

Электроник

Динамик Удирдлагатай Гэрэл Үүсгэгч Ашиглан Өндөр Нягтшилтай Цэгэн Гэрэл Үүсгэгч Дэлгэцийн Алдааг Засах нь

Б.Ганбат, Н.Чойжамц, Д.Номин-Эрдэнэ*

Электроник, Холбооны Инженерчлэлийн Тэнхим, Хэрэглээний Шинжлэх Ухаан, Инженерчлэлийн Сургууль, Монгол Улсын Их Сургууль

Received on 2021.12.08; Revised on 2021.03.02; Accepted on 2021.03.18

*nomin-erdene@seas.num.edu.mn

Хураангуй

Цэгэн гэрэл үүсгэгч (ЦГҮ) дэлгэцэд нэмэлт гэрэл үүсгэгчдийг байрлуулан ЦГҮ-ийн тоог нэмэгдүүлж хоорондын зайг багасгаснаар ЦГҮ дэлгэцийн нягтшилыг сайжруулах боломжтой боловч линзийн гажгаас шалтгаалан ЦГҮ нь өөр өөр зайд үүсдэг. Үүнээс шалтгаалаад гажилттай гурван хэмжээст (3D) дүрсийг үүсгэдэг. Гурван хэмжээст дүрсийн гажгийг засахын тулд гэрэл үүсгэгчдийн хоорондын зайг өөрчлөх шаардлага тулгардаг. Тооцоолсноос өөр зайд ЦГҮ үүсдэгээс хоорондын зай жигд биш болдог. Иймд хоорондын зайг засахын тулд нэмэлт гэрэл үүсгэгч болох Light Emitting Diode (LED)-ийн хоорондын зайг өөрчилдөг. Нэмэлт гэрэл үүсгэгчийн хоорондын зайг туршилтын үр дүнгээр олдог тул өөрчлөх бүрдээ шинэ хавтан идүүлэх, засаж шинээр гагнадаг нь дэлгэцийн технологийн хувьд өртөг өндөртэй ашиглах боломжгүй шийдэл болдог дутагдалтай. Бидний дэвшүүлж буй арга нь ЦГҮ дэлгэцийн гэрэл үүсгэгчээр динамик удирдлагатай гэрэл үүсгэгчийг Liquid Crystal Display (LCD) дээр хэрэгжүүлэн ашигласан. Нэмэлт гэрэл үүсгэгчүүдийг LCD ашиглан хэрэгжүүлснээр гэрэл үүсгэгчдийн хэмжээ, тоо, хоорондын зайг дурын хэмжээнд өөрчлөх боломжтой болсон бөгөөд өндөр нягтшилтай ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэсэн 3D дүрсийн алдааг зассан.

Түлхүүр үг: 3-Dimensional, Point Light Source display, Integral Image, Liquid Crystal Display

1 Удиртгал

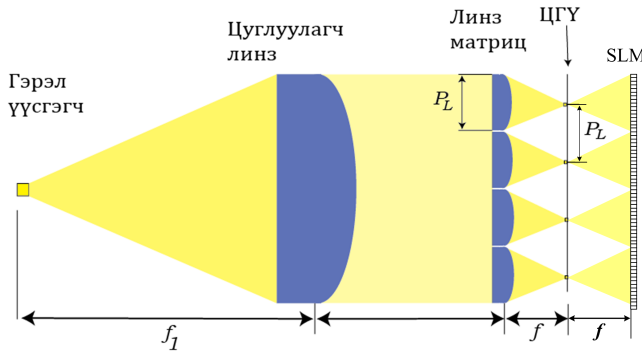
Техник технологи хурдтайгаар хөгжиж буй өнөө үед биетийг 3D байдлаар харуулах Стереоскоп дэлгэц [1], Автостереоскоп дэлгэц [2], Холографи дэлгэц [3], Нийлмэл гурван хэмжээст дэлгэцийн [4] технологиуд эрчимтэй хөгжиж байна. Эдгээр технологиудаас нийлмэл дүрсийн технологийн нэг төрөл болох ЦГҮ дэлгэцийн технологи нь 3D дүрсийг үзэгч хүссэн байрлалаасаа хэвтээ болон босоо тэнхлэгийн дагуу нүдний шилгүйгээр харах боломжтой зэрэг давуу талтай боловч дүрсийн нягтшил болон харагдах өнцөг бага байдаг. ЦГҮ дэлгэцийн хувьд 3D дүрсийн нягтшил нь цэгэн гэрэл үүсгэгчийн тоо болон хоорондын зайн урвуугаас хамаардаг [5]. Park JH нар уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн цуглуулагч линз болон линз матрицын хооронд нэмэлт линз матриц байрлуулан ЦГҮ-ийн хоорондын зайг 2 дахин багасгаснаар ЦГҮ дэлгэцийн нягтшилыг 2 дахин сайжруулсан [6]. Уг арга нь уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн нягтшилыг хэвтээ болон босоо тэнхлэг дагуу сайжруулсан, хоёр хэмжээст (2D) болон 3D горимоор ажилладаг давуу талтай боловч линз матриц нэмж байрлуулснаар өртөг өндөртэй, зузаан ЦГҮ дэлгэц болох, энгийн хэрэглээнд нэвтрүүлэх боломжгүй зэ-

