4)$$

Үндсэн дөрвөн матрицын чиглэлийг дараах байдлаар тодорхойлно.

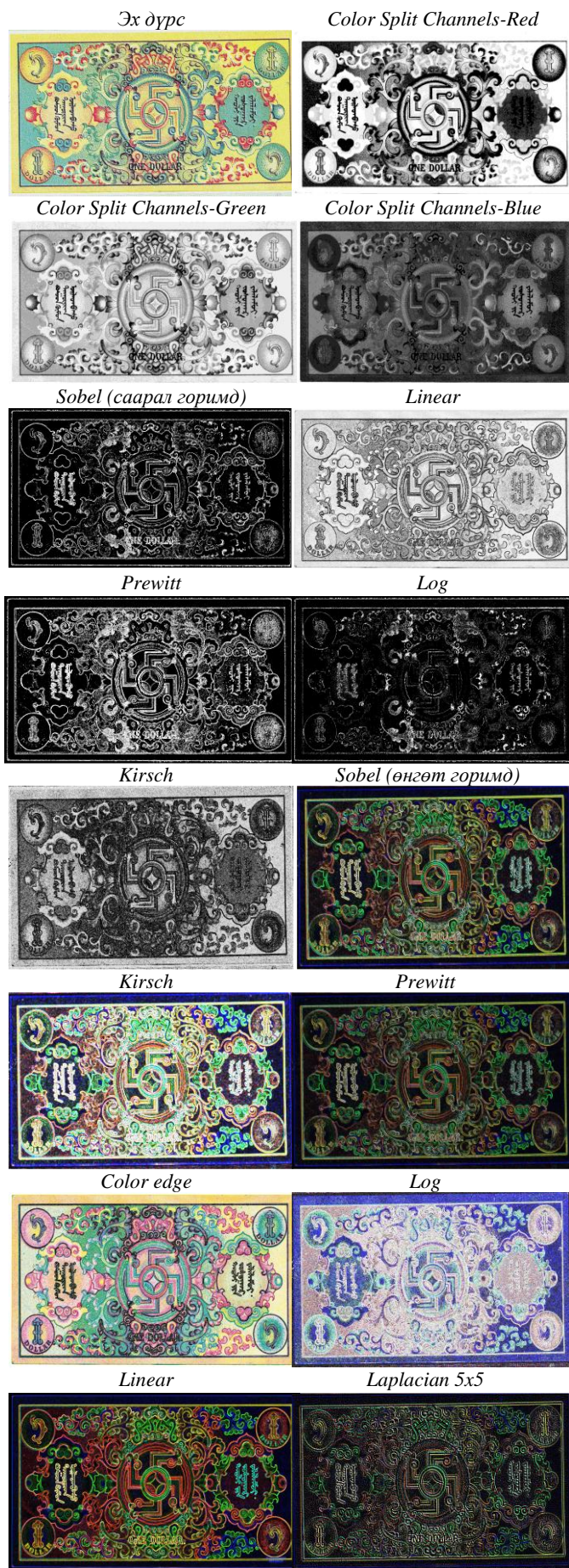


Зураг 1. Дөрвөн чиглэлт маск (3x3) (a) ба (b) хэлбэр хөндлөн ба босоо чиглэлд (c) ба (d) хэлбэр хоёр диагональ чиглэлд

$(x, y)$  пикселийн хэвтээ чиглэл дэх хөрш  $(x, y-1), (x, y+1)$ , босоо чиглэл  $(x-1, y), (x+1, y)$ , үндсэн диагнолийн хөрш чиглэлд  $(x-1, y-1), (x+1, y+1)$ , хоёр дахь диагоналийн чиглэл  $(x-1, y+1), (x+1, y-1)$  ийм байна. Дараагийн алхамд бид дүрсний пикселийн бүх чиглэлийг тодорхойлно.  $[x, y(x)]$  хосын  $(a, b)$  утгыг (3) томъёогоор тооцоолно.  $y(x)$  дүрсний хамгийн сайн утгын шугамыг (1) томъёогоор бодож олно. Дараагийн алхамд  $y(x)$  ба  $\hat{y}(x)$  хоорондын алдааг (5) томъёогоор тооцоолно [3].

$$Er = \frac{1}{n} \sum_{x=1}^n |y(x) - \hat{y}(x)| \quad (5)$$

Тэгшитгэлийн алдаа тооцоход утга нь бага байвал энэ чиглэлд тодорхойлох бүс нь нэгэн төрлийнх байдаг. Энэ судалгаанд ашигласан шинэ арга нь үндсэн дөрвөн чиглэлд маскыг гүйлгэн өнгөт дүрсний ирмэгийг илрүүлэх сайн арга болох нь туршилтаар батлагдсан.



