

**Л_AT_EX ашиглан диссертаци бичиж
ахисан түвшний сургалтын хамгаалалтанд орох нь**

Горилогч

© А.Эрдэнэбаатар

erka@must.edu.mn

Энэхүү бүтээл нь

"Компьютерийн ухаан" -аар докторын зэрэг

горилсон бүтээлд тавигдах

шаардлагыг бүрэн хангасан болно

Програмчлалын технологийн профессорын баг

Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль

2012-03-22

Улаанбаатар хот

Гарчиг

Хураангуй	ii
Талархал	ii
Хүснэгтийн жагсаалт	iv
Зургийн жагсаалт	v
1 Ерөнхий хэсэг	1
1.1 Удиртгал	1
1.2 Зорилго	1
1.3 Зорилт	2
2 Онолын хэсэг	3
2.1 Open CV	3
2.1.1 OpenCV үүсэл хөгжил	3
2.1.2 Дүрс боловсруулах OpenCV гэж юу вэ?	4
2.1.3 OpenCV бүтэц зохион байгуулалт	7
2.1.4 Ирмэг илрүүлэлт	8
2.1.5 Өнцөг, булан илрүүлэх	9
2.2 Зураг боловсруулалт	9
2.2.1 Босгочлол	9
2.2.2 Хайлтын хүснэгт	10
2.2.3 Гистограм	10
2.2.4 Виола, Жонс нарын энгийн дүрсний цуваагаар биет илрүүлэх арга	11
2.2.4.1 Онцлог шинж чанарууд	12
2.2.5 Онцлог цэгүүдийг илрүүлэх аргууд	13

2.2.6	Онцлог илтгэгч илрүүлэх аргууд	14
2.2.7	Integral Image буюу бүхэл дүрслэл	16
2.3	Текст таних OCR сан	17
2.3.1	Үндсэндээ OCR-ыг текст таних байдлаар хоёр ангилна:	18
2.3.2	Үг илрүүлэлт	20
2.3.3	Дүрс танилтын алгоритмын ажиллагаа	20
2.3.3.1	Мөр олох	20
2.3.3.2	Үг таних	21
2.3.3.3	Нийлсэн тэмдэгтүүдийг салгах	21
2.3.3.4	Тасарсан тэмдэгтүүдийг нийлүүлэх	21
2.4	Тестийн шалгалтын төрөл	22
2.4.1	Стандартчилсан тест	22
2.4.2	Стандартчилагдаагүй тест	22
2.4.3	Тестийн төрөл	22
3	Хэрэгжүүлэлтийн хэсэг	23
4	Судалгааны хэсэг	24
5	Нэгдсэн дүгнэлт	25
6	Ном зүй	26
	Ном зүй	27
A	Хавсралт	28

Хүснэгтийн жагсаалт

Зургийн жагсаалт

2.1	Open cv сүүлийн хувилбар	4
2.2	Компьютерийн хараа хэрэглэгэх салбарууд	5
2.3	Компьютер зурагийг таних хэсэг	6
2.4	Хүн болон компьютерийн адилтгал	6
2.5	Хар, саарал өнгөний матриц	7
2.6	OpenCV сангууд	8
2.7	Зургийг босгочилсон байдал	9
2.8	3 бит хайлтын хүснэгт	10
2.9	Хистограм ашигласан зураг	11
2.10	Виола, Жонс	12
2.11	Энгийн олон өнцөгт	17
2.12	Анхны текст таних машин	18
2.13	Гараар бичсэн текст	19
2.14	Машинаар бичсэн текст	20

Бүлэг 1

Ерөнхий хэсэг

1.1 Удиртгал

Бидний амьдарч буй өнөө цагт мэдээллийн технологи маш хурдацтай хөгжиж амьдралын нэгээхэн хэсэг болсон билээ. Тэр дундаас ухаалаг гар утасны хэрэглээ давамгайлан хөгжиж байгаа бөгөөд ашиглахад илүү хялбар болсон билээ. Ухаалаг гар утсыг ашиглаж хүн ямар ч ажлыг хөнгөвчилж байна. Ухаалаг гар утсан дээр ашиглаж буй програмууд хангамжууд илүү хүнд хүртээлтэй ойлгомжтой болсон. Ямар ч ажил мэргэжил салбарын хүн өөрт тохирсон програм хангамжийг хэрэглэснээр тухайн хүний ажлыг илүү хөнгөвчилж байнга өсөн дэвжих боломжийг олгож байна.

Уламжлалт бичиг цаас заавал ашиглах шаардлагатай мэргэжлүүд тэр дундаа багшийн ажлыгч мөн ухаалаг гар утсаар хөнгөвчилж болно. Ингэснээр тухайн хүний ажлын бүтээмжийг нэмэх болно.

1.2 Зорилго

Гар ажиллагаа ихтэй бичиг цаасны ажлыг халж уламжлалт шалгалт авах аргыг ухаалаг гар утасны энгийн програм хангамжаар шийдэх. Мөн энэхүү системийг илүү боловсронгуй хүнд хүртээлтэй болгох зорилготой.

1.3 Зорилт

- Дүрс боловсруулалтын OpenCV сан судлах
- Тэмдэгт боловсруулалтын OCR сан судлах