рэг дутагдалтай. Kim Y нар уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн линз матрицын оронд ЦГҮ шиг ажилладаг нүхэн матриц үзүүлдэг SLM байрлуулан түүний үзүүлж буй нүх хоорондын зайг багасгаж нягтшилыг сайжруулсан [7]. Энэ арга нь нягтшилыг 2 дахин сайжруулсан боловч хоёр SLM дэлгэц ашиглаж байгаа учир өртөг өндөртэй, нүхэн матрицын өөрчлөлт бүрд элементал зургийг өөрчилдөг зэрэг дутагдалтай. ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэж буй 3D дүрсийн нягтшилыг сайжруулахын тулд нэмэлт LED ашиглан ЦГҮ-ийн тоог ихэсгэж хоорондын зайг багасгадаг [8]. LED ашиглан гэрэл үүсгэгчдийн хоорондын зайг багасгаж нягтшилыг сайжруулж байгаа боловч цуглуулагч линз болон линз матрицын гажгаас шалтгаалан 3D дүрс гажигтай үүсдэг. Гэрэл үүсгэгчдийн хоорондын зайг туршилтын үр дүнгээр олдог бөгөөд Baasantseren G нар LED гэрэл үүсгэгч хоорондын зайг өөрчлөх бүрдээ шинэ хавтан идүүлэх, засаж шинээр гагнадаг нь дэлгэцийн технологийн хувьд өртөг өндөртэй, цаг хугацаа их шаардсан зэрэг дутагдалтай [9]. Иймээс LED гэрэл үүсгэгчдийг LCD-ээр орлуулан, хоорондын зайг динамикаар удирддаг гэрэл үүсгэгчтэй болох шаардлага тулгарсан. Энэхүү өгүүллийн хоёрдугаар бүлэгт LED ашигласан ЦГҮ дэлгэцийн линзийн гажгаас

шалтгаалан гардаг алдааны талаар, гуравдугаар бүлэгт бидний дэвшүүлж буй динамик удирдлагатай гэрэл үүсгэгч ашиглан ЦГҮ дэлгэцийн алдааг засах аргын талаар, дөрөвдүгээр бүлэгт лабораторийн орчинд угсарсан ЦГҮ дэлгэц болон алдааг хэрхэн засаж буй туршилтын үр дүнгийн талаар, тавдугаар бүлэгт дүгнэлтийг танилцуулна.

2 LED ашигласан ЦГҮ дэлгэц

ЦГҮ дэлгэц нь Зураг 1-д үзүүлснээр LED гэрэл үүсгэгч, цуглуулагч линз, линз матриц, Spatial Light Modulator (SLM)-с бүрдэнэ. Цуглуулагч линзийн фокусын зай f_1 дээр байрлуулсан гэрэл үүсгэгчээс цацарсан цацраг цуглуулагч линзийн оптик гол тэнхлэгтэй параллель цацраг болж тархана. Эдгээр параллель цацрагууд линз матрицаар нэвтэрч линз матрицын f зайд буюу линз матрицын фокусын цэг дээр цугларна. Эдгээр цацрагууд линз матриц бүрийн ард цугларан ЦГҮ болно. Хоорондын зай нь линз матрицын нэг линзийн хэмжээгээр тодорхойлогдоно.



Зураг 1: ЦГҮ дэлгэцийн бүтэц.

Нэг линз матрицын ард үүсэж буй цэгэн гэрэл хоорондын зайн урвуугаар ЦГҮ дэлгэцийн нягтшилыг тодорхойлох бөгөөд Тэгшитгэл 1-ээр илэрхийлнэ.

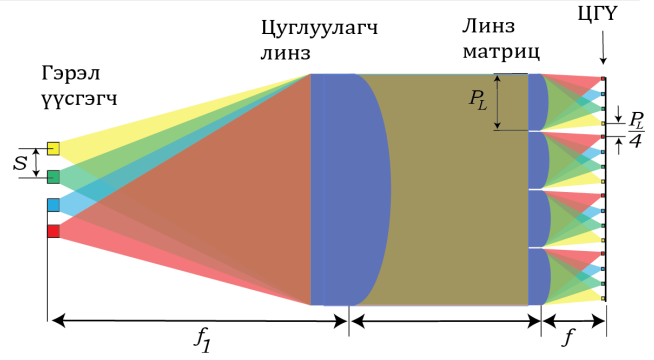
$$R = \frac{1}{P_L} \quad (1)$$

Үүнд: R - ЦГҮ дэлгэцийн нягтшил, P_L -линз матрицын нэг линзийн хэмжээ. Хоорондоо S зайтай дөрвөн гэрэл үүсгэгч ашиглавал линз матрицын нэг элементар линз дөрвөн ЦГҮ үүсгэх бөгөөд ЦГҮ хоорондын зай $P_L/4$ болно. ЦГҮ-ийн хоорондын зай 4 дахин буурснаар ЦГҮ дэлгэцийн нягтшил 4 дахин сайжирч байгааг Зураг 2-д үзүүлэв. Нягтшилыг олбол

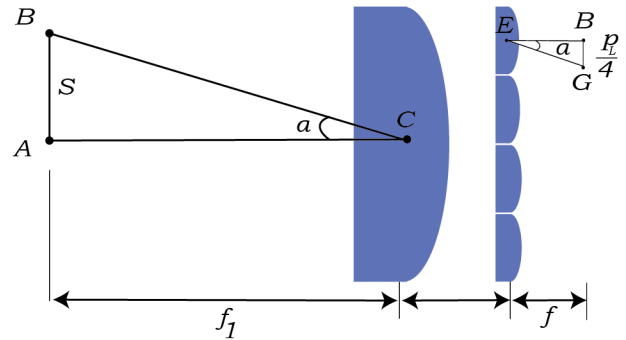
$$R = \frac{4}{P_L}, \quad (2)$$

болно.

Зураг 3-т үзүүлснээр нэмэлт гэрэл үүсгэгч хоорондын зайг $\triangle ABC$ болон $\triangle BGE$ төсөөтэй гээд гэрэл үүсгэгч хоорондын зайг тодорхойлно.