Зураг 2. Ирмэг илрүүлэлтийн аргуудын туршилтын үр дүн

## II. ИРМЭГ ИЛРҮҮЛЭХ ПАРАМЕТРИЙН ЗАГВАР

Ирмэг илрүүлэх параметрийн загвар нь салангид дүрсний ирмэгийн ширхэгийн дагуу тасралтгүй ижилхэн дуу чимээ ихтэй ойролцоо суурь утгуудыг тооцоолох замаар илрүүлэх үндсэн санаан дээр тулгуурласан байдаг. Хэсэг бүрийн ирмэгийг шинжилгээний функц болгон дүрсийг загварчлана. Энэ нь ялгаатай хэсгүүдийн функцийг өөрчлөлт болно. Пиксел бүрийн хувьд хамгийн шилдэг утгыг дотоод хөрш пикселийн утгуудтай ойролцоогоор тооцож олно. Энийг Харалик болон Шапирогийн ойролцоо загвар гэж нэрэлдэг [4]. Эдгээр функцийг пикселийн утгыг олоход биш дүрсний дотоод ирмэгийг олохын тулд ашигладаг.

Ирмэг илрүүлэх куб олон гишүүнтийн загварыг авч үзье: Энд  $k$  – сул гишүүн

$$f(x, y) = k_1 + k_2x + k_3y + k_4x^2 + k_5xy + k_6y^2 + k_7x^3 + k_8x^2y + k_9xy^2 + k_{10}y^3 \quad (6)$$

$\alpha$  – чиглэлд 1 ба 2-р эрэмбийн уламжлал авбал:

$$f'_\alpha(x, y) = \frac{\partial f}{\partial x} \cos \alpha + \frac{\partial f}{\partial y} \sin \alpha \quad (7)$$

$$f''_\alpha(x, y) = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} \cos^2 \alpha + 2 \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} \cos \alpha \sin \alpha + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \sin^2 \alpha \quad (8)$$

$$\sin \alpha = \frac{k_2}{\sqrt{k_2^2 + k_3^2}}, \quad \cos \alpha = \frac{k_3}{\sqrt{k_2^2 + k_3^2}} \quad (9)$$

Энд  $\alpha$  – гийн чиглэлийн дагуу пикселийн утгыг тооцсон.

$$x_0 = \rho \cos \alpha \quad \text{ба} \quad y_0 = \rho \sin \alpha.$$

$$f''_\alpha = 6(k_7 \sin^3 \alpha + k_8 \sin^2 \alpha \cos \alpha + k_9 \sin \alpha \cos^2 \alpha + k_{10} \cos^3 \alpha) \rho + 2(k_4 \sin^2 \alpha + k_5 \sin \alpha \cos \alpha + k_6 \cos^2 \alpha) = 6A\rho + 2B \quad (10)$$

Дараах нөхцлүүдийг авч үзнэ. Энд

$$A=0, \quad f' = 2B\rho + C, \quad f'' = 2B, \quad \rho = -C/B, \quad \rho=0 \quad \text{бол}$$

1. Хэрэв  $B > 0$  ба  $f'' > 0$  бол хөндий, хонхор (valley)
2. Хэрэв  $B < 0$  ба  $f'' < 0$  бол нуруу, ховил (ridge)
3. Хэрэв  $B = 0$  ба  $f'' = 0$  бол ирмэг тэгш хавтгай (plane)



Зураг 3. Параметрийн ирмэг илрүүлэлтийн аргын туршилтын дүрс (Ж. Самбуу)