Бүлэг 2

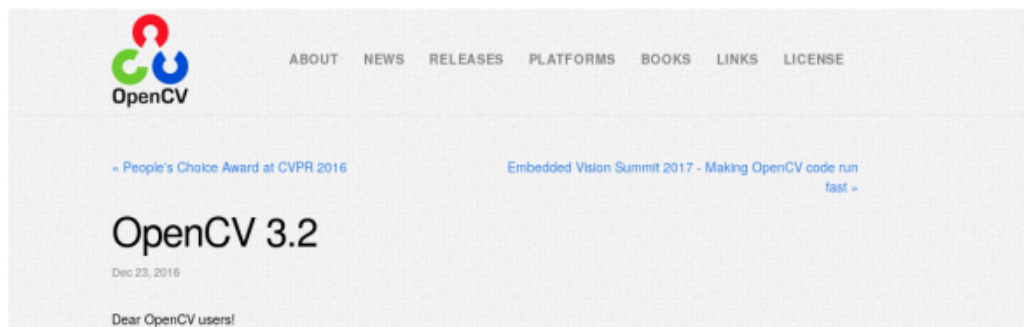
Онолын хэсэг

2.1 Open CV

2.1.1 OpenCV үүсэл хөгжил

Төв процессын хэсэг буюу CPU зарцуулалт ихтэй програмуудад дэвшилт гаргах судалгааны санаачлагаар Интел(Intel) корпорац нь анх OpenCV-г гаргаж ирсэн. Интел корпорац нь одоо үеийн цацраг судлал, 3D, Firewall зэрэг олон төслүүдийг эхлүүлж байсан. Интелийн зарим нэг эрдэмтэн ажилтангууд дотоодын шилдэг их дээд сургуулиудаар зочилон туршлага судалсан ба энэ үедээ шилдэг хамт олноор багаа бүрдүүлсэн MIT(Massachusetts Institute of Technology) хэвлэл мэдээллийн лаборатор нь дотооддоо боловсруулсан нээлттэй дэд бүтцийг анзаарсан. Энэхүү дотооддоо боловсруулсан нээлттэй дэд бүтцийг хөгжүүлэхэд төсөлд хамрагдсан хүн бүрийн оролцоо үнэ цэнэтэй байдаг. MIT хэвлэл мэдээллийн лабораторийн багт шаардлага хангасан чадварлаг оюутангууд их байдаг. Ийнхүү туршлага судалсны үндсэн дээр OpenCV-н кодчилал болон алгоритмын тодорхойлолтыг ОХУ(Оросын Холбооны Улс)-н PL сангийн багийн гишүүдэд илгээсэн байна. ОХУ-ын мэргэшсэн SPL(Software Performance Library) багтай хамтран интелийн судалгааны лабораторид OpenCV-г хэрэгжүүлж эхэлсэн. ОХУ-ын багийн гишүүдийг Вадим Писаревсик ахлаж байсан бөгөөд энэ хүн нь багийн гишүүдийг нэг төвд удирдан зохион байгуулж, түүнтэй хамт Виктор Ерухимов дэд бүтцийг хөгжүүлэхэд тусалж, Куриакин ОХУ-ын лабораторийг удирдан OpenCV оновчтой болгоход их хүчин чармайлт гарган дэмжлэг үзүүлсэн. Олон цөмт (multicore) процессор болон дүрс боловсруулах шинэ програмууд олноор бий болсноор OpenCV-н үнэ цэнэ өсч эхэлсэн. 1999 онд анхны хувилбарыг Интел компанийн дүрс боловсруулалтын сан-

гийн тусламжтай ашиглагддаг байсан бол одоо бие даасан сантай болсон. 2001-2005 оны хооронд туршилтын 5 хувилбар гаргасны эцэст 2006 онд анхны 1.0 хувилбараа нийтэд хүргэсэн. Одоо хамгийн сүүлчийн Opensv 3.2 хувилбарыг 2016 онд хөгжүүлэн нийтэд хүргэснээр маш олон хэрэглэгчид олон програмчлалын хэл дээр энэхүү нээлттэй санг ашиглаж байна.



Зураг 2.1: Open cv сүүлийн хувилбар

2.1.2 Дүрс боловсруулах OpenCV гэж юу вэ?

Дүрс боловсруулах гэдэг нь компьютерийн хараа буюу Computer vision(CV) салбар бөгөөд хиймэл оюун ухаан гэж нэрлэгддэг компьютерийн шинжлэх ухааны төрөлд хамаарагддаг. Энэ салбарт хийгдэж буй бүтээлүүдийн нэг нь Opensv юм. OpenCV(Open source Computer vision library) нь computer vision болон машин хэлний нээлттэй сан юм. OpenCV нь computer vision аппликейшны ерөнхий дэд бүтцийг хангахаар бүтээгдсэн. Энэ сан нь computer vision болон машин хэлний бүх талыг багтаасан 2500 гаруй оновчилсон алгоритмуудтай. Эдгээр алгоритмууд нь хүний царай таних, объект илрүүлэх, видеоноос хүний хөдөлгөөнийг ялгах, 3D объектыг задлах, төстэй зургийг зургийн сангаас хайх, нүдний хөдөлгөөнийг дагах зэрэгт хэрэглэгддэг. OpenCV-ийг компаниуд болон эрдэм шинжилгээний багууд өргөнөөр ашиглаж байна. Google, Yahoo, Microsoft, Intel, IBM, Sony, Samsung, Honda, Toyota зэрэг компанийг энэ санг ашиглаж байна. OpenCV BSD лицензийн дагуу бүтээгдсэн, ийм учир бизнесийн болон эрдэм шинжилгээний хэрэглээнд нээлттэй. C++, C, Python болон Java интерфейстэй бөгөөд Windows, Linux, Mac, IOS, Андроид үйлдлийн системүүдийг дэмждэг. OpenCV нь тооцооллын үр ашгийн төлөө болон бодит хугацааны (real time) хэрэглээний програмд түлхүү зориулж

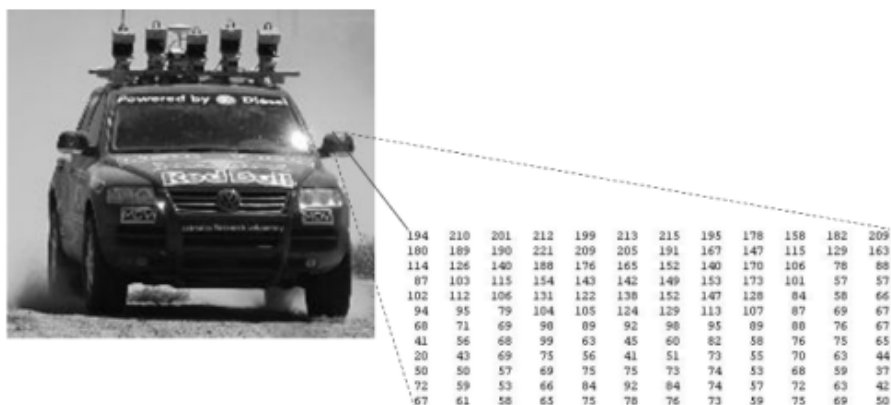
бүтээгдсэн.