Зураг 2: Нэмэлт 4×4 гэрэл үүсгэгчтэй ЦГҮ дэлгэц.



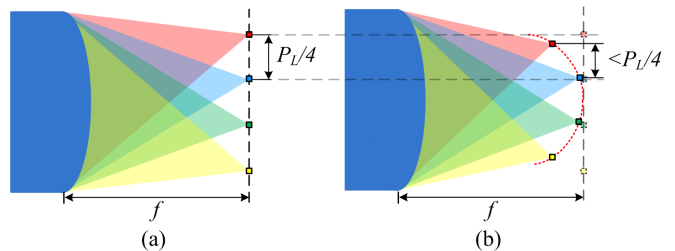
Зураг 3: Гэрэл үүсгэгч хоорондын зайн тооцоолол.

Гэрэл үүсгэгч хоорондын зайг Тэгшитгэл 3-р тооцоолно.

$$S = \frac{f_1 \cdot P_L}{n \cdot f} \quad (3)$$

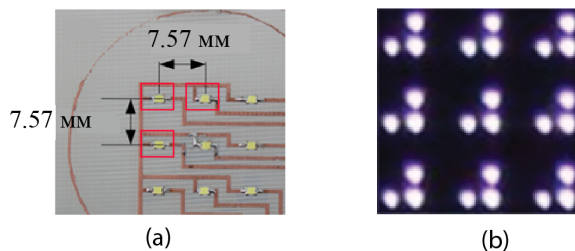
Үүнд: S -гэрэл үүсгэгчдийн хоорондын зай, f_1 - цуглуулагч линзийн фокусын зай, n -нэг баганад харгалзах гэрэл үүсгэгчдийн тоо.

Идеал линзийн хувьд линзээр нэвтэрсэн параллель цацрагууд Зураг 4(а)-д үзүүлснээр f фокусын цэг дээр цугларна. Гэвч туршилтад ашиглагдах бодит линзийн хувьд Зураг 4(б)-д үзүүлснээр Petzval мурийлтаас шалтгаалан f зайд цуглардаггүй [10]. Үүнээс болоод өндөр нягтшилтай ЦГҮ дэлгэцийн ЦГҮ хоорондын зай нь тооцоолсон $P_L/4$ зайнаас бага зайд жигд биш үүсдэг.



Зураг 4: Параллель цацрагууд (а) идеал болон (б) бодит линзээр нэвтрэх тооцоолол.

Зураг 5-д үзүүлснээр ЦГҮ дэлгэц нь $f_1 = 75$ мм, $P_L = 1$ мм, $f = 3.3$ мм үзүүлэлттэй цуглуулагч линз, линз матрицтай үед 3×3 LED буюу 9 ширхэг гэрэл үүсгэгчийг Тэгшитгэл 3 буюу тооцооллоор гэрэл үүсгэгч хоорондын зайг олбол 7.57 мм байна. Тухайн зайгаар голын болон дээд, диагональ дахь 3 LED-ийг асаасан үеийн ЦГҮ-ийн туршилтын үр дүнг Зураг 5(b)-д харуулав.



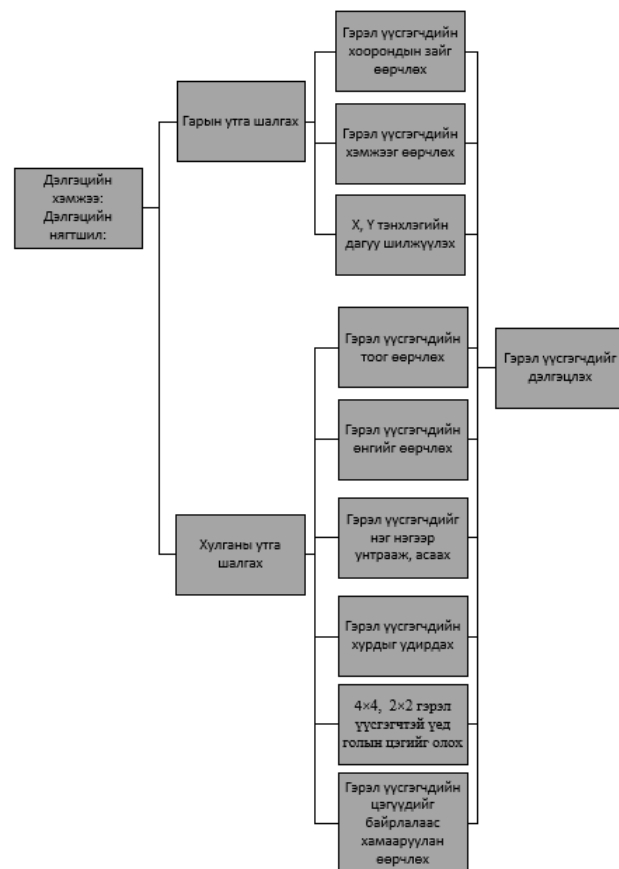
Зураг 5: (a) LED гэрэл үүсгэгч хавтан дээр гагнасан болон (b) гурван гэрэл үүсгэгчийг асаасан үеийн ЦГҮ.

Зураг 5(b)-д ЦГҮ-ийн хоорондын зай болон хэмжээ нь Зураг 5(b)-д үзүүлсэн Petzval мурийлтаас шалтгаалан жигд биш харагдаж байна. Иймээс гэрэл үүсгэгч хоорондын зайг өөрчлөн туршилтаар ЦГҮ хоорондын зайг жигд байх 2 гэрэл үүсгэгчийн зайг олох шаардлага тулгарсан. Линзийн гажгаас болоод тооцоолсноос өөр зайд ЦГҮ үүсдэг учраас ЦГҮ жигд байх зайг туршилтаар олох шаардлагатай болдог. Гэрэл үүсгэгчийн хоорондох зайг өөрчлөх бүрдээ шинээр хавтан идүүлэх, Зураг 5(a)-д үзүүлснээр LED-үүдийг гагнадаг. Энэ нь механик ажиллагаатай, цаг хугацаа их орсон, өртөг зардал ихтэй ажил болдог. Тиймээс эдгээрийг хялбарчлах зорилгоор динамикаар гэрэл үүсгэгчдийн хоорондын зайг өөрчилдөг байх нь оновчтой шийдэл болсон.