### III. ӨНГӨТ ДҮРСНИЙ ИРМЭГ ИЛРҮҮЛЭХ ТОДОРХОЙ БУС БА ӨНГӨ ДЭЭР СУУРИЛСАН АРГУУД

Өнгөт дүрсний ирмэг илрүүлэх арга нь саарал горимын дүрснээс үндсэн сууриараа ялгаатай байдаг. Саарал горимын дүрс нь пикселийн скаляр утгыг, өнгөт дүрсний хувьд пикселийн өнгөний векторыг ашигладаг. Тиймээс, өнгөт ирмэг илрүүлэх дүрсний векторын утга дээр үнэлэгдсэн функц нь скаляр дүрсний функцийн оронд боловсруулагдсан. Энэ боловсруулалтын үйл ажиллагааны үндсэн зарчим дээр тулгуурлан Кошан, Абиди [5], Чен [6] нар өнгөт ирмэг илрүүлэх аргыг хоёр үндсэн ангилалд хуваасан. Үүнд:

1. *Нийлэг арга буюу монохроматикт суурилсан арга (Synthetic methods or monochromatic-based methods):* Энэ арга нь өнгөний векторуудыг ялгаатай хэсгүүдэд задалж, тус тусад нь боловсруулж, хэсэг бүрээс олж авсан үр дүнг буцаан нийлүүлж, нэгдсэн үр дүнг гаргадаг. Мөн Рузон, Томаси [7] нар энэ аргыг гаралтыг нэгтгэх [6, 8] олон талт градиентийн арга [9] буюу буцаан нийлүүлэх синтетик арга гэж ангилсан байдаг.

2. *Вектор арга (Vector methods):* Энэ арга нь дүрсний үндсэн өнгө дээр боловсруулалт хийж өнгөний векторын чанарыг хадгалах, ялгаатай ирмэгийг илрүүлэхэд гурван хэмжээст вектор орон зайн хэмжээсүүдийг ашигладаг.

**Өнгөт дүрсний ирмэг илрүүлэх өнгөний загвар дээр суурилсан HIS арга (The edge detection of color image based on HIS color model):** HIS өнгөний загвар нь хүний харааны туршлагад тулгуурлаж, зарим дүрсний өнгөний загварт өнгөт дүрсний боловсруулалтын нарийн төвөгтэй өнгийг бууруулдаг. Үүний үр дүнд дүрсний бүрэлдэхүүн болох салангид хурц, гэрэлтэй [10] удаан өөрчлөгдөх өнгө дүрсний ирмэг илрүүлэх ажлын ачааллыг харааны шаардлагад [11, 12] тохирох утганд хүртэл бууруулдаг. Илрүүлэх хүчин чадлыг цаашид оновчтой болгож сайжруулахын тулд түүний өнгөний RGB загварын координатыг HIS загварын өнгөний утгад буулгаж хоёр бүрэлдэхүүн хэсгийн гэрэлтүүлэлт дээр тулгуурлан өөрчлөлтийг хийж (11-14) томъёонуудаар тооцоолдог. Үүнд:

$$H = \begin{cases} \alpha, B \leq G \\ 2\pi - \alpha, B > G \end{cases} \quad (11)$$

$$I^* = \frac{16R + 3G + B}{20} \quad (12)$$

$$S^* = 1 - \frac{2[\min(R, G, B)]}{5[\max(R, G, B)]} \quad (13)$$

$$\alpha = \arccos \left\{ \frac{(R - G) + (R - B)}{2[(R - G)^2 + (R - B)(G - B)]^{1/2}} \right\} \quad (14)$$

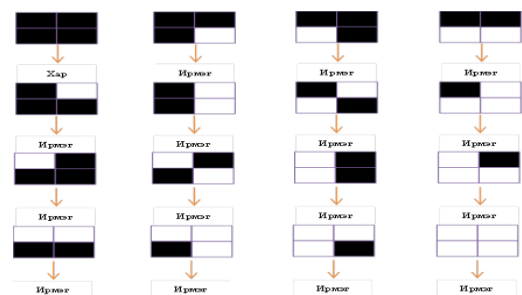
Энэ аргыг дүрсний ирмэг илрүүлэх шугаман алгоритмын аргатай хослуулан хэрэглэхэд дүрсний илүүдэл шуугианыг сайн илрүүлж, бодит ирмэгийг сайн ялган харуулж байсан. Өнгөт дүрсний ирмэг илрүүлэлтийн аргуудыг харьцуулсан туршилтын үр дүнг 2 ба 8 дугаар зургуудад үзүүлсэн.