Компьютерын хараа нь математик, алгебр, дүрслэх геометр, оптик физик, магадлалын онол, статистик, загварчлал, хиймэл оюун ухаан, машин сургалт, зураг дүрслэл, програмчлал гэсэн олон шинжлэх ухааны мэдлэг ололт дээр суурилдаг бөгөөд тухайн судлаач эрдэмтдээс эдгээр салбарын чамгүй мэдлэг, ур чадвартай байхыг шаарддаг тул харьцангуй түвэгтэй гэгдэх салбар юм. Хүн аливаа бодит юмсыг нүдээр харж, түүний дүрслэл нь тархинд очиж буудагтай адил компьютерт камераар харж, түүний дүрслэл нь тоонуудад хувирч боловсруулагдана. Эндээс харахад компьютерын хараа (CV) нь байгаль дээрх бодит юмсыг компьютер-руу хөрвүүлж, буулгадаг буюу компьютер графикийн урвуу үйлдэл ч гэж ойлгож болно. Техник, технологи хөгжсөн энэ үед хүн төрөлхтөн бид зөвхөн хүний хараанд найдах нь өрөөсгөл асуудал юм. Үүнд компьютерийн нөөц бололцоог ашиглавал хүний ажлыг хөнгөвчлөх өндөр ач холбогдолтой.



Зураг 2.2: Компьютерийн хараа хэрэглэгэх салбарууд

Компьютерт бүхий л мэдээлэл, өгөгдөл хоёртын тооллын системээр дүрслэгддэг тул бидний харж буй зураг, дүрсүүдийг дан тоонууд хэлбэрээр хардаг, таньдаг гэж ойлгож болно.



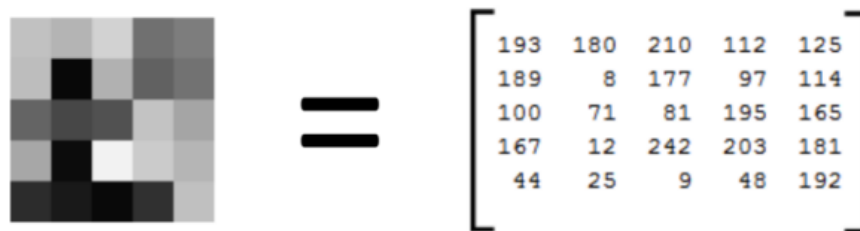
Зураг 2.3: Компьютер зурагийг таних хэсэг

Дээрх жишээ зурагт машины дүрслэлийн аравтын тооллын хувилбарыг харуулав. Хүн аливаа бодит юмсыг нүдээр харж, түүний дүрслэл нь тархинд очиж буудагтай адил компьютерт камераар харж, түүний дүрслэл нь тоонуудад хувирч боловсруулагдана. Эндээс харахад компьютерын хараа (CV) нь байгаль дээрх бодит юмсыг компьютер руу хөрвүүлж, буулгадаг буюу компьютер графیکیн урвуу үйлдэл ч гэж ойлгож болно.



Зураг 2.4: Хүн болон компьютерийн адилтгал

Компьютерт зураг дүрслэл нь бодит тоон утгаас тогтсон матриц хэлбэртэй байх ба матрицын нэг элемент бүр нь харгалзан өнгөний тоон утга пикселтэй байна. Жишээ нь, хар цагаан өнгөнөөс тогтсон саарал (grayscale) зураг нь 8 бит бүхий цэг пикселүүдээс бүтнэ.



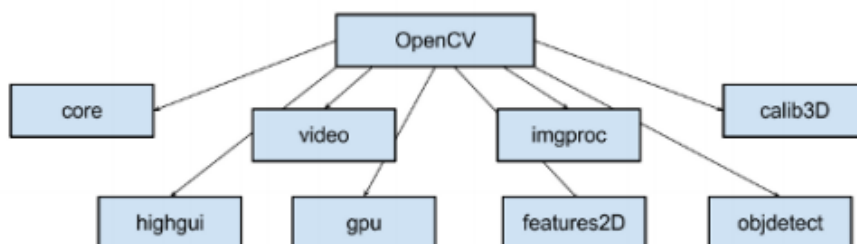
Зураг 2.5: Хар, саарал өнгөний матриц

2.1.3 OpenCV бүтэц зохион байгуулалт

OpenCV модуль бүтэцтэй. Энэ санд хэд хэдэн хамтын сангууд болон статик сангуудын багц орно.

- **Core** - үндсэн өгөгдлийн бүтцийг тодорхойлох авсаархан модуль, бусад модулиудад ашиглагддаг үндсэн функц бөгөөд Mat сан нь олон хэмжээст массивын оролт болдог.
- **Imgproc** - шугаман ба шугаман бус зураг шүүгч, геометрийн дүрс хувиргалт өнгө зай хувиргах, гистограммыг болон багтана. Шугаман ба шугаман бус дүрс шүүгч, геометрийн дүрс хувиргалт, завсрын өнгө хувиргах, гистограмм гэх мэт зүйлсийг багтаасан.
- **Video** - видео бичлэгт дүн шинжилгээ хийх модуль. Хөдөлгөөн тооцооллох, суурь хасах, объект хянах алгоритмийг багтаасан байдаг.
- **Calib3d** - үндсэн геометр алгоритм, дан болон стерео камер шалгаж тохируулах, загвар объект тооцооллох, стерео захидал алгоритм болон 3D сэргээн босголтод элемент агуулна.
- **Objdetect** - урьдчилсан тодорхойлсон объектыг танин илрүүлэх сан.

- **Highgui** - видео бичлэг хуримтлуулах дүрс болон видео кодуудад түүнчлэн энгийн UI боломжийг хялбар ашиглах интерфэйс юм.
- **Gpu** - OpenCV-гийн ялгаатай модулиудын GPU-хурдасгасан алгоритм юм.