3 Динамик удирдлагатай гэрэл үүсгэгч ашиглан ЦГҮ дэлгэцийн алдааг засах нь

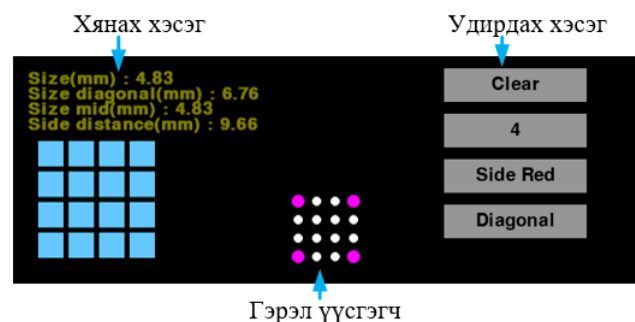
ЦГҮ дэлгэцийн гэрэл үүсгэгчийг LCD дээр дүрслэх, гэрэл үүсгэгчийн хоорондын зайг динамикаар өөрчлөх болон хэмжээг тохируулан удирдах боломжтойгоор python програмчлалын хэл дээр аппликейшн хөгжүүлсэн. Динамик удирдлагатай гэрэл үүсгэгчийг дэлгэцэд дүрслэхийн тулд ашиглаж буй LCD-ийн хэмжээ, нягтшилыг гараас тоон утгаар оруулдаг байхаар хэрэгжүүлсэн. Ингэснээр ямар ч үзүүлэлттэй, дурын LCD ашиглах боломжтой болсон. Гэрэл үүсгэгчийн тоо болон өнгө, хоорондын зайг компьютерын гар болон хулганын утгаар динамикаар удирдах боломжтой гэрэл үүсгэгчийг дүрсэлдэг байхаар Зураг 6-д үзүүлсэн ажиллагааны ерөнхий схемийн дагуу Зураг 7-д үзүүлсэн аппликейш-

ныг LCD дээр гаргаж өндөр нягтшилтай ЦГҮ дэлгэцийн гэрэл үүсгэгчээр ашиглах юм.



Зураг 6: Динамик гэрэл үүсгэгчийн ажиллагааны ерөнхий схем.

Зураг 6-д үзүүлсэн ажиллагааны ерөнхий схемийн дагуу динамик удирдлагатай гэрэл үүсгэгч нь компьютерын гар болон хулганын тусламжтайгаар гэрэл үүсгэгчийн байрлал, тоо, өнгө, хэмжээ зэргийг удирдах боломжтой Зураг 7-д үзүүлсэн аппликейшн хэрэгжүүлсэн.



Зураг 7: Динамик удирдлагатай гэрэл үүсгэгчийн харагдах байдал.

Зураг 7-д үзүүлснээр LCD дээр дүрслэх динамик

удирдлагатай гэрэл үүсгэгч нь дараах давуу талуудтай. Үүнд:

- Гэрэл үүсгэгчдийн хоорондын зай болон хэмжээг хянах боломжтой.
- Гэрэл үүсгэгчдийн тоог өөрчлөх боломжтой.
- Гэрэл үүсгэгчдийг x , y тэнхлэгийн дагуу шилжүүлэх боломжтой.
- Диагональ болон голын гэрэл үүсгэгчийн хэмжээг өөрчлөх боломжтой.
- Гэрэл үүсгэгчдийг нэг нэгээр нь унтрааж линзийн гажиг аль гэрэл үүсгэгчид нөлөөлж байгааг мэдэх боломжтой.
- Гэрэл үүсгэгчдийн хэмжээг тохируулах боломжтой.

3.1 Элементал зураг үүсгэх тооцоолол

ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэх 3D дүрсийн 2D буулгалтыг элементал зураг гэдэг. Элементал зураг үүсгэхдээ 3D дүрсийн цэг бүрийн хувьд тооцоолол хийдэг. Уламжлалт буюу 1 гэрэл үүсгэгчтэй ЦГҮ дэлгэцийн элементал зургийг Тэгшитгэл 4-р тооцоолно.

$$y = P_L \cdot (i - \frac{1}{2}) + [y - (P_L \cdot (i - \frac{1}{2}))] \cdot \frac{f}{L + f} \quad (4)$$

Үүнд: i - линзийн дугаар, y - 3D дүрсийн y тэнхлэг дагуух зай, L - SLM-ээс 3D дүрс хүртэлх зай. Уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн ЦГҮ-ийн тархах гэрлийн цацрагууд хоорондоо давхардахгүй зайд буюу Тэгшитгэл 5-р линз матрицаас $2f$ зайд SLM-ийг байрлуулна.

$$g = 2 \cdot f \quad (5)$$

Үүнд: g - z тэнхлэг дагуух линз матрицаас элементал зураг хүртэлх зай буюу SLM-ыг байрлуулах зай.