**Тодорхой бус (fuzzy) алгоритмд суурилсан ирмэг илрүүлэлт:** Дүрсний ирмэг илрүүлэхдээ тодорхой бус арга хэрэглэхийн давуу тал нь гэрэлтэцийн хувьд пикселүүдийг нь ялгаж өндөр, дунд, нам гэсэн мужуудад хувааж олох боломжтой юм. Мөн тодорхой гэрэлтэцийн хувьд алгоритмын ажиллагаа нь бага пикселүүд дээр шалгалт хийж, нарийн ирмэгүүдийг сайн илрүүлдэг. Алгоритмын үндсэн ажиллагаа нь дүрснээс дөрвөн пикселийг багцлан сонгож ажилладаг [13]. Дүрсний 2x2 цонх нь дүрсэнд холбоотой бүх ирмэгийг тодруулах боломжтой нөхцлүүдэд тохируулан хэрэглэгддэг. Дүрсний зэргэлдээ пикселүүдийн хувьд хоорондын асар их ялгаатай хурц гэрэлтүүлэлт байхад ирмэгийг мөн гэж илрүүлдэг [14]. Ирмэг илрүүлэх энэ аргын зорилт нь арван зургаан дүрмийн тусламжтайгаар хийгддэг. Дүрсийг задлахдаа дөрвөн пикселийн P1, P2, P3 P4 маскийг ашигладаг. Эдгээр пикселийн оролт нь хар, цагаан байж болох ба гаралт нь бүтээгдэхүүний ирмэг эсвэл хар өнгөөр гардаг [15].