Зураг 2.6: OpenCV сангууд

2.1.4 Ирмэг илрүүлэлт

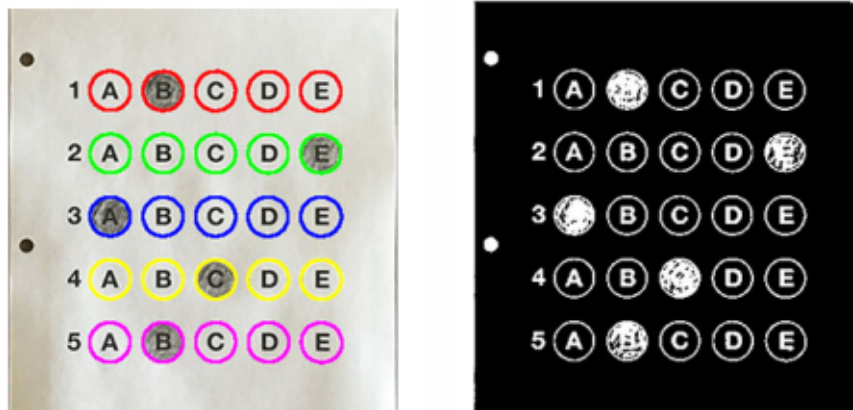
Дүрсэн дэх ирмэгүүд нь тухайн дүрснээс таньж ашиглагдах эргэлзээтэй хэсгүүдийн мэдээлэл юм. Ирмэгүүд нь хаана объект байна, тэдгээрийн дүр төрх ба хэмжээ, бүтцийг илэрхийлнэ. Ирмэг илрүүлэлт нь дүрсэн дэх гэрэлтэцийг бага утгаас их утга руу зөөх өөрчлөлтийг тодорхойлдог дүрс боловсруулалтын маш чухал аргуудын нэг юм. Ирмэг илрүүлэлт нь дүрс хэсэглэлийн нэг үе шат бөгөөд дүрсний бүлэг пикселүүдийг тодорхой байрлалруу чиглүүлэхэд хийгдэх үйлдэл юм. Ирмэг илрүүлэлтийн гол үр дүн нь дүрс таних боловсруулалтын чухал ойлголтыг бүрдүүлдэг явдал юм. Дүрсийг тодорхойлохын тулд ирмэгийг нарийн сайн тогтоох хэрэгтэй байдаг. Ирмэг илрүүлэлтийн аргууд нь дүрсийг танихын тулд голчлон ашиглагдах ба ихэнх ирмэг илрүүлэх аргууд нь тодорхой дүрсэнд сайн ажиллах боловч бусад дүрсэнд үр дүн муу байх тохиолдол их байдаг.

2.1.5 Өнцөг, булан илрүүлэх

Зураг дээрх өнцөг булангуудыг олж тодорхойлох нь дүрс боловсруулалтын нэг үндсэн суурь үйлдэл ба үүнийг ашиглан хөдөлгөөн илрүүлэх, панарома зургийг залгах, гурван хэмжээст загварчлал хийх, биет таних зэрэг дүрсийн боловсруулалт хийдэг.

2.2 Зураг боловсруулалт**2.2.1 Босгочлол**

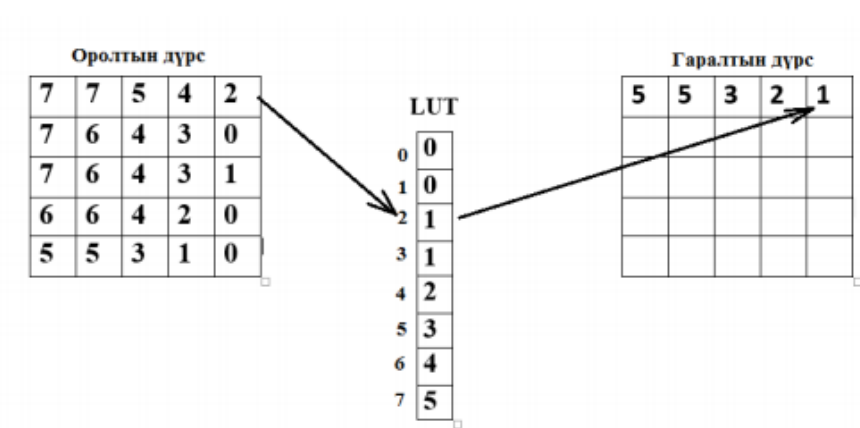
Зургийн өнцгүүдийг системийн үндсэн үйлдлүүдийн гүйцэтгэхэд ямар нэг саад, бэрхшээл учруулахгүйгээр тодорхой босго утгаас дээш өнгийг цагаан, доош өнгийг хар утгуудаар солихыг зургийн босгочлол гэж ойлгож болно. Босгочлолд ихэвчлэн хэрэггүй мэдээлэл агуулж буй хогоос салгах болон хэрэгтэй биетийг тодруулахад ашигладаг. Доорх жишээ зурганд шаблоны будсан хэсгийн утгатай цэгүүдийг 255(цагаан) өнгөний утгаар, будаагүй хэсгийн утгатай цэгүүдийг 0(хар) өнгөний утгаар сольсон.



Зураг 2.7: Зургийг босгочилсон байдал

2.2.2 Хайлтын хүснэгт

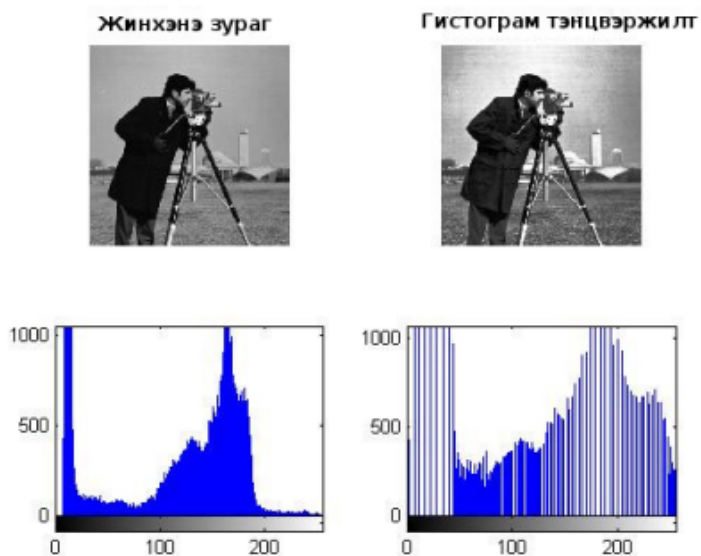
Зураг боловсруулалтанд хайлтын хүснэгтийг нилээд хэрэгжүүлдэг. Хайлтын хүснэгтийг LUT – (Look-up table) гэж нэрлэдэг. Хайлтын хүснэгт нь зурагны цэгүүдийн утгыг (өнгөнүүдийг) солих утгуудыг агуулсан хүснэгт юм. Хайлтын хүснэгтийн тооцооллыг хялбарчилхын тулд доорх жишээнд ажиллагааг харууллаа.