Нэмэлт 3×3 гэрэл үүсгэгч байрлуулсан өндөр нягтшилтай ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэх 3D дүрсийн элементал зургийг тэгшитгэл 6-аар тооцоолно.

$$y = \frac{P_L}{3} \cdot (i - \frac{1}{2}) - [\frac{P_L}{3} \cdot (y - (i - \frac{1}{2}))] \cdot \frac{f/4}{L - f/4} \quad (6)$$

Нэмэлт 3×3 гэрэл үүсгэгч байрлуулсан өндөр нягтшилтай ЦГҮ дэлгэцийн линз матрицын цуглуулж буй ЦГҮ-ийн цуглах гэрлийн цацрагууд хоорондоо давхардахгүй зайд буюу Тэгшитгэл 7-р тодорхойлох зайд SLM-ийг байрлуулна.

$$g = f - f/4 \quad (7)$$

Нэмэлт 4×4 гэрэл үүсгэгч байрлуулсан өндөр нягтшилтай ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэх 3D дүрсийн элементал зургийг тэгшитгэл 8-аар тооцоолно.

$$y = \frac{P_L}{4} \cdot (i - \frac{1}{2}) - [\frac{P_L}{4} \cdot (y - (i - \frac{1}{2}))] \cdot \frac{f/5}{L - f/5} \quad (8)$$

Нэмэлт 4×4 гэрэл үүсгэгч байрлуулсан өндөр нягтшилтай ЦГҮ дэлгэцийн линз матрицын цуглуулж буй ЦГҮ-ийн цуглах гэрлийн цацрагууд хоорондоо давхардахгүй зайд буюу Тэгшитгэл 9-р тодорхойлох зайд SLM-ийг байрлуулна.

$$g = f - f/5 \quad (9)$$

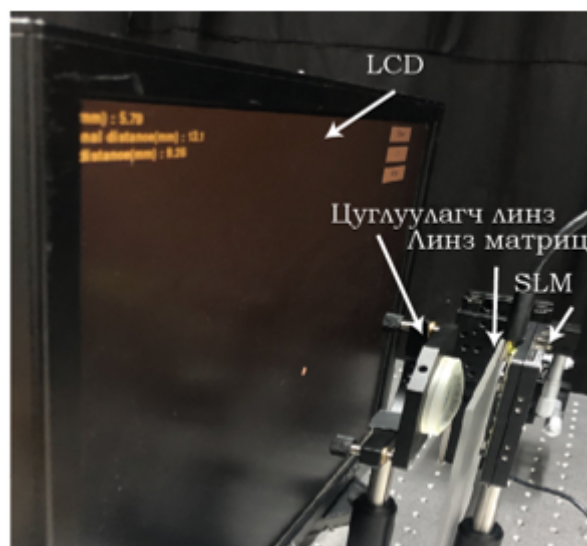
4 Туршилтын үр дүн

Туршилтад ашигласан ЦГҮ дэлгэцийн элементүүдийн параметрийг Хүснэгт 1-т үзүүлэв.

Хүснэгт 1: Туршилтын параметр

	Тэмдэглэгээ	Үзүүлэлт
Линз матриц	f	3.3 мм
	P_L	1 мм
Цуглуулагч линз	f_1	75 мм
LCD	Хэмжээ	380:304 мм
	Нягтшил	1366:768
SLM	Хэмжээ	36:27 мм
	Нягтшил	1024:768

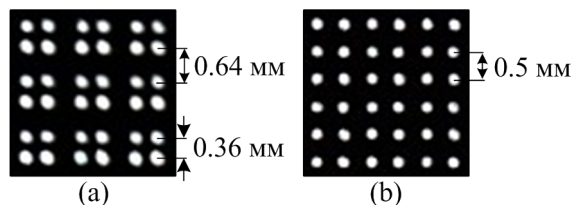
Динамик удирдлагатай гэрэл үүсгэгч ашиглан ЦГҮ дэлгэцийн туршилтыг хийсэн. Ингэхдээ камерыг ЦГҮ дэлгэцийн эгц урдаас харж байхаар байрлуулан Зураг 8-т үзүүлснээр динамик гэрэл үүсгэгч, цуглуулагч линз, линз матриц, SLM-ын тохиргоог хийн угсарсан. ЦГҮ үүсэж байгааг туршихдаа линз матрицын фокусын зайд сарниулагчийг байрлуулсан.



Зураг 8: Тохиргоо хийсэн динамик удирдлагатай ЦГҮ дэлгэц.

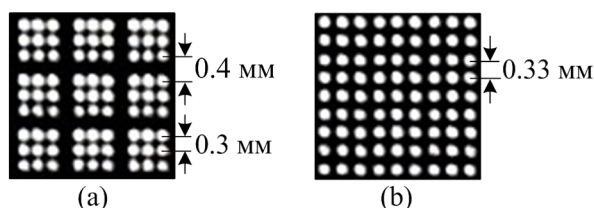
Бүлэг 2-н Тэгшитгэл 3-аар 2×2 гэрэл үүсгэгч хоорондын зайг тооцоолоход 11.36 мм гарсан бөгөөд уг зайгаар туршилт хийхэд Зураг 9(а)-д үзүүлснээр

хоорондоо 0.64 мм болон 0.36 мм зайтай жигд биш ЦГҮ үүссэн. Гэрэл үүсгэгч хоорондын зайг 0.1 мм алхамтайгаар ихэсгэн, динамикаар удирдан 13.66 мм болгоход Зураг 9(б)-д үзүүлснээр $P_L/2$ буюу хоорондоо 0.5 мм зайтай жигд ЦГҮ үүссэн.



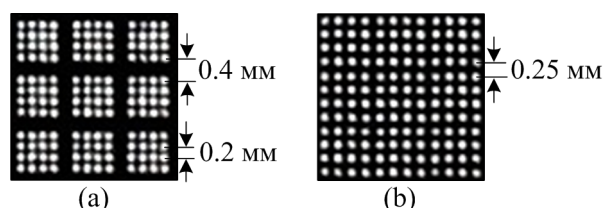
Зураг 9: Нэмэлт 2×2 гэрэл үүсгэгчийн хоорондын зай (а) тооцооллоор болон (б) туршилтаар үүссэн ЦГҮ-ийн туршилтын үр дүн.