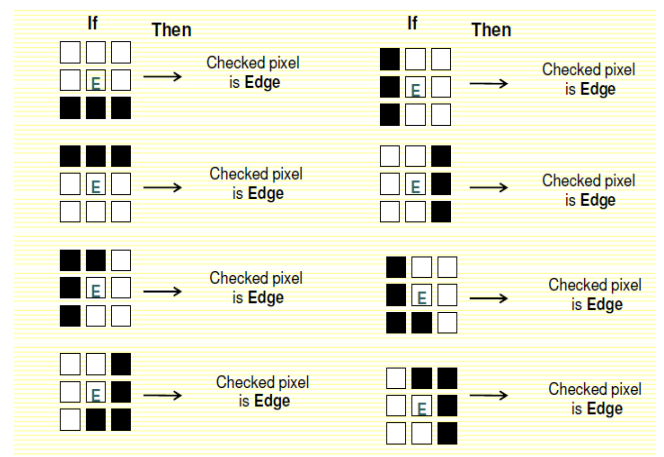
P1	P2
P3	P4

Зураг 4. 2\*2 ирмэг хайх тодорхой бус аргын маск

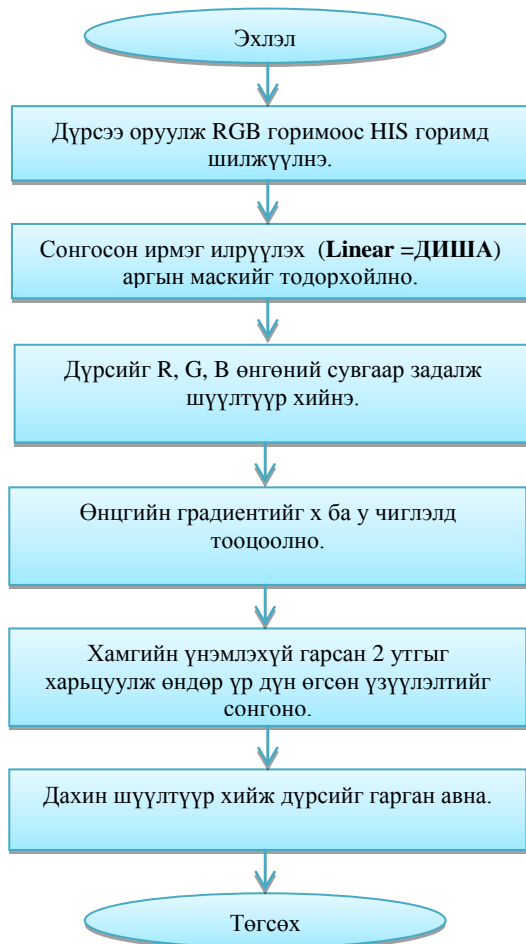
Хэсэг бүрийг дүрслэн үзүүлэхдээ тодорхой бус өндөр, дунд, нам давтамжуудад хуваадаг [16-17]. Жишээ нь: Хамгийн эхний дүрэм бол пиксел болгон ирмэгийн хэсэг биш, харин хар өнгөтэй гаралт болгон ирмэгийн пиксел гэж үздэг.



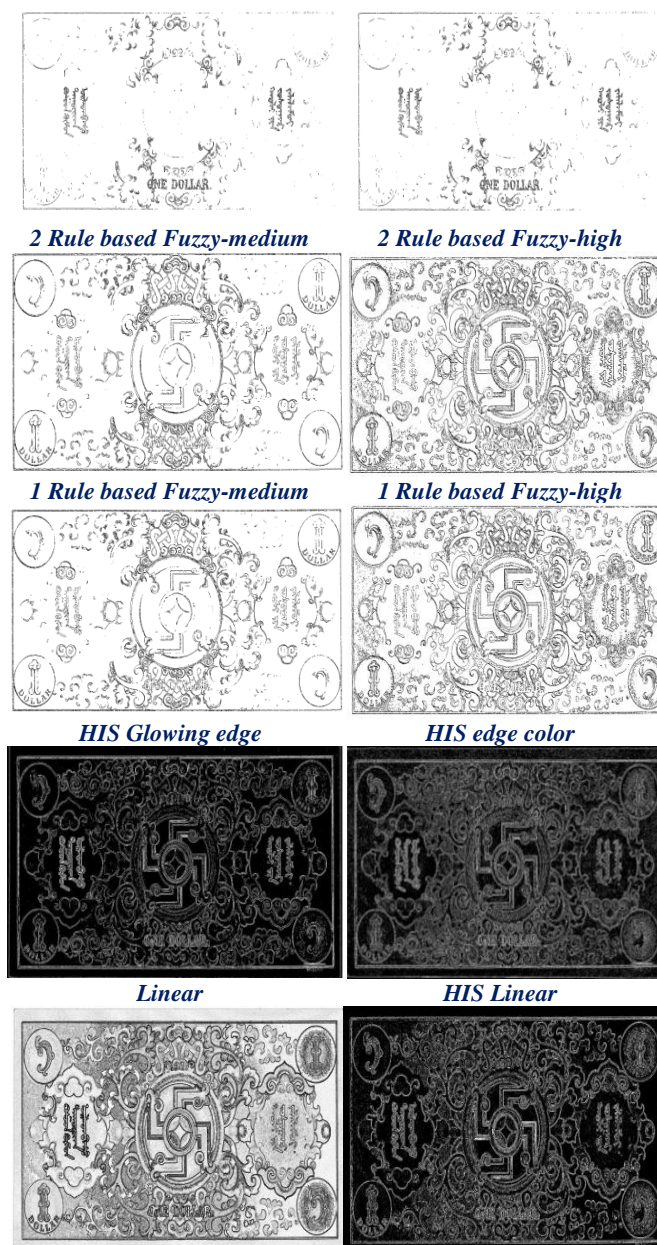
Зураг 5. Тодорхой бус алгоритмын явагдах дүрэм