Зураг 2.8: 3 бит хайлтын хүснэгт

2.2.3 Гистограм

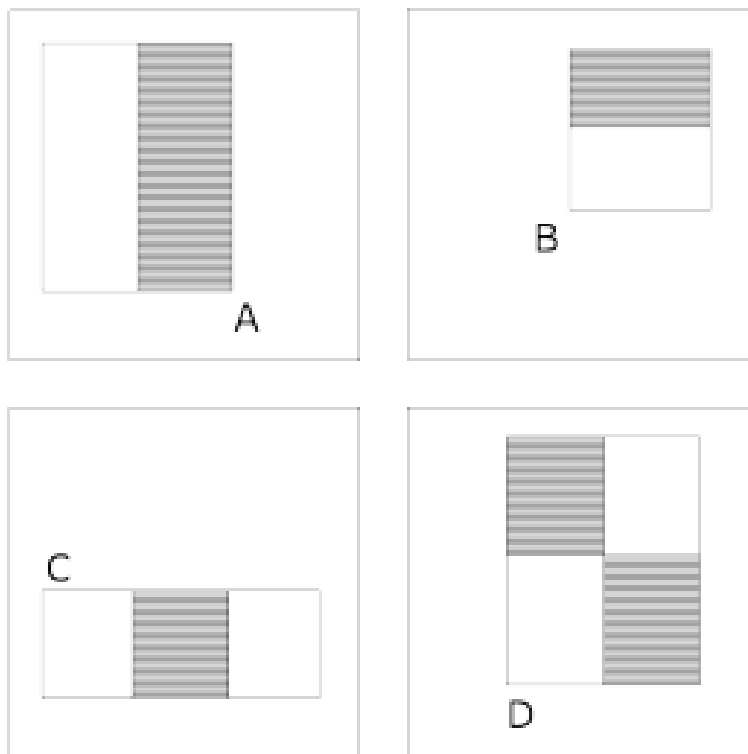
Зураг нь ялгаатай утга (өнгө) цэгүүдийн нэгдэл юм. Цэгүүдийн утгын тархалт нь зургийн чухал шинж чанар болдог. Гистограммыг n өнгөний утгатай пикселүүд зурганд хэд байгааг агуулсан энгийн хүснэгт гэж ойлгож болно. Гистограммыг графикаар дүрсэлж харуулдаг. Зургууд нь өөр хоорондоо ялгаатай утгуудтай цэгүүдээс бүтдэг. Жишээ нь саарал зурагны цэгүүдийн утга нь 0(хар) болон 255(цагаан)-ийн хооронд байдаг. Саарал зургийн гистограм нь 256 талбартай (оролттой). 0-р талбар нь 0 утгатай цэгүүдийн тоог агуулна. 1-р талбар нь 1 утгатай цэгүүдийн тоог агуулна, 1-р талбар нь 1 утгатай цэгүүдийн тоог агуулна. Графикийн хөндлөн чиглэлд зурагны пикселийн гэрэлтэцийн утга босоо чиглэлд давтамжийн утгыг агуулна.



Зураг 2.9: Хистограм ашигласан зураг

2.2.4 Виола, Жонс нарын энгийн дүрсний цуваагаар биет илрүүлэх арга

Энэ арга нь гурван үндсэн хэсэгтэй. Эхнийх нь маш хурдан тооцоолох чадвартай “Integral Image” гэж нэрлэгддэг шинэ дүрслэлийн төлөөллийг танилцуулсан. Хоёр дахь нь томоохон иж бүрдлээс чухал шаардлагатай цөөн тооны дүрслэлийн шинж чанарыг сонгож, маш өндөр үр дүнтэй ангилагчийг бий болгодог AdaBoost-эд суурилсан алгоритм юм. Гурав дахь нь “цуваа” маягийн ангилагчийг нэгтгэдэг арга юм.



Зураг 2.10: Виола, Жонс

2.2.4.1 Онцлог шинж чанарууд

Биет илрүүлэх арга нь дүрслэлийн энгийн шинж чанарт тулгуурлан ангилдаг. Цэгүүдийг шууд хэрэглэхээс илүүгээр онцлог шинж чанарыг хэрэглэдэг олон үндэслэлүүд байдаг. Дээр үзүүлсэн жишээ тэгш өнцөгтийн дүрслэл нь хавсаргасан мэдрэгч цонхтой холбоотой. Цагаан тэгш өнцөгтөд байгаа пикселийн нийлбэр нь саарал тэгш өнцөгтөд байгаа пикселийн нийлбэрээс хасдаг. (А) болон (В)-д үзүүлсэн хоёр тэгш өнцөгтийн дүрс нь зураг (С)-д үзүүлсэн хоёр тэгш өнцөгтийн дүрс нь зураг (С)-д үзүүлсэн 3 ширхэг тэгш өнцөгт болон (D)-д үзүүлсэн 4 ширхэг тэгш өнцөгтийн дүрслэлийг үзүүлдэг. Хамгийн нийтлэг шалтгаан нь онцлог шинж чанарууд нь сургалтын мэдээллийн тодорхой тодорхой тоо хэмжээг ашиглан суралцахад хэцүү байдаг мэдлэгийг кодоор шифрлэж чаддагт байгаа юм. Энэ системийн хувьд онцлог шинж чанарыг ашиглах хоёр дахь чухал үндэслэл нь: онцлог шинж чанарт тулгуурласан систем нь пикселд суурилсан системээс илүү хурдан ажилладаг. Энэ хэрэглэж байгаа энгийн шинж чанарууд нь Parageorgiou –ын хэрэглэсэн Нааг суурь функцийг санагдуулдаг. Илүү тухайлбал, 3 төрлийн онцлог шинж чанарыг ашигладаг. Хоёр тэгш өнцөгтийн шинж чанарын утга

нь хоёр тэгш өнцөгт мужийн доторхи пикселүүдийн нийлбэрүүдийн ялгавар юм. Гурван тэгш өнцөгтийн онцлог шинж чанар нь төвийн тэгш өнцөгт доторхи нийлбэр нийлбэрээс хоёр гадна талын тэгш өнцөгт доторхи нийлбэрийг хассан хэмжээг тооцоолдог. Эцэст нь дөрвөн тэгш өнцөгтийн онцлог шинж чанар нь тэгш өнцөгтүүдийн диагональт хослолуудын хоорондох зөрөөг тооцоолдог. Тохируулах боломжтой шүүлтүүр гэх мэт хувилбаруудтай харьцуулахад тэгш өнцөгт шинж чанар нь зарим нэг талаараа анхдагч байдаг. Тааруулах боломжтой шүүлтүүрүүд болон тэдгээрт хамааралтай зүйлс нь хил хязгаарын нарийвчилсан шинжилгээ, дүрсний нягтруулалт болон бүтцийн задлан шинжилгээ зэрэгт гойд хэрэгтэй байдаг. Эсрэгээр ирмэг, хөндөл болон дүрслэлийн бусад энгийн бүтцэд мэдрэмтгий байхад тэгш өнцөгт шинж чанар нь мэдрэмтгий биш байна. Тохируулах боломжтой шүүлтүүрүүдтэй адилгүйгээр чиглэлүүд нь зөвхөн босоо, хэвтээ болон диагональ байх боломжтой. Гэсэн ч тэгш өнцөгт онцлог шинж чанарын иж бүрдэл нь үр дүнтэй суралцахуйг дэмжих нягтрал сайтай дүрслэлийг бий болгодог. Бүхэл зурагтай холбогдуулаад, тэгш өнцөгт онцлог шинж чанарын ажиллах чадвар нь тэдгээрийн хязгаарлагдмал уян хатан байдлыг хангалттай тэнцвэржүүлдэг.