Бүлэг 2-н Тэгшитгэл 3-аар 3×3 гэрэл үүсгэгч хоорондын зайг тооцоолоход 7.57 мм гарсан бөгөөд уг зайгаар туршилт хийхэд Зураг 10(а)-д үзүүлснээр хоорондоо 0.4 мм болон 0.3 мм зайтай жигд биш ЦГҮ үүссэн. Гэрэл үүсгэгч хоорондын зайг 0.1 мм алхамтайгаар ихэсгэн 9.2 мм болгоход Зураг 10(б)-д үзүүлснээр $P_L/3$ буюу хоорондоо 0.33 мм зайтай жигд ЦГҮ үүссэн.



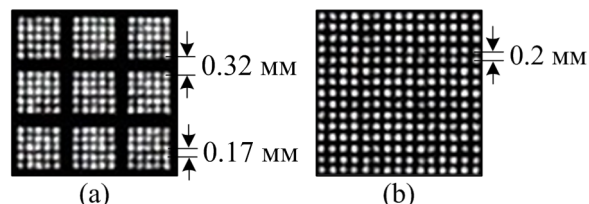
Зураг 10: Нэмэлт 3×3 гэрэл үүсгэгчийн хоорондын зай (а) тооцооллоор болон (б) туршилтаар үүссэн ЦГҮ-ийн туршилтын үр дүн.

Бүлэг 2-н Тэгшитгэл 3-аар 4×4 гэрэл үүсгэгч хоорондын зайг тооцоолоход 5.68 мм гарсан бөгөөд уг зайгаар туршилт хийхэд Зураг 11(а)-д үзүүлснээр хоорондоо 0.4 мм болон 0.2 мм зайтай жигд биш ЦГҮ үүссэн. Гэрэл үүсгэгч хоорондын зайг 0.1 мм алхамтайгаар ихэсгэн 7.12 мм болгоход Зураг 11(б)-д үзүүлснээр $P_L/4$ буюу хоорондоо 0.25 мм зайтай жигд ЦГҮ үүссэн.



Зураг 11: Нэмэлт 4×4 гэрэл үүсгэгчийн хоорондын зай (а) тооцооллоор болон (б) туршилтаар үүссэн ЦГҮ-ийн туршилтын үр дүн.

Бүлэг 2-н Тэгшитгэл 3-аар 5×5 гэрэл үүсгэгч хоорондын зайг тооцоолоход 4.54 мм гарсан бөгөөд уг зайгаар туршилт хийхэд Зураг 12(а)-д үзүүлснээр хоорондоо 0.32 мм болон 0.17 мм зайтай жигд биш ЦГҮ үүссэн. Гэрэл үүсгэгч хоорондын зайг 0.1 мм алхамтайгаар ихэсгэн 5.64 мм болгоход Зураг 12(б)-д үзүүлснээр $P_L/5$ буюу хоорондоо 0.2 мм зайтай жигд ЦГҮ үүссэн.



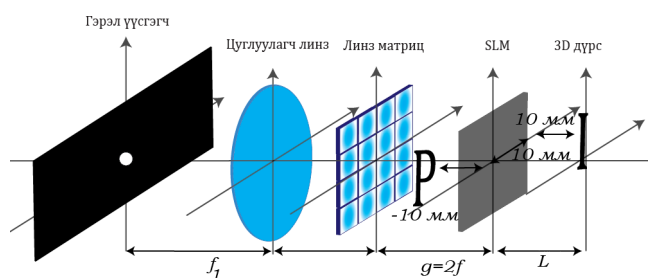
Зураг 12: Нэмэлт 5×5 гэрэл үүсгэгчийн хоорондын зай (а) тооцооллоор болон (б) туршилтаар үүссэн ЦГҮ-ийн туршилтын үр дүн.

Хүснэгт 2-т 2×2 , 3×3 , 4×4 , 5×5 динамик гэрэл үүсгэгчтэй үед хоорондын зайг тэгшитгэл 3 буюу тооцооллоор болон ЦГҮ-ийн хоорондын зайг жигд байх үеийн гэрэл үүсгэгчийн хоорондын зайг туршилтаар олсон утгуудыг харуулав. Уламжлалт

Хүснэгт 2: Гэрэл үүсгэгч хоорондын зай

Гэрэл үүсгэгчийн тоо ($n \times n$)	Хоорондын зай тооцооллоор	Хоорондын зай туршилтаар
2×2	11.36 мм	13.66 мм
3×3	7.57 мм	9.2 мм
4×4	5.68 мм	7.12 мм
5×5	4.54 мм	5.64 мм

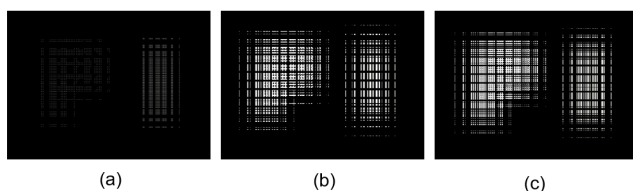
ЦГҮ дэлгэц нь хоорондоо 10 мм зайтай, SLM-ийн цаана буюу -10 мм дээр "P" дүрс, SLM-ийн наана буюу 10 мм дээр "I" дүрс үүсгэх геометр байгуулалтыг Зураг 13-д үзүүлэв.



Зураг 13: Уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэх 3D "P" болон "I" дүрсийн геометр байгуулалт.