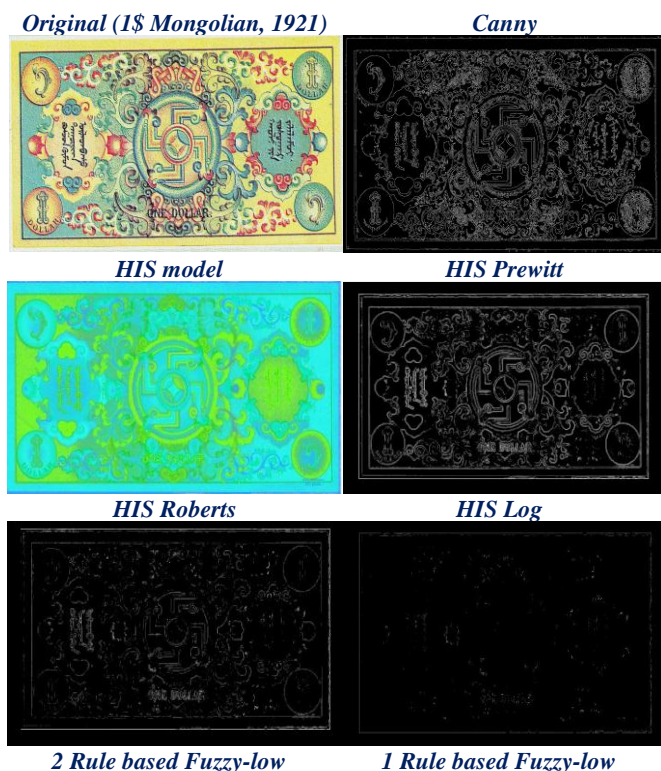
Зураг 6. Тодорхой бус аргад суурилсан ирмэг илрүүлэлтийн дүрэм, Tizhoosh 1997



Зураг 7. Дүрсний ирмэг илрүүлэх шугаман алгоритм, параметрийн загвар, HIS аргуудын хосолсон өнгөт дүрсний ирмэг илрүүлэх аргын алгоритм [18]



Зураг 8. Ирмэг илрүүлэлтийн туршилтын дүрс



#### IV. Дүгнэлт

Дүрс боловсруулалтын аргууд нь дүрс болгоны хувьд ажиллах чадвар нь өөр өөр байдаг бөгөөд энэхүү судалгаагаар соёлын өвийн дүрсэн дээр туршилт хийсэн. Туршилтын үр дүнгээс харахад ирмэг илрүүлэх арга болгоны ирмэгийн дүрс ялгаатай үр дүнг өгсөн. Нил буюу ууссан өнгөний ирмэгийг Собелийн арга сайн илрүүлж байсан боловч пикселүүдийн шуугианыг их авч байсан. Дүрсний ирмэг илрүүлэх Лаплас Гауссийн аргыг турших явцад дүрсний ирмэгүүд дэх пикселүүдийн шуугиануудыг Превит, Собел, Робертын аргуудыг бодвол бага авч байсан боловч Канын аргыг гүйцэхгүй байсан. Мөн дүрс дээрхи дугуй болон нил хэсгүүдийн илрүүлэлтийн үр дүн сайн байсан. Тус аргыг улам сайжруулах тохиолдолд дүрс боловсруулалтанд нилээд үр дүнтэй арга болох нь харагдсан. Киршийн оператор найман чиглэлт маскаар ирмэгийг илрүүлэх боловч олон арифметик үйлдэлтэй, цаг их зарцуулдаг. Зарим дүрсэнд шуугианыг их авдаг. Энгийн дүрсэнд тохиромжтой. Канын аргын хувьд Собелийн маскыг давхар ашиглан

Гауссийн функцийг дүрсэнд хэрэглэснээр пикселүүдийн шуугиан, дүрсэн дээрхи нарийн толбыг цэвэрлэж ирмэгийг сайн тодруулж байсан. Дүрсний ирмэг боловсруулалтын бусад аргуудыг бодвол математик тооцоолол их хийгддэг тул ямар ч хэлбэр бүтэцтэй дүрсний хувьд ирмэгийг сайн илрүүлдэг болох нь туршилтаар харагдсан. Мөн тухайн дүрсний характеристик шинж чанараас хамаарч арга болгон харилцан адилгүй үр дүнг үзүүлж байсан. Өнгөт дүрсний ирмэг илрүүлэхэд дүрсний ирмэг илрүүлэх шугаман алгоритм, параметрийн загвар, өнгөний HIS загваруудыг хослуулсан алгоритм боловсруулж туршилт хийсэн. Туршилтын үр дүнгээс харахад тус аргыг хэрэглэснээр өнгөт дүрсний ирмэг илрүүлэхэд шуугианыг сайн илрүүлж, бодит ирмэгийг 96.5%-тай таниж байсан. Иймд энэ аргыг өнгөт дүрсний ирмэг илрүүлэн дүрсийг сайжруулахад хэрэглэхийг санал болгож байна.