2.2.5 Онцлог цэгүүдийг илрүүлэх аргууд

Онцлог цэгүүдийг илрүүлэлт нь зурган мэдээлэл боловсруулах доод түвшний боловсруулалт бөгөөд хамгийн түрүүнд хийгд эх үйлдлийн нэг юм. Зургийн цэг бүрийг шалгаж тухайн цэг дээр онцлог цэг оршиж буйг шалгах үйлдэл энэ үед хийгдэнэ. Онцлог цэгийг үүсгэж болох зүйлсийг дурьдвал: зургийн жижиг хэсэг, өнцөг, ирмэг, эсвэл өнгө, гэрэл, сүүдэр, хэмжээ, шуугианаас үүдсэн өөрчлөлтөөс үүссэн тухайн зургийн илт ялгарч харагдах нэг хэсэг зэрэг байж болно. Онцлог цэгүүдийг илрүүлэх аргуудыг ирмэг, өнцөг эсвэл өнгөнд суурилсан гэсэн гурван төрөлд ангилдаг. Доорх хүснэгтэнд онцлог цэгүүдэд суурилсан алгоритмуудын сул болон давуу талуудыг харьцуулан харууллаа.

Алгоритм	Давуу тал	Сул тал
Харрисын алгоритм	Олон ашиглахад хоорондын зөрүү бага, оновч өндөр. Хамгийн тогтмол үр дүн гаргадаг	Зургийг томосгох, багасгахад алдаа гарах магадлал өндөр. Харьцангуй удаан, realtime ажиллагаанд зохимжгүй
Гауссын функцуудын арга	Зургийн (матрицын) хасалт хийж ажилладаг учир хурдан ажиллах боломжтой	Зургийг бүрсийлгэх үйлдэл хийдэг учир зарим цэгийн алдагдал гарах магадлалтай
FAST	Харрис болон бусад аргуудаас мэдэгдэхүйц хурдан ажиллагаатай	Зургийн хэмжээ өөрчлөгдөхөд оновчгүй болно. FAST-н дараа гарсан AGAST гэх арга FAST-аас хурдан ажиллах боломжтой

2.2.6 Онцлог илтгэгч илрүүлэх аргууд

Онцлог цэгүүдийг илрүүлсний дараагаар цэгүүдийг хэсэг хэсгээр нь бүлэглэж онцлог векторуудыг гаргаж авна. Онцлог илтгэгч ойролцоох хөршүүд бүхий цэгүүд, ирмэгийн чиглэл ба цэгийн градиентын хэмжээ зэрэг мэдээлэл агуулагдаж болно. Энэхүү өгүүллийн хүрээнд SIFT, SURF, KAZE зэрэг онцлог илтгэгч гаргаж авах аргуудыг дурдсан бөгөөд арга тус бүрийг харьцуулж давуу болон сул талуудыг дурдсан болно.

Алгоритм	Давуу тал	Сул тал
SIFT	Гэрэл бүрсийлт, эргэлт зэрэгт оновчоо хадгалдаг. Онцлог илтгэгчүүдийн комплекс шинж чанар ихсэх тусам том хэмжээний өгөгдөл дээр оновчтой үр дүнд хүрнэ	Дүрс бага зэрэг өөрчлөгдөхөд алдаа гарах магадлал өндөрсдөг. Realtime ажиллагаанд их хүчин чадал шаардана. Гар утас болон жижиг төхөөрөмжүүд дээр ажиллахад тохиромжгүй.
SURF	Зургийн эргэлт, хэмжээ өөрчлөгдөхөд, гэрлийн өөрчлөлт, бага зэрэг гажуудалт зэрэгт оновчтой хэвээр ажиллана	Илтгэгч нь 256 byte хэлбэртэй байхыг шаарддаг. Учир нь floatin point утга бүхий 64 ширхэг вектор төрөлтэй байдаг. Энэ нь их хэмжээний өгөгдөлтэй ажиллахад санах ой их зарцуулна
KAZE	Онцлог цэгүүд илрүүлэх оновч сайтай. Дахин илрүүлэлт өндөр. Дундаж ажиллах хугацаа бага	Харьцангуй олон тооны цэг илрүүлдэг, Их хэмжээний санах ой зарцуулдаг

2.2.7 Integral Image буюу бүхэл дүрслэл

1972 онд Склански олон өнцөгтийн хотгор гүдгэрийг олох анхны алгоритмаа зохиосон байдаг. Склански 3 зоосны алгоритмыг ашиглаж n олон өнцөгтийн хотгор гүдгэр цэгийг олж болох санааг дэвшүүлсэн.

Склански 72 алгоритм

1. Нэг гүдгэр оройг олоод P_0 гэж тэмдэглэнэ.
2. P_0 -с эхлээд цагийн зүүний дагуу үлдсэн $n-1$ оройнуудыг тэмдэглэнэ.
3. P_0, P_1, P_2 дээрх оройнуудыг нэрлэсэн дарааллаар “арын”, “голын”, “өмнөх” гэж нэрлэнэ.

4. Үйлдэл:

Хэрэв: 3 зоосны баруун гар тийш эргэж байвал (эсвэл нэг шугаман дээр байрлаагүй бол

- “арын” оройг аваад өмнөхийн дараагийн орой дээр байрлуулна.
- “арын”-г “өмнөх”, “өмнөх”-г “голын”, “голынх”-г арынх тус тус нэрийг нь өөрчилнө.