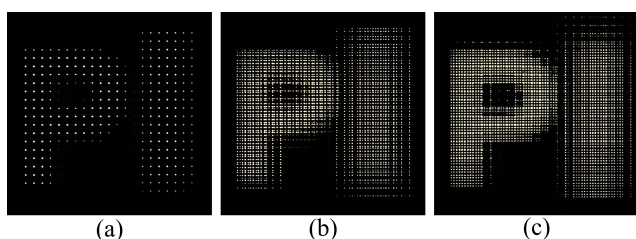
Зураг 13-д үзүүлснээр хоорондоо 10 мм зайтай, "P" дүрс SLM-ийн цаана буюу -10 мм дээр, "I" дүрс SLM-ийн наана буюу 10 мм дээр үүсэж байхаар уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн элементал зургийг Зураг

14(a)-д үзүүлснээр Бүлэг 3.1-ийн Тэгшитгэл 4-р, 3×3 нэмэлт гэрэл үүсгэгчтэй өндөр нягтшилтай ЦГҮ дэлгэцийн элементал зургийг Зураг 14(b)-д үзүүлснээр Бүлэг 3.1-ийн Тэгшитгэл 6-р, 4×4 нэмэлт гэрэл үүсгэгчтэй өндөр нягтшилтай ЦГҮ дэлгэцийн элементал зургийг Зураг 14(c)-д үзүүлснээр Бүлэг 3.1-ийн Тэгшитгэл 8-р MATLAB програм хангамж ашиглан үүсгэсэн. Зураг 14-д үзүүлсэн "P" болон "I" дүрсийн элементал зургуудыг гэрэл үүсгэгчдийн тооноос хамааруулан SLM-ээр гаргах бөгөөд уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн хувьд SLM-ийг линз матрицаас $2f$ буюу 6.6 мм зайд, 3×3 нэмэлт гэрэл үүсгэгчтэй өндөр нягтшилтай ЦГҮ дэлгэцийн SLM-ийг линз матрицаас $f - f/4$ буюу 2.5 мм зайд, 4×4 нэмэлт гэрэл үүсгэгчтэй өндөр нягтшилтай ЦГҮ дэлгэцийн SLM-ийг линз матрицаас $f - f/5$ буюу 2.7 мм зайд байрлуулсан.



Зураг 14: Уламжлалт буюу (a) 1 гэрэл үүсгэгчтэй, нэмэлт (b) 3×3 болон (c) 4×4 гэрэл үүсгэгчтэй үеийн элементал зураг.

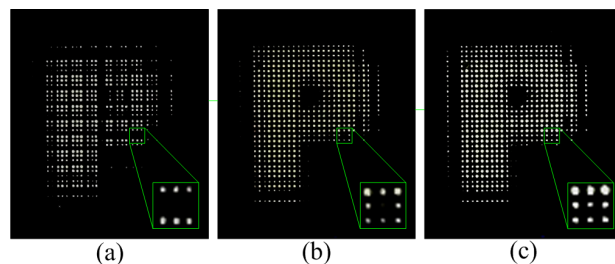
Зураг 14-д үзүүлсэн "P" болон "I" дүрсийн элементал зургийг 1 гэрэл үүсгэгчтэй уламжлалт ЦГҮ дэлгэц болон 3×3 гэрэл үүсгэгчтэй, 4×4 гэрэл үүсгэгчтэй өндөр нягтшилтай ЦГҮ дэлгэцийн SLM-д гаргаж үүссэн 3D дүрсийн туршилтын үр дүнг эгц урд нь байрлуулсан камераар зургийг авсныг Зураг 15-д харуулав.



Зураг 15: Уламжлалт буюу (a) 1 гэрэл үүсгэгчтэй, нэмэлт (b) 3×3 болон (c) 4×4 гэрэл үүсгэгчтэй ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэсэн "P" болон "I" 3D дүрсийн туршилтын үр дүн.

Зураг 15(b)-д үзүүлсэн 3×3 гэрэл үүсгэгчтэй өндөр нягтшилтай ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэсэн 3D дүрс нь Зураг 15(a)-д харуулсан уламжлалт ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэсэн үеийн 3D дүрсээс нягтшил нь 3 дахин сайжирсан бөгөөд Зураг 15(c)-д үзүүлсэн 4×4 гэрэл үүсгэгчтэй өндөр нягтшилтай ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэсэн 3D дүрс нь Зураг 15(a)-д харуулсан уламж-

лалт ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэсэн 3D дүрсээс нягтшил 4 дахин сайжирсан нь харагдаж байна. Зураг 15(b) буюу 3×3 гэрэл үүсгэгчтэй үүсгэгчтэй өндөр нягтшилтай ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэсэн "P" дүрсийг томруулан Зураг 16(a)-д үзүүлсэн бөгөөд "P" дүрсийн цэг хоорондын зай жигд биш алдаатай үүссэн нь харагдаж байна. Өндөр нягтшилтай ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэж байгаа 3D дүрсийн алдааг засахын тулд гэрэл үүсгэгч хоорондын зайг өөрчилсөн туршилтын үр дүнг Зураг 16(b)-д үзүүлэв.



Зураг 16: Нэмэлт 3×3 гэрэл үүсгэгчтэй ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэсэн "P" 3D дүрсийн (a) гажигтай болон (b) гажигийг зассан (c) гэрэл үүсгэгчийн хэмжээг тохируулан алдааг зассан туршилтын үр дүн.