#### Ашигласан бүтээл

- [1] G.Ganchimeg, R.Turbat, "Color Edge Detection with The Linear Fitting Algorithm", The 5<sup>th</sup> International Conference on Creative Science and Technology, MUSTAK 2014, pp 241-245, ISBN:978-9997-34629-2
- [2] G.Ganchimeg, "The Processing of Multimedia Data Using Image Processing Techniques", International Conference, Information and Media Technology-IMT 2013, 20 Dec, Ulaanbaatar, Mongolia, pp 35-39
- [3] G.Ganchimeg, "Өнгөт дүрсний ирмэг илрүүлэлт", Хүрэл тогоот 2014, 25 Dec, Ulaanbaatar, Mongolia, pp 85-89
- [4] Milan Sonka, Vaclav Hlavac, Roger Boyle, "Image Processing, Analysis, and Machine Vision", Cengage Learning, 2014, pp 147-150
- [5] Koschan, A., Abidi, M.: "Detection and classification of edges in color images: A review of vector valued techniques", IEEE Signal Processing Magazine, 64-73 Jan (2005)
- [6] Chen, X., Chen, H.: "A novel color edge detection algorithm in RGB color space", Proc. of IEEE 10th International conference on signal processing, 793-796 (2010)
- [7] Ruzon, M.A., Tomasi, C.: "Edge, Junction, and Corner Detection using Color distributions", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 23, no. 11 Nov (2001)
- [8] Nevatia, R.: "A Color edge detector and its use in scene segmentation", IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, SMC-7, no. 11 Nov (1977)
- [9] Ajay Mittal, Sanjeev Sofat, Edwin Hancock, "Detection of edges in Color Images: A review and evaluative comparison of state of the art techniques", AIS 2012, LNCS 7326, pp 250-259, 2012 ©Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012
- [10] Y.G.Tang, "The realize of the transformation between the GRB model and the Color image in VB", Technical information, Vol.11, pp.457-458, Dec 2009.
- [11] J.S.Zhao, and L.Yang, "Automatic adjustment method for color image based on HIS color model", Technical information, Vol.10, pp.102-104, May 2008.
- [12] Linhua Zhang, Xiuli Mao, Chuan bin Zhou and Ping Yu, "Improved HIS Model with Application to Edge Detection for Color Image", Journal of Computers, pp 1400-1405, Vol. 7, No. 6, June 2012
- [13] L.A. Zadeh, "Fuzzy sets", Information and Control, 8: pp338-353, 1965.
- [14] A. Kaufmann, "Introduction to the Theory of Fuzzy Subsets Fundamentals Theoretical Elements", Vol. 1. Academic Press, New York, 1975.
- [15] L.C. Bezdek, "Pattern Recognition with fuzzy Objective Function Algorithm", Plenum Press, New York, 1981.
- [16] K. Cheung and W. Chan, "Fuzzy One Mean Algorithm for Edge Detection", IEEE Inter. Conf, On Fuzzy Systems, pp. 2039- 2044, 1995.
- [17] Y. Kuo, C. Lee and C. Liu, "A New Fuzzy Edge Detection Method for image Enhancemen", IEEE Inter. Conf. on Fuzzy Systems, pp. 1069-1074, 1997.
- [18] G.Ganchimeg, R.Turbat, "Detection of Edges in Color Images", IEEE Transactions on Smart Processing and Computing, Vol. 3, №6, Dec 30, 2014, pp 345-352, <http://dx.doi.org/10.5573/IEIESPC.2014.3.6.345>