Үгүй бол: (3 зоосны дүрс зүүн гар тийш эргэж байвал)

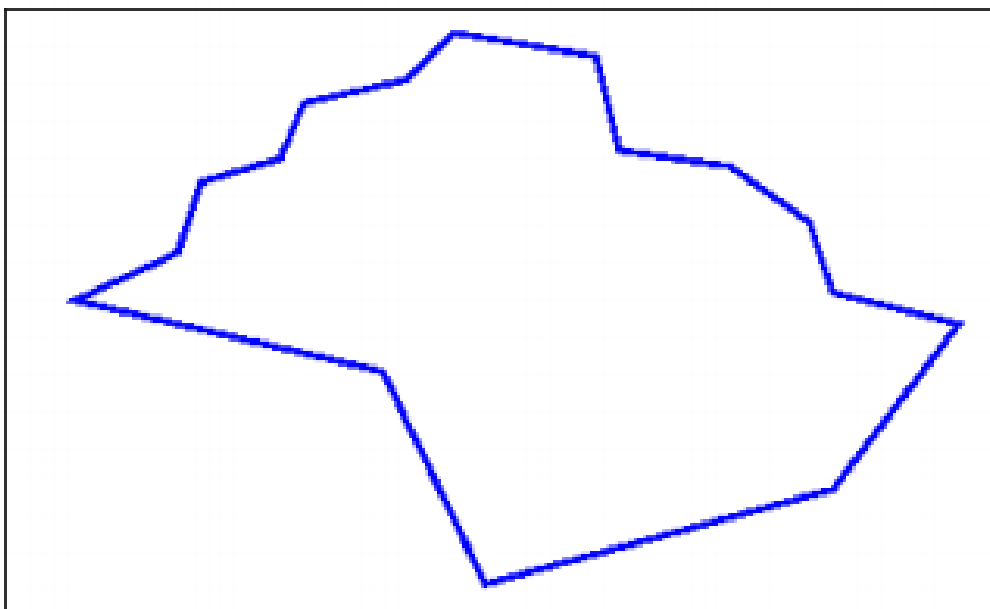
- “голын” оройг аваад “арын” оройн өмнө байрлах оройд байрлуулна.
- “голын” байсан орой болон холбоотой хэрчмийг үлдээнэ(салаана).
- “голын”-г “арынх”, “арын”-г “голын” болгож тус тус нэрийг өөрчилнө.

Хүртэл: “өмнөх” орой нь P_0 (эхлэсэн орой) мөн 3 зоосны дүрс нь баруун эргэж байвал.

5. Үлдээсэн оройнууд болон хэрчмүүд нь n олон өнцөгтийн хотгор оройнуудын дүрсэлнэ.

Склански 82 алгоритм

Склански 1982 онд сайжруулсан алгоритмаа танилцуулсан бөгөөд түүний алгоритмыг Склански 82 гэж нэрлэх болсон. Склански 82 алгоритм нь 2 хэсэгтэй. Эхний хэсэг энгийн олон өнцөгтийг (хэвтээ босоо чиглэлд гүдгэр, доорх зургаас харна уу) буцаахыг зорьсон. Хоёр дахь хэсэг нь Скланскийгийн анх танилцуулсан алгоритм, эхний хэсгийн гаралтан дээр ажиллахын тулд баталгаажсан, хамгийн их олон өнцөгтүүд гадна талаараа сул учраас, мөн Скланскийгийн алгоритм нь ийм олон өнцөгт дээр ажилладаг нь нотлогдсон.

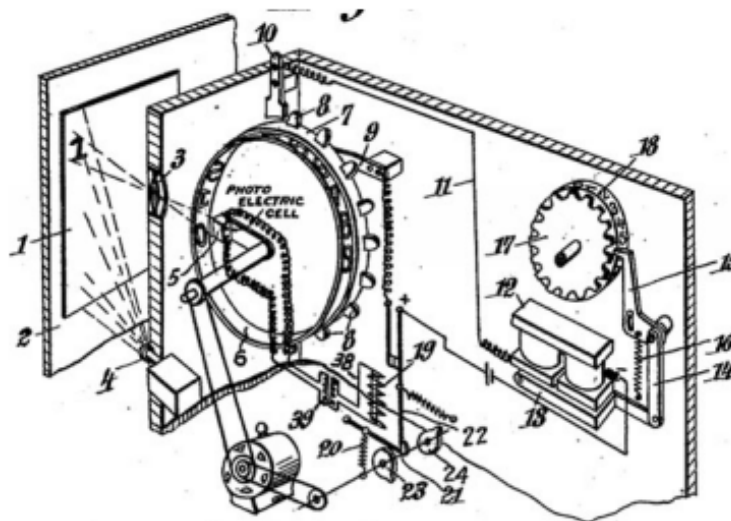


Зураг 2.11: Энгийн олон өнцөгт

2.3 Текст таних OCR сан

Дүрс танилт буюу OCR(optical character reading) нь гараар бичсэн тэмдэгтүүд болон хэвлэсэн тэмдэгтүүдийг оптик-аар уншин компьютерын унших боломжтой форматад хөрвүүлэхийг хэлнэ. Анх 1870 – 1931 Английн физикч, астрофизикч Edmund Edward Fournier d’Albe хараагүй хүмүүст зориулж унших машин бүтээж хөгжүүлснээр анхны дүрс танилтын тухай ойлголт тавигдсан гэдэг. Дүрс танилтын хамгийн өргөн хэрэглэгддэг нэгэн арга бол OCR буюу оптик тэмдэгт таних аргачлал юм. OCR-ыг Австралийн

эрдэмтэн Gustav Tauschek (1899-1945) зохион бүтээж байсан. Tauschek нь OCR машин механик төхөөрөмж байсан ба хэв, гэрэл болон фото илрүүлэгч ашиглан тусгай бэлдсэн хэвүүдэд гэрэл чиглүүлэн фото-детектор ашиглан үсэг илрүүлэлт хийж байсан.



Зураг 2.12: Анхны текст таних машин

2.3.1 Үндсэндээ OCR-ыг текст таних байдлаар хоёр ангилна:

Гараар бичсэн текстийн таних OCR

Үзэг, харандаа ашиглан хүний гараар цаасан дээр бичигдсэн бичмэл текстийг илрүүлэгч ашиглан дижитал форматад хөрвүүлэхийг бичмэл текстийн OCR гэнэ.



Зураг 2.13: Гараар бичсэн текст

Машинаар бичигдсэн текстийг таних OCR

Бидний өдөр дутам хэрэглэгддэг компьютероор хэвлэгдсэн хэвлэмэл текстийг илрүүдэгч ашиглан дижитал форматад хөрвүүлэхийг машинаар бичигдсэн буюу хэвлэмэл текстийн OCR гэнэ.



Зураг 2.14: Машинаар бичсэн текст

2.3.2 Үг илрүүлэлт

OCR нь үг илрүүлэлт хийхдээ хамгийн түрүүнд орж ирсэн үгэн дэх үсгүүдийг нэг нэгээр нь салгаж байгаад үгүүдийг Adaptive болон Classic үсэг ялгалын санд байгаа үсгүүдтэй болон хэлний санд байгаа үсгүүдтэй жишин үгийг боловсруулж авдаг. Хэрэв үр дүн хангалтгүй байвал үсгүүдэд сегментчлэлийн хайлт хийгдэнэ. Энэ сегментчилэлийн хайлт нь орж ирсэн утгыг нэг нэг хэсэгт хуваан хэрэглэгчийн толь бичигт байгаа үсгүүдээс хамгийн боломжтой хувилбарыг гаргах зарчимаар ажилладаг.

2.3.3 Дүрс танилтын алгоритмын ажиллагаа

2.3.3.1 Мөр олох

OCR нь жижиг хэсгүүдийн нэг нь мөр олох алгоритм хэсэг юм. Процессын гол түлхүүр хэсгүүд нь толбоны шүүр болон мөрийн байгууламж болно. Текстийн хэмжээг медианы өндөр команд ойролцоо утгаар нь тооцоолон гаргадаг иймд медианы өндрийн утгуудаас бага дүрсүүд болох цэг таслал, ялгах тэмдэгтүүд болон шуугианууд зэрэгт шүүлт /filter/ хийхэд аюулгүй. Шүүгдсэн дүрсүүд нь ихэвчлэн давхцаагүй, параллель боловч налуу загвар хэвтэй байх нь ажиглагддаг. Дүрсүүдийг x-координатад

ангилаан, боловсруулсанаар тэднийг өөр текстийн мөрд шилжүүлэх боломжтой болдог, үүний зэрэгцээ хуудасны хөндлөн налууг ажигласнаар далий байдалтай текстийн буруу мөрийг шилжүүлэх аюулыг багасгаж болно.

2.3.3.2 Үг таних

Тэмдэгт таних хэрэгслийн тусламжтай үгийг хэрхэн тэмдэгтүүд болгон сегментлэн хуваах вэ? гэдгийг тодорхойлох нь аливаа нэгэн тэмдэгтийг таних процессын нэг хэсэг юм. Мөрнөөс тодорхойлж дотор нь сегментчлэсэн хэсгүүдээ эхлээд ангилах хэрэгтэй. Үг таних алхмуудыг бүхэлд нь зөвхөн завсарлаагүй (буюу зэрэгцүүлээгүй) текстэд ашиглаж болно.

2.3.3.3 Нийлсэн тэмдэгтүүдийг салгах

Үгийг таньсны дараа гарч ирсэн үр дүнг хангалтгүй тохиолдолд тэмдэгтийн утгагүй байгаа хэсгийг таслан боловсруулсан үр дүнг сайжруулдаг. Барагцаалж тоймлосон олон өнцөгтийн хонхор босоо шугамуудаас таслах цэгүүдийг тодорхойлох ба эдгээр цэгүүд нь өөр нэг шугамыг эсвэл өөр мөрийн хэсгийг багтаасан байж болох юм. Тэмдэгтийг таслахдаа тодорхой дарааллын дагуу хийдэг. Зарим таслах үйлдэл нь тохиромжгүй тохиолдолд таслахгүй орхиж болох хэдий ч дараа нь шаардлагатай тохиолдолд тэмдэгтүүдийг нийлүүлсний дараа таслах үйлдлийг дахин ашиглаж болно.

2.3.3.4 Тасарсан тэмдэгтүүдийг нийлүүлэх

Боломжийн утга бүхий таслах хэсгүүд дууссан хэдий ч үг хангалттай боловсруулагдаагүй, ямар нэгэн утга аваагүй тохиолдолд уг үгийг тэмдэгт нийлүүлэгчид дамжуулдаг. Тэмдэгтийг нийлүүлэгч нь тусдаа байгаа тэмдэгтүүд болгоны тасалсан хэсгүүдийг аль болох нийлүүлж хэсэглэн хуваасан анхны утгыг хайдаг.

2.4 Тестийн шалгалтын төрөл

2.4.1 Стандартчилсан тест

Стандартчилсан тест гэдэг нь онооны нэгдсэн стандартын дагуу авагдаж, үнэлэгддэг тодорхой хэсэг асуултуудаас бүрдсэн тестийг хэлнэ. Нормативыг тогтоохын тулд ижил төрлийн төлөөллөөс уг тестийг авч туршиж үзсэн байх шаардлагатай. Их дээд сургуулиуд тодорхой чиглэлээр сурагчийн ахиц хөгжил болон IQ-г шалгах тестүүдийг боловсруулан, баталгаажуулдаг. Стандартчилсан тестийг сургуульд өргөн хэрэглэдэг. Стандартчилсан тестийг жиших төсөөлөл дээр туршиж үздэг тул ийм төрлийн тест нь үндэслэл сайтай итгэлцүүрийн коэффициент өндөртэй байдаг. Баталгаагүй, үндэслэл муутай асуултууд нь олон жилийн туршилтын явцад илрэн, хасагддаг байна.

2.4.2 Стандартчилагдаагүй тест

Стандартчилагдаагүй тест буюу ихэнхдээ багшийн өөрийн боловсруулсан буюу анги танхимын тест хэмээн нэрлэдэг тест нь жиших бүлэг дээр туршигдаагүй учраас норматив үзүүлэлт нь тогтоогүй байдаг. Энэ төрлийн тестүүд нь стандарттай харьцуулахад, эсвэл арай олон тооны хүмүүсийн хүрээтэй харьцуулахад уг сурагч нь ямар байр эзэлж байгааг хэлж өгч чадахгүй.

2.4.3 Тестийн төрөл

- Written test буюу бичгийн тест
- Multiple choice буюу олон сонголттой
- Alternative response буюу үнэн/худал
- Matching type буюу харгалзуулах
- Completion type буюу хоосон зай бөглөх
- Essay буюу богино хариулт
- Mathematical question буюу математикийн бодолт

Бүлэг 3

Хэрэгжүүлэлтийн хэсэг

Бүлэг 4

Судалгааны хэсэг

Бүлэг 5

Нэгдсэн дүгнэлт

Бүлэг 6

Ном зүй

Ингээд л боллоо! Амархан байна уу.

Номзүй

- [1] L. Lamport. *LaTeX: A Document Preparation System*. Addison-Wesley Publishing Company, second edition, 1994.
- [2] F. LastName, F. I. LastName, and F. LastName Jr. Conference paper MUN title. In *Proceedings of the Conference of Sample Conferences*, pages 100–110, Apr. 1996.
- [3] F. name Last-name and S. Guy. Journal article SWGC title. *Journal of Sample Journals*, 1(12):1000–1024, 2002.

Хавсралт А

Хавсралт