Нэмэлт 3×3 гэрэл үүсгэгчтэй өндөр нягтшилтай ЦГҮ дэлгэцийн LCD дээр хэрэгжүүлсэн 9 гэрэл үүсгэгчүүдийн хэмжээ 3.5 мм үед Зураг 16(b)-д үзүүлснээр 3D "P" дүрсийн зарим цэгүүд бүдэг, гажигтай харагдаж байна. Зураг 16(c) буюу 3×3 нэмэлт гэрэл үүсгэгчтэй өндөр нягтшилтай ЦГҮ дэлгэцийн LCD дээр хэрэгжүүлсэн 9 гэрэл үүсгэгчүүдийн голын гэрэл үүсгэгчийн хэмжээ 3.5 мм, дөрвөн булангийн гэрэл үүсгэгчүүдийн хэмжээг 0.5 мм-ээр ихэсгэсэн буюу 4 мм болгоход өндөр нягтшилтай ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэсэн 3D "P" дүрсийн цэгүүдийн хоорондын зай жигд, алдаагүй болсон нь харагдаж байна. Нэмэлт гэрэл үүсгэгчүүдийн хоорондын зай болон хэмжээг тохируулан 3D дүрсийн алдааг зассан.

5 Дүгнэлт

Энэхүү судалгааны ажлаар компьютерын гар болон хулганаар гэрэл үүсгэгчдийн хоорондын зай, хэмжээг динамикаар удирдах боломжтой аппликейшн хөгжүүлж, түүнийгээ LCD дээр гаргаж өндөр нягтшилтай ЦГҮ дэлгэцийн гэрэл үүсгэгч болгон хэрэгжүүлсэн бөгөөд ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэж байгаа 3D дүрсийн гажгийг зассан. Мөн 2×2 , 3×3 , 4×4 болон 5×5 гэрэл үүсгэгчидтэй үед гэрэл үүсгэгчийн хоорондын зайг тооцоолсон утгаар туршихад ЦГҮ хоорондын зай жигд биш байсан учраас гэрэл үүсгэгчийн хоорондын зайг динамикаар удирдаж, өөрчлөн туршилтаар ЦГҮ-ийн жигд байх гэрэл үүсгэгчдийн хоорондын зайг олсон. Уламжлалт болон 3×3 , 4×4 гэрэл үүсгэгчтэй ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэсэн "P" болон "I" 3D дүрсийн туршилтыг хий-

сэн. Гэрэл үүсгэгчийн тоог ихэсгэн хоорондын зайг тохируулснаар 3D дүрсийн нягтшилыг сайжруулж, өндөр нягтшилтай ЦГҮ дэлгэцийн үүсгэж буй 3D дүрсийн цэгүүдийн хоорондох зай болон хэмжээг жигд болгосноор алдааг зассан. Динамик удирдлагатай гэрэл үүсгэгч нь ашиглахад хялбар бөгөөд линзийн гажгаас шалтгаалсан алдааг засаж чадсан. Дэвшүүлж буй аргын гэрэл үүсгэгчийн эрчим нь LCD-ийн эрчмээс шалтгаалах бөгөөд LED ашигласан өмнөх ЦГҮ дэлгэцийн гэрэл үүсгэгчийн эрчмээс бага болсон дутагдалтай. Цаашид гэрэл үүсгэгчдийн хэмжээг нэг нэгээр нь удирдан тохируулж туршилт хийх болон гэрэл үүсгэгчийн эрчмийг нэмэгдүүлэх зэрэг туршилтууд хийх шаардлагатай.

Талархал

Энэхүү судалгааны ажлыг хийж гүйцэтгэхэд гүн тусалцаа үзүүлсэн проф. Б.Ганбат эрхлэгчтэй "3D дэлгэц болон дүрс боловсруулалт" лабораторийн багш, судлаач оюутнуудад талархал илэрхийлье.

Зохиогчийн оролцоо

Б.Ганбат нь уг судалгааны ажлын санаа болон ерөнхий загварыг гаргаж, өгүүллийг зассан. Н.Чойжамц нь аппликейшн хөгжүүлж, өгүүлэл бичсэн. Д.Номин-Эрдэнэ нь туршилт болон дүн шинжилгээ хийж өгүүллийн утга агуулгын алдааг засаж, сүүлчийн хувилбарыг бичсэн.

Ашиг сонирхлын зөрчилгүйн баталгаа

Бүх зохиогчид ашиг сонирхлын зөрчилгүй болохыг баталж байна.

Ашигласан ном

- [1] Sandin D, Margolis J, Dawe T, Leigh G, Defanti TA. Varier auto stereographic display. Proc SPIE. 2005;4297:204–211.
- [2] Dodson NA. Autostereoscopic 3D displays. Computer. 2005;38:31–36.
- [3] Lee B, Park J, Min S. Three-dimensional display and information processing based on integral imaging. Springer. 2006;12.
- [4] Kim Y, Hong K. Recent Researchers based on Integral Imaging Display Method. Springer. 2010;17–27.
- [5] Номин-Эрдэнэ Д, Билгүүн, Ганбат Б. Өндөр нягтшилтай, нимгэн цэгэн гэрэл үүсгэгч дэлгэц. ММТ. 2017.
- [6] Park JH, Kim J, Kim Y, Lee B. Resolution-enhanced three-dimension / two-dimension convertible display based on integral imaging. Optics Express. 2005;13:1875–1884.
- [7] Kim Y, Kim J, Kang JM, Jung JH, Choi H, Lee B. Point light source integral imaging with improved resolution and viewing angle by the use of electrically movable pinhole array. Optics Express. 2007;15:18253–18267.
- [8] Baasantseren G, Dalkhaa N, Erdenebat M, Kim N. Point light source display with a large viewing angle using multiple illumination sources. Optical Engineering. 2017;56:053113.
- [9] Baasantseren G, Cao Y, Dalkhaa N. Use of multiple light sources to enhance the resolution of point light source displays. Applied Optics. 2021;60:9213–9218.
- [10] Baasantseren G, Batbayr D, Choimaa L. Effect of Petzval curvature on integral imaging display. Proc SPIE. 2015;9391:93911